

КА. ШИШКИН • А.Н. ГУРЕВИЧ • АД. СТЕПАНОВ • В.А. ВАСИЛЬЕВ • С.Н. СУРЖИН

■ ТЕПЛОВОЗ ТЭЗ

ТЕПЛОВОЗ

ТЭЗ





К. А. ШИШКИН,  
А. Н. ГУРЕВИЧ,  
А. Д. СТЕПАНОВ,  
В. А. ВАСИЛЬЕВ,  
С. Н. СУРЖИН

# ТЕПЛОВОЗ ТЭЗ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТРАНСПОРТ» • МОСКВА • 1965

Настоящее издание состоит из четырех разделов. В первом содержатся общие сведения об устройстве тепловоза ТЭЗ и главные тягово-эксплуатационные характеристики его. Во втором рассмотрено все механическое оборудование силовой установки; даны рекомендации по уходу за дизелями. Третий раздел посвящен электрическому оборудованию. Много внимания уделено вопросам рациональной эксплуатации оборудования, уходу за аппаратами, разборке и сборке электрических машин.

Описание кузова, экипажной части и ухода за ними составляет содержание четвертого раздела.

Книга предназначена для машинистов тепловозов и их помощников. Она будет полезна учащимся профессионально-технических школ, техникумов, студентам высших учебных заведений и инженерно-техническим работникам.

#### ОТ АВТОРОВ

Тепловозы ТЭЗ постройки Харьковского, Луганского и Коломенского тепловозостроительных заводов являются основными магистральными локомотивами в тепловозном парке дорог сети. Тысячи тепловозов этой серии работают на железных дорогах страны.

В процессе эксплуатации выявляются новые возможности улучшения тепловоза ТЭЗ и его узлов, повышения надежности и долговечности деталей. При постройке промышленностью новых локомотивов, при ремонте их на заводах в конструкцию вносятся необходимые изменения, совершенствуются отдельные агрегаты. Все это нашло свое отражение в третьем издании книги.

Перерабатывая книгу, авторы стремились помочь машинистам и работникам депо детально изучить тепловоз и его узлы, усвоить принцип их работы, сохранив получивший одобрение читателей характер изложения и подбор материала книги.

Многие тепловозы ТЭЗ, находящиеся в эксплуатации, имеют отдельные детали и агрегаты, не прошедшие или не подлежащие модернизации.

Поэтому в книге наряду с описанием измененных конструкций узлов рассмотрены и узлы, установленные на тепловозах первых выпусков. Соответственно исключены данные по узлам и механизмам, полностью замененным или заменяемым на эксплуатируемых тепловозах.

Как и во втором издании, для облегчения пользования книгой сведения в таблички указания по материалам и допускам (зазоры и натяги) в сочленениях деталей.

В книге использованы материалы Харьковского, Луганского и Коломенского тепловозостроительных заводов, Харьковского завода тяжелого электромашиностроения «Электротяжмаш», Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта Министерства путей сообщения (ЦНИИ МПС), Всесоюзного научно-исследовательского тепловозного института (ВНИТИ), правила ремонта.

Написанные покойным проф. К. А. Шишкиным для первого издания книги разделы переработаны и дополнены для третьего издания канд. техн. наук А. Н. Гуревичем («Общее устройство тепловоза ТЭЗ») и инж. С. Н. Суржиным («Экипажная часть и кузов тепловоза»).

Раздел «Механическое оборудование силовой установки» написан канд. техн. наук А. Н. Гуревичем; раздел «Электрическое оборудование» — доктором техн. наук А. Д. Степановым и канд. техн. наук В. А. Васильевым (глава VIII и стр. 349—355 главы XI).

# Общее устройство тепловоза ТЭЗ

1

## ГЛАВА I

### ОБЩАЯ КОМПОНОВКА И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОВОЗА

#### УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВОЗА И РАСПОЛОЖЕНИЕ АГРЕГАТОВ

Тепловоз ТЭЗ (рис. 1) двухсекционный; но каждая секция может работать как самостоятельный локомотив. Для грузового движения тепловоз ТЭЗ используется, как правило, в сочлененном виде. Обе половины (секции) соединены стандартной автоматической сцепкой СА-3.

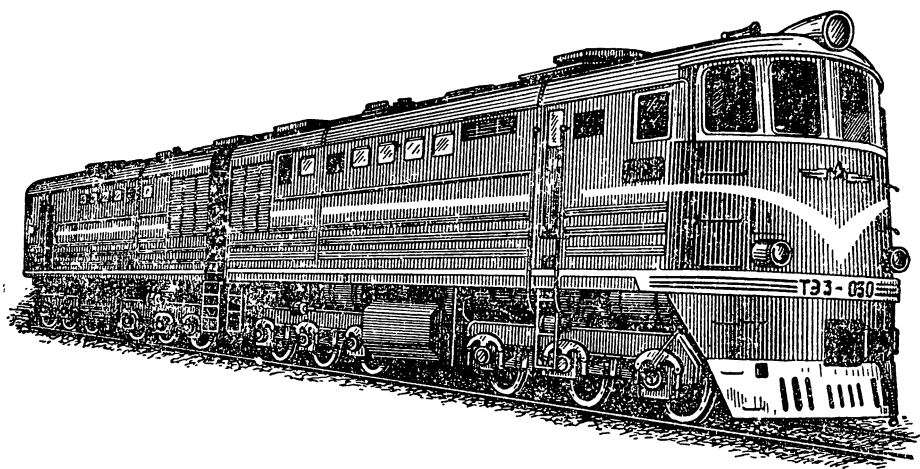


Рис. 1. Двухсекционный грузовой тепловоз ТЭЗ

Тепловоз ТЭЗ имеет электрическую передачу. Тяговый генератор, якорь которого соединен с коленчатым валом дизеля, вырабатывает электрическую энергию, эта энергия по силовым кабелям передается шести тяговым электродвигателям, размещенным в тележках. Валы якорей электродвигателей связаны шестернями с осями колесных пар.

Установленные на главной раме каждой секции дизель, генератор и вспомогательное оборудование закрыты кузовом тепловоза (рис. 2 и 3).

Главная рама секции опирается на две трехосные тележки, передавая вертикальную нагрузку на каждую из них через четыре опоры, расположенные над листовыми рессорами.

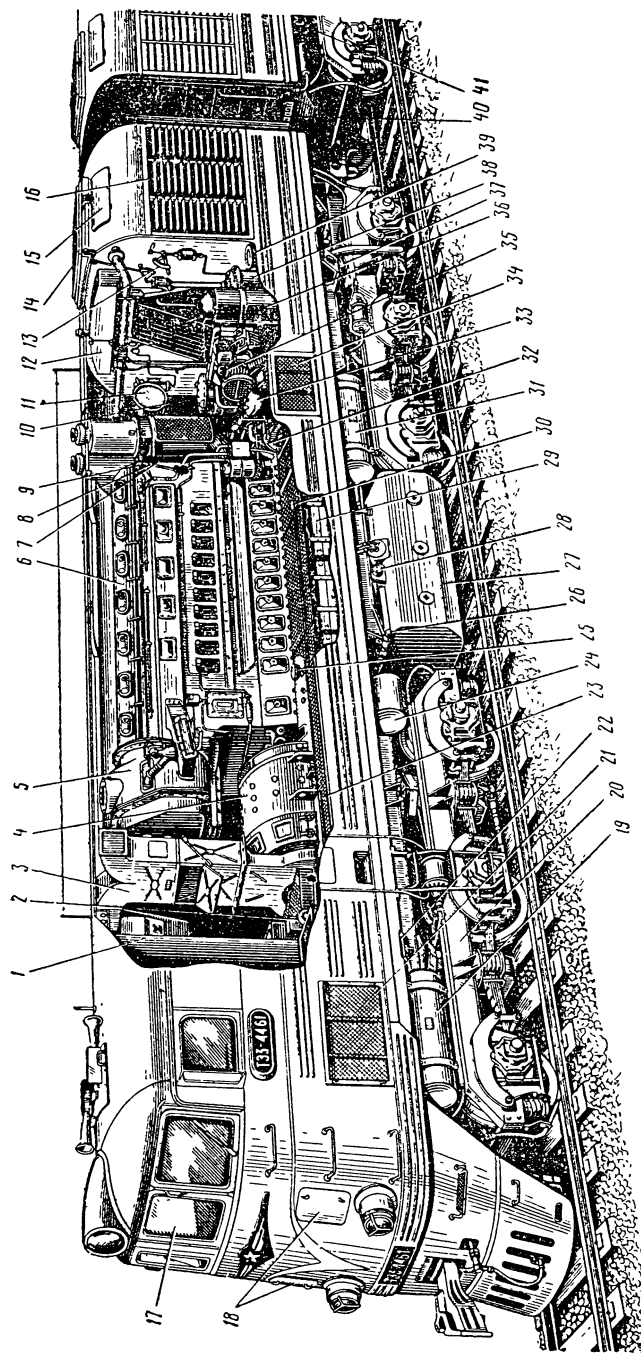


Рис. 2. Расположение оборудования на тепловозе ТЭ3:

1 — высоковольтная камера; 2 — редуктор привода двухмашинного агрегата, вентилятора передних тяговых электродвигателей и тахогенераторов (передний редуктор); 3 — канал для подвода охлаждающего воздуха к тяговому генератору; 4 — тяговый генератор; 5 — воздуходувка; 6 — дизель 2Д100; 7 — кнопка экстренного выключения дизеля; 8 — восстанавливающая рукоятка механизма выключения дизеля; 9 — реле давления масла; 10 — фильтр тонкой очистки масла; 11 — электровентилятор машинного помещения; 12 — расширительный водяной бак; 13 — механизм привода жалюзи холодильника; 14 — верхние жалюзи воздушного резервуара (передний); 15 — люк; 16 — боковые жалюзи холодильника; 17 — кабина тепловоза; 18 — вода жалюзи холодильника; 19 — главный воздушный резервуар (передний); 20 — тележка (носовая конструкция); 21 — фильтр вентилятора тяговых электродвигателей передних тележек; 22 — опора под домкрат; 23 — гофрированный пол машинного отделения; 24 — запасный тормозной резервуар; 25 — горловина для заправки дизеля маслом; 26 — вентиль слива масла из системы дизеля; 27 — топливный бак; 28 — заправочная горловина топливного бака; 29 — аккумуляторная батарея; 30 — люк рейки топливного бака; 31 — главный воздушный резервуар (задний); 32 — вентилятор задней тележки; 33 — гидромеханический редуктор; 34 — воздушный фильтр вентилятора тяговых электродвигателей задней тележки; 35 — воздушный компрессор; 36 — бак противопожарной установки; 37 — опора тележки; 38 — подогреватель топлива; 39 — санузел; 40 — крышка задней песочницы; 41 — патрубок слива воды из системы охлаждения дизеля



Каждая тележка соединена с рамой вертикальным шкворнем, передающим только горизонтальные усилия и служащим осью поворота тележки.

Тяговые электродвигатели имеют опорно-осевую подвеску. Рычажная передача тормоза односторонняя. Тормозных цилиндров на каждой тележке два. Все оси тормозные. Передняя тележка снабжена ручным тормозом, действующим на две задние колесные пары от колеса штурвала, расположенного в кабине машиниста.

Дизель тепловоза представляет собой двухтактный, десятицилиндровый двигатель внутреннего сгорания мощностью 2 000 э. л. с. со встречнодвижущимися поршнями и двумя коленчатыми валами. Верхний вал воспринимает примерно одну четверть мощности дизеля, нижний — остальные три четверти. Максимальная скорость вращения коленчатых валов на номинальном режиме 850 об/мин. Задний конец нижнего вала (передний по ходу секции) при помощи полужесткой дизель-генераторной муфты соединен с валом якоря тягового генератора. Дизель и генератор смонтированы на общей поддизельной раме сварной конструкции. Тяговый генератор типа МПТ-99/47А, восьмиполюсный с самовентиляцией и независимым возбуждением от возбuditеля, обладает мощностью 1 350 квт. Генератор имеет пусковую обмотку для использования его в качестве электродвигателя при пуске дизеля. На тепловозах ранних выпусков воздух для охлаждения поступает или через люк на крыше кузова прямо в генератор, или через фильтр, расположенный также на крыше, сначала внутрь машинного помещения, а затем в патрубок генератора (см. рис. 3). Так как в машинном помещении имеются пары масла и топлива, то они вместе с воздухом попадают на коллектор и изоляцию генератора, ухудшая его работу. При непосредственном соединении генератора с атмосферным воздухом возможно попадание влаги. Поэтому на вновь выпускаемых тепловозах предусматривается устройство для забора воздуха через вырезы, имеющие жалюзи и фильтры с гофрированной сеткой в боковых стенках кузова тепловоза, причем можно забирать воздух и из машинного помещения (см. рис. 2).

После охлаждения воздух проходит по нижнему патрубку вентилятора под раму тепловоза. Тяговые электродвигатели каждой секции тепловоза соединены в три параллельные группы по два последовательно в каждой. В электрической схеме предусмотрены две ступени ослабления поля тяговых электродвигателей. Переход на ослабленное поле и обратно автоматический.

Вал якоря тягового генератора соединен с передним редуктором, который передает мощность двухмашинному агрегату, вентилятору охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки и тахогенератору. Привод первых двух агрегатов осуществлен при помощи карданных валов, а тахогенератора — при помощи клиноременной передачи.

Двухмашинный агрегат расположен под полом кабины машиниста. Он состоит из возбuditеля и вспомогательного генератора, имеющих общий вал, который вращается со скоростью 1 800 об/мин при 850 об/мин коленчатого вала дизеля.

Передний конец вала дизеля (задний по ходу секции) связан с гидромеханическим редуктором, при помощи которого осуществляется привод вентилятора холодильника, вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки и воздушного компрессора. В редукторе имеется гидромуфта, соединяющая нижний вал дизеля с вспомогательными механизмами (кроме компрессора в новых тепловозах).

Привод к вентилятору холодильника в редукторе имеет две ступени скорости. Горизонтальный вал привода к вентилятору передает вращение вертикальному валу вентиляторного колеса при помощи редуктора, который имеет фрикционную муфту, позволяющую выключать вентиляторное колесо и прекращать, таким образом, принудительное просасывание воздуха через секции холодильника.

Холодильник состоит из 36 масляных и 24 водяных секций, расположенных в два ряда вдоль левой и правой стенок кузова. Охлаждающий воздух засасывается через боковые жалюзи и выбрасывается вверх через диффузор. Стенки

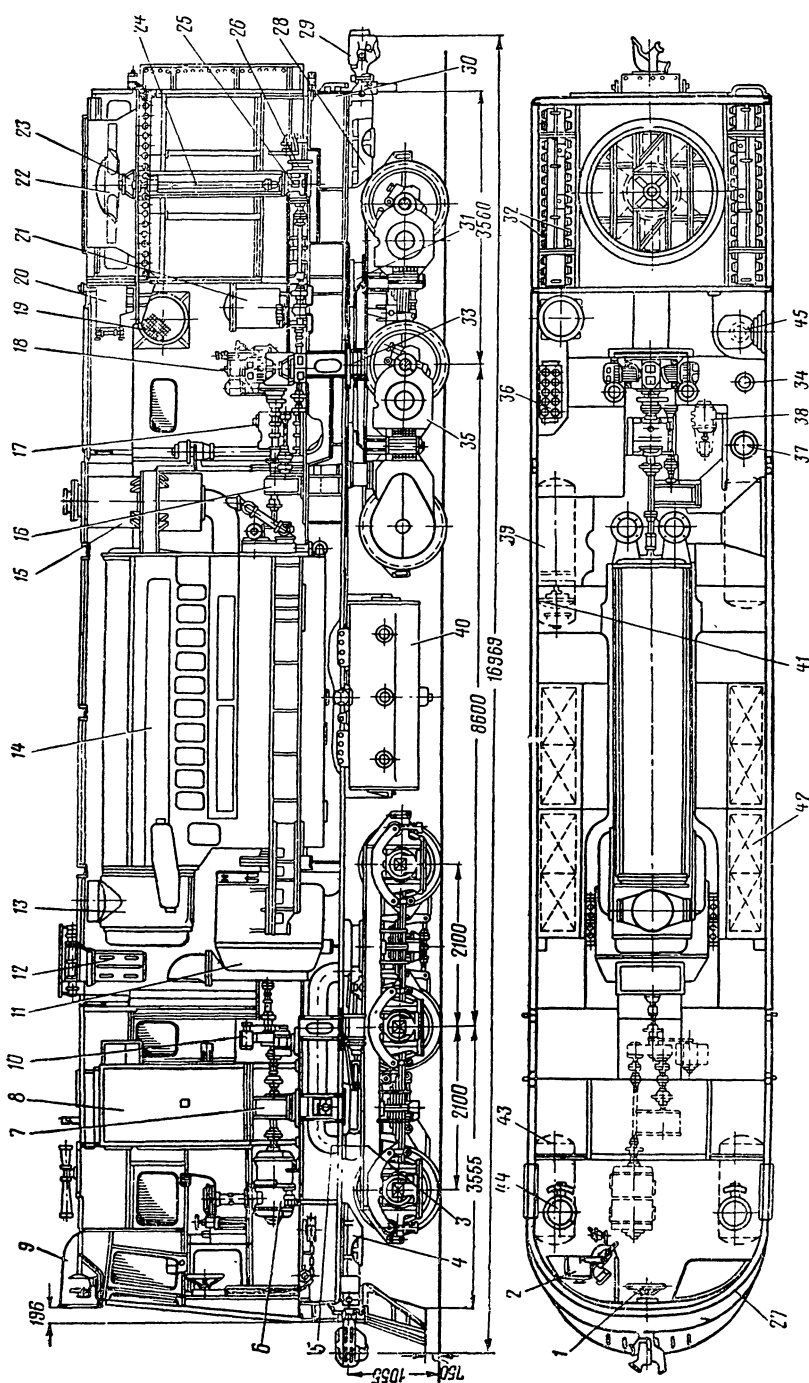


Рис. 3. Продольный разрез и план тепловоза ТЭЗ:

1 — штурвал ручного тормоза; 2 — пульт управления; 3 — передняя тележка; 4 — стяжной ящик передней; 5 — каналы для подвода охлаждающего воздуха к тяговым электродвигателям передней тележки; 6 — двухмашинный агрегат; 7 — вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки; 8 — тяговая камера; 9 — прожектор; 10 — передний редуктор и тахогенератор; 11 — тяговый генератор; 12 — канал вентиляции генератора; 13 — воздуходувка; 14 — дизель; 15 — глушитель; 16 — вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки; 17 — гидромеханический дизель; 18 — воздушный компрессор; 19 — электровентилятор машинного помещения; 20 — расширительный бак водной системы охлаждения дизеля; 21 — фильтр тонкой очистки масла; 22 — вентиляционное колесо; 23 — подпятник; 24 — карданный вал вентиляционного колеса; 25 — редуктор привода вентилятора; 26 — фрикционная муфта включения вентиляционного колеса; 27 — дюрка передней песочницы; 28 — стяжной ящик задний; 29 — автоосечка; 30 — хребтовая балка; 31 — боковые опоры главной рамы; 32 — секции холодильника; 33 — центральный шкворень задней тележки; 34 — топливонагреватель; 35 — главный воздушный резервуар; 36 — фильтр грубой очистки масла; 37 — бак противопожарной установки; 38 — топливонагреватель; 39 — главный воздушный резервуар; 40 — топливный бак; 41 — маслопрокачивающий насос; 42 — аккумуляторная батарея; 43 — главный воздушный резервуар (задний); 44 — сиденье машиниста; 45 — санузел.

шахты холодильника в центральной части образуют тоннель для прохода во вторую секцию тепловоза.

Вентиляторы тяговых электродвигателей задней и передней тележек центробежные.

Для снабжения сжатым воздухом тормозной системы, электропневматической системы, системы стеклоочистителей, песочниц, тифона, привода автоматики служит компрессор типа КТ6. Он имеет два цилиндра низкого давления и один высокого. Охлаждение цилиндров — воздушное.

Электрический ток для освещения тепловоза и пуска дизеля дает свинцовая кислотная аккумуляторная батарея типа 32-ТН-450. Батарея размещена в передней части тепловоза около главного генератора под полом машинного помещения. Она состоит из восьми секций (ящиков) с четырьмя элементами в каждом, расположенных по четыре ящика с правой и левой стороны дизель-генераторной установки.

Имевшиеся ранее на тепловозах ТЭЗ котлы-обогреватели с системой дополнительного подогрева масла, воды и топлива в настоящее время не ставятся, а уже установленные котлы снимаются при ремонтах. Чем это вызвано? Хотя подогревание неработающего дизеля в зимних условиях полезно, однако потребление электроэнергии подогревательным устройством приводило к разрядке аккумуляторной батареи и ухудшению ее работы.

Вследствие этого на тепловозах ТЭЗ устанавливают теперь только подогреватель топлива, через трубки которого во время работы проходит поступающая из дизеля горячая вода. Вода подогревает топливо, циркулирующее между трубок и сливающееся затем в топливный бак.

Подогреватель установлен с левой стороны (по ходу секции) между санузелом и баком противопожарной установки. Гибкие шланги со смесителями противопожарной установки размещены: а) в передней части тепловоза около левой входной двери и б) в задней части тепловоза на передней стенке холодильной камеры.

Кузов вентилируют через люки. Кроме того, в машинном помещении для этой цели установлен электровентилятор.

В передней части тепловоза расположена кабина машиниста, отделенная от машинного помещения перегородкой с двумя дверями. В средней части перегородки имеется дверь в высоковольтную камеру, в которой размещены электрические аппараты управления.

В правой передней части кабины машиниста сосредоточены приборы управления тепловозом и контроля за работой отдельных агрегатов (рис. 4). Там же находится сиденье для машиниста. На полу перед сиденьем расположена ножная педаль песочницы (на тепловозах новых выпусков — и калорифер обогрева ног машиниста), а сбоку — две рукоятки клапанов звукового сигнала (тифона) и свистка. Справа сзади сиденья установлены аппараты автостопа.

Справа (по ходу секции тепловоза) от двери высоковольтной камеры, примерно сзади сиденья машиниста, находится откидное сиденье; слева укреплена панель с выключателями освещения. Перед панелью находится закрытая крышковая ниша, в которой размещены предохранители. Для освещения кабины в средней ее части на потолке имеется светильник. Слева от двери в машинном помещении расположена ручка включения и выключения аккумуляторной батареи. Три рубильника для отключения тяговых электродвигателей размещены в закрытой нише над дверью высоковольтной камеры.

В передней части кабины слева от штурвала ручного тормоза расположено сиденье помощника машиниста. Впереди справа от сиденья поставлен калорифер водяного отопления кабины. На стенке кабины слева (впереди окна) установлен дифференциальный манометр, показывающий величину разрежения в картере дизеля или давление (в случае неисправности). При опасном повышении давления жидкость в манометре замыкает контакты, автоматически останавливая дизель. Там же помещена кнопка аварийной остановки дизеля. Ниже окна расположены две рукоятки звуковых сигналов, дублирующие та-

кие же рукоятки, размещенные рядом с постом машиниста, о которых было сказано ранее.

Обеими секциями тепловоза можно управлять с одного поста. Так как каждая секция имеет один пост управления, то при использовании ее в качестве самостоятельного локомотива в пунктах оборота необходимы поворотные устройства. Двухсекционный тепловоз может работать без поворота, используя

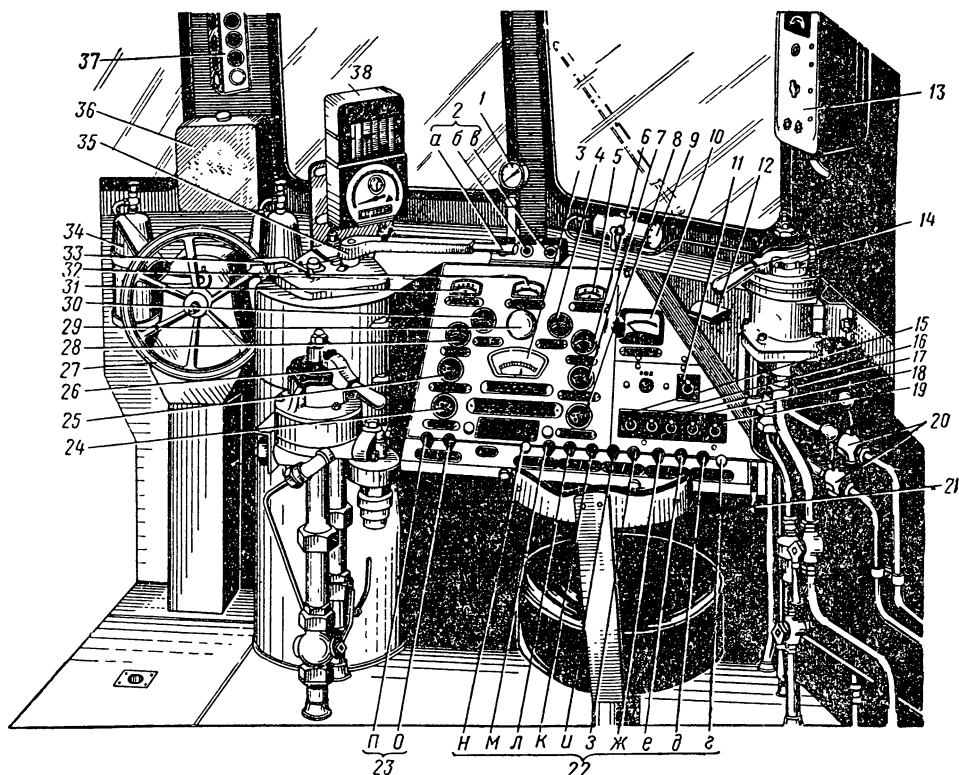


Рис. 4. Пост управления:

1—манометр, показывающий давление воздуха в уравнительном резервуаре; 2—световые сигналы; а—сброса нагрузки с генератора первой секции; б—работы дизеля второй секции; в—сброса нагрузки с генератора второй секции; 3—двухстрелочный манометр давления воздуха в главном резервуаре и тормозной магистрали; 4—электротермометр, показывающий температуру воды во второй секции; 5—амперметр зарядки аккумуляторной батареи; 6—электротермометр, показывающий температуру воды в первой секции; 7—манометр, показывающий давление воздуха в тормозных цилиндрах; 8—манометр, показывающий давление воздуха в резервуаре электропневматических контакторов; 9—стеклоочиститель; 10—вольтметр, показывающий напряжение в цепи управления; 11—переключатель автоматического регулирования; 12—светильник; 13—пульт управления радиостанцией ЖР-3. 14—ручка крана вспомогательного тормоза; 15—выключатель левых жалюзи холодильника; 16—выключатель верхних жалюзи холодильника; 17—выключатель правых жалюзи холодильника; 18—выключатель муфты вентилятора; 19—выключатель шунтировки поля; 20—клапаны тифона и свистка; 21—рукоятка запора (ключ) кнопочных выключателей; 22—кнопочные выключатели; г—пуск дизеля первой секции; д—топливный насос первой секции; е—управление общее; ж—масляный насос (резервная кнопка); з—прожектор тусклый; и—прожектор яркий; к—электроманометр и электротермометр; л—мотор калорифера; м—топливный насос второй секции; н—пуск дизеля второй секции; 23—кнопочные выключатели; о—освещение приборов; п—управление тепловозом; 24—манометр, показывающий давление топлива; 25—электротермометр, показывающий температуру масла до холодильника первой секции; 26—ручка крана машиниста; 27—штурвал ручного тормоза; 28—манометр, показывающий давление масла в первой секции; 29—светильник; 30—электроманометр, показывающий давление масла во второй секции; 31—вольтметр, показывающий напряжение тягового генератора; 32—амперметр тока нагрузки тягового генератора; 33—рукоятка реверсора; 34—огнетушитель; 35—рукоятка контроллера машиниста; 36—динамик радиостанции; 37—локомотивный светопор; 38—скоростемер

поочередно посты управления обеих секций. Для использования тепловоза в трехсекционном виде при управлении с одного поста необходимо дополнительно ставить розетку межтепловозного соединения на переднем буферном брус с соответствующей подводкой к ней проводов системы управления.

Песочницы размещены в передней и задней частях кузова. Для заполнения их песком на торцовых стенках кузова имеются люки. Песок подводится под крайние колесные пары тележек.



# ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛОВОЗА

## Основные данные

Тип передачи . . . . .	Электрическая
Колея . . . . .	1 524 мм
Род службы . . . . .	Грузовой
Число секций . . . . .	2
Наибольшая касательная мощность двух секций в зоне гиперболического изменения силы тяги . . . . .	3 150 л. с.
Конструкционная скорость . . . . .	100 км/ч
Осевая характеристика (тип экипажной части)	2 (3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )
Тип тележки . . . . .	Трехосная
Вес одной секции с полным запасом топлива, воды, смазки и песка . . . . .	126±3% т
Давление от оси на рельсы . . . . .	21±3% »
Запас в одной секции:	
воды . . . . .	800 кг
масла в системе дизеля . . . . .	1 200 »
топлива . . . . .	5 440 »
песка . . . . .	Не менее 314 л
Минимальный радиус проходимых кривых . . . . .	125 м

## Основные габариты (в мм)

Длина двухсекционного тепловоза между осями зацепления автосцепок . . . . .	33 938
Полная колесная база двухсекционного тепловоза . . . . .	29 774
Наибольшая высота от головки рельса . . . . .	4 825
» ширина по выступающим частям . . . . .	3 262
Общая длина одной секции между осями зацепления автосцепок . . . . .	16 969
База тележки . . . . .	4 200
» полная одной секции . . . . .	12 800
Расстояние между шкворнями одной секции . . . . .	8 600
Диаметр бандажа по кругу катания . . . . .	1 050
Ширина . . . . .	140
Наименьшее расстояние от головки рельса до кожуха зубчатой передачи . . . . .	122
Габариты дизель-генератора:	
длина . . . . .	6 545
ширина . . . . .	1 730
высота . . . . .	3 135

## Дизель

Марка . . . . .	2Д100
Тип . . . . .	Вертикальный двух- тактный, двухвальный, бескомпрессорный со встречнодвижущимися поршнями, непосред- ственным впрыском топлива и прямоточной продувкой
Расположение цилиндров . . . . .	Однорядное, вертикаль- ное
Число цилиндров . . . . .	10
Диаметр цилиндра . . . . .	207 мм
Ход поршня . . . . .	2×254 мм
Эффективная мощность при нормальных ат- мосферных условиях (15° и 760 мм рт. ст.) и 850 об/мин коленчатых валов дизеля . . . . .	2 000 л. с.
Габариты дизеля в мм:	
длина . . . . .	6 015
ширина . . . . .	1 440
высота . . . . .	3 110
Вес дизеля (сухой) с поддизельной рамой и со смонтированными на нем агрегатами (без глушителя) . . . . .	19 000±1,5% кг
Минимально устойчивое число оборотов на холостом ходу в об/мин . . . . .	400±10
Порядок работы цилиндров . . . . .	1—6—10—2—4—9—5— 3—7—8

Порядок нумерации цилиндров . . . . .	Со стороны, противоположной генератору
Направления вращения нижнего коленчатого вала . . . . .	По часовой стрелке, если смотреть со стороны генератора
Рабочий объем всех цилиндров . . . . .	170,9 л
Степень сжатия действительная . . . . .	15,1
» геометрическая . . . . .	18,6
Средняя скорость поршня . . . . .	7,2 м/сек
Максимальное давление сгорания (при нормальных атмосферных условиях) . . . . .	Не более 88 кг/см <sup>2</sup>
Среднее эффективное давление . . . . .	6,23 кг/см <sup>2</sup>
Температура отработавших газов в выпускном коллекторе (по цилиндрам) . . . . .	Не более 420°

#### Система подачи топлива

Удельный расход топлива при мощности 2 000 э. л. с. . . . .	Не более 176 г (э. л. с. ч.)
Топливо . . . . .	Дизельное, по ГОСТ 305—58 или 4749—49, а также по новым ГОСТ 305—62 и 10489—63
Угол опережения подачи топлива (геометрический) в градусах поворота нижнего коленчатого вала . . . . .	16±1° до в. м. т.
Топливоподкачивающий насос:	
тип . . . . .	Шестеренчатый
производительность . . . . .	27 л/мин
давление топлива . . . . .	1,5—2,5 кг/см <sup>2</sup>
привод . . . . .	От электродвигателя ПН5
Топливный насос:	
тип . . . . .	Золотниковый, с постоянным ходом плунжера и регулированием количества подаваемого топлива перепуском в конце нагнетания
количество насосов . . . . .	20, по два на каждый цилиндр
диаметр плунжера . . . . .	13 мм
ход плунжера . . . . .	15,8 мм
Форсунка:	
тип . . . . .	Закрытая, с гидравлическим управлением подъема иглы
давление начала впрыска . . . . .	210±5 кг/см <sup>2</sup>
количество форсунок . . . . .	20, по две форсунки на каждый цилиндр
количество отверстий в распылителе . . . . .	3
диаметр отверстий . . . . .	0,56 мм
Регулятор числа оборотов . . . . .	Всережимный, центробежный, непрямого действия с гидравлическим сервомотором и изодромной обратной связью
Отношение числа оборотов регулятора к числу оборотов дизеля . . . . .	1,143
Управление числом оборотов . . . . .	Дистанционное при помощи электропневматического механизма, расположенного под регулятором
Число ступеней рабочих оборотов . . . . .	16
Давление воздуха для питания пневматического сервомотора . . . . .	5,5—6 кг/см <sup>2</sup>
Тип регулятора предельного числа оборотов . . . . .	Центробежный: выключение подачи топлива при достижении дизелем 940—980 об/мин

Фильтр предварительной очистки топлива . . .	Сетчатонабивной
Фильтр тонкой очистки топлива . . . . .	Из искусственного волокна или древесно-волокнистой массы

#### Система смазки

Тип . . . . .	Циркуляционная, под давлением
Удельный расход масла . . . . .	Не более 4 г/э. л с. ч*
Масло . . . . .	Дизельное
Масляный насос . . . . .	Шестеренчатый
Отношение числа оборотов масляного насоса к числу оборотов дизеля . . . . .	1,78
Производительность масляного насоса при 850 об/мин дизеля . . . . .	96 м <sup>3</sup> /ч**
Температура масла на выходе из двигателя: рекомендуемая . . . . .	60—75°
максимальная . . . . .	Не более 83°
Давление масла по манометру, установленному на верхней магистрали . . . . .	При 850 об/мин вала давление для нормальной работы дизеля должно быть не ниже 1,5 кг/см <sup>2</sup>
Маслопрокачивающий агрегат (устанавливается, начиная с тепловоза № 138) . . . . .	Шестеренчатый насос, соединенный с электродвигателем
производительность . . . . .	12 м <sup>3</sup> /ч
давление масла . . . . .	2,5 кг/см <sup>2</sup>
число оборотов . . . . .	2 200 об/мин
Масляный насос центробежного фильтра (устанавливается, начиная с двигателя 233) . . . . .	Шестеренчатый с приводом от вала дизеля
Производительность (при 850 об/мин вала дизеля) . . . . .	12 м <sup>3</sup> /ч
Давление масла . . . . .	8,5 кг/см <sup>2</sup>
Реактивный центробежный фильтр: число оборотов . . . . .	до 6 000 об/мин
Масляный фильтр грубой очистки . . . . .	Щелевой
»      »      тонкой      » . . . . .	Бумажный

#### Система охлаждения

Тип . . . . .	Водяное, принудительное
Водяной насос . . . . .	Центробежный
Отношение числа оборотов водяного насоса к числу оборотов дизеля . . . . .	2,42
Производительность водяного насоса при 850 об/мин коленчатого вала дизеля . . . . .	102 м <sup>3</sup> /ч
Температура воды на выходе из дизеля: рекомендуемая . . . . .	60—75°
максимальная . . . . .	Не более 90°

#### Воздуходувка

Тип . . . . .	Объемная, ротационная с трехлопастными роторами
Отношение числа оборотов роторов воздуходувки к числу оборотов дизеля . . . . .	2,015
Производительность воздуходувки при 850 об/мин коленчатого вала дизеля, отнесенная к условиям всасывания . . . . .	180 м <sup>3</sup> /мин
Давление продувочного воздуха при 850 об/мин коленчатого вала и мощности дизеля 2 000 л. с. . . . .	0,28—0,35 кг/см <sup>2</sup>

\* На стенде при номинальной мощности дизеля расход масла составляет ~ 1 г/э. л. с. ч.  
 \*\* Решается вопрос перехода на насосы производительностью 120 м<sup>3</sup>/ч.

### Аварийная защита дизеля

Реле давления масла (остановки дизеля) . . .	Для остановки дизеля при понижении давления масла в верхнем коллекторе ниже $0,5^{+0,1} \text{ кг/см}^2$
Реле давления масла (сброса нагрузки) . . .	Для сброса нагрузки при понижении давления масла в верхнем коллекторе ниже $1,2 \text{ кг/см}^2$ при 9-м положении контроллера и выше
Реле перегрева воды (температурное) . . . .	Для сброса нагрузки при повышении температуры воды выше $90^\circ$
Предохранительные клапаны максимального давления газов в картере и воздушном ресивере . . . . .	Срабатывают при повышении давления в картере или воздушном ресивере выше $0,5 \text{ кг/см}^2$
Регулятор предельного числа оборотов . . .	Для остановки дизеля при повышении числа оборотов дизеля выше $940\text{—}980 \text{ об/мин}$
Блокировочное устройство валоповоротного механизма . . . . .	Не позволяет произвести запуск дизеля при зацеплении червяка валоповоротного механизма с зубчатым колесом дизель-генераторной муфты
Устройство для остановки дизеля (дифференциальный манометр) . . . . .	Останавливает дизель при повышении давления в картере до $30\text{—}35 \text{ мм вод. ст.}$

### Компрессор

Тип . . . . .	КТ6
Число ступеней сжатия . . . . .	2
» цилиндров низкого давления . . . . .	2
» » высокого » . . . . .	1
Охлаждение . . . . .	Воздушное
Рабочее давление второй ступени . . . . .	$7,5\text{—}8,5 \text{ кг/см}^2$
Производительность при скорости вращения вала $850 \text{ об/мин}$ . . . . .	$5,3\text{—}5,7 \text{ н. м}^3/\text{мин}$
Привод компрессора . . . . .	Механический, от вала двигателя через гидромеханический редуктор

### Топливоподогреватель

Тип . . . . .	Водяной, трубчатый
Количество на одну секцию . . . . .	1
Поверхность нагрева . . . . .	$\text{м}^2$

### Холодильник

Тип секций холодильника . . . . .	Ребристые с плоскими трубками
Число масляных секций (на одной секции тепловоза) . . . . .	36
Число водяных секций (на одной секции тепловоза) . . . . .	24
Наружная поверхность охлаждения масляных секций . . . . .	$694,0 \text{ м}^2$
Наружная поверхность охлаждения водяных секций . . . . .	$504,0 \text{ м}^2$
Тип вентилятора . . . . .	Осевой шестилопастной



Число оборотов вентиляторного колеса при 850 об/мин коленчатого вала дизеля:	
на первой ступени (зимний режим) . . .	1 020 об/мин
» второй » (летний ») . . .	1 380 »
Привод вентилятора холодильника . . . . .	Механический, от дизеля через двухступенчатый редуктор с гидромuftой, фрикционную муфту и редуктор вентилятора

#### Тяговый генератор

Тип . . . . .	МПТ-99/47А, постоянного тока, восьмиполусный, независимого возбуждения, самовентилирующийся
Количество на секцию . . . . .	1
Скорость вращения якоря . . . . .	850 об/мин
Номинальный (длительный) ток . . . . .	2 455 а
Кратковременный ток . . . . .	4 000 »
Номинальное напряжение на коллекторе . .	550 в
Максимальное » » » . . . . .	820 »
Номинальная длительная мощность . . . . .	1 350 квт
Соединение якоря с валом дизеля . . . . .	Полужесткая муфта

#### Двухмашинный агрегат

Возбудитель типа ВТ-275 (120А) } Вспомогательный генератор типа } ВГТ-275/150	В одном корпусе, постоянного тока, самовентилирующийся
Количество на одну секцию . . . . .	1
Привод . . . . .	Механический, от вала якоря главного генератора через редуктор
Скорость вращения якоря (при скорости вращения вала дизеля 850 об/мин) . . . . .	1 800 об/мин
Возбудитель:	
номинальная длительная мощность . . .	10 квт
номинальное напряжение на коллекторе .	107 в
номинальный ток . . . . .	95 а
возбуждение . . . . .	Смешанное
Вспомогательный генератор:	
номинальная (длительная) мощность . .	8 квт
номинальное напряжение на коллекторе .	75 в
номинальный ток . . . . .	105 а
возбуждение . . . . .	Самовозбуждение

#### Тяговый электродвигатель

Тип ЭДТ-200Б . . . . .	Серийный, четырехполюсный, постоянного тока с принудительной вентиляцией
Количество на секцию . . . . .	6
Номинальный ток . . . . .	820 а
Номинальное напряжение на коллекторе . .	275 в
Номинальная мощность . . . . .	206 квт
Максимальная эксплуатационная скорость вращения якоря . . . . .	2 200 об/мин
Привод от тягового электродвигателя к осям	Посредством односторонней цилиндрической зубчатой передачи
Передаточное отношение . . . . .	75:17 = 4,41
Зуб коррегированный прямой . . . . .	Модуль 10
Число ступеней ослабления поля . . . . .	2
Ослабление поля:	
на первой ступени . . . . .	До 48%*
» второй » . . . . .	» 25%

\* На тепловозах, построенных до 1962 г., ослабление поля соответственно 52 и 35%.

### Охлаждение тяговых электродвигателей

Тип вентилятора . . . . .	Центробежный
Число вентиляторов на одну секцию . . . . .	2
Скорость вращения вала колеса вентилятора:	
переднего (при 850 об/мин коленчатого	
вала двигателя) . . . . .	2 600 об/мин
заднего . . . . .	2 500 »
Производительность одного вентилятора при	
2 600 об/мин . . . . .	160 м³/мин
Привод . . . . .	Механический, от вала
	двигателя через редук-
	тор

### Аккумуляторная батарея

Тип . . . . .	32ТН-450 свинцово-
	кислотная
Количество на одну секцию . . . . .	1 (8 ящиков)
Число элементов . . . . .	32
Общее напряжение . . . . .	64 в
Емкость при 10-часовом разряде . . . . .	450 а·ч
Наибольший разрядный ток . . . . .	1 700 а

### Тормозное оборудование

Тип тормоза . . . . .	Колодочный
Способ приведения в действие тормоза . . . . .	Воздушный и ручной
Система воздушного тормоза . . . . .	Кран машиниста № 222,
	кран вспомогательного
	тормоза локомотива
	№ 254, воздухораспре-
	делитель № 270-002
Число тормозных осей воздушного тормоза	
одной секции . . . . .	6
Число тормозных осей ручного тормоза одной	
секции . . . . .	2 (передней тележки)
Торможение . . . . .	Одностороннее
Число тормозных цилиндров одной секции . . . . .	4
Диаметр тормозного цилиндра . . . . .	10"

### Прочее оборудование

Противопожарная установка для тушения по-	
жара псной . . . . .	—
Калорифер для отопления кабины машиниста	—
Скоростемер типа СЛ-2 . . . . .	—
Автостоп . . . . .	—
Радиосвязь . . . . .	—
Освещение пульта . . . . .	—
Пневматические стеклоочистители . . . . .	—
Вентиляторы в кабине машиниста и дизель-	
ном помещении . . . . .	—
Санузел . . . . .	—

### Ориентировочная мощность, забираемая вспомогательными агрегатами при 850 об/мин коленчатого вала дизеля (в л. с.)

Вентиляторы охлаждения тяговых электро-	
двигателей (два вентилятора) . . . . .	24
Вентилятор холодильника:	
при 1 380 об/мин (летний режим) . . . . .	80
» 1 020 » (зимний » ) . . . . .	35
Компрессор:	
при полном противодавлении . . . . .	60
на холостом ходу . . . . .	20

### Вес основных узлов в кг

Дизель с генератором и поддизельной рамой	27 000 ± 1,5%
Генератор МПТ-99/47А . . . . .	7 460
Якорь главного генератора . . . . .	3 121
Тяговый электродвигатель . . . . .	3300
Якорь тягового электродвигателя . . . . .	931

Двухмашинный агрегат . . . . .	280
Якорь двухмашинного агрегата . . . . .	3 600
Рама тележки . . . . .	690
Тележка с электродвигателями и осями . . . . .	25 150
Рама тепловоза . . . . .	15 310
Блок дизеля . . . . .	5 600
Рама дизель-генератора . . . . .	3 000
Воздуходувка . . . . .	1 080
Коленчатый вал:	
верхний . . . . .	1 040
нижний . . . . .	1 080
Поршень с шатуном:	
верхний . . . . .	75
нижний . . . . .	78
Гильза цилиндра с рубашкой . . . . .	166
Водяной насос . . . . .	102
Масляный насос . . . . .	109
Регулятор числа оборотов . . . . .	38
Колесная пара в сборе с буксами . . . . .	2 570
Ось колесной пары . . . . .	630
Компрессор . . . . .	650
Гидромеханический редуктор . . . . .	520
Передний редуктор . . . . .	125
Редуктор вентилятора холодильника . . . . .	223
Масляная секция холодильника . . . . .	50
Аккумулятор (1 ящик с электролитом) . . . . .	160

## ГЛАВА II

### ГЛАВНЕЙШИЕ ТЯГОВО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВОЗА

#### ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основной величиной, характеризующей тепловоз как тяговую единицу, является сила тяги, развиваемая им при различных скоростях движения.

Тепловоз ТЭЗ имеет шестнадцатипозиционный контроллер. Каждому положению рукоятки контроллера соответствует определенное число оборотов вала дизеля, развиваемая им мощность и изменяющаяся с изменением скорости движения сила тяги тепловоза.

Графически изменение силы тяги в зависимости от скорости изобразится 16 кривыми (рис. 5).

Так как электрическая схема тепловоза предусматривает две ступени ослабления поля тяговых электродвигателей, то указанные выше 16 кривых силы тяги состоят каждая из трех отрезков. Первый отрезок, например, для 16-го положения контроллера, соответствует последовательно-параллельному соединению тяговых электродвигателей (три группы по два электродвигателя) с полным магнитным полем и обозначен цифрой и буквами 16СП; второй отрезок соответствует первому ослаблению магнитного поля (53%) и обозначен 160П1, третий отрезок соответствует второму ослаблению поля (35%) и обозначается 160П2 (сплошные линии на рис. 5).

Переходы с полного поля на ослабленное и обратно сопровождаются некоторым изменением силы тяги в моменты перехода и обозначены на рис. 5 кружками.

Переходы совершаются автоматически с помощью двух реле перехода, которые для 16-го положения контроллера включают первую ступень ослабления поля при скорости  $\sim 30$  км/ч и вторую ступень — при скорости  $\sim 50$  км/ч.

При второй ступени ослабления поля мощность дизеля используется полностью до  $\sim 75$  км/ч. Это объясняется наличием у генератора ограничения

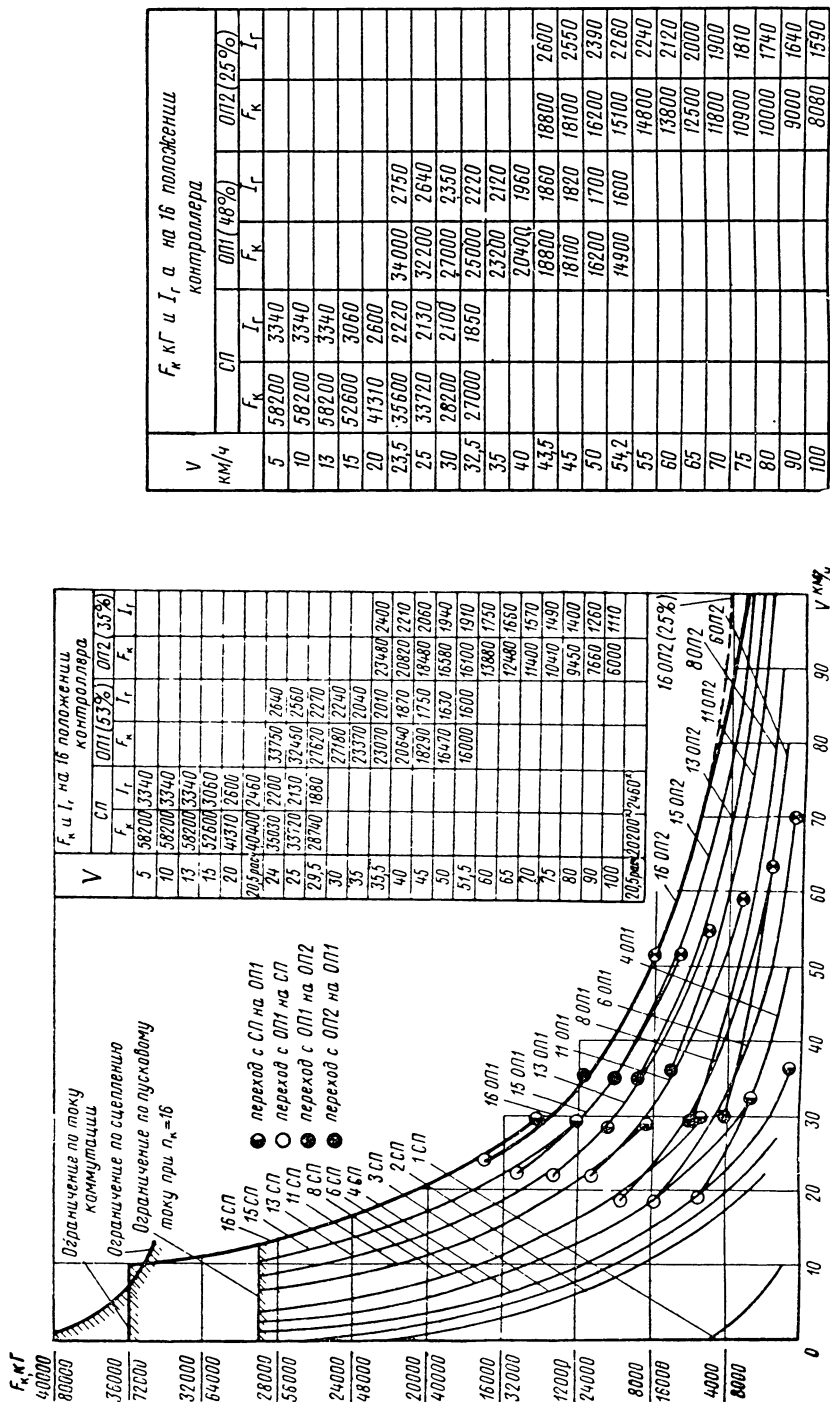


Рис. 5. Кривые касательной силы тяги в зависимости от скорости движения тепловоза при различных положениях рукоятки контроллера машиниста:

СП — последовательно-параллельное соединение тяговых электродвигателей; ОП1 — первая ступень ослабления поля тяговых электродвигателей; ОП2 — вторая ступень ослабления поля тяговых электродвигателей. Цифры перед показателями режима работы тяговых электродвигателей обозначают положение рукоятки контроллера машиниста



по возбуждению, из-за чего полная мощность дизеля на высоких скоростях движения тепловоза не реализуется.

На новых тепловозах, начиная с конца 1962 г., введено ослабление тяговых электродвигателей на второй ступени до 25% (см. пунктирную кривую на рис. 5). Это позволяет использовать мощность дизеля во всем диапазоне скоростей движения. Одновременно ослабление поля первой ступени доведено до 48%, что также несколько улучшает тяговую характеристику тепловоза. Значения силы тяги и тока для тяговой характеристики с измененным ослаблением поля приведены ниже. Здесь же указаны скорости, при которых происходят включения первой (32,5 км/ч) и второй (54,5 км/ч) ступеней.

На рис. 5 по вертикальной оси поставлены двойные цифры в виде дроби: числитель означает касательную силу тяги  $F_k$  для одной секции, знаменатель — для двух. На кривые силы тяги нанесены ограничения по предельному току (по току коммутации), по пусковому току и тяги по сцеплению.

### РАСХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для определения количества топлива, расходуемого тепловозом при прохождении его с составом по отдельным участкам пути или перегону, на основе опытов построены кривые, по которым можно найти расход топлива в минуту при работе на любом положении рукоятки контроллера в зависимости от ско-

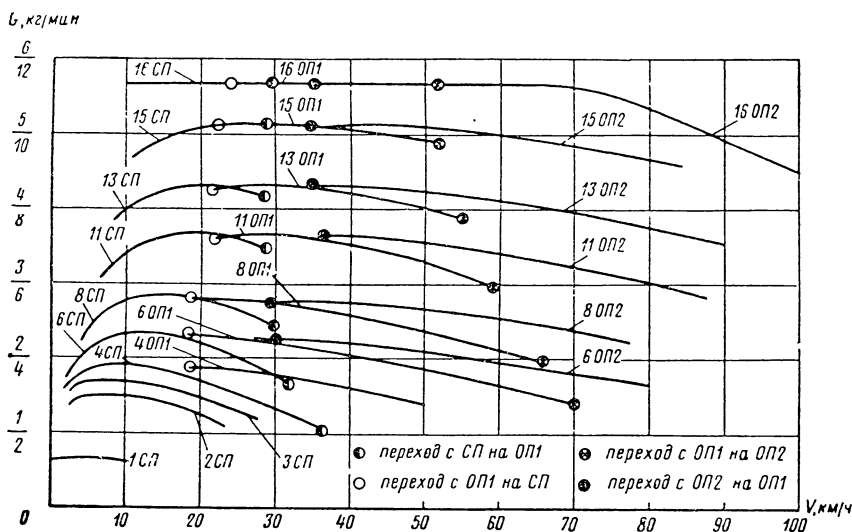


Рис. 6. Кривые расхода топлива в минуту  $G$  в зависимости от скорости движения при различных положениях рукоятки контроллера машиниста:  $G$  — в числителе для одной секции, в знаменателе — для двух секций; СП, ОП1 и ОП2 — режим работы тяговых электродвигателей; цифры перед СП и ОП — положение рукоятки контроллера машиниста

рости движения тепловоза (рис. 6). Суммируя отдельные расходы в соответствии с правилами тяговых расчетов, получают количество топлива, которое будет затрачено за всю поездку. Если необходимо определить расход при положении контроллера, для которого расходные характеристики на рис. 6 не приведены, то могут быть взяты промежуточные значения между двумя смежными кривыми.

### СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЮ

Сила тяги тепловоза затрачивается на преодоление сил сопротивления движению и на сообщение поезду ускорения.

Сопротивление движению тепловоза (как повозки) под током по прямому и горизонтальному пути называется основным сопротивлением и обозначается

буквой  $W_0$ . Оно изменяется в зависимости от скорости движения тепловоза, а также от того, работает ли одна секция или сочлененный тепловоз.

Соппротивление относят к единице веса локомотива и величину сопротивления в  $\kappa\Gamma$ , приходящуюся на 1 т веса тепловоза, называют удельным сопротивлением  $\omega'_0 \kappa\Gamma/т$ , которым пользуются при определении сопротивления движению тепловоза под током.

Удельное сопротивление тепловоза, движущегося без тока,  $\omega_x$  больше  $\omega'_0$  на величину удельного сопротивления вращению электродвигателей с зубчатой передачей. При движении под током потери от последнего учитываются к. п. д. электрической передачи.

Для сочлененного тепловоза удельное сопротивление меньше, чем для одной секции, так как лобовое сопротивление воздуха для второй секции тепловоза почти отсутствует. На рис. 7 приведены кривые  $\omega'_0$  и  $\omega_x$  для одной и

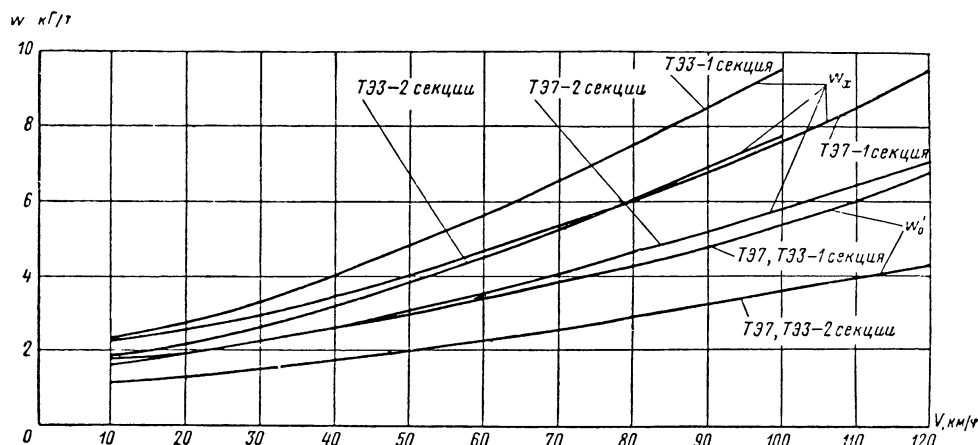


Рис. 7. Кривые удельного сопротивления движению тепловозов ТЭЗ и ТЭ7 в зависимости от скорости:

$\omega'_0$  — удельное сопротивление при движении под током;  $\omega_x$  — удельное сопротивление при движении без тока

двух сочлененных секций тепловоза ТЭЗ, а также для одной и двух секций пассажирского тепловоза ТЭ7.

Тепловоз ТЭЗ, как указывалось выше, предназначен для вождения грузовых поездов с максимальной конструкционной скоростью 100 км/ч. Для вождения скорых пассажирских поездов нужны локомотивы, имеющие значительно большую скорость. На базе тепловоза ТЭЗ был создан пассажирский тепловоз ТЭ7, в котором использованы основные узлы (силовая установка, тяговые электродвигатели, главная рама, экипажная часть) тепловоза ТЭЗ. Конструкционная скорость тепловоза повышена до 140 км/ч.

Тепловоз ТЭ7 отличается от тепловоза ТЭЗ. Так, например:

1. Изменено передаточное отношение зубчатых колес, соединяющих валы якорей тяговых электродвигателей с осями ведущих колес. Вместо 17 и 75 зубьев у зубчатых колес тепловоза ТЭЗ зубчатые колеса тепловоза ТЭ7 имеют 26 и 66 зубьев. Благодаря этому передаточное отношение вместо 4,41 стало равным 2,54, и ограничение по длительному току поэтому наступает при скорости порядка 35 км/ч, а ограничение по возбуждению — при скорости 113 км/ч.

Ограничение по пусковому току у тепловоза ТЭ7 наступает для силы тяги, соответственно меньшей, чем у тепловоза ТЭЗ.

2. Изменено отношение плеч горизонтальных рычагов тормозной передачи. Вследствие этого коэффициент нажатия тормозных колодок повысился до 0,8 вместо 0,382 у тепловоза ТЭЗ.

3. Произведены некоторые конструктивные изменения, в основном экипажной части, перенесенные в дальнейшем и на тепловозы ТЭЗ.

# Механическое оборудование силовой установки

2

## ГЛАВА III

### ДИЗЕЛЬ 2Д100

#### ОПИСАНИЕ ДИЗЕЛЯ

Дизель 2Д100 работает по двухтактному циклу. Это значит, что все процессы, последовательно повторяющиеся за рабочий цикл в каждом из его цилиндров, а именно впуск воздуха, его сжатие, горение впрыснутого топлива и расширение газообразных продуктов горения, выпуск отработавших газов происходят и заканчиваются в течение двух ходов поршня — за один оборот коленчатых валов дизеля<sup>1</sup>.

В дизеле 2Д100 впуск воздуха и одновременно происходящий выпуск отработавших газов (так называемый «принужденный выпуск») управляются поршнями рабочих цилиндров, открывающими продувочные и выпускные окна. При этом верхние поршни открывают и закрывают продувочные окна, а нижние — выпускные.

Рабочий процесс дизеля 2Д100 может быть схематически иллюстрирован рис. 8. В положении *а* поршни цилиндра расположены так, что продувочные 7 и выпускные 4 окна гильзы цилиндра открыты, продувочный воздух, находящийся под давлением поступает через окна 7 в цилиндр и, вытесняя остатки отработавших газов, заполняет (продувает) его.

При движении поршней навстречу друг другу первыми закроются нижним поршнем 3 выпускные окна 4, а продувочные окна 7 будут закрыты еще неполностью (рис. 8, б). Вследствие этого воздух продолжает поступать в цилиндр при уже закрытых выпускных окнах, что увеличивает весовой заряд и позволяет сжигать большее количество топлива, а следовательно, получать большую мощность. В тот момент, когда верхний поршень перекроет продувочные окна (рис. 8, в), оба поршня, продолжая двигаться навстречу друг другу, сжимают воздух, повышая его температуру.

Когда поршни приблизятся к внутренним мертвым точкам (в. м. т.) (рис. 8, г), в объем пространства сжатия 5 (в камеру сжатия) цилиндра через форсунки 6 начнет впрыскиваться в распыленном виде дизельное топливо, которое воспламеняется от высокой температуры сжатого воздуха. Под действием расширяющихся газов горящего топлива поршни от внутренних мертвых точек перемещаются в сторону наружных мертвых точек (н. м. т.), передавая работу газов через шатуны на кривошипы 1 нижнего и верхнего коленчатых валов.

<sup>1</sup> В популярной форме работа дизеля подробно описана в книге «Как устроен и работает тепловоз». В. А. Дробинский, П. М. Егунов. М., Трансжелдориздат, 1963.

В конце рабочего хода нижний поршень 3 начинает открывать выпускные окна 4 (рис. 8, д), через них и устремляются в выпускной коллектор отработавшие газы. Затем верхний поршень 8 открывает продувочные окна 7 (рис. 8, е), через которые продувочный воздух проходит в цилиндр, вытесняя оставшиеся газы и заполняя его зарядом свежего воздуха.

Последовательность перемещений нижнего и верхнего поршней, а также открытия и закрытия выпускных и продувочных окон обеспечивается благодаря постоянному соединению валов вертикальной передачей таким образом, что каждый кривошип нижнего вала смещен в сторону опережения кривошипа верхнего вала этого же цилиндра на  $12^\circ$ . Поэтому, а также благодаря различной

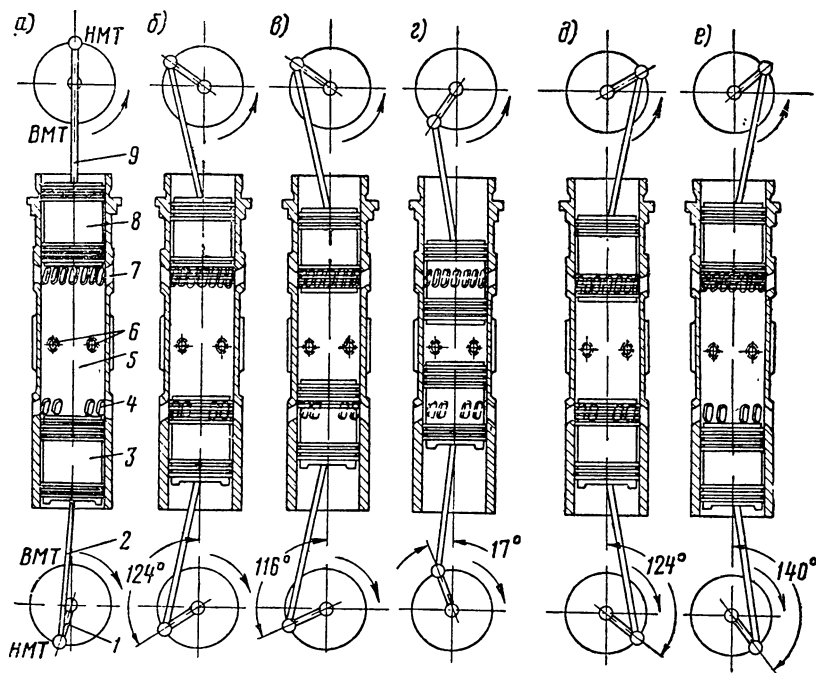


Рис. 8. Схема положения шатунно-кривошипного механизма и поршней при работе дизеля 2Д100:

а—е—положение шатунно-кривошипного механизма и поршней при работе дизеля; 1—кривошип нижнего коленчатого вала; 2—шатун; 3—нижний поршень; 4—выпускные окна; 5—объем пространства сжатия (камера сжатия); 6—форсунки; 7—продувочные окна; 8—верхний поршень; 9—шатун

высоте и размещению выпускных и продувочных окон нижний поршень открывает окна раньше верхнего и раньше их закрывает. Объем камеры сжатия по тем же причинам получается наименьшим в тот момент, когда нижний поршень перейдет в в. м. т. и кривошип повернется на  $\sim 6^\circ$ , а верхний поршень не дойдет до в. м. т. также на  $\sim 6^\circ$ .

Конструктивно дизель 2Д100 (рис. 9) выполнен следующим образом.

С мощной сварной рамой 7 соединен блок 12, в котором установлены все узлы и детали дизеля. Блок 12 представляет собой цельносварную конструкцию, разделенную перегородками на отдельные полости (отсеки).

К верхней части блока 12 прикреплен корпус воздухоудвки 32. Воздуходувка имеет всасывающую горловину 47 и нагнетательные патрубки 31, соединенные с воздушным ресивером 30.

Со стороны переднего торца блока установлены глушители шума выпуска 19, соединенные выпускными патрубками 17 с выпускными коллекторами дизеля. Глушители поддерживаются кронштейном 21 и опорой 15.

К передней торцевой стенке блока прикреплены главный масляный насос 16, водяной насос 13 и второй масляный насос 49. Все насосы приводятся во вращение от нижнего коленчатого вала дизеля.

Насос 16 соединен всасывающей стороной через патрубок 11 с поддоном 8 рамы 7, служащим маслосборником, а нагнетательной стороной через фланец 41 — с трубой, по которой масло через холодильник подводится к фланцу 10 нижнего масляного коллектора дизеля (в новых дизелях и к верхнему масляному коллектору).

Насос 49 имеет меньшую производительность. Он также засасывает масло из маслосборника, но подает его только частично в общий трубопровод. Большую долю масла насос направляет к центробежному реактивному фильтру 44.

Водяной насос 13 засасывает воду из холодильника тепловоза и по нагнетательной трубе 14 подает ее в рубашки выпускных патрубков 17. Охладив дизель, вода переходит в коллектор горячей воды 23, откуда проходит в холодильник и снова к водяному насосу 13.

На передней торцовой стенке дизеля (счет цилиндров начинается со стороны отсека управления) выше насосов установлен регулятор числа оборотов 20 с сервомотором и электропневматическим механизмом 40 управления регулятором.

Со второй половины 1960 г. регулятор с сервомотором переносится на правую (по ходу тепловоза) сторону дизеля сбоку водяного насоса.

Отсек верхнего коленчатого вала закрыт сверху крышкой 29 с люками 27. Крышки люков 27 одновременно являются предохранительными клапанами в случае недопустимого повышения давления в отсеках нижнего и верхнего валов и в отсеке вертикальной передачи, соединенных между собой. Кроме того, на всех крышках 4 нижних люков левой стороны дизеля (правой по ходу тепловоза), а также на второй и четвертой крышках 28 ставятся круглые предохранительные клапаны.

Нижний и верхний коленчатые валы вращаются в коренных подшипниках (рис. 10, 11 и 12, см. вклейки в конце книги). Одиннадцатый подшипник верхнего и нижнего коленчатых валов является не только опорным, как остальные подшипники, но и упорным, фиксирующим задний конец вала в определенном положении. Верхний и нижний валы соединены между собой вертикальной передачей, состоящей из двух цилиндрических валов 69 и 42 (рис. 11), эластичной муфты 41 и двух пар конических шестерен 67, 68 и 43, 44.

Со стороны отсека управления 64 на нижнем коленчатом валу укреплены динамический антивибратор 48 и эластичный привод 49 масляного насоса 54, водяного насоса 53 и регулятора 60 числа оборотов дизеля. Конец вала за эластичным приводом при помощи карданного соединения 52 через вилку кардана соединен с гидромеханическим редуктором вспомогательных механизмов тепловоза.

Верхний коленчатый вал 18 через эластичный привод 70 и шестерню 71 соединен с нижним ведущим валом 75 рабочего колеса 78 воздухоудвки. Со стороны отсека управления на верхнем коленчатом валу укреплена шпонкой шестерня 95, которая через две промежуточные шестерни 94 соединена с шестернями 92 кулачковых валов 14 топливных насосов дизеля.

Шатунные шейки коленчатых валов шатунами 5 и 20 связаны с нижним 7 и верхним 23 поршнями каждого цилиндра. С шейкой вала шатун соединен разъемной головкой, а с поршнем — неразъемной.

Поршни дизеля 2Д100 охлаждаются маслом, которое проходит к днищу каждого поршня через отверстие в стержне шатуна и его головку. Пройдя по спиральному каналу с внутренней стороны днища поршня, масло через сливной патрубок вытекает в верхний и нижний отсеки коленчатых валов и через сетки 50 сливается в маслосборник. К шатунам масло подается под давлением, создаваемым насосом 54, из масляной магистрали дизеля, состоящей из нижнего масляного коллектора 31, верхнего коллектора 15 и вертикальной соединительной трубы (в тепловозах выпуска до 1962 г. труба проходит через отсек вертикальной передачи).

Поршни 7 и 23 перемещаются в гильзе 26, установленной в блоке дизеля.

Благодаря двум поршням, между которыми происходит сжатие воздуха и горение топлива, гильза разгружена от продольных усилий и ее оказалось воз-

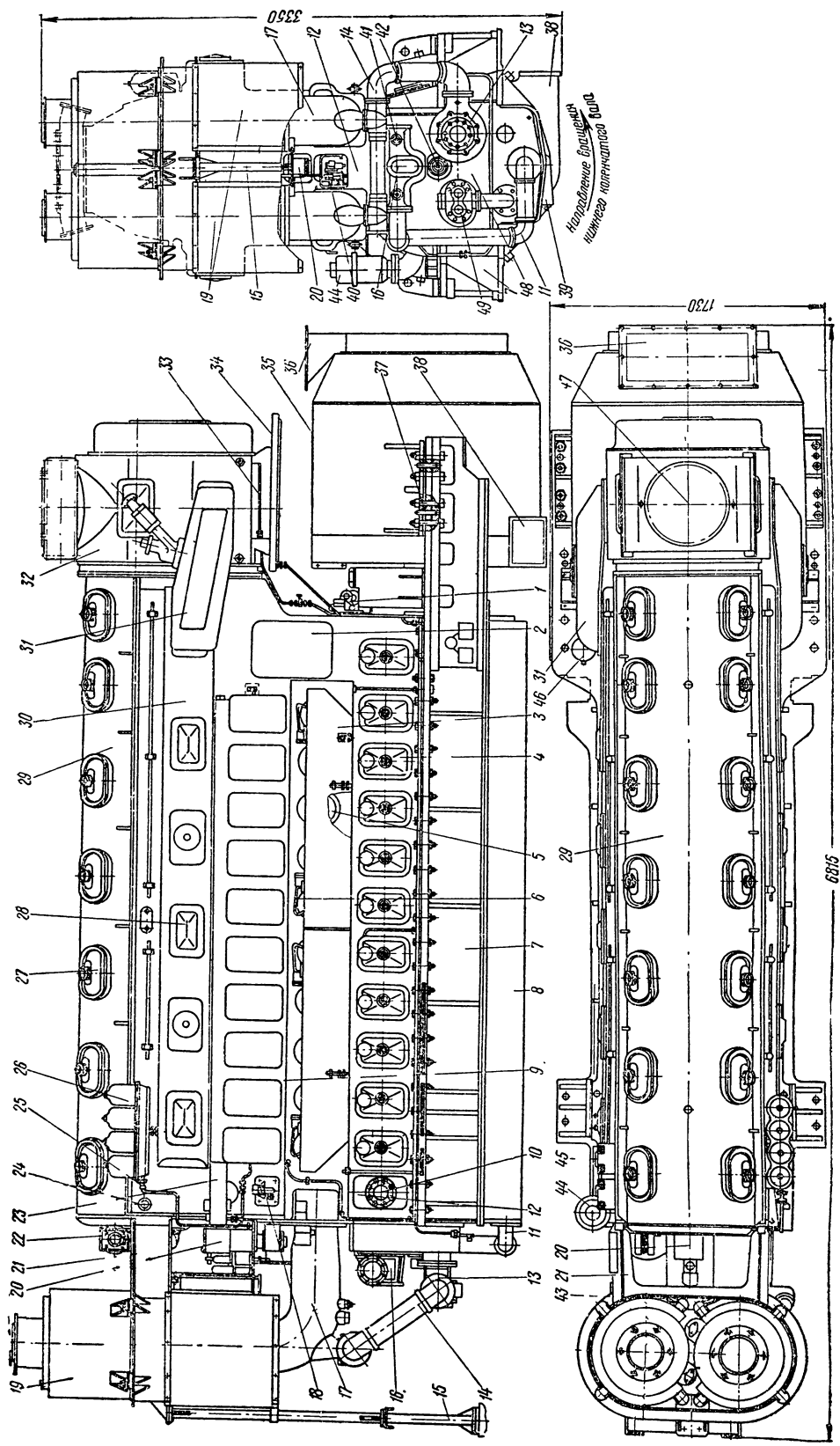


Рис. 9. Общий вид дизеля 2Д100:

1 — валоповоротный механизм; 2 — крышка люка отсека вертикальной передачи; 3 — откидная площадка; 4 — крышка люка отсека нижнего коленчатого вала; 5 — крышка люка выпускного коллектора; 6 — поворотный кронштейн откидной площадки; 7 — рама; 8 — поддон рамы (маслосборник); 9 — крышка отсека топливных насосов; 10 — фланец нижнего масляного коллектора; 11 — всасывающий патрубок масляного насоса; 12 — блок дизеля; 13 — водяной насос; 14 — нагнетательная труба водяного насоса; 15 — опора глушителя; 16 — масляный насос; 17 — всасывающий патрубок масляного насоса; 18 — электронасосный вентиль механизма выключения одного ряда насосов; 19 — глушитель шума выпуска; 20 — регулятор числа оборотов дизеля; 21 — кронштейн; 22 — тахометр; 23 — коллектор горячей воды; 24 — фланец верхнего масляного коллектора; 25 — топливная трубка; 26 — фильтр тонкой очистки топлива; 27 — люк отсека верхнего коленчатого вала; 28 — крышка отсека продувочного воздуха; 29 — крышка; 30 — воздушный ресивер; 31 — нагнетательный патрубок продувочного воздуха; 32 — воздушная трубка; 33 — трубка слива масла из воздухоподушки; 34 — поддон; 35 — тяговый генератор; 36 — патрубок подвода охлаждающего воздуха в генератор; 37 — крепление генератора к раме дизеля; 38 — отвод воздуха, охлаждающего стороны масляного насоса; 39 — слив масла из дизеля; 40 — электропневматический механизм управления регулятором оборотов; 41 — фланец нагнетательной стороны масляного насоса; 42 — вал привода вспомогательных механизмов тепловоза; 43 — щит с асбестовой изоляцией; 44 — масляный центробежный фильтр; 45 — реле масляного давления; 46 — крышка трубы для заливания масла в дизель; 47 — всасывающая горловина воздухоподушки; 48 — опорная плита насосов; 49 — масляный насос центробежного фильтра

можным крепить только двумя лапами к нижнему горизонтальному листу отсека верхнего коленчатого вала, так что гильза свободно висит на этих лапах. Средняя часть гильзы 26 имеет продольные ребра и кольцевые бурты, на которые напрессовывается рубашка, образующая при этом пространство для воды, охлаждающей цилиндрическую гильзу. Блок дизеля водой не охлаждается.

Верхняя часть гильзы и продувочные окна находятся в отсеке 22 продувочного воздуха (ресивере).

Нижняя часть гильзы с выпускными окнами расположена в отсеке выпускных коллекторов и входит в цилиндрическое отверстие выпускной коробки. Отработавшие газы, после того как поршень 7 откроет выпускные окна гильзы, устремляются через выпускные отверстия выпускных коробок в два выпускных коллектора 86.

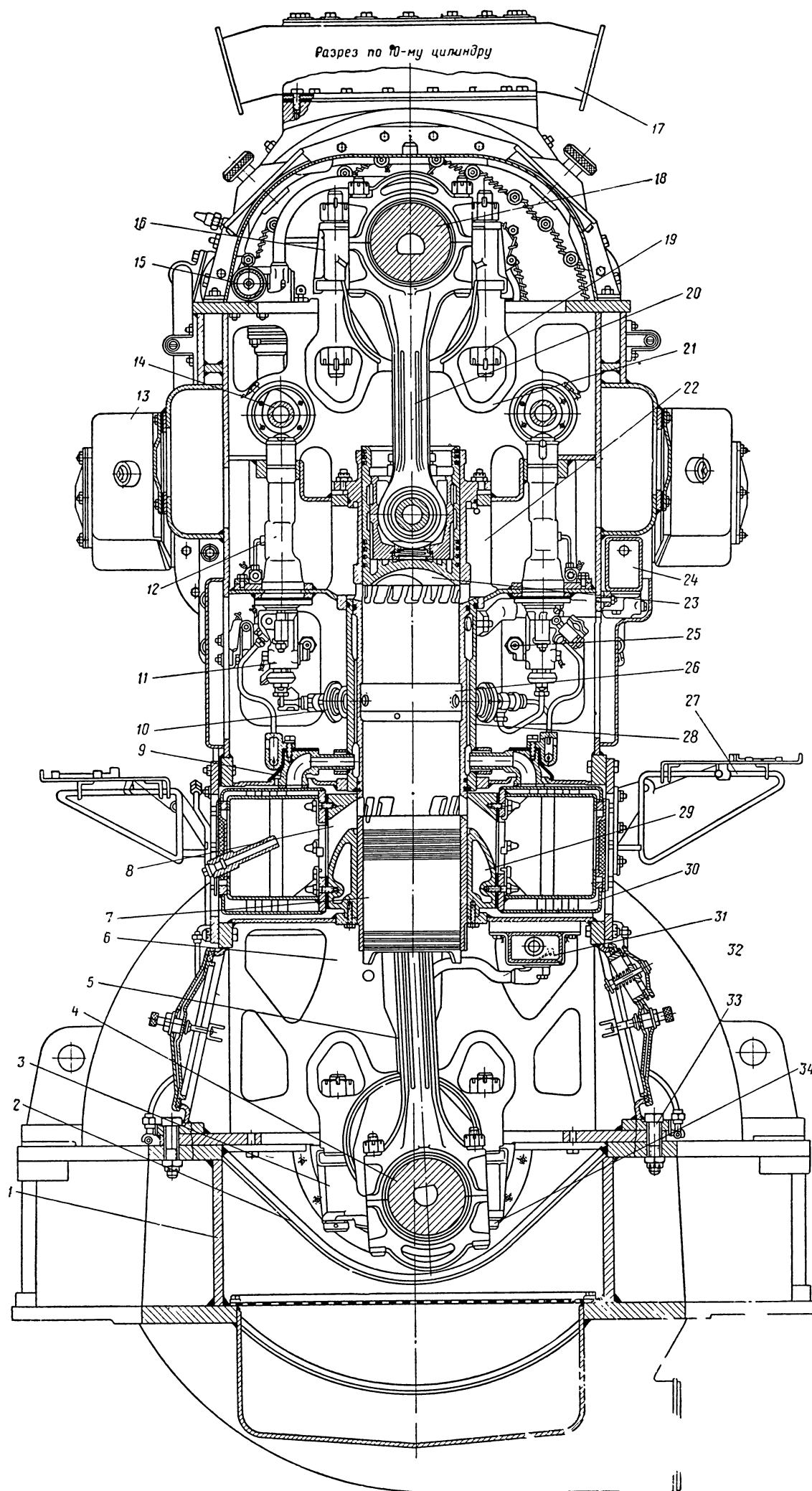
В средней части гильзы с обеих сторон дизеля установлены форсунки 10, через которые в цилиндр впрыскивается топливо, подаваемое к каждой форсунке своим топливным насосом 11 по нагнетательной толстостенной трубке. Плунжеры топливных насосов приводятся в движение толкателями, корпуса 12 которых проходят через полости (отсек) 22 продувочного воздуха. Каждый толкатель перемещается кулачком кулачкового вала 14 топливных насосов. Кулачковых валов два — по одному с каждой стороны дизеля. Они лежат в подшипниках и смазываются маслом, подводимым по центральному отверстию в валу и радиальным отверстиям, просверленным против каждого подшипника.

К насосам 11 топливо поступает под давлением, предварительно пройдя через сетчатонабивной фильтр и затем через фильтр тонкой очистки 97.

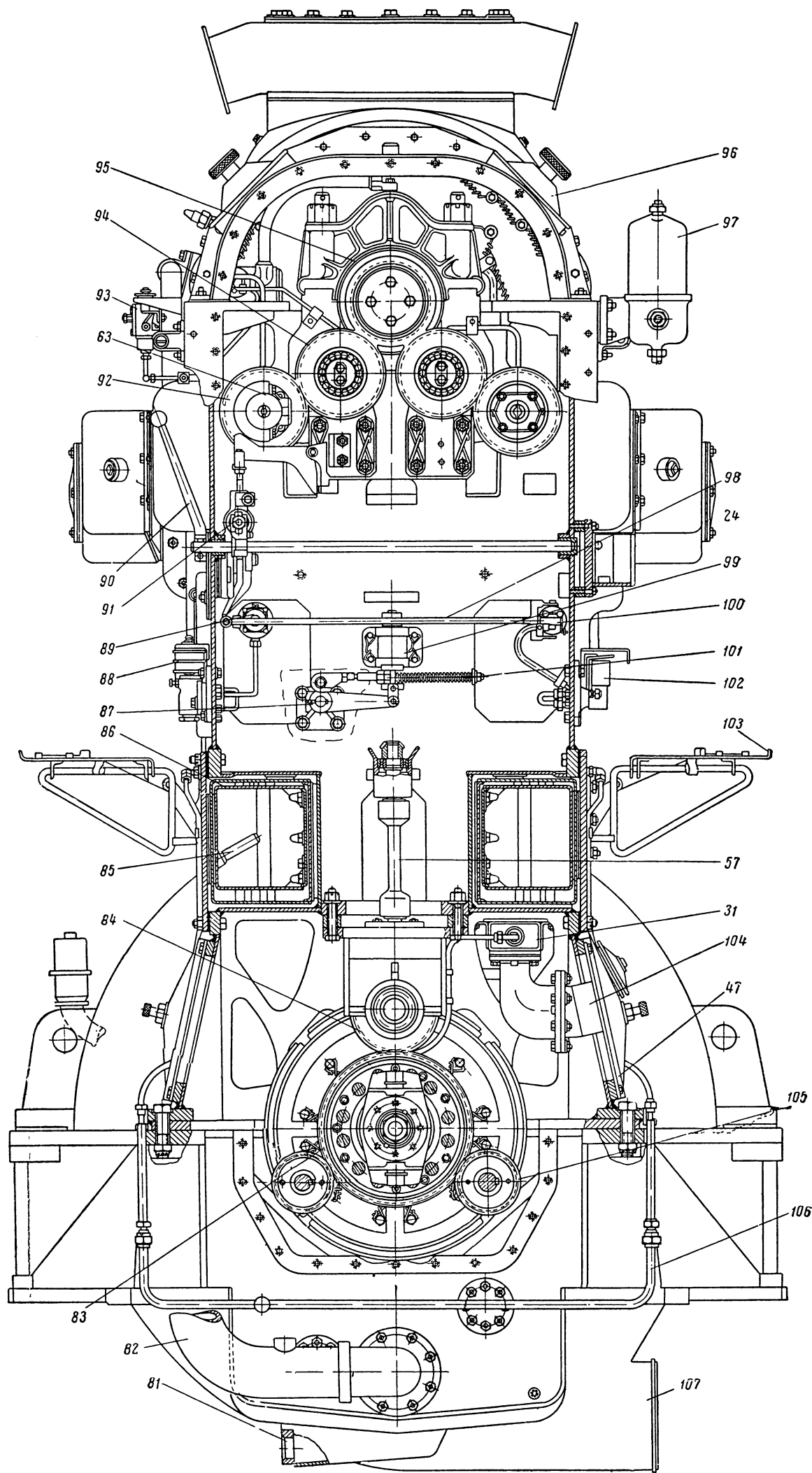
Поддержание необходимого числа оборотов коленчатых валов дизеля и изменение подачи топлива осуществляются гидромеханическим регулятором 60 числа оборотов. Гидравлический сервомотор регулятора при помощи рычагов 87, опорной тяги 101, коромысла подачи топлива 98 и тяг управления подачей топлива 66 воздействует на регулировочные рейки топливных насосов, перемещая их и тем самым увеличивая или уменьшая количество топлива, подаваемого насосом через форсунку в цилиндр. Управляется регулятор с поста управления тепловоза воздействием на вентили электропневматического механизма 58 установкой рукоятки контроллера в необходимое положение. Механизм изменяет затяжку пружины регулятора и этим устанавливает необходимое число оборотов дизеля.

Отдельные цилиндры могут быть выключены ручными выключателями поводков реек топливных насосов. Для экстренной остановки дизеля необходимо нажать кнопку выключения, расположенную с левой стороны дизеля (по ходу секции) около рукоятки повторного включения.

При этом сработает механизм 91 автоматического выключения дизеля и посредством тяг управления 66 установит рейки в положение, при котором плунжеры топливных насосов прекратят подачу топлива. Дизель будет выключен автоматически также в случае повышения числа оборотов вала дизеля выше допустимой величины.



1—поддизельная рама; 2—балка рамы; 3—крышка коренного под. вал; 5—нижний шатун; 6—вертикальный лист блока; 7—нижний п. выпускной коробки; 9—переходный водяной патрубок; 10—форсунка; 11—... а насоса; 12—корпус толкателя; 13—патрубок продувочного воздуха; 14—кулачковый вал топливных насосов; 15—верхний масляный коллектор; 16—крышка коренного подшипника; 17—патрубок воздушного фильтра; 18—верхний коленчатый вал; 19—шпилька крепления коренного подшипника; 20—верхний шатун; 21—опора коренного подшипника; 22—полости продувочного ресивера; 23—верхний поршень; 24—коллектор горячей воды; 25—подвод топлива к секции насоса; 26—гильза цилиндра; 27—поворотный кронштейн откидной площадки; 28—рубашка гильзы цилиндра; 29—водяная полость выпускной коробки; 30—водяная полость выпускного коллектора; 31—нижний масляный коллектор; 32—кожух вентилятора охлаждения главного генератора; 33—болт крепления блока к раме; 34—болт крепления коренного подшипника; 35—нижний лист рамы; 36—предохранительный клапан; 37—главный генератор; 38—опорные лапы генератора; 39—валоповоротный механизм; 40—полужесткая дизель-генераторная муфта; 41—эластичная муфта; 42—нижний вал вертикальной передачи; 43—малая коническая шестерня; 44—коническая шестерня; 45—выпускные окна; 46—выпускная коробка; 47—крышка люка отсека нижнего коленчатого вала; 48—антивибратор; 49—эластичный привод; 50—сетка поддона; 51—масляный канал; 52—карданное соединение привода вспомогательных механизмов; 53—водяной насос; 54—масляный насос; 55—привод масляного насоса и регулятора;



56—водяная труба; 57—соединительный вал привода регулятора; 58—электропневматический механизм управления регулятором; 59—выпускной патрубок; 60—регулятор числа оборотов; 61—глушитель; 62—тахометр; 63—регулятор предельного числа оборотов; 64—отсек управления; 65—люк продувочного ресивера; 66—тяга управления топливными насосами; 67—большая коническая шестерня; 68—малая коническая шестерня; 69—верхний вал вертикальной передачи; 70—эластичный привод воздухоподушки; 71—шестерня привода воздухоподушки; 72—координационные шестерни; 73—верхнее рабочее колесо воздухоподушки; 74 и 75—валы; 76—шарикоподшипники; 77—роликподшипники; 78—нижнее рабочее колесо воздухоподушки; 79—трубки слива масла; 80—конусные муфты; 81—труба слива масла; 82—всасывающая труба масляного насоса; 83—шестерня эластичного привода; 84—шестерня привода масляного насоса и регулятора; 85—штуцер для установки термометра; 86—выпускной коллектор; 87—рычаги управления; 88—электропневматический вентиль; 89—упор максимальной подачи топлива; 90—рукоятка повторного включения; 91—механизм автоматического выключения дизеля; 92—шестерня на конце кулачкового вала топливных насосов; 93—реле давления масла; 94—промежуточная шестерня; 95—шестерня верхнего коленчатого вала; 96—люк верхней крышки; 97—фильтр тонкой очистки топлива; 98—коромысло подачи топлива; 99—кронштейн коромысла; 100—цилиндр механизма выключения одного ряда насосов; 101—стопорная тяга регулятора; 102—электропневматический вентиль; 103—откидная площадка; 104—нагнетательная масляная труба; 105—шестерня привода водяного насоса; 106—сливная труба; 107—патрубок отвода воздуха охлаждения генератора

Рис. 10. Поперечные разрез дизеля 2Д100:





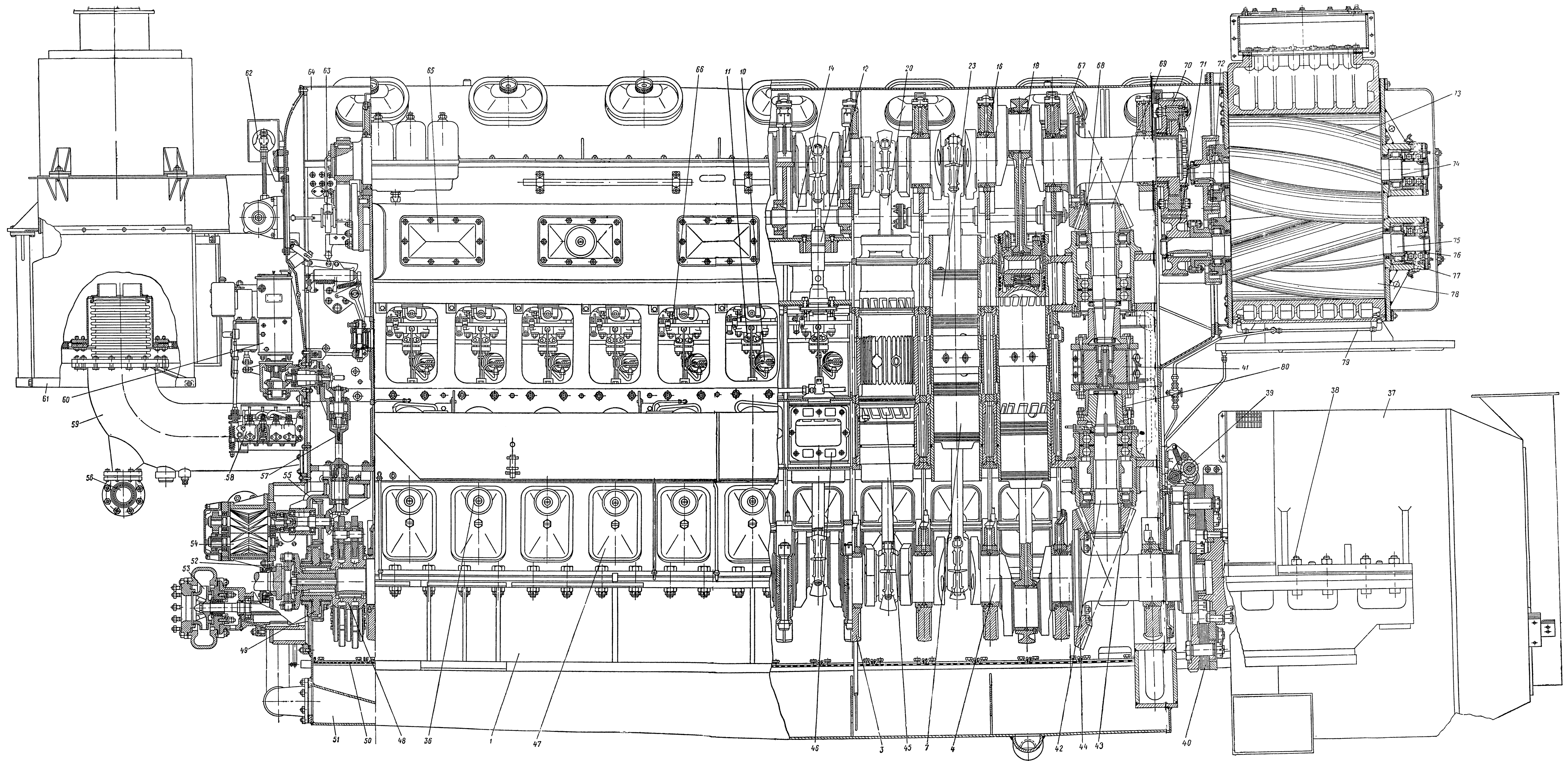


Рис. 11. Пролонный разрез дизеля 2Д100 (обозначения см. на рис. 10)





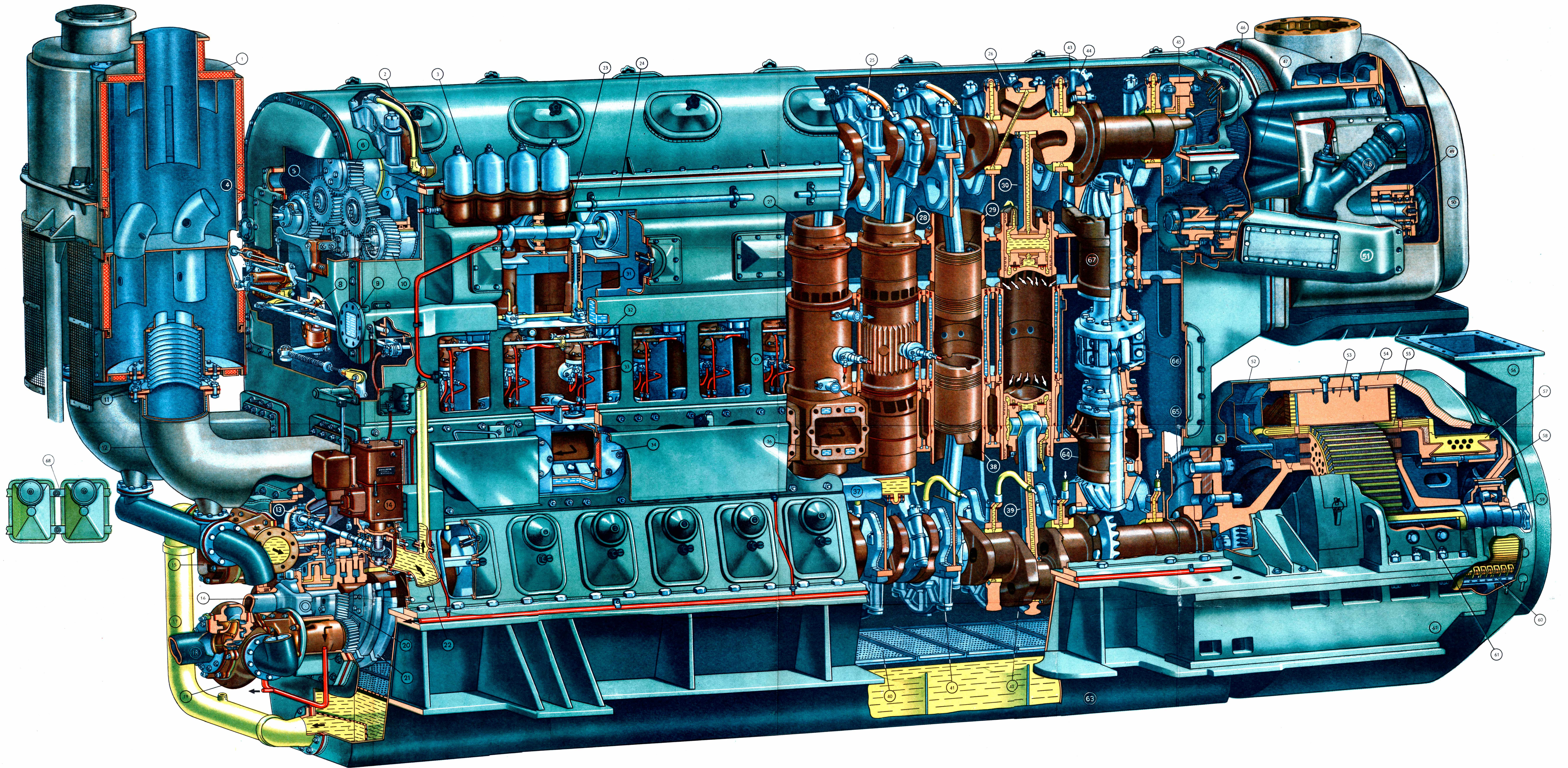


Рис. 12. Устройство дизеля 2Д100.

1—глушитель; 2—крышка блока цилиндров; 3—топливный фильтр тонкой очистки; 4—регулятор предельного числа оборотов; 5—паразитная шестерня; 6—ведущая шестерня привода валов топливных насосов; 7—верхний масляный коллектор; 8—сторонная тяга и коромысло управления клапанами; 9—водяной коллектор; 10—шестерня привода вала правых топливных насосов; 11—сифонный выпускной патрубок; 12—выпускной патрубок; 13—привод масляного насоса и регулятор; 14—регулятор числа оборотов; 15—масляный насос; 16—выпуск нагара; 17—всасывающая труба масляного насоса; 18—всасывающая труба водяного насоса; 19—водяной насос; 20—насосный привод и насос и регулятор; 21—инжектор; 22—масляный коллектор; 23—откачивающий вал топливных насосов; 24—блок; 25—коренной подшипник верхнего коленчатого вала; 26—верхний коленчатый вал; 27—гильза цилиндров; 28—вертикальный лист блока; 29—верхний поршень; 30—верхний шатун; 31—стойка топливного насоса; 32—тяга управления топливными насосами; 33—форсунка; 34—крышка люка выпускного коллектора; 35—рубка тыльных цилиндров; 36—выпускная коробка;

37—нижний масляный коллектор; 38—нижний поршень; 39—нижний шатун; 40—сетка поддона; 41—крышка коренного подшипника нижнего коленчатого вала; 42—нижний коленчатый вал; 43—коренной упорно-опорный подшипник; 44—большая коническая шестерня вертикальной передачи; 45—эластичный привод воздушного насоса; 46—коренная шестерня и насос; 47—верхнее рабочее колесо воздушного насоса; 48—байпасный клапан; 49—шариковый подшипник; 50—воздушный насос; 51—патрубок продувочного воздуха; 52—носок вентилятора охлаждения тягового генератора; 53—дополнительный полюс; 54—статор генератора; 55—ротор генератора; 56—водяной патрубок воздуха; 57—главный генератор; 58—подшипниковый щит; 59—вал червяка; 60—шестерня червяка; 61—главный полюс; 62—подшипниковая рама; 63—поддон рамы (маслоотборщик); 64—нижний корпус вертикальной передачи; 65—полушестерня дельта генераторной коробки; 66—эластичная муфта вертикальной передачи; 67—верхняя корпус вертикальной передачи; 68—измененное крепление крышек люков





На механизм 91 будет воздействовать регулятор предельного числа оборотов 63, установленный на конце одного из кулачковых валов топливных насосов. Автоматическая остановка дизеля произойдет и при срабатывании электромагнита (соленоида) выключения регулятора 60, который прекращает подачу топлива топливными насосами при падении давления масла в смазочной магистрали ниже предельно допустимого. На соленоид при этом воздействует одно из реле давления масла 93, разрывающее цепь питания соленоида. Таким же путем будет остановлен дизель, если вместо разрежения в картере дизеля возникнет давление. Но цепь питания соленоида разорвет при этом специальное устройство, смонтированное в U-образном манометре. Вручную это можно сделать нажатием кнопки, расположенной рядом с U-образным манометром на стенке кабины со стороны помощника машиниста.

Нагружение дизеля тяговым генератором прекращается автоматически, т. е. дизель переводится на холостой ход при температуре воды выше  $90^{\circ}$  или при понижении давления масла в смазочной магистрали до  $1,2 \text{ кг/см}^2$ , что не грозит аварией, но недопустимо для нормальной работы дизеля.

Число оборотов дизеля показывает тахометр 62 (см. рис. 11), вал которого соединен небольшим коническим редуктором с кулачковым валом 14. Установлен тахометр с левой стороны дизеля по ходу секции тепловоза.

Пускается дизель тяговым генератором, работающим при этом в режиме электродвигателя. Во время пуска генератор получает питание от аккумуляторной батареи тепловоза. При первых же оборотах дизеля происходит впрыскивание топлива в цилиндры. Как только появятся первые вспышки топлива и давление масла достигнет нормальной величины, питание генератора от аккумуляторной батареи прекращается.

На тепловозах, начиная с № 138, для пуска дизеля одной секции следует включить рубильник аккумуляторной батареи, установить рукоятку реверсора 33 (см. рис. 4) в нейтральное (среднее) положение, а рукоятку контроллера машиниста 35 — в положение холостого хода (нулевое положение), открыть ключом 21 кнопочные выключатели, включить кнопку *д* «Топливный насос» и проверить по манометру давление топлива. Затем включить кнопку *е* «Управление», дать предупредительный сигнал и после этого включить кнопку *з* «Пуск дизеля», которую следует держать включенной до тех пор, пока давление масла по манометру не станет равным  $0,6 \text{ кг/см}^2$ . При нажатии кнопки *з* «Пуск дизеля» вначале включается электродвигатель мощного ( $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) маслопрокачивающего насоса, который в течение 1 мин прокачивает масло по системе дизеля, а затем включаются пусковые контакторы и происходит пуск дизеля.

На тепловозах до № 138 для пуска дизеля одной секции надо включить рубильник аккумуляторной батареи, установить рукоятку реверсора 33 (см. рис. 4) в нейтральное положение, а рукоятку контроллера машиниста 35 — в положение холостого хода. Затем повернуть вниз ключ 21 и включить кнопку *ж* «Масляный насос», открыв соответствующие вентили на трубопроводе.

После включения кнопки *ж* начинает работать маслоподкачивающий насос, заполняющий маслом смазочную магистраль дизеля. Спустя 2—3 мин, можно остановить масляный насос и включить кнопку *д* «Топливный насос». Когда вспомогательный топливopодкачивающий насос поднимет давление топлива до  $1,5\text{—}2,5 \text{ кг/см}^2$ , нужно включить кнопку *е* «Управление» и кнопку *з* «Пуск дизеля». Кнопку *з* «Пуск дизеля» нужно нажать и держать в пусковом положении до тех пор, пока давление масла достигнет  $0,6 \text{ кг/см}^2$ . При более раннем выключении сработает реле давления масла и через электромагнит регулятора оборотов остановит дизель. Держать кнопку «Пуск дизеля» включенной более 40 сек после включения пусковых контакторов не разрешается.

Для пуска дизеля задней секции тепловоза ТЭЗ с поста управления передней секции следует предварительно рукоятку контроллера машиниста второй секции поставить в положение холостого хода, рукоятку реверсора установить в среднее положение и затем снять ее, включить рубильник аккумуляторной батареи, прокачать (только на тепловозах до № 138) через дизель масло, закрыть ключом 21 кнопочные выключатели. На посту машиниста первой секции вклю-

чить рубильник батареи, повернуть ключ 21, включить кнопку к «Электротермометр и электроманометр», после чего электротермометр будет показывать температуру воды на выходе ее из дизеля второй секции, включить кнопку м «Топливный насос второй секции», затем включить кнопку е «Управление». После этого следует дать предупредительный сигнал и включить кнопку н «Пуск дизеля второй секции», которую следует держать включенной, пока давление масла по электроманометру 30 «Масло второй секции» на пульте управления достигнет  $0,6 \text{ кг/см}^2$ . О пуске дизеля второй секции будет свидетельствовать загоревшаяся зеленая сигнальная лампочка б на пульте управления. После пуска дизеля второй секции пускают дизель первой секции тепловоза. Пуск дизелей и управление ими могут осуществляться из любой секции тепловоза.

Число оборотов коленчатого вала дизеля в зависимости от положения рукоятки контроллера машиниста приведено в табл. 1.

Таблица 1

Положение рукоятки контроллера машиниста ( $n_k$ )	0—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Число оборотов дизеля в мин . . . . .	$400 \pm 10^*$	430	460	490	520	550	580	610	640	670	700	730	760	790	820	$850 \pm 5$

\* Допускаемое изменение числа оборотов дизеля для всех положений рукоятки контроллера, кроме XVI,  $\pm 10 \text{ об/мин}$ .

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ 2Д100

Приводимые ниже характеристики позволяют оценивать дизель 2Д100 по расходу топлива и развиваемой мощности на различных режимах его работы и выбирать наиболее экономичные режимы для разных нагрузок. С другой стороны, эти характеристики дают возможность судить, насколько правильно отрегулирован и эксплуатируется дизель и какие величины основных показателей работы могут считаться нормальными при его реостатных и заводских испытаниях.

Основные зависимости приведены для нескольких чисел оборотов вала дизеля, данные для промежуточных режимов по числам оборотов дизеля могут быть легко получены как средние величины между точками ближайших кривых.

На рис. 13 приведена диаграмма постоянных удельных расходов топлива, на которой каждая замкнутая кривая соответствующего удельного расхода (цифра на кривой) отделяет зону повышающегося расхода топлива от зоны понижающегося расхода, позволяя установить диапазон наиболее выгоднейшего использования мощности по скоростным и расходным характеристикам. Данные рис. 13 получены на стендах Харьковского тепловозостроительного завода для дизелей 2Д100 последних выпусков. На рис. 14 показан расход топлива дизелем в  $\text{кг/ч}$  на холостом ходу при различных режимах работы вентилятора холодильника.

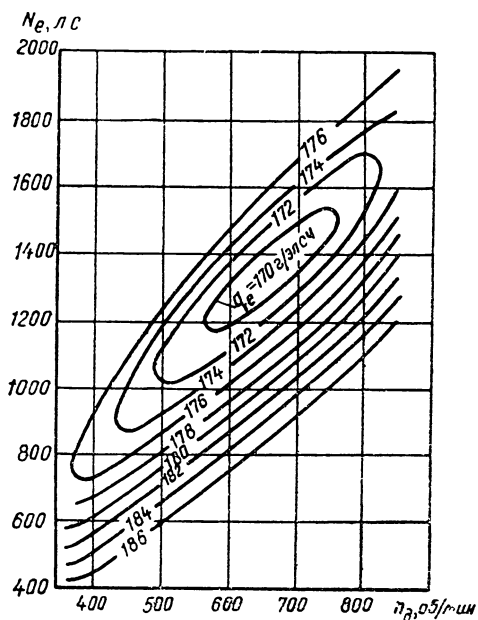


Рис. 13. Диаграмма постоянных удельных расходов топлива  $q_e$  г/э. л. с. ч дизеля 2Д100

В связи с разжижением масла работа дизеля на холостом ходу допускалась только на 8-м положении рукоятки контроллера машиниста. Это вызывало увеличенный расход топлива. Со второй половины 1960 г. на новых машинах,

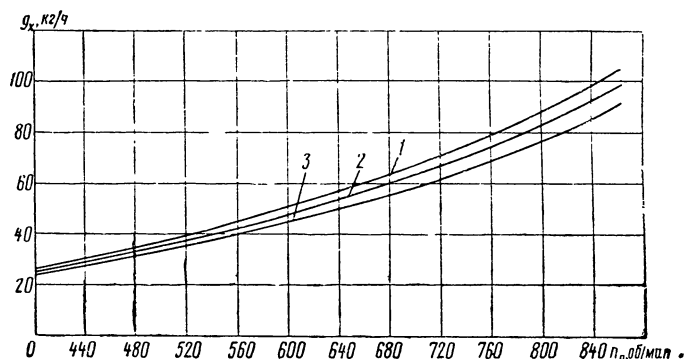


Рис. 14. Расход топлива на холостом ходу дизеля 2Д100 при различных режимах работы вентилятора холодильника: 1 — вентилятор на летнем режиме; 2 — вентилятор на зимнем режиме; 3 — вентилятор выключен

а также при заводских ремонтах на всех ранее выпущенных машинах введено устройство, позволяющее на нулевом положении контроллера работать только пяти насосам (из двадцати) с одновременным перепуском воздуха из ресивера во

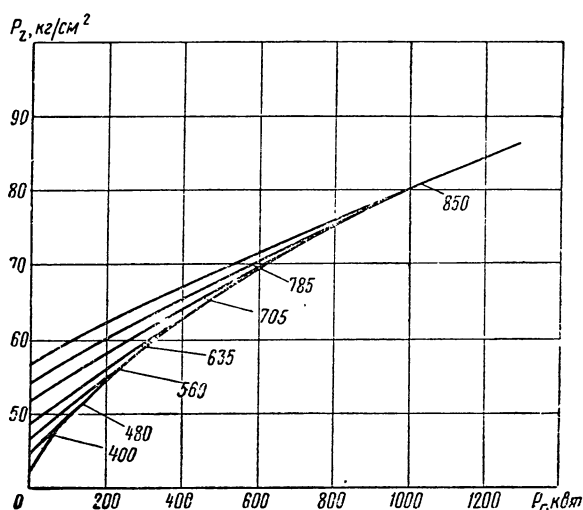


Рис. 15. Давление сгорания  $p_z$  в цилиндрах дизеля 2Д100 в зависимости от мощности  $P_r$  на зажимах генератора при различном числе оборотов вала дизеля в минуту: цифры 400—850 на кривых обозначают число оборотов вала дизеля в минуту  $n_d$  (вентилятор холодильника на зимнем режиме, компрессор на холостом ходу)

$p_{z1}$  в зависимости от числа оборотов и мощности дизеля, измеренной на зажимах генератора, представлены на рис. 15 (следует указать, что для зимних условий работы тепловоза снижение температуры наружного воздуха на  $\sim 10^\circ$  вызывает повышение  $p_z$  на  $\sim 2 \text{ кг/см}^2$ ).

Максимальная температура отработавших газов при полной нагрузке и максимальном числе оборотов допускается  $420^\circ$  (не выше  $450^\circ$  при выпуске тепловоза из малого периодического ремонта). Повышение температуры окружа-

всасывающую полость воздухоудовки. При этом разжижение масла практически отсутствует и разрешена работа дизеля без нагрузки на нулевом и первом положениях контроллера.

Большое значение для работы дизеля на холостом ходу имеет температура масла и охлаждающей воды: при рекомендуемой высокой температуре ( $75\text{—}80^\circ\text{C}$ ) улучшается процесс горения, уменьшаются затраты на трение, что повышает механический к. п. д. дизеля (равный примерно 0,77) и снижает расход топлива.

Показателем механической напряженности дизеля в значительной степени служат давления, развиваемые в цилиндрах газами сгорающего топлива.

Величины давлений сгорания топлива в цилиндрах



щей среды на каждые 10° выше нормальной (15° при давлении 760 мм рт. ст.) вызывает повышение температуры отработавших газов на 15°.

Максимальное давление отработавших газов при тех же условиях достигает 85 мм рт. ст. Это давление чрезмерно высоко для дизеля с встречнодвижущимися поршнями и свободным выпуском отработавших газов в атмосферу и в основном вызвано недостаточными сечениями и большим числом поворотов в глушителях тепловоза.

Мощность, развиваемая дизелем, зависит от температуры окружающего воздуха и барометрического давления, влияющих на величину весового заряда воздуха, поступающего в цилиндр: чем меньше барометрическое давление и выше окружающая температура, тем меньше удельный вес воздуха и, следовательно, тем меньше воздуха (по весу) будет поступать для сжигания того же количества топлива в дизель. Экономичность работы дизеля будет снижаться и мощность соответственно падать. В соответствии с Правилами текущего ремонта тепловозов ТЭЗ и ТЭТ эта зависимость приведена в табл. 2.

Таблица 2

Температура окружающей среды в °С	Мощность в квт при барометрическом давлении в мм рт. ст.				
	730	740	750	760	770
+15 . . . . .	1 160—1 220	1 165—1 225	1 170—1 230	1 180—1 240	1 185—1 245
+25 . . . . .	1 140—1 200	1 145—1 205	1 150—1 210	1 160—1 220	1 165—1 225
+35 . . . . .	1 120—1 180	1 125—1 185	1 130—1 190	1 140—1 200	1 145—1 205
+45 . . . . .	1 100—1 160	1 105—1 165	1 110—1 170	1 120—1 180	1 125—1 185

Значения мощности даны для работы дизеля на тепловозе при включенных вспомогательных механизмах локомотива для режима полной нагрузки дизеля ( $n_k = 16$ ).

#### ПОДДИЗЕЛЬНАЯ РАМА

Поддизельная рама 1 (см. рис. 11) состоит из верхнего и нижнего 35 продольных горизонтальных листов, соединенных сваркой с двумя вертикальными продольными листами и двумя поперечными балками 2. Жесткость рамы увеличивают дополнительные горизонтальные и вертикальные листы под лапами генератора, косынки, соединенные с горизонтальными и вертикальными листами рамы, а также торцовые листы. К нижней части рамы приварен поддон 8 (рис. 16), имеющий поперечные перегородки 15, увеличивающие его жесткость. Поддон служит сборником масла, сливающегося из блока дизеля после смазки трущихся деталей и охлаждения поршней. Сверху поддона закреплены болтами съемные сетки 9, предотвращающие попадание в канал 11 и шестерни масляного насоса посторонних частиц (например выкрошившегося баббита). Из поддона 8 масло проходит через отверстия 10 и 16 в канале (коллекторе) 11 к всасывающей трубе масляного насоса, фланец которой соединен шпильками с фланцем 13, находящимся на торцовой стенке поддона. В этой же стенке имеются отверстия, к которым подведены: с правой стороны (по ходу тепловоза) — труба масла, поступающего из фильтра тонкой очистки, которая служит также для слива масла из масляной системы тепловоза в картер через вентиль (обязательно закрытый во время работы); с левой стороны — всасывающая труба для забора масла насосом центробежного фильтра. К отверстию в боковом листе поддона (с правой стороны по ходу тепловоза) подведена труба забора от прокачивающего масляного насоса, в эту же сторону выведена труба для спуска масла из картера, соединенная с отверстием в днище поддона. В связи с тем, что при движении тепловоза по уклонам или подъемам (при минимально допустимом количестве масла в картере) могут обнажиться заборные отверстия 10 или 16 в коллекторе 11, а это вызовет подсос воздуха в масляную систему и срывы в работе масляного насоса, то для предупреждения этого явления коллектор на дизелях последних выпусков опускают ниже уровня днища поддона. Поддон заполняют маслом

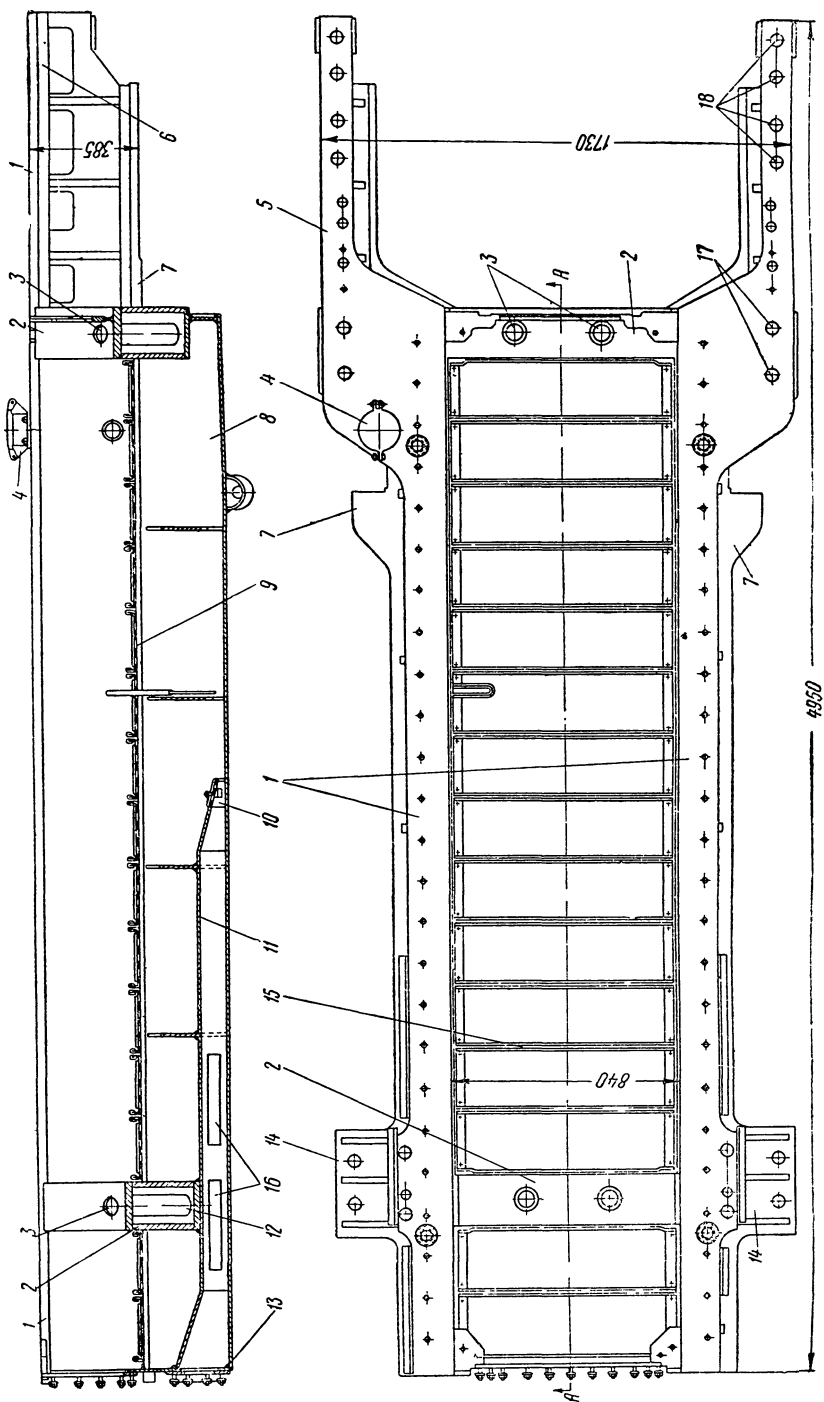


Рис. 16. Подпильная рама:

1 — верхний горизонтальный лист; 2 — балка; 3 — отверстие в балке; 4 — горловина с крышкой для заливки масла; 5 — лапы верхнего листа; 6 — дополнительный лист; 7 — нижний горизонтальный лист; 8 — поддон (маслосборник); 9 — сетки; 10, 16 — отверстие в стенке канала; 11 — канал (коллектор) подвода масла к насосу; 12 — труба; 13 — фланец рамы; 14 — лапы рамы; 15 — поперечные перегородки; 17, 18 — отверстия

через горловину 4, от которой идет снаружи рамы труба, сваренная непосредственно в боковую часть рамы.

Поперечные балки 2 коробчатого сечения в верхнем и нижнем листах имеют сквозные отверстия 3, к которым приварены трубы 12. Отверстия находятся под соответствующими болтами крепления крышек нижних коренных подшипников, благодаря чему болты можно свободно удалять. Рама дизеля опирается на раму тепловоза лапами 14 нижнего листа, а также передней (по ходу тепловоза) стороной и соединена с ней болтами.

Четыре болта, поставленные в лапах 14 (по два с каждой стороны дизеля), соединяют поддизельную раму с рамой тепловоза через мощные цилиндрические пружины, сжатые этими болтами. Четыре болта (без пружин) соединяют рамы через отверстия 17. Дополнительно от сдвига поддизельную раму предохраняют выступы нижнего горизонтального листа 7, упирающиеся в накладки (упоры), приваренные к настильному листу рамы тепловоза. Накладки устанавливаются с торцовых и боковых стенок выступов.

Для крепления рамы с блоком дизеля в ее верхнем листе 1 просверлены отверстия под болты диаметром 26 мм. Точность установки блока на раме фиксируют контрольными коническими штифтами, отверстия под которые развертывают после окончательной проверки правильности сборки. Небольшое смещение блока вдоль продольной оси рамы при установке регулируют прокладками, которые ставят только со стороны генератора.

Для крепления генератора на раме в листе 7 имеются отверстия 18, в которые ставят крепежные болты. Точная установка генератора фиксируется двумя коническими штифтами.

С левой стороны (по ходу тепловоза) в стенку рамы сварена наклонная бонка и трубка. Последняя своим нижним концом входит в нижнюю часть маслосборника. Бонка просверлена и служит для установки щупа (пластины с ручкой) маслоизмерителя.

### **БЛОК ДИЗЕЛЯ**

Блок дизеля 2Д100 является жестким остовом, в котором размещены все неподвижные, вращающиеся и возвратно-поступательноперемещающиеся части дизеля. В блоке укреплены гильзы цилиндров и уложены коленчатые валы. Он воспринимает все возникающие во время работы дизеля силы как от давления газов, так и инерционные. Поэтому блок должен быть и жестким, и прочным, полностью сохраняющим свою форму и размеры при всех изменениях нагрузки и режимов работы дизеля. Блок дизеля 2Д100 (рис. 17) представляет собой сварную конструкцию, составленную из горизонтальных и вертикальных продольных и поперечных листов, фланцев, опор и усиливающих угольников. На поперечном разрезе (рис. 18, см. вклейку в конце книги) хорошо видно, что горизонтальными листами блок делится на пять следующих отсеков: верхнего коленчатого вала, продувочного воздуха, топливных насосов и форсунок, выпускных коллекторов и отсек нижнего коленчатого вала. Из этих пяти отсеков три средних изолированы друг от друга и от двух остальных, а верхний и нижний соединены друг с другом через отсеки вертикальной передачи и управления. По длине в блоке можно выделить три отсека: управления, цилиндрических гильз, вертикальной передачи и привода воздухоудовки.

Главнейшими элементами, несущими основную силовую нагрузку, являются вертикальные листы: девять средних 1, передний 29 и задний 18 (у вертикальной передачи). Эти листы вырезают из листовой стали толщиной 16 мм марки 20Г с ограниченным содержанием кремния и углерода и затем приваривают к ним нижние и верхние опоры (16, 17, 31 и др.) коренных подшипников, а также опоры 15 кулачковых валов топливных насосов.

Вертикальные листы соединены между собой сравнительно узкими (300—350 мм), но длинными горизонтальными листами 13, 14, 27 и 12 толщиной 25 мм из стали марки 20, имеющими с обеих сторон узкие боковые прорезы (равные толщине вертикальных листов). Листы 12, 13, 14, 27 поочередно закладывают

в вертикальном положении во внутренние вырезы вертикальных листов и поворачивают затем вокруг продольной оси на  $90^\circ$  таким образом, чтобы в прорези горизонтальных листов зашли девять средних вертикальных листов 1, а также листы 18 и 29.

В эту конструкцию вваривают с обеих сторон горизонтальные листы: верхние 8 и нижние 10 воздушного ресивера, листы 11, находящиеся над выпускными коллекторами, и 3, закрывающие нижний картер. Затем также с обеих сторон приваривают вертикальные боковые листы 4 толщиной 10 мм, закрывающие три верхних отсека, а также отсеки вертикальной передачи и управления, образуя коробку, в которой прорезаны два ряда окон. Верхние ряды окон закрыты также приваренными наружными листами 5 воздушного ресивера (толщина листов 6 мм, материал сталь марки Ст. 3).

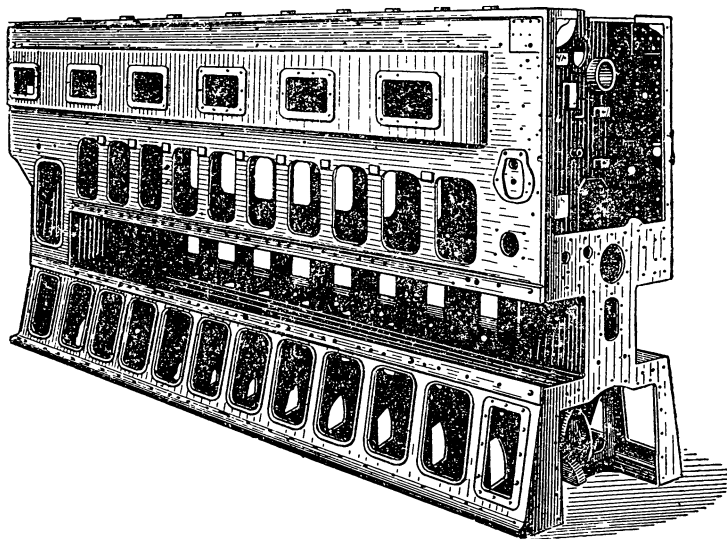


Рис. 17. Блок дизеля

К нижним кромкам боковых листов 4 приварены мощные верхние полосы 34 рамки толщиной 30 мм из стали марки 20. Такие же полосы 33 приварены к кромкам нижней части отсека выпускных коллекторов.

Отсек нижнего коленчатого вала образован наклонными боковыми листами 2 с выштампованными в них люками, которые служат для осмотра вала и шатунно-поршневой группы дизеля, а также для выемки поршней. Снизу к вертикальным и наклонным листам, а также к опорам вкладышей нижних подшипников 31 приварены две стальные плиты толщиной 22 мм.

Такие же плиты 6, но толщиной 25 мм приварены к листам блока и опорам вкладышей подшипников в верхней части. Со стороны управления блок ограничивает торцовый лист 30, образующий отсек управления, а со стороны вертикальной передачи — лист 26 и торцовый фланец 19, к которому крепится корпус воздухоудвки. К нижним 33 и верхним 34 полосам рамки (с обеих сторон блока дизеля) призонными болтами 28 прикреплены две плиты жесткости 36, образующие внешний замкнутый силовой контур листов блока. Для повышения жесткости полосы 33 и 34 соединены с плитами 36 дополнительно призонными шпильками-штифтами с нарезанными выступающими хвостовиками. На хвостовики накручены закрытые гайки, при помощи которых можно выпрессовывать штифты. Верхние призонные болты ставят в отверстия из отсека топливных насосов, нижние — из отсека нижнего коленчатого вала.

В плитах жесткости вырезаны окна для постановки и снятия крышек люков выпускных коллекторов. Так как крышки во время работы дизеля имеют высокую температуру, то для безопасности обслуживающего персонала к пли-

там жесткости с обеих сторон привернуты откидные площадки на поворотных кронштейнах (см. рис. 12). Во время работы дизеля они закрывают горячие крышки, а при ремонте улучшают условия работы ремонтных бригад.

Отсек вертикальной передачи служит для установки корпусов, цилиндрических валов с их коническими шестернями и промежуточной эластичной муфтой. Для установки верхнего корпуса в горизонтальном листе 13 (см. рис. 18) вырезано отверстие и приварен фланец 20. Во фланец и лист ввернуты четыре шпильки. Отверстие в листе 14 служит для сохранения вертикального положения оси верхнего корпуса. Лист 27 (расположенный над выпускными коробками) в отсек вертикальной передачи не проходит, и опорой для нижнего корпуса служит фланец 23, приваренный к листу 12 (лист опоры выпускных коробок), в котором прорезано цилиндрическое отверстие. Для направления нижнего корпуса служит кольцо 25, приваренное к листу 12 и соединенное со стенками отсека радиально расположенными ребрами. Во фланец 23 и лист окна 24 ввернуты четыре шпильки для крепления нижнего корпуса. В боковых листах отсека имеются большие вырезы, к которым приварены рамки, имеющие нарезанные отверстия. В отверстия ввертывают болты, крепящие крышки этих двух люков. Через люки удаляют и устанавливают муфту вертикальной передачи, можно также вынуть из блока нижний корпус с его цилиндрическим валом и конической шестерней.

На наружных листах ресивера 5 с правой и левой стороны дизеля имеется по шесть окон. Ко всем окнам приварены прямоугольные фланцы, в которые ввернуты шпильки для крепления штампованных крышек. Крышки ставят на прокладках.

На крышках 2-го и 4-го окон ресивера (с обеих сторон дизеля) и на всех крышках нижних люков правой стороны дизеля ставят круглые предохранительные клапаны. Крышки нижних люков блока дизеля (см. рис. 10 и 12) имеют прокладки из резины, устанавливаемые в кольцевые впадины крышек. Крышки к бурту окна крепятся при помощи поперечины, жестко связанной со стержнем. Так как окно по высоте имеет размер больший, чем в ширину, то поперечину вводят в него в вертикальном положении; затем наружной головкой (гайкой) поворачивают поперечину в горизонтальное положение (поперек окна) так, чтобы ее края опирались изнутри в боковой лист блока. После этого ключом затягивают зажим (внутреннюю гайку) до полного обжатия уплотнительной прокладки. Предусмотрено новое крепление крышек нижних люков. Они будут с каждой стороны попарно крепиться двумя скобами, прижимающими вертикальные бурты крышек. Скобы будут надеваться центральными отверстиями на шпильки, ввернутые в боковой лист блока между окнами, и зажиматься гайками. В верхнюю половину крышек всех люков правой стороны дизеля вварено гнездо предохранительного клапана. В кольцевой наружной выточке фланца гнезда поставлена уплотнительная прокладка. Через среднюю часть фланца проходит болт, прижимающий крышку клапана к уплотнительной прокладке. Усилие, с которым крышка клапана будет прижата к прокладке, зависит от затяжки пружины, надетой на стержень болта. Затягивается пружина тарельчатой гайкой, фиксируемой шплинтом. Клапан должен перемещаться на величину, не меньшую 16 мм. Предохранительные клапаны предназначены для быстрого сброса давления, возникающего в картере при аварийной вспышке паров масла.

Во всех горизонтальных листах отсека вертикальной передачи прорезаны окна 21, 22, 24, через которые сливается вниз масло из отсека верхнего коленчатого вала. В листе 12 имеются, кроме того, два прямоугольных окна 39. Через одно из них (с правой стороны) проходит труба масляной магистрали, соединяющая нижний и верхний масляные коллекторы (в дизелях, построенных до 1962 г.).

К вертикальным листам приварены нижние и верхние опоры или, как их еще называют, бугели, вырезанные из стального листа толщиной 72 мм. Материал листа сталь 20. С боков опоры приварены к выступам верхних 6 и нижних 32 плит.

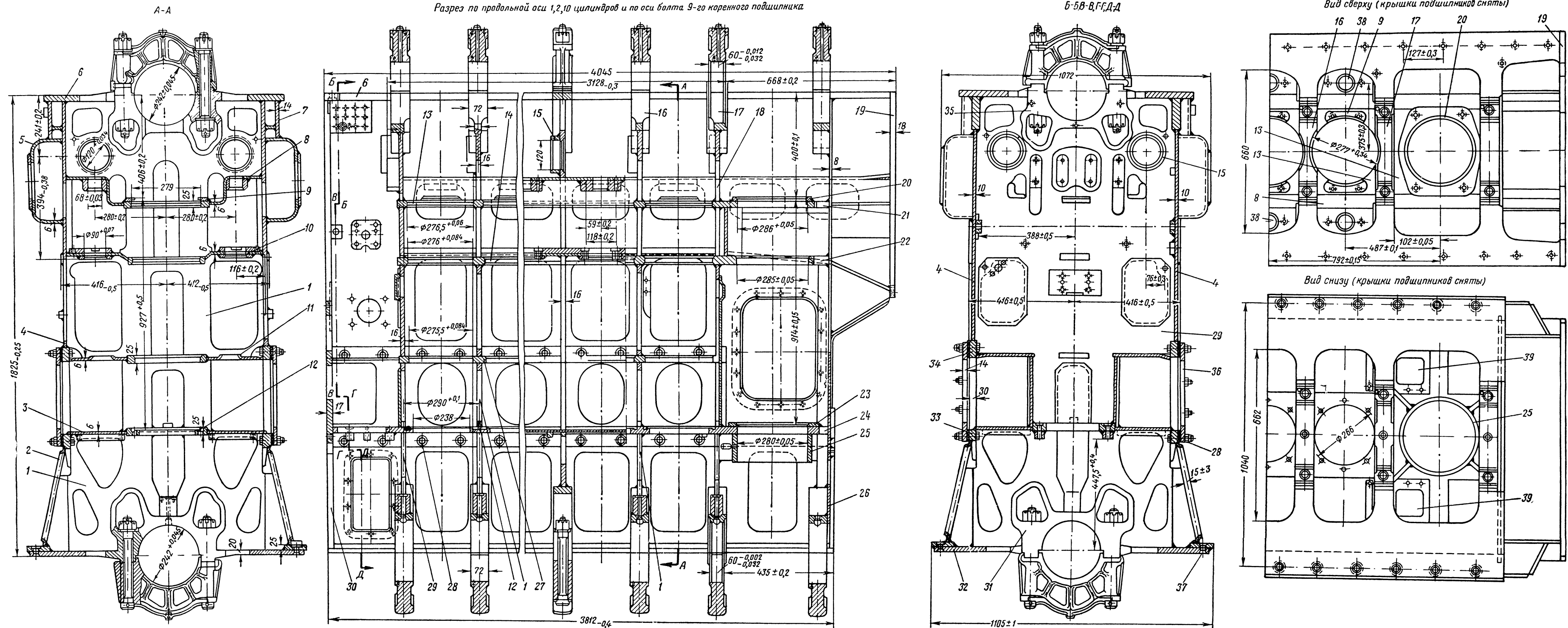


Рис. 18. Блок дизеля 2Д100:

1 — средний вертикальный лист; 2 — боковой лист нижнего картера; 3 — лист, закрывающий картер; 4 — вертикальный боковой лист; 5 — наружный лист ресивера; 6 — верхняя плита; 7 — боковой лист жесткости; 8 — верхний лист воздушного ресивера; 9 — опора гильзы; 10 — нижний лист воздушного ресивера; 11 — лист над выпускным коллектором; 12 — лист опоры выпускных коробок; 13 — лист опоры гильз; 14 — лист воздушного ресивера; 15 — опора кулачкового вала; 16 — верхняя опора вкладыша 10-го подшипника; 17 — верхняя опора вкладыша 11-го упорного подшипника; 18 — задний лист со стороны вертикальной передачи; 19 — торцовый фланец со стороны воздухоудвки; 20 — 23 — фланцы

21, 22, 24, 39 — окна; 25 — кольцо; 26 — вертикальный лист со стороны генератора; 27 — лист над выпускными коробками; 28 — болт крепления плиты жесткости; 29 — передний вертикальный лист; 30 — торцовый лист со стороны управления; 31 — нижняя опора вкладыша 1-го коренного подшипника; 32 — плита нижняя; 33 — нижняя полоса рамки; 34 — верхняя полоса рамки; 35 — верхняя опора вкладыша 1-го коренного подшипника; 36 — плита жесткости; 37 — отверстие для болтов; 38 — отверстия для толкателей; 39 — скна



## КОРЕННЫЕ ПОДШИПНИКИ

Коленчатые валы дизеля 2Д100 вращаются в подшипниках скольжения, каждый из которых состоит из двух совершенно одинаковых по форме и величине половин бронзовых (марка Бр. ОЦС 3-12-5) вкладышей, рабочая по-

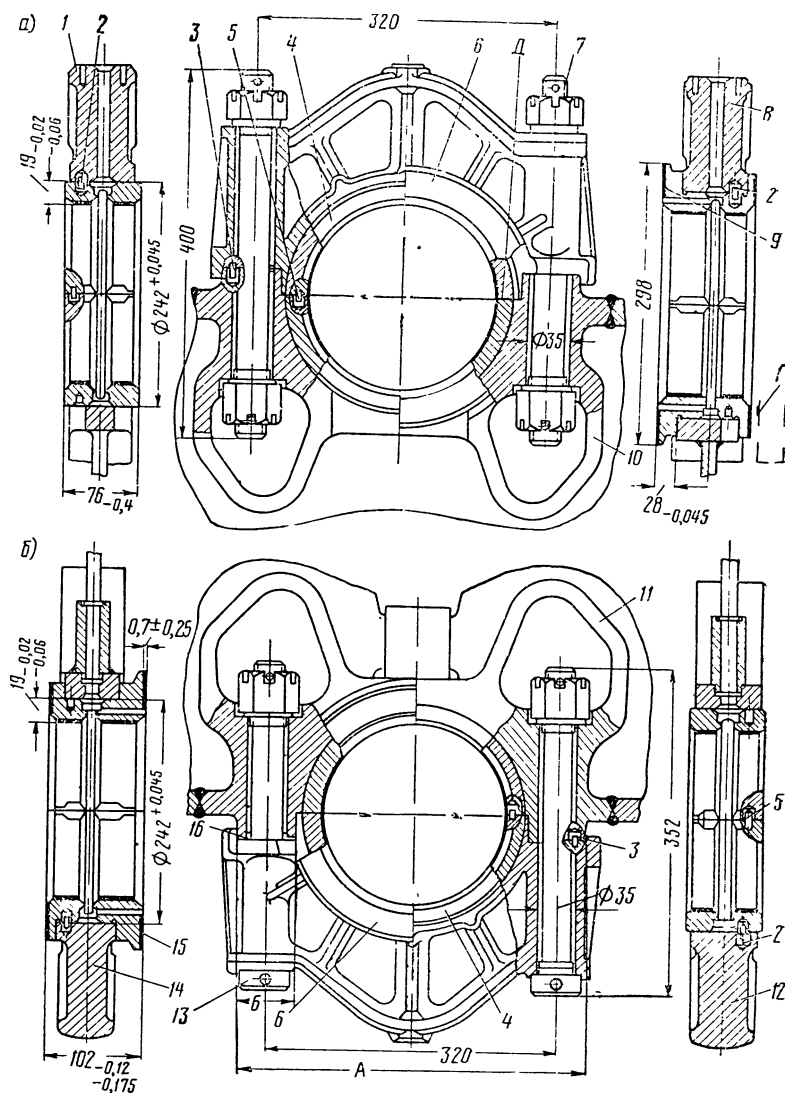


Рис. 19. Коренные подшипники и крышки нижнего и верхнего коленчатых валов:

а—подшипник верхнего коленчатого вала; б—подшипник нижнего коленчатого вала; 1—крышка опорного подшипника; 2—стопорный штифт вкладыша; 3—контрольный штифт крышки; 4—вкладыш опорного подшипника; 5—контрольный штифт вкладыша; 6—вкладыш упорного подшипника; 7—шпилька; 8—крышка упорного подшипника; 9—упорный бурт вкладыша (со стороны генератора); 10—опора верхнего подшипника; 11—опора нижнего подшипника; 12—крышка нижнего подшипника; 13—болт; 14—крышка упорного подшипника; 15—упорный бурт вкладыша (со стороны генератора); 16—стыковые торцы крышки и опоры; А, Б—размеры; Г—зазор; Д—торец вкладыша

верхность которых покрыта (залита) баббитом марки БК2. Каждая пара вкладышей устанавливается в свою постель (в нижнюю или верхнюю опору блока) и зажимается крышкой с помощью двух шпилек или болтов. Каждая опора имеет свою крышку, тщательно к ней пригнанную: так, размер А (рис. 19) в опоре и крышке должен быть таким, чтобы он обеспечивал натяг 0,03—0,1 мм; при



этом размер  $B$  (ширина выступа опоры и расстояние между буртами одной стороны крышки) должен также обеспечивать натяг  $0,01—0,04$  мм (в эксплуатации браковочный зазор —  $0,05$  мм). Опорные поверхности 16 торцов опор и крышек должны быть пригнаны по краске.

Подшипники не имеют регулировочных прокладок и зазор между шейкой вала и подшипником зависит от выбранных размеров и точности изготовления вкладышей (рис. 20).

Все крышки, болты и шпильки, как и большинство съемных деталей дизеля, имеют свою маркировку. Она построена следующим образом. Вначале идет обозначение, присвоенное данному дизелю (обычно одна или две буквы), затем номер, начинающийся с 1, который дают узлам или деталям, повторяющимся последовательно, начиная от отсека управления (от регулятора числа оборотов), например, цилиндрическим гильзам, подшипникам коренным и шатунным, шатунам и т. д.; затем идет буква, определяющая, к какому — верхнему или нижнему — валу относится данная деталь; если к верхнему, то ставится буква В, если к нижнему — то буква Н. Следующей ставится буква, определяющая, к какой стороне дизеля относится данная деталь, если к правой, смотря от генератора, то ставится буква П, если к левой, — то — Л; наконец, ставится буква, определяющая, какой половиной (если деталь или узел делится на две половины), верхней или нижней, служит данная деталь, при этом верхняя половина получает букву Г (гора), а нижняя — букву Д (дно). Конечно, если детали имеются только для верхнего коленчатого вала, например, подшипники кулачкового вала топливных насосов или расположены в один ряд, как, например, гильзы цилиндров, то соответствующие индексы маркировки пропускаются.

Таким образом, верхний вкладыш коренного подшипника верхнего вала 5-го цилиндра (считая со стороны регулятора оборотов) дизеля, которому присвоена, например, буква К, будет иметь маркировку К5ВГ; нижняя половинка вкладыша кулачкового вала топливных насосов, расположенного с левой стороны (если смотреть со стороны генератора) 7-го цилиндра этого же дизеля, будет иметь маркировку К7ЛД.

Правую сторону крышки коренного подшипника легко узнать, так как в торец с правой стороны впрессован контрольный штифт 3 (см. рис. 19), который должен входить в соответствующее отверстие, высверленное в теле опоры. Если смотреть с левой стороны дизеля на опору, то штифт в крышке или отверстие в опоре должны быть также с левой стороны относительно плоскости, проходящей через середину подшипника.

Вкладыши 11-го упорного подшипника (рис. 20, б) имеют боковые, залитые баббитом, упорные поверхности, служащие для фиксирования заднего конца коленчатого вала.

Вкладыши на место должны быть установлены с натягом, который обеспечивает плотную посадку вкладышей в постели. Величиной натяга считают размер, на который возвышается (выступает) один из торцов Д (см. рис. 19) вкладыша над плоскостью постели или приспособления (калибра), при условии, что второй торец вкладыша точно совпадает с этой плоскостью. Эта величина для каждого вкладыша подшипника дизеля 2Д100 должна составлять  $0,08—0,11$  мм (на ремонтных заводах подбором новых вкладышей натяг увеличивают до  $0,13—0,16$  мм), причем во время измерения к одному торцу прикладывают нагрузку в  $2\ 000$  кг, в то время как другой торец упирают в стык, совпадающий с плоскостью второго торца вкладыша. При отсутствии натяга или недостаточном натяге может возникнуть постепенное ослабление вкладышей в постели с последующим срезом стопорных штифтов 2 (см. рис. 19) и проворотом вкладышей, которые закроют маслоподводящее отверстие в крышке или опоре подшипника. Результатом этого будет неминуемое разрушение вкладышей, возможна также авария с изломом вала по шейке или щеке. Однако и чрезмерный натяг вреден вследствие повышенной деформации вкладышей при монтаже и невозможности установить необходимые зазоры.

Плотность посадки вкладышей обеспечивается тем, что при их изготовлении, а также при расточке постелей для них в теле блока и крышке диаметр

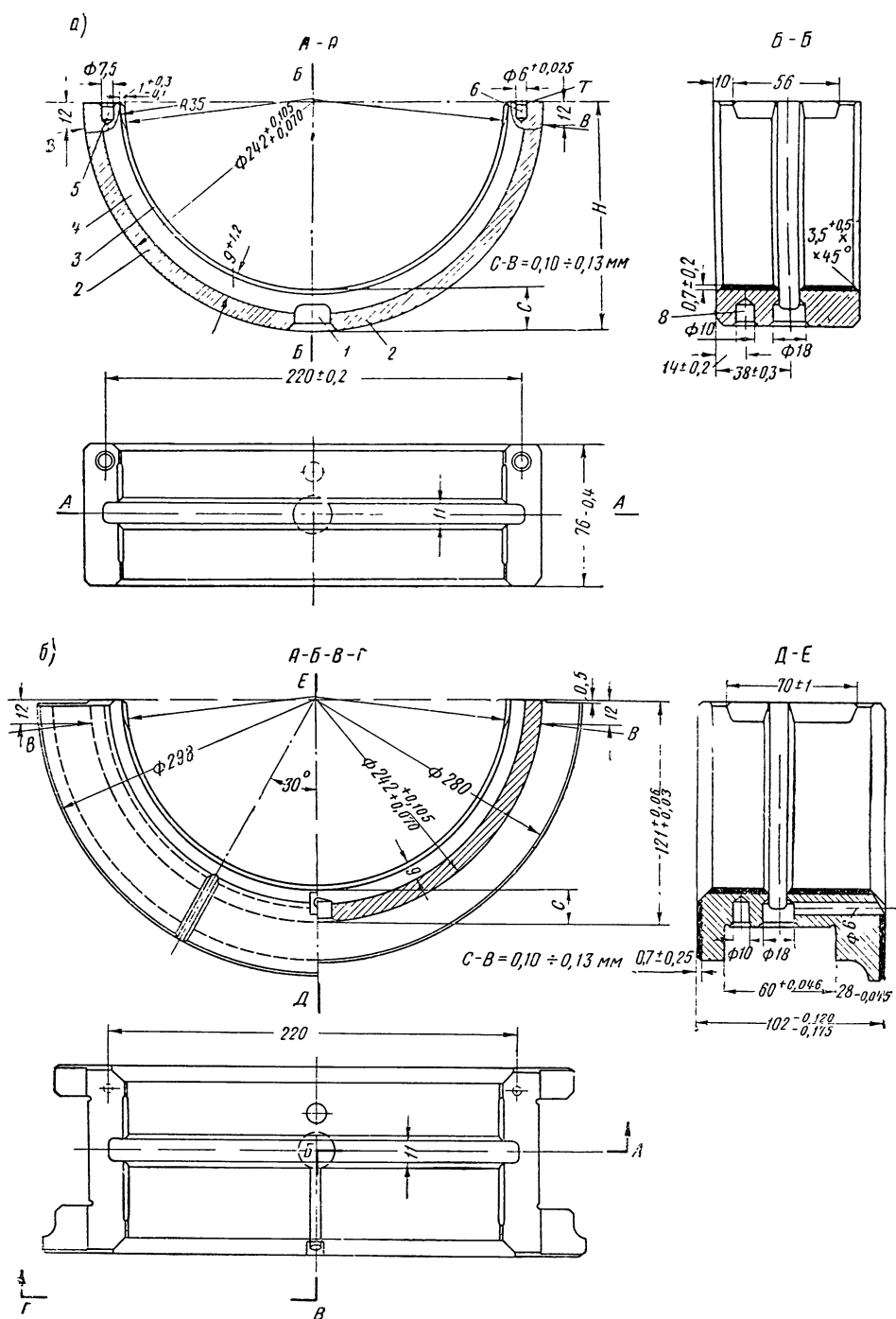


Рис. 20. Вкладыш коренного подшипника:

а — опорный; б — опорно-упорный; 1 — маслоподводящее отверстие; 2 — бронзовое тело вкладыша; 3 — баббитовая заливка; 4 — кольцевая канавка; 5 — отверстие для контрольного штифта второго вкладыша; 6 — отверстие для запрессовки контрольного штифта; 7 — торец; 8 — отверстие для стопорного штифта крышки

наружной цилиндрической поверхности вкладыша делается несколько больше диаметра отверстия постели. Последний должен быть не более  $242^{+0,045}_{+0,105}$  мм; диаметр же вкладыша  $242^{+0,070}_{+0,105}$  мм.

Проворачиваться во время работы нормально поставленным вкладышам не дает трение между вкладышем и постелью, а также фиксирующие стопорные штифты 2, один конец которых впрессован в тело крышки, а другой входит в отверстие 8 (см. рис. 20). На торцах вкладышей (со стороны управления дизелем) имеются два отверстия (по одному на каждом торце), в одно из них 6 диаметром 6 мм впрессован контрольный штифт, во второе 5 диаметром 7,5 мм входит с зазором штифт парного вкладыша.

Вкладыши имеют значительную толщину (19 мм, причем 0,5—0,9 мм составляет слой баббита), потому что опоры верхнего коленчатого вала в нижней части постели сильно сужены (до 29 мм) за счет больших проточек, и необходимую жесткость подшипника можно получить, только обеспечив достаточную жесткость самого вкладыша. Вкладыши разделены на две группы по величине размера С (см. рис. 20), который может быть  $19^{+0,02}_{-0,04}$  и  $19^{+0,04}_{-0,06}$  мм. Проточки (см. рис. 18) необходимы потому, что оси цилиндров находятся друг от друга на расстоянии 305 мм и гильзу цилиндра нельзя было бы опустить в блок без соответствующих вырезов в опорах.

Для нормальной работы шейки вала в подшипнике к последнему должна подводиться смазка, которую необходимо распределять по всей поверхности подшипника. С этой целью расточку внутренней и наружной поверхностей вкладышей ведут из разных центров. При этом толщина вкладыша в середине (размер С) (см. рис. 20) должна быть несколько больше, чем у торца, вследствие чего между шейкой вала и рабочей поверхностью вкладыша вблизи торцов образуется большой объем для масла, как бы «холодильник».

Масло к шейке вала подводится следующим путем. По трубкам из нижнего или верхнего масляного коллектора оно поступает соответственно к крышкам подшипников верхнего или к опорам вкладышей нижнего коленчатого вала. Концы трубок имеют фланцевые угольники, каждый из которых двумя болтами притянут к крышке или опоре. В последних проточены кольцевые канавки, куда ставят прокладки из красной отожженной меди. В теле крышки просверлено отверстие, по которому масло попадает в отверстие 1 и кольцевую канавку 4. Отсюда масло частично распределяется по поверхности вкладыша и через зазоры между валом и вкладышами сливается в верхний и нижний отсеки, а основная часть масла через отверстие в коренной шейке коленчатого вала проходит к его шатунной шейке и далее к головному подшипнику шатуна. Проходит испытание конструкция «бесканавочных» рабочих вкладышей, т. е. вкладышей, у которых на внутренней поверхности нет кольцевых проточек. Это обеспечит сплошную масляную пленку по всей ширине (и длине) вкладыша во время работы вала, а также несколько увеличит опорную (рабочую) площадь баббитовой заливки. Подвод масла в этой конструкции осуществляется уже не через одно радиальное отверстие в шейке, а и через второе, дополнительно в ней просверливаемое.

Величина зазора между вкладышами коренного подшипника и шейкой вала (так называемый зазор на масло) имеет важное значение, так как при чрезмерно большом зазоре ухудшаются условия работы вала и подшипника и, кроме того, через увеличенный зазор слишком много масла сливается. Вследствие этого давление в масляной системе падает настолько, что работа дизеля становится небезопасной и реле масляного давления или снимет нагрузку, или остановит дизель. Зазор в коренном подшипнике должен быть 0,15—0,23 мм. Предельно разрешаемый в эксплуатации (но не применяемый из-за чрезмерного падения давления масла) зазор 0,45 мм. Проводится проверка в эксплуатации меньших начальных зазоров (до 0,12 мм).

Необходимо иметь в виду следующее обстоятельство. Коренные шейки нижнего коленчатого вала должны лежать на нижних вкладышах подшипников;

«провисание», т. е. зазор между вкладышем и шейкой, у 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7-й опор допускается не более 0,05 мм.

После присоединения якоря генератора из-за его сравнительно большого веса нижний коленчатый вал несколько прогибается и между шейками 8, 9 и 10-го цилиндров и нижними вкладышами коренных подшипников образуется ощутимый зазор (до 0,10 мм), величина которого указывается в формуляре каждого дизеля заводом-изготовителем. Она должна входить в общую величину зазора на масло при проверке последнего в 8, 9 и 10-м подшипниках, причем суммарная величина не должна превышать установленной нормы.

Суммарная величина зазора на «масло» представляет собой сумму зазоров между верхними и нижними вкладышами и шейкой вала, при этом величину каждого из этих зазоров находят как полусумму зазоров, измеряемых щупом по оси коленчатого вала в вертикальной плоскости с двух сторон каждого подшипника (со стороны генератора и управления), при этом разность измерений с обеих сторон каждого вкладыша не должна превышать 0,05 мм в эксплуатации и 0,03 мм при заводском ремонте. Кроме зазора на «масло», проверяют зазор между шейкой коленчатого вала и подшипником на расстоянии 12 мм от стыков, который должен быть для нижнего вала не менее 0,12—0,25 мм, браковочный зазор 0,30 мм.

Вкладыши упорных подшипников своими буртами охватывают крышку и опору: зазор *В* между ними должен быть в пределах 0,078—0,012 мм; браковочный зазор в эксплуатации 0,15 мм. Осевой разбег коленчатого вала *Г*, т. е. суммарный зазор между буртом вала и буртом вкладыша, 0,12—0,25 мм; браковочный зазор в эксплуатации 0,55 мм.

Указанные требования действительны для упорных подшипников как нижнего, так и верхнего коленчатого валов. Однако замена вкладышей верхнего коленчатого вала несколько затруднена, так как при работающем дизеле воспринимают нагрузку и являются несущими вкладыши в крышках подшипников. Поэтому укладку валов необходимо делать на эти вкладыши. На заводе верхний вал укладывают при перевернутом на 180° блоке. В условиях депо новые вкладыши подбирают так, чтобы толщина их в средней части была равна первоначальной толщине удаляемых вкладышей с точностью до 0,01 мм (или превышала на одинаковую величину у каждого вкладыша). Кроме того, проверяют

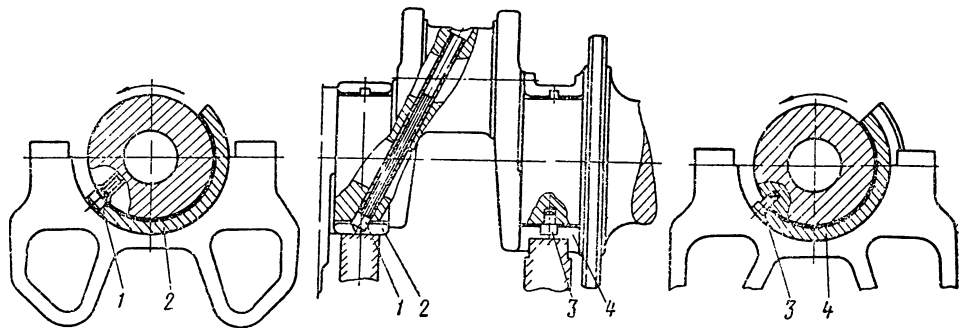


Рис. 21. Схема удаления нижних вкладышей коренных подшипников из постелей:  
1 — штифт для удаления вкладышей опорного подшипника; 2 — вкладыш; 3 — штифт для удаления вкладыша упорного подшипника; 4 — вкладыш

толщину вкладыша на расстоянии 12 мм от торцов (в «усах»), которая должна быть меньше толщины его в средней части на величину около 0,1—0,13 мм.

Отсутствие зазора в «усах» может привести к защемлению шейки вала, нагреву подшипника и выплавлению баббитового слоя, с другой стороны, чрезмерный зазор в «усах» приводит к повышенной утечке масла через этот зазор, снижает давление в системе и ухудшает условия работы подшипников и вала.

При замене единичных вкладышей толщина нового должна соответствовать фактической толщине заменяемого с учетом износа вкладышей соседних опор, при этом ступенчатость всех трех вкладышей допускается не более 0,04 мм для верхнего и 0,08 мм для нижнего вала. «Ступенчатостью» рабочих вкладышей

коренных подшипников считается наибольшая разность между толщинами рабочих вкладышей всех разобранных подшипников. На достижение минимально возможной «ступенчатости» должно быть обращено особое внимание, так как увеличение ее сверх допустимых норм вызовет «провисание» шейки вала, изгибы его во время работы и может привести к излому вала.

Постановка вкладышей в постели опор выполняется при помощи приспособлений, показанных на рис. 21. В отверстие шейки вала, лежащей на опорном подшипнике, устанавливают штифт 1 и пробоксовывают вал до того момента, когда головка штифта войдет в зазор между опорой и валом. После этого протягивают под шейкой нижнего или над шейкой верхнего вала хлопчатобумажный трос, который закрепляют так, чтобы, натягивая его, прижимать вкладыш

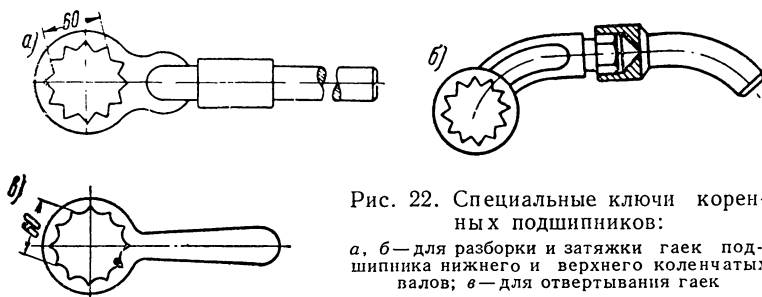


Рис. 22. Специальные ключи коренных подшипников:

а, б — для разборки и затяжки гаек подшипника нижнего и верхнего коленчатых валов; в — для отвертывания гаек

к шейке вала и, пробоксовывая вал, заводят вкладыш на место. Затем снимают трос и вынимают штифт. Особо внимательно следует устанавливать упорный вкладыш с тем, чтобы не повредить залитые баббитом упорные торцовые плоскости буртов. Для его установки используют другой, более короткий штифт 3, так как сквозного отверстия в этой шейке вала нет.

При затяжке гаек шпилек верхних подшипников, а также при разборке пользуются отверстиями, имеющимися на нижних концах шпилек, в которые закладывают небольшой ломик для предупреждения проворачивания шпильки. Хотя на головках болтов нижних подшипников имеются срезы, упирающиеся в продольные выступы крышек, однако до того, как болт будет подтянут до верхнего положения, удобно также пользоваться отверстием в головке, установив туда ломик. Корончатые гайки затягивают до меток, нанесенных на гайке и крышке, и тщательно шплинтуют.

Кроме обычного слесарного инструмента, при разборке и сборке коренных подшипников применяются специальные ключи (рис. 22, а, б, в).

### ГИЛЬЗА ЦИЛИНДРА

Гильза цилиндра дизеля 2Д100 (рис. 23) отлита из специального чугуна и представляет собой цилиндр, внутренняя поверхность которого хонингованием доведена до высокой степени чистоты, а после обработки фосфатирована для лучшей приработки гильзы и колец поршня, а также для предохранения ее от коррозии. Внутри гильзы перемещаются поршни, образующие вместе со стенками гильзы камеру сжатия (сгорания). Помимо высоких давлений, достигающих  $90 \text{ кг/см}^2$  (и выше), гильза подвергается действию высоких температур. Поэтому она должна быть прочной, особенно в местах (поясах), где происходит начальная вспышка топлива. Стенки гильзы не должны иметь слишком высокую температуру, так как иначе смазочное масло будет пригорать и неизбежен интенсивный износ и задир поршней во время работы дизеля. Для снижения температуры стенок гильзы ее необходимо охлаждать.

Гильза, как уже указывалось, опирается двумя лапами (фланцами), имеющимися в ее верхней части, на опоры 9 (рис. 18), приваренные к горизонтальному листу блока дизеля. Нижняя плоскость фланцев 2 (рис. 24) пригоняется окончательно по месту к опорам при постановке гильз в блок. Каждый фланец притягивается к опоре гайками двух шпилек, которые затем попарно шплинтуют. Под фланцем имеется цилиндрический борт с проточенной в нем кольцевой

канавкой для резинового кольца. Бурт входит в цилиндрическое отверстие в листе 13 (см. рис. 18) блока с зазором 0,025—0,12 мм. Ниже на поверхности гильзы расположены продувочные окна 3 (см. рис. 24), а затем кольцевой бурт (поясок) также с проточенными в нем двумя кольцевыми канавками, в которые поставлены резиновые кольца 4.

Средняя часть гильзы, в которой давление газов при горении топлива достигает наибольшей величины, имеет по внешней поверхности продольные ребра 8. Ниже этих ребер находится третий кольцевой бурт с двумя канавками для резиновых колец 10 и третьей канавкой для установки стального упорного кольца 11. Еще ниже расположены выпускные окна 12 и далее канавка для резинового кольца, предохраняющего от просачивания газов в картер. В средней части гильзы диаметрально противоположно друг другу прорезаны отверстия для адаптеров (переходников) форсунок и с одной стороны отверстие для адаптера индикаторного крана.

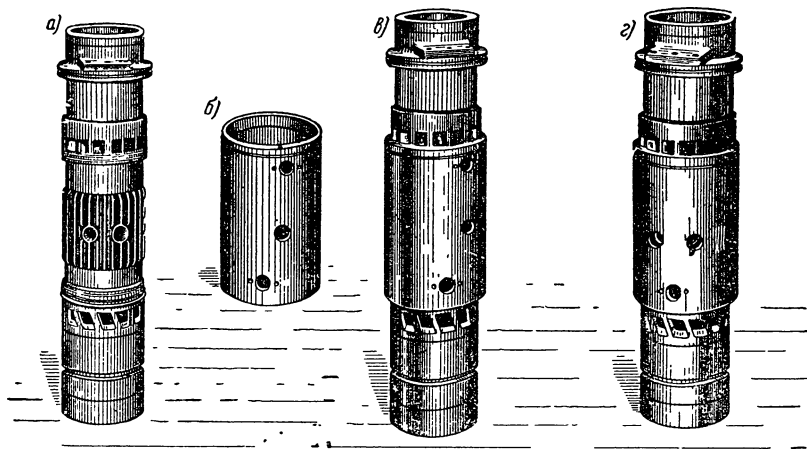


Рис. 23. Гильза цилиндра дизеля 2Д100:

а—гильза (со стороны индикаторного крана); б—рубашка (со стороны отверстия для выхода горячей воды); в—гильза и рубашка в сборе (со стороны выхода горячей воды); г—гильза и рубашка в сборе (со стороны индикаторного крана)

В связи с тем, что средняя часть гильзы должна противостоять и давлениям и высоким термическим напряжениям, возникающим в ней при работе дизеля, на гильзу напрессовывается стальная рубашка (сталь 38ХА). На рис. 24 указаны величины диаметров гильзы в местах сопряжения ее с рубашкой; диаметры же рубашки подбирают такие, чтобы в сопряжениях А и В имелся натяг 0,004—0,08 мм, а в наиболее ответственном сопряжении Б натяг не превышал 0,02 мм или зазор 0,1 мм. Для фиксации рубашки б на гильзе по высоте служит упорное кольцо 11, на которое опирают рубашку так, чтобы после напрессовки кольцо не могло перемещаться. С конца 1960 г. на пояски буртов гильзы и рубашки наносят дополнительно слой эластомера (клея) ГЭН-150 (В), нагревая рубашку перед напрессовкой.

В рубашке прорезано шесть отверстий: три из них расположены против соответствующих отверстий в гильзе в средней плоскости, два отверстия 9 для подвода воды, охлаждающей гильзу, расположены над нижним буртом и одно 5 для отвода воды — под верхним буртом. Металл вокруг отверстий подвергают дробеструйному упрочнению и бакелитированию. Проверяется также и возможность вибронакатки отверстий в связи с появлением трещин в этом ответственном месте гильзы.

Внутренняя цилиндрическая поверхность рубашки и наружная поверхность гильзы образует полость, через которую во время работы дизеля проходит охлаждающая вода. Гильзу устанавливают на дизеле так, чтобы отверстие 5 было с правой стороны (если смотреть по ходу тепловоза).

После постановки рубашки полость охлаждения опрессовывают водой. Если необходимо проверить герметичность уплотнительных колец в гильзе, уже установленной в блок, заменяют нижний переходный патрубок другим, имеющим дополнительную трубку для присоединения шланга. Под нижний фланец этого патрубка и под фланец верхнего отводного патрубка ставят прокладки. В отверстие верхнего патрубка, обычно заглушенное пробкой, ввертывают манометр.

Верхняя часть гильзы с кольцевыми ребрами и продувочными окнами 3 размещена внутри пространства продувочного ресивера и служит для пропуска воздуха из этого пространства внутрь цилиндра при продувке и заполнении его. Для того чтобы придать поступающему в цилиндр воздуху вращательное движение и направить его при этом наклонно вниз, продувочные окна выполнены так, что их стенки направлены под острыми углами относительно цилиндрической поверхности гильзы и наклонно вниз (рис. 25, сечение по *aa*) по отношению к горизонтальной плоскости. Всего по окружности гильзы размещено равномерно 16 продувочных окон. Вращательное движение воздуха сохраняется и после того, как окна закроются поршнем и воздух будет сжиматься. Вращение воздуха улучшает сгорание топлива, так как способствует перемешиванию его с воздухом при впрыскивании.

В нижней части гильзы расположены выпускные окна по пять с правой и левой стороны, причем направлены они радиально или даже перпендикулярно относительно продольной плоскости дизеля. По отношению к горизонтальной плоскости выпускные окна наклонены больше продувочных (см. рис. 25, сечение по *bb*).

Верхняя часть гильзы охлаждается продувочным воздухом, а ее нижняя часть, подвергаясь воздействию отработавших газов, охлаждается водой через стенки выпускной коробки. До второй половины 1961 г. верхняя часть гильзы (над продувочными окнами) имела кольцевые ребра. В настоящее время кольца ребра не делают, так как выяснилось, что верхняя часть гильзы, находящаяся в ресивере и омываемая постоянно продувочным воздухом, охлаждается в достаточной степени. Вода для охлаждения средней части гильзы к отверстиям 9 (см. рис. 24) подводится по двум патрубкам. На трубу каждого патрубка надевают резиновое уплотнительное кольцо, которое прижимают затем к стенкам отверстия 9 фланцем с помощью гаек, завертываемых на две шпильки. Шпильки поставлены в тело рубашки радиально. Чтобы можно было затянуть фланец 3 (см. рис. 28) или вынуть его при разборке, внешняя часть фланца выполнена углом, так что его плоскости перпендикулярны шпилькам 26; кроме того, отверстия для шпилек прорезаны с обоих боков фланца.

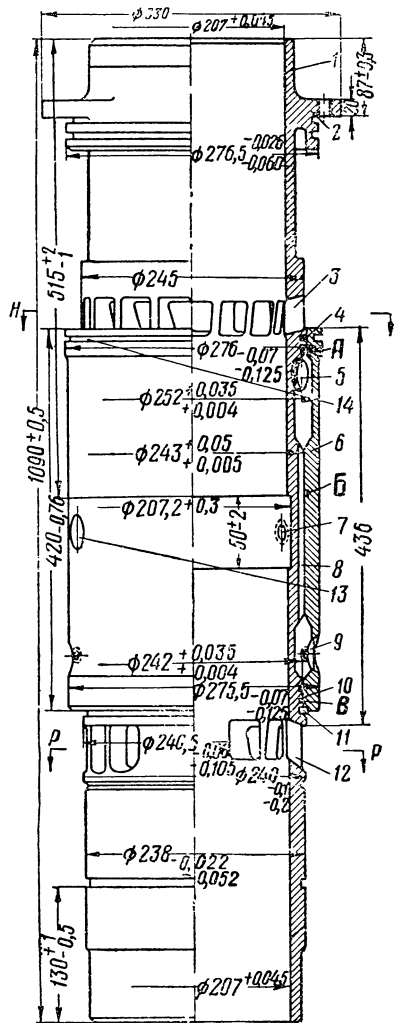


Рис. 24. Гильза цилиндра дизеля 2Д100:

1 — гильза; 2 — фланец (лапа); 3 — продувочные окна; 4, 10 — уплотнительные резиновые кольца; 5 — отверстие для отвода горячей воды; 6 — рубашка; 7 — отверстие адаптера форсунки; 8 — ребра гильзы; 9 — отверстие для подвода охлаждающей воды; 11 — упорное стальное кольцо; 12 — выпускные окна; 13 — отверстие в рубашке для адаптера форсунки; 14 — канавка для резинового кольца уплотнения рубашки; А, В, В — зазоры и натяги

Чтобы гильза работала длительный срок и у нее не возникало ненормального повышенного износа, необходимо прежде всего правильно установить ее

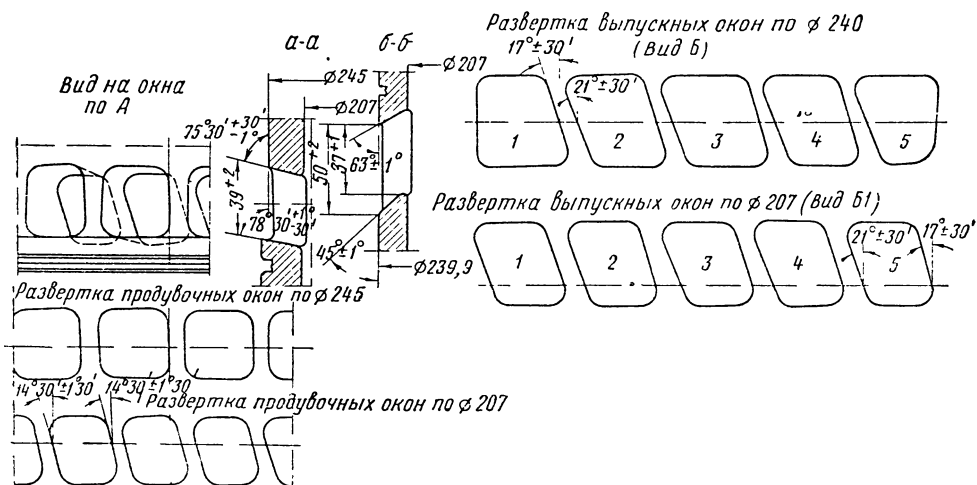
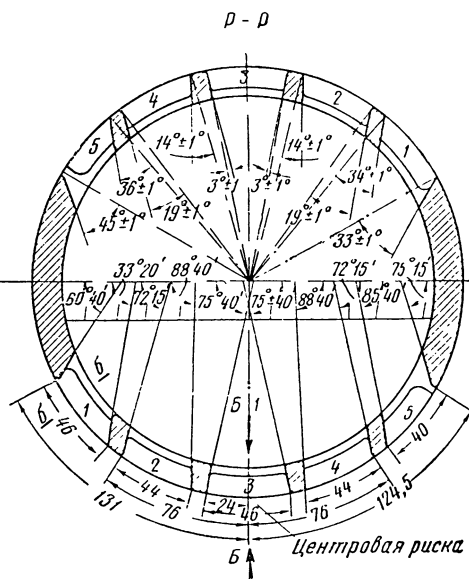
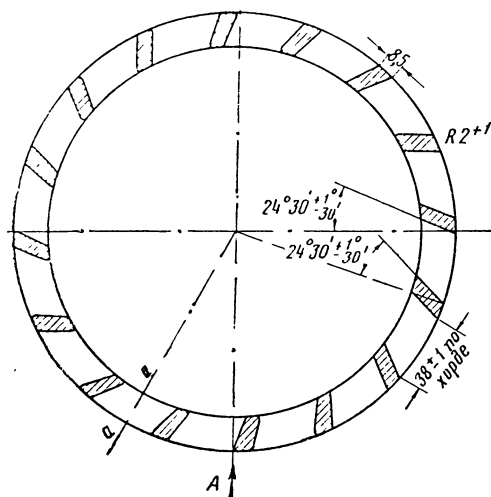
 $H-H$ 

Рис. 25. Продувочные и выпускные окна (сечения по  $HH$  и  $PP$  см. рис. 24)

40



воды внутрь цилиндра, что во время работы можно обнаружить по белому цвету отработавших газов этого цилиндра, а также по повышению уровня и выбрасыванию воды из расширительного водяного бака, так как газы по трещине будут проникать в охлаждаемую полость, вытесняя оттуда воду. Выброс воды из-за просачивания газов в полость охлаждения будет и в случае неплотности медных уплотнительных колец адаптеров.

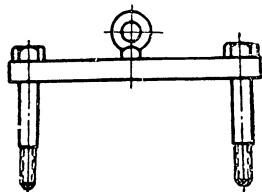


Рис. 26. Скоба для выемки гильзы из блока

## ВЫПУСКНЫЕ КОРОБКИ И КОЛЛЕКТОРЫ

**Выпускные коробки.** Нижняя часть каждой гильзы цилиндра входит в выпускную коробку, которая служит для удаления отработавших газов в выпускные коллекторы. Выпускные коробки (рис. 27 и 28) устанавливают в отсек выпускных коллекторов на лист 12 (см. рис. 18) до того, как в блок опускают гильзы.

Выпускные коробки (см. рис. 27) представляют собой прямоугольной формы отливку из чугуна, имеющую в середине цилиндрическое отверстие для прохода гильзы, а с боков — наклонные каналы 2 для выпуска газов. Между гильзой и коробкой установлено только резиновое кольцо.

Нижняя часть каждой коробки имеет кольцевой установочный бурт 3, в котором имеется шесть нарезанных отверстий. В эти отверстия из отсека нижнего коленчатого вала ввертывают болты 13 (рис. 28), притягивающие коробку к нижнему листу отсека выпускных коллекторов. Перед окончательным закреплением болтов 13 выпускные коробки устанавливают по линейке так, чтобы их наружные боковые поверхности с левой и правой стороны находились в одной плоскости. Это необходимо потому, что плоскости коробок соединяются с обеих сторон с плоскостями двух выпускных коллекторов 9. При установке коробки разрешается поворачивать на 180°. Под болты ставят резиновые колечки для предупреждения просачивания воды по резьбе, если в ней появится трещина.

Внутри стенок выпускной коробки внизу и сверху имеются полости 14, сообщающиеся между собой. В эти полости поступает вода из выпускных коллекторов через нижние окна (см. рис. 27), прорезанные в боковых плоскостях коробок с обеих сторон (с левой и правой стороны блока). Вода охлаждает стенки выпускной коробки, а также стенки нижней части гильзы цилиндра. Выходит вода через верхние окна коробки в верхнюю часть выпускных коллекторов (см. рис. 28).

**Выпускные коллекторы.** Выпускной коллектор (рис. 29) состоит из двух кожухов: внутреннего 13 и наружного 15, между которыми проходит охлаждающая вода, поступающая далее в водяные полости цилиндрических гильз. Кожуха представляют собой прямоугольные коробки из листового железа толщиной 3 мм, приваренные к стальной плите 16 толщиной 25 мм. В плите 16 против каждого канала выпускной коробки прорезано прямоугольное окно, через которое газы проходят внутрь коллектора. Внутренний канал в коллекторе со стороны генератора закрыт торцовым листом, а со стороны управления имеет мощный прямоугольный фланец 6. Во фланце в верхней части расположено дополнительное прямоугольное отверстие, с которым соединен карман 7. В плите 16 над каждым окном и под ним прорезано по два прямоугольных отверстия, совпадающих с окнами для прохода воды в боковых стенках выпускных коробок. Эти отверстия соединяются с отверстиями, прорезанными во внутреннем кожухе 13, коробками 17, приваренными к плите и кожуху (см. также 17 рис. 28).

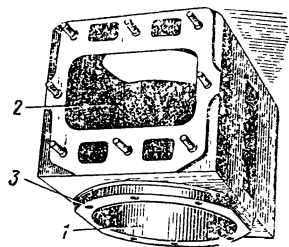


Рис. 27. Выпускная коробка:

1 — цилиндрическое отверстие для гильзы цилиндра; 2 — наклонный канал; 3 — установочный бурт

Наружный кожух 15 соединен с внутренним кожухом 13 фланцами крышек 9 и распорками 14. На верхней и нижней поверхностях кожуха 13 распорки 14 приварены в три ряда в шахматном порядке, а на боковой — в два. Наруж-

ный кожух предварительно сверлят над распорками, а затем заваривают образовавшиеся отверстия, соединяя тем самым кожух с распорками. Распорки необходимы для того, чтобы при большой поверхности коллектора (длина около 3 400 мм) вода, находящаяся под давлением, не могла бы деформировать его плоские стенки.

Каждый коллектор соединен с боковыми плоскостями всех выпускных коробок шпильками. Между коллектором и коробками ставят паронитовые прокладки, которые служат для уплотнения от пропуска циркулирующей воды, а также отработавших газов. Для лучшего уплотнения паронитовые прокладки покрывают пленкой эластомера ГЭН-150 (В). На шпильки накручены закрытые гайки 10 (см. рис. 28). Каждые три гайки (по вертикали) стопорят одной узкой пластиной, имеющей лепестки для каждой из гаек. Остальные гайки контрят шайбами, имеющими усик, входящий в отверстие, просверленное в теле коллектора; лепесток такой шайбы отгибает на грань гайки.

Кроме отверстий для гаек крепления, в плите имеется еще 12 нарезанных отверстий (между гайками) для пробок. При разборке дизеля эти пробки вывертывают и в отверстия ввертывают болты, которыми отрывают пригоревший коллектор от выпускных коробок. В наружном и внутреннем кожухах кол-

лектора против окон плиты вырезаны люки, в которые вварены фланцы с нарезанными отверстиями для болтов крышек 9 (см. рис. 29). Крышки двойные, с заложением внутри асбестовым материалом. В крышки люков левой стороны

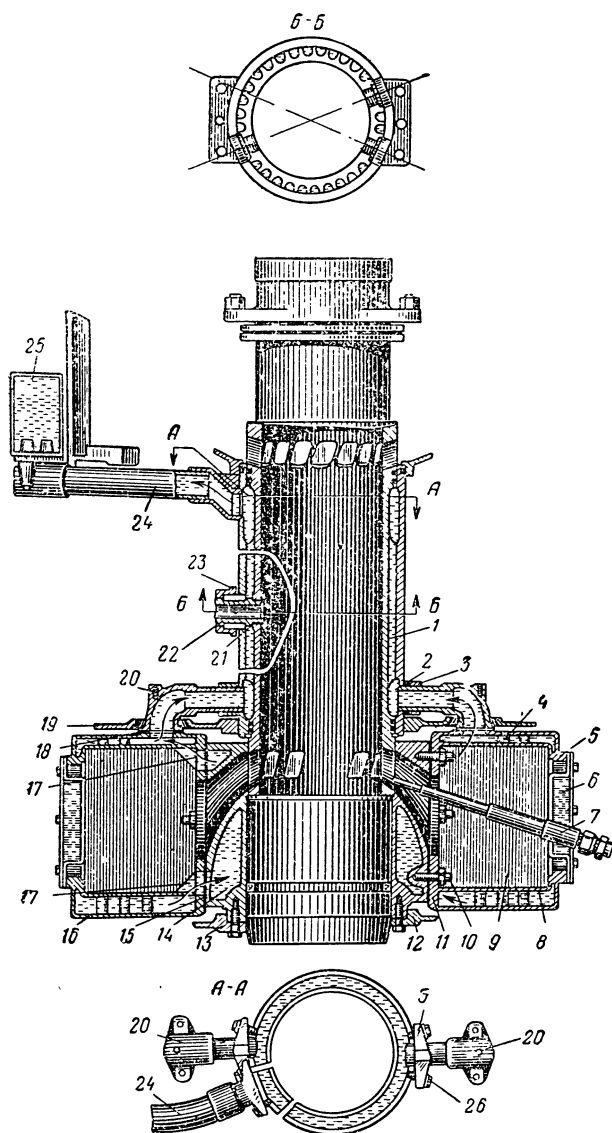


Рис. 28. Выпускные коллекторы, выпускная коробка и водяное охлаждение гильзы цилиндра:

1—водяная полость гильзы; 2—резиновое уплотнительное кольцо; 3—нажимной фланец; 4—распорки; 5—смотровой фланец; 6—крышка; 7—гнездо термпары; 8—внутренний кожух; 9—выпускной коллектор; 10—шпилька и гайка крепления коллектора; 11—плита коллектора; 12—лист блока дизеля; 13—болт крепления коробки; 14—водяная полость охлаждения выпускной коробки; 15, 18—прокладки; 16—наружный кожух; 17—переливные коробки выпускного коллектора; 19—лист блока дизеля; 20—перепускной патрубок; 21—медная прокладка; 22—корпус адаптера; 23—фланец; 24—патрубок, отводящий горячую воду; 25—коллектор горячей воды; 26—шпильки крепления нажимного фланца

(по ходу тепловоза) вварены гнезда 7 (см. рис. 28) термопар. На рис. 28 показано гнездо с уже поставленной в него термопарой. Температура отработавших газов может измеряться непосредственно в рабочем сечении окна гильзы цилиндра при реостатных испытаниях. Точность установки термопары имеет существенное значение для правильного определения температуры в каждом цилиндре.

Сверху коллектора против каждого цилиндра вварен фланец 8 (см. рис. 29), внутреннее отверстие которого соединено с водяным пространством коллектора. Во фланце просверлены и нарезаны два отверстия для болтов, крепящих к нему фланец перепускного водяного патрубка 20 (см. рис. 28). Между фланцами ставится на сурике двойная паронитовая прокладка. Чтобы масло или

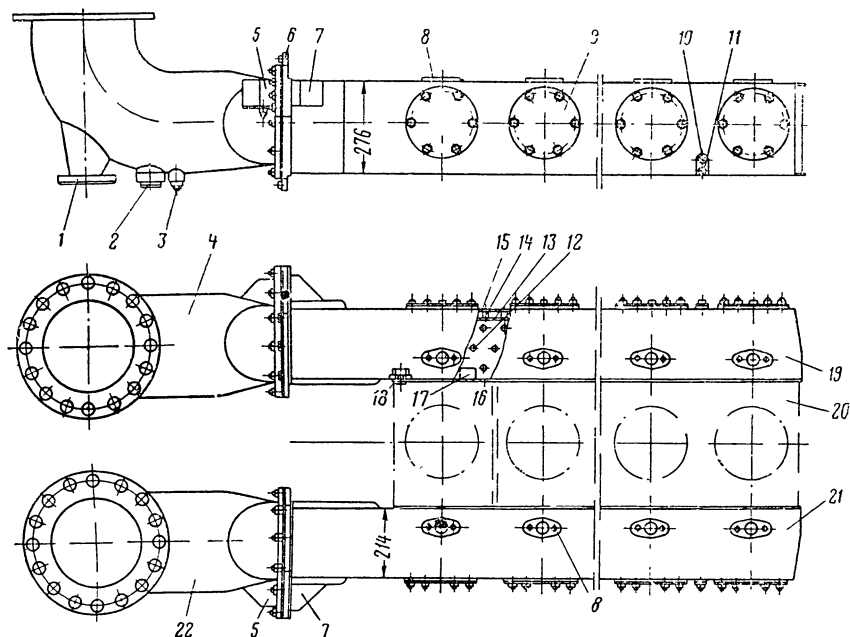


Рис. 29. Выпускные коллекторы и патрубки:

1 — патрубок подвода воды; 2 — штуцер; 3 — пробка; 4 — левый выпускной патрубок (по ходу тепловоза); 5, 7 — карманы водяные переходные; 6, 8 — фланцы; 9 — крышка; 10, 11 — отверстия; 12, 14 — распорки; 13 — внутренний кожух коллектора; 15 — наружный кожух; 16 — плита; 17 — коробка; 18 — шпилька; 19 — левый коллектор; 20 — выпускная коробка (показано условно); 21 — правый коллектор; 22 — правый выпускной патрубок

топливо, вытекшее на листы 4 (см. рис. 18) блока дизеля из неплотно соединенных трубок насосов, не попало на коллекторы, края отверстий в листе 4, через которые проходят перепускные патрубки, отбуртованы вверх.

В нижней части коллектора между люками 9-го и 10-го цилиндров приварены две бонки с просверленными и нарезанными отверстиями. Верхнее отверстие 10 (см. рис. 29) проходит в газовую полость коллектора, нижнее 11 — в водяную полость и служит для постановки штуцера с вентилем, используемым при спуске воды из коллектора. Торцовые фланцы 6 обоих коллекторов через паронитовые прокладки соединены (каждый четырнадцатью шпильками) с фланцами выпускных патрубков.

Фланец коллектора имеет сверху и внизу прямоугольные выступы, которые (тремя болтами каждый) соединены с торцовым листом блока (кроме того, ставятся два призонных штифта).

Между головками болтов и фланцев ставят втулки, позволяющие удлинить стержни болтов, что уменьшает их жесткость и предохраняет от разрыва при неодинаковом температурном расширении блока и коллектора.

Во фланце 6 коллектора находится отверстие, совпадающее с таким же отверстием во фланце выпускного патрубка, в которое вварен карман 5 со шту-

цером и пробкой. Через эти отверстия по карманам 5 и 7 вода из патрубка переходит во внутреннюю водяную полость коллектора и проходит до его торца, охлаждая стенки. Параллельными потоками вода из коллектора по коробкам 17 внизу поступает в водяные полости выпускных коробок, поднимается в верхние полости, по верхним переходным коробкам 17 переходит снова в коллектор и, смешиваясь с водой, не попавшей в выпускные коробки, по перепускным патрубкам 20 (см. рис. 28) поступает в пространство охлаждения гильзы цилиндра. Пройдя между продольными ребрами гильзы и охладив ее, вода поступает в патрубок 24, установленный только с правой стороны цилиндра (по ходу тепловоза). Все патрубки присоединены к коллектору горячей воды 25, имеющему фланец со стороны управления. Из-за большой длины нагрев коллектора во время работы может вызвать его температурную деформацию и прогиб, вследствие чего появится течь в соединении коллектора с выпускными коробками. Способствовать появлению течи может и ступенчатость привалочных поверхностей коробок, т. е. неодинаковое расстояние этих поверхностей от оси цилиндра, получающееся при креплении коробок к блоку. Вследствие этого у разных коробок паронитовые прокладки будут по разному сжаты, причем некоторые недостаточно. Улучшают условия работы коллекторы полуцилиндрического сечения более жесткой конструкции, менее подверженные температурным деформациям. Такие коллекторы установлены на дизелях 2Д100 Коломенского завода.

**Выпускные патрубки.** Выпускные патрубки 4 и 22 (см. рис. 29) имеют двойные стенки, в полость между которыми поступает охлаждающая вода, нагнетаемая водяным насосом через патрубок 1; внутренний канал патрубка служит для прохода отработавших газов в глушитель. Штуцер и пробка 3 предназначены для спуска воды из патрубка при постановке тепловоза в холодный резерв или при длительной стоянке его на морозе. Через штуцер 2 и подсоединенную к нему трубу сливается несгоревшее топливо, которое может накопиться при длительной работе дизеля на холостом ходу. В верхнюю часть водяного пространства обоих коллекторов (под верхним горизонтальным фланцем) проходят приваренные к стенкам штуцера, к которым присоединены трубочки для отвода воды или пара, если последний появится, в коллектор горячей воды.

### КОЛЕНЧАТЫЕ ВАЛЫ

Коленчатый вал дизеля превращает возвратно-поступательное движение поршней во вращательное движение. Он воспринимает через шатуны от поршней всех цилиндров давление газов, нагружен силами инерции возвратно-поступательно движущихся масс и центробежными силами вращающихся масс. Коленчатый вал обеспечивает движение поршней во время впуска и сжатия воздуха и выпуска отработавших газов. От него получают вращение все механизмы дизеля и тепловоза, а также якорь тягового генератора.

Коленчатые валы дизеля 2Д100 отлиты из модифицированного или высокопрочного чугуна. Изготовление литых валов обеспечивает большую экономию материала и резко снижает затраты по сравнению с коваными, так как на станке обрабатывают только коренные и шатунные шейки.

Нижний и верхний коленчатые валы отличаются друг от друга в основном только оформлением своих концевых частей; размеры коренных и шатунных шеек, а также расстояние между их осями и щеками кривошипов одинаковые. Верхний вал короче нижнего. Валы имеют по десять шатунных и по двенадцать коренных шеек, выполненных для уменьшения веса пустотелыми (рис. 30). На концах валов расположены фланцы 16, к которым крепятся большие конические шестерни вертикальной передачи. С этой же стороны нижний вал имеет концевой фланец 15, с которым соединяется ведущий диск полужесткой дизель-генераторной муфты. Отверстия во фланцах развернуты после постановки сопрягаемой детали. За фланцем 15 находится цапфа с направляющим кольцом 14, которое при соединении вала с якорем генератора входит в направляющую обойму вала якоря. Конец нижнего вала со стороны отсека управления имеет цапфу

с канавкой для шпонки, которой крепится ступица antivибратора. Шпилька 19 и гайка 20 служат для осевого закрепления вилки карданного соединения, ступицы эластичного привода насосов и ступицы antivибратора. На конце верхнего вала поставлена на шпонке шестерня 22, закрепленная торцовым диском 23. Последний привернут к торцу вала четырьмя болтами. Со стороны генератора верхний вал на конце несет эластичный привод воздуходувки, ступица которого посажена на шпонке и закреплена торцовым диском 13, соединенным с валом шестью шпильками и прошплеванными корончатыми гайками.

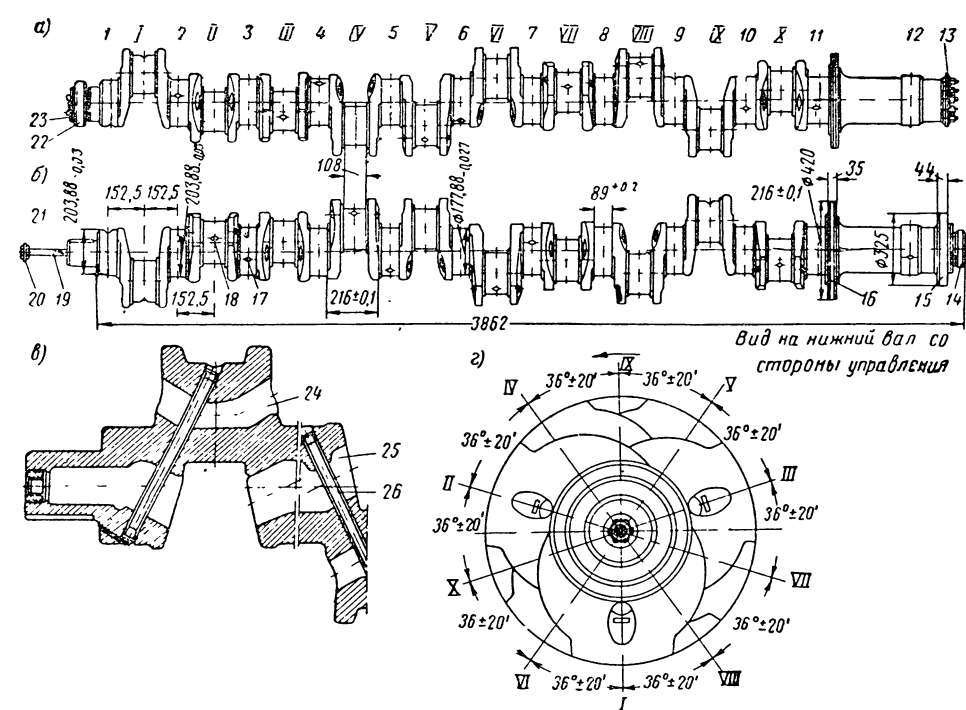


Рис. 30. Коленчатые валы:

а—верхний коленчатый вал; б—нижний коленчатый вал; в—разрез по переднему концу нижнего коленчатого вала; г—расположение колен нижнего вала; 1—Х—шатунные шейки; 1—12—коренные шейки; 13—торцовый диск; 14—направляющее кольцо; 15—фланец для крепления пластинчатой муфты генератора; 16—фланец для крепления большой конической шестерни; 17—канал для подвода масла от третьей коренной к третьей шатунной шейке; 18—канал в шатунной шейке; 19, 20—шпилька и гайка крепления вилки кардана; 21—шпонка крепления ступицы antivибратора; 22—шестерня привода кулачковых валов топливных насосов; 23—торцовый диск; 24—канал в шатунной шейке; 25—канал в коренной шейке; 26—масляная трубка

Принятый порядок вспышек в цилиндрах (1—6—10—2—4—9—5—3—7—8) при двухтактном процессе работы дизеля 2Д100 определяет расположение кривошипов друг относительно друга. Поэтому кривошип 6-го цилиндра сдвинут по отношению к кривошипу 1-го цилиндра на 36°, кривошип 10-го цилиндра по отношению к 6-му также на 36°, кривошип 2-го по отношению к 10-му на 36° и т. д. в соответствии с порядком работы цилиндров.

Углы между кривошипами смежных цилиндров имеют следующие величины:

Номера кривошипов	I—II	II—III	III—IV	IV—V	V—VI	VI—VII	VII—VIII	VIII—IX	IX—X	X—XI
Угол в градусах . . . . .	108	144	252	72	180	252	36	216	252	288

Расположение кривошипов верхнего коленчатого вала такое же, как и у нижнего. Коренные и шатунные шейки смазываются маслом, подводимым

к крышкам подшипников верхнего вала (рис. 31) и опорам подшипников нижнего вала. Через отверстия и кольцевые канавки вкладышей масло поступает к каналам 17 (см. рис. 30, б и в) в коренных шейках и по стальным трубкам 26, концы которых развальцованы, проходит через щеки вала к каналам 18 шатунных шеек. Стальных масляных трубок нет только в 11-й и 12-й коренных шейках, и отверстия в них выполнены несквозными. Отверстие в 12-й коренной шейке верхнего вала соединено со шпоночной канавкой цапфы конца вала и служит для прохода масла внутрь эластичного привода воздуходувки. Масляное отверстие в первой коренной шейке нижнего вала сообщается со шпоночной канавкой цапфы и предназначено для прохода масла в ступицы антивибратора и эластичного привода насосов.

О точности изготовления коленчатого вала можно судить по следующим требованиям, предъявляемым при его приемке. Коренные и шатунные шейки и их галтели должны быть полированными, риски, забоины или царапины на них, а также корсетность, бочкообразность и рифленость этих поверхностей не допускаются. Овальность и конусность всех шеек коленчатого вала при его изготовлении не допускаются более 0,02 мм (браковочный размер овальности шейки в эксплуатации 0,20 мм). Биеение коренных шеек при выпуске из заводского ремонта для 5, 6, 7, 8-й опор не более 0,10 мм, для остальных — не более 0,05 мм. Скрытые литейные пороки, возможные при изготовлении валов, выявляют при помощи гамма-лучей или ультразвуковым дефектоскопом. Дис-

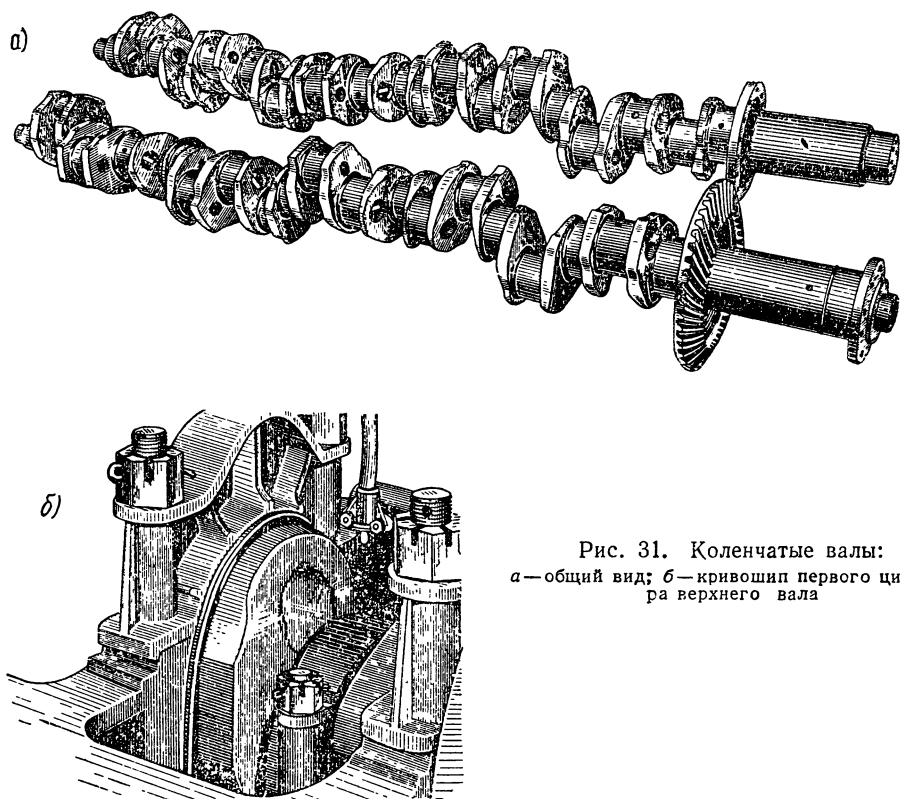


Рис. 31. Коленчатые валы:  
а — общий вид; б — кривошип первого цилиндра верхнего вала

баланс, допускаемый при статической балансировке вала, не должен превышать 10 кг/см. Вводятся новые технологические процессы по улучшению условий работы и упрочнению коленчатых валов: так проверяется целесообразность введения хромирования шеек вала; вводится статическая накатка галтелей шеек роликом, что повышает усталостную прочность металла коленчатого вала; для улучшения условий работы вала применяется проверка соосности расточек постелей подшипников в блоке оптическими приборами, повышающими точность проверки, а следовательно, изготовления; проводится динамическая ба-

лансировка валов, выполняемая на специальном балансировочном станке и обеспечивающая более спокойную работу дизеля.

Длительность работы коленчатого вала зависит от точного выполнения требований по его укладке и эксплуатации, в частности, требований по эксплуатации вкладышей, рассмотренных выше.

**Дизель-генераторная муфта.** Соединяющая нижний коленчатый вал и якорь генератора полужесткая дизель-генераторная муфта состоит из двух дисков: ведомого 1 и ведущего 3 (рис. 32), изготовленных из стали 40. Ведомый

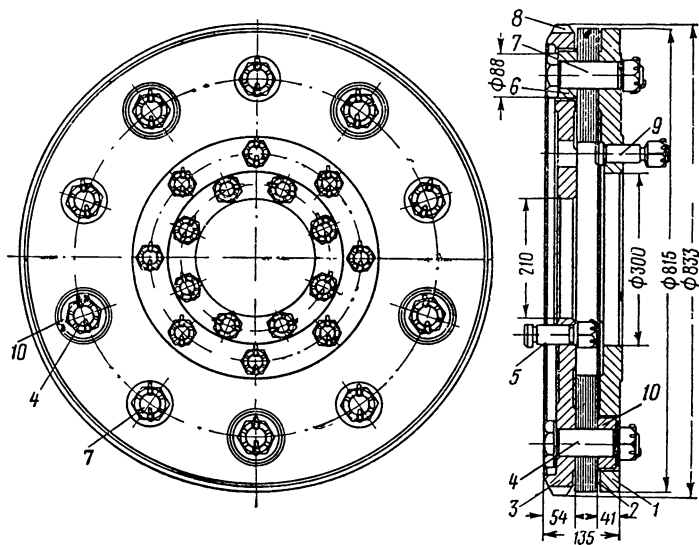


Рис. 32. Полужесткая дизель-генераторная муфта:  
1 — ведомый диск; 2 — пластины; 3 — ведущий диск; 4, 5, 7, 9 — болты;  
6, 10 — кольца; 8 — зубчатый венец

диск соединен с валом якоря генератора призонными болтами 9; ведущий — с коленчатым валом болтами 5. Между дисками поставлены пластины из стали ЭЯ-2 или 2Х13 толщиной  $0,5 \pm 0,04$  мм в количестве 80 шт.; разрешается постановка пластин толщиной  $0,8^{+0,06}_{-0,10}$  мм; на некоторых тепловозах в виде опыта поставлены полукольца. К ведущему диску 3 пластины прижаты болтами 4 и кольцами 10, к ведомому диску 1 болтами 7 и кольцами 6. Кольца входят в сквозные проточки в дисках с большим зазором. Болты в отверстия дисков входят плотно. Такая конструкция дизель-генераторной муфты благодаря ее гибкости позволяет передавать без изменений крутящий момент от дизеля к генератору даже при наличии небольшого угла между осями валов дизеля и генератора.

Соосность коленчатого вала дизеля и вала генератора проверяется измерением толщины дизель-генераторной муфты (размер 135). Для этого, убедившись в том, что все болты муфт плотно затянуты, измеряют толщину муфты в месте, не имеющем забоин или заусенцев. Затем в этом же месте делают специальным приспособлением еще три замера, поворачивая каждый раз вал на  $90^\circ$ . Во время поворотов измеряют также длинными щупами радиальный зазор между якорем и главными полюсами генератора, разность в измерениях которого не должна превышать 0,8 мм. Допустимое колебание толщины муфты, измеренной четыре раза в разных положениях вала, не должно превышать 0,15 мм; радиальный же зазор должен быть в пределах 3,2—4,4 мм. Если разность измеренных величин (по толщине) будет больше 0,15 мм, то необходимо, освободив болты, крепящие остов генератора к раме дизеля, сдвинуть конец остова в горизонтальной плоскости (если разница в замерах обнаружена при измерениях в горизонтальной плоскости); если же разница в замерах обнаружена при измерениях

в вертикальной плоскости, то нужно произвести регулировку, добавляя или удаляя прокладки между рамой и остовом генератора.

Укладка коленчатого вала дизеля является весьма ответственной операцией, требующей особо строгого выполнения ремонтных правил. Проверку нижнего вала делают при отсоединенном генераторе, верхнего вала — при повернутом на 180° дизеле.

**ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА**

Мощность от верхнего коленчатого вала передается нижнему валу через вертикальную передачу. Вертикальная передача должна позволять точно устанавливать (регулировать по углу поворота) положение верхнего вала относительно нижнего и в то же время обеспечивать возможность некоторого смещения этих валов в вертикальном направлении (в горизонтальном направлении — по оси — валы могут несколько удлиняться в сторону отсека управления). Смещение возможно вследствие того, что у таких крупных деталей дизеля, как блок, коленчатые валы и сама вертикальная передача, удлинение при нагревании достигает заметной величины и поэтому необходимо компенсировать указанное изменение размеров, неизбежно возникающее при различных режимах работы дизеля. Компенсация эта осуществлена введением в вертикальную передачу эластичной пружинной муфты. Пружины смягчают также жесткие удары, которые могли бы иметь место в зубьях шестерен передачи при пусках дизеля или резких изменениях числа оборотов и нагрузки. Кроме того, муфта в определенной степени как бы упруго разделит нижний и верхний валы при крутильных колебаниях (о крутильных колебаниях см. ниже), уменьшая опасность резонанса.

Вертикальная передача состоит из конических шестерен 1, 3 и 43, 44 со спиральными зубьями (рис. 33 и 34), двух вертикальных цилиндрических валов 8 и 38, вращающихся в подшипниках нижнего 5 и верхнего 40 корпусов, и эластичной муфты, которая фланцами 25 и 27 связана с вертикальными валами.

Шестерня соединяется с фланцем вала шестью призонными и шестью простыми болтами. Для регулирования зазора между зубьями шестерен (величина зазора 0,3—0,65 мм при разбеге коленчатого вала, выбранном в сторону управления дизеля, и не менее 0,2 мм при разбеге вала, выбранном в сторону генератора; браковочная величина в эксплуатации 0,1—0,8 мм) устанавливают стальные прокладки между фланцем вала и торцевой плоскостью шестерни.

Номер детали см. рис. 33 и 34	Материал	Твердость	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм	
					номинальный	браковочный
1, 44	Сталь 12ХНЗА (с цементацией зубьев)	HRC21—40 HRC54—62	A, H B, M B, D, И, Л Г, К Е, Ж	0,05—0,08 0,016 0,015—0,05 0,00 —	— 0,06 — 0,075 0,1	— — — 0,15 —
3, 43	То же	HRC54—62				
5, 40	Чугун СЧ21-40	—	О, С	—	0,18—0,25	0,55
8, 38	Сталь 45Х	HB269—302	П	0,01—0,07	—	—
16, 49	Сталь 40	HB255—302	Р	—	0,00—0,01	—
21	Сталь 45	HB241—285	Т	0,05—0,11	—	—
22, 25		—	У	—	0,18—0,22	0,55
26, 27	Сталь 40Х	HB241—285	Ч	—	1,0 —1,48	—
31	Сталь 40Х	—				
56	Бр. АЖМц 10-3-1,5	—				
57	Сталь 40	HRC26—33				
59, 61	Бр. АЖ 9-4	—				
63, 65	Сталь 60Г	—				



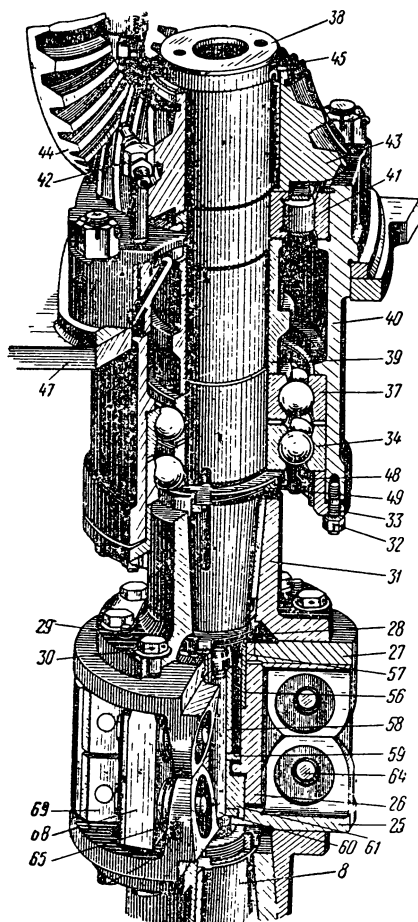
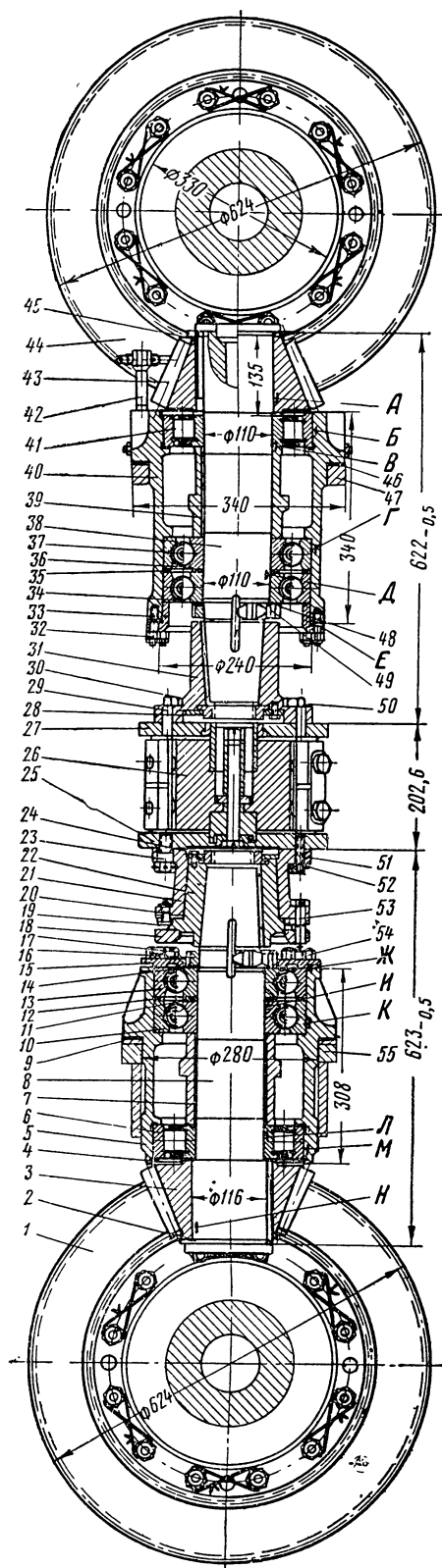


Рис. 34. Верхний корпус вертикальной передачи (обозначения см. на рис. 33 и 35). Внизу показано соединение контрольного зуба стопорной планки с конусной муфтой

Рис. 33. Вертикальная передача:

1, 44—конические шестерни большие; 2, 36, 45—регулирующие кольца; 3, 43—конические шестерни малые; 4—кольцо стопорное; 5—корпус нижний; 6, 41—подшипники роликовые; 7, 39—штулки распорные; 8—вал нижний; 9, 46—прокладки регулировочные; 10, 13, 34, 37—подшипники шариковые; 11—кольцо регулировочное (внутреннее); 12, 35—кольца проставочные; 14, 48, 52—стопорные шайбы; 15—фланец нажимной; 16, 28, 49—гайки; 17—угольник; 18—кольцо нажимное; 19—стопорная контрольная планка; 20—болт стопорной планки; 21 и 22—муфты конусные; 23, 30, 53—болты; 24—гайка круглая; 25, 27—фланцы муфты; 26—крестовина муфты; 29, 50, 51—конические штифты; 31—ступица; 32, 54—шпильки; 33—фланец нажимной; 38—вал верхний; 40—корпус верхний; 42—стойка; 47, 55—горизонтальные листы блока; А—Н—зазоры и натяги

Каждая большая шестерня обкатывается (притирается) со своей парной малой конической шестерней и составляет вместе с ней комплект, имеющий один номер, с указанием допускаемого бокового зазора (от наибольшей до наименьшей величины).

Материал малых конических шестерен 3 и 43 и предъявляемые к нему требования такие же, как и к материалу больших шестерен. Зубья шестерен цементируют.

Малые конические шестерни напрессовывают каждую на свой вал с натягом  $A$  и  $H$  (0,05—0,08 мм) до упора в регулировочное кольцо 2 или 45, которое в свою очередь упирается в бурт вала.

Валы 8 и 38 вертикальной передачи совершенно одинаковы. Биение цилиндрических и конических поверхностей относительно центров вала больше 0,02 мм не допускается. Для уменьшения веса валы сделаны пустотелыми; через отверстие верхнего вала внутрь муфты попадает смазочное масло.

Нижний вал вращается в одном роликовом 6 и двух шариковых подшипниках 10 и 13. Последние являются не только опорными, но и упорными. Валы устанавливают в корпуса до сборки последних на дизеле. Предварительно в корпус 5 вставляют наружную обойму роликового подшипника 6 с допуском  $M$  (0,016 мм). Для того чтобы предотвратить выпадание обоймы, в прорезь корпуса ставят разрезное пружинное стопорное кольцо 4. Внутренняя обойма подшипника посажена на вал с допуском  $L$  (0,015—0,05 мм). После установки в корпус 5 на внутреннюю обойму помещают распорную втулку 7 (предохраняемую от проворачивания шпонкой) и затем надевают шарикоподшипники 10 и 13.

Наружные обоймы подшипников 10 и 13 зажимают фланцем 15, при этом между торцами фланца и корпуса 5 должен быть зазор  $Ж$  не менее 0,1 мм. Внутренние кольца шарикоподшипников 10 и 13, а также роликоподшипники 6 через распорную втулку 7 зажимают гайкой 16. До установки в корпус проверяют зазор между наружными кольцами шарикоподшипников, необходимый для создания натяга. Для этого их устанавливают в приспособление и зажимают внутренние кольца вместе с поставленным между ними регулировочным кольцом 11. Затем нажимают на наружные кольца грузом 20 кг, при этом зазор между кольцами и проставочным кольцом 12 должен быть 0,03—0,05 мм. Если зазор больше этой величины, то его регулируют шлифовкой кольца 11.

Гайка 16 стальная восьмигранная со шлицами на трех соседних гранях, шплинтуется она специальной стопорной шайбой, имеющей два внутренних зуба и наружные лепестки. Оба внутренних зуба, загнутых под углом 90° к плоскости шайбы, входят в две специальные канавки, прорезанные в теле вала на цилиндрической и конусной поверхности его, а также на резьбе (перпендикулярно последней). После затяжки гайки 16 лепестки шайбы 14 загибают на грани. При этом один лепесток (а в новых дизелях два лепестка с противоположных сторон гайки) должен войти в прорезь гайки. Для предупреждения отвертывания гайки резьба на валу выполнена обратной его вращению, т. е. левой. На отдельных дизелях шплинтовка гаек выполнена штифтами, входящими в отверстия в гайке и в теле конусной муфты. На конусный конец вала ставят нажимное кольцо 18, надевают конусную муфту 22 и затягивают ее гайкой 24. Прилегание поверхностей муфты и вала проверяют по краске, оно должно составлять не менее 70% всей поверхности (допускается притирка).

С муфтой 22 соединяется конусная муфта 21. Конусные поверхности муфт 21 и 22 должны быть притерты так, чтобы при проверке по краске площадь прилегания их была не менее 90%. Конусная муфта 22 посажена на шпонке и затянута восьмигранной гайкой 24. Стопорят гайку 24 наружной планкой, притягиваемой к муфте 22 четырьмя болтами. Последние в свою очередь контрят попарно плоской планкой, отгибаемой на грани головок болтов. Муфта 21 связана с муфтой 22 только трением конусных поверхностей и стянута с ней при помощи нажимного кольца 18 восемью болтами 53, ввернутыми в нарезанные в кольце 18 отверстия. Соединение муфт 21 и 22 только трением обеспечивает возможность необходимой установки верхнего коленчатого вала относительно нижнего и, кроме того, является предохранительным, сигнализирующим о не-

Установка вала 38 с шестерней 43 в верхний корпус 40 аналогична установке нижнего вала в нижний корпус. Нижний корпус, как и верхний, отлит из чугуна, расточки выполнены с такими же допусками, которые обеспечивают посадочные натяги и зазоры, как и в нижнем корпусе. Поэтому величины  $A$ ,

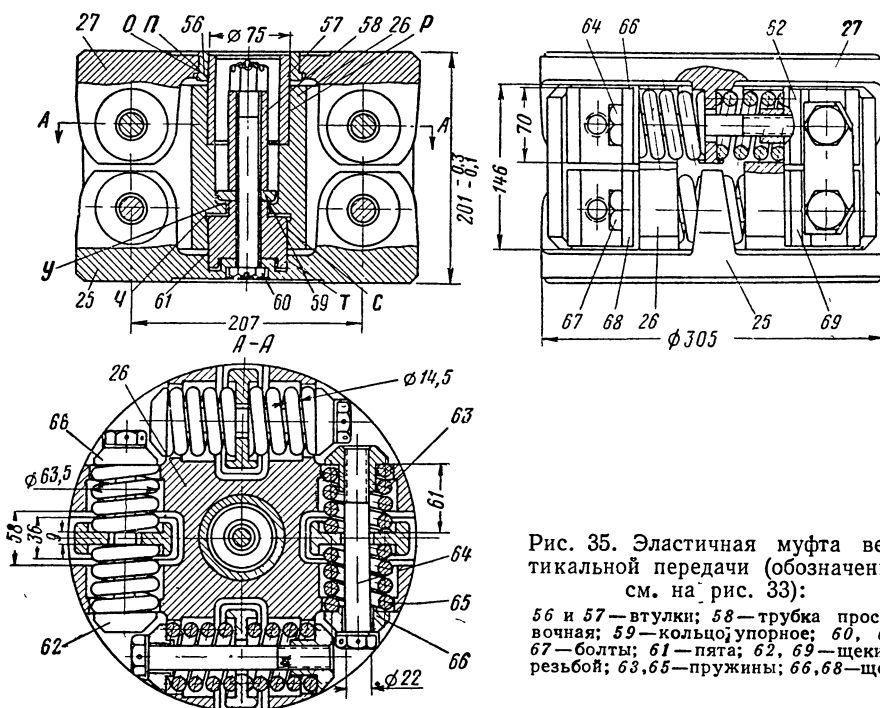


Рис. 35. Эластичная муфта вертикальной передачи (обозначения см. на рис. 33):

56 и 57—штулки; 58—трубка проставочная; 59—кольцо упорное; 60, 64, 67—болты; 61—пятя; 62, 69—щеки с резьбой; 63, 65—пружины; 66, 68—щеки

Фланец ступицы соединяют с фланцем 27 муфты восемью болтами 30, ввернутыми в нарезанные в нем отверстия. Точное положение фланцев одного относительно другого фиксируют четырьмя коническими штифтами 29, каждый из которых имеет нарезанный хвостовик несколько меньшего диаметра, служащий для выпрессовки штифта при разборке муфты. Конической частью штифт должен выступать не менее чем на 1 мм над фланцем ступицы. На хвостовики штифтов надевают стопорные шайбы 52, которые, кроме отверстий для хвостовика, имеют также по два отверстия большего диаметра для болтов 30. Последние, зажимая стопорные шайбы, удерживают штифты от выпадания.

Эластичная муфта (рис. 35 и 36) состоит из двух фланцев 25 и 27, выступы которых свободно входят в прорези крестовины 26. В выступах крестовины

проточены ступенчатые отверстия для пружин 63 и 65\*, упирающихся в выступы фланцев 25 и 27. Каждая пара пружин (с обеих сторон выступа фланца) соединена болтом 64 и двумя щеками 62 и 66, одна из которых (62) имеет нарезанное отверстие для болта. В рабочем положении болты затянуты до полного соприкосновения щек с выступами крестовины и их головки попарно закреплены шайбами. Щека, будучи прямоугольной формы, не может отвернуться, так как упирается в стенку крестовины. Боковые срезы каждой щеки позволяют свободно устанавливать их на место. Напряжение в пружине при передаче нормального крутящего момента составляет примерно  $4\ 200\ \text{кг/см}^2$ ; при посадке витка на виток напряжение возрастает до  $5\ 500\ \text{кг/см}^2$ .

В нижний фланец крестовины впрессована бронзовая пята 61 (с натягом 0,05—0,11 мм). В отверстие крестовины 26 пята входит цилиндрической частью с зазором С (0,18—0,25 мм). На пята опирается также бронзовое упорное кольцо 59, которое прижато к пята через проставочную трубку 58 болтом 60 и прошпленитованной корончатой гайкой. Между упорным кольцом 59 и буртом крестовины должен быть суммарный (на обе стороны) зазор Ч (1,0—1,48 мм), а между пятой и крестовиной — зазор У (0,18—0,22 мм).

В верхний фланец впрессована втулка 56 из бронзы, а в крестовину 26 — стальная втулка 57, между которыми устанавливается зазор О (0,18—0,25 мм). Собранная муфта должна иметь высоту (по фланцам)  $201_{-0,3}^{+0,1}$  мм.

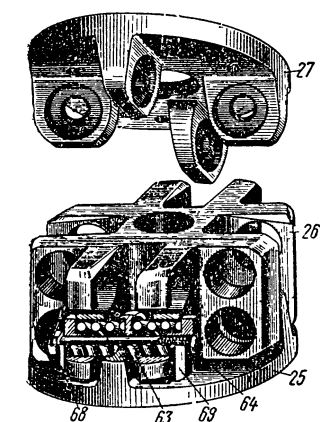


Рис. 36. Детали муфты (обозначения см. на рис. 33)

Крутящий момент от верхнего коленчатого вала нижнему передается через эластичную муфту следующим образом. Выступы верхнего фланца 27 нажимают на пружины 65 верхнего ряда, которые своими торцами передают усилие на щеки 66 и болты 64. Болты своим нарезанным концом тянут щеки 62, которые в свою очередь передают усилие на выступы крестовины 26. Последние перемещают щеки нижнего ряда, которые через болты 67 и щеки 69 с резьбой передают усилие пружинам нижнего ряда. Пружины, воздействуя на выступы нижнего фланца 25, передают крутящий момент на нижний цилиндрический вал вертикальной передачи и далее на нижний коленчатый вал.

При пуске крутящий момент будет передаваться от нижнего коленчатого вала к верхнему и, следовательно, вначале будет работать нижний ряд пружин, а затем верхний.

В эксплуатации встречаются неисправности и даже изломы отдельных элементов вертикальной передачи, причиной которых, как правило, являются неточности, допущенные при монтаже. Причиной излома пружин эластичной муфты обычно является перекося, допущенный при сборке и вызывающий повышенное напряжение пружин во время работы дизеля. Повышенное напряжение дополняется отрицательным влиянием трения пружин о стенки ступенчатых отверстий крестовины, возникающего при значительном перекося. Перекося может быть вызван неправильной центровкой муфты относительно нижнего и верхнего валов, допущенной при сборке, непараллельностью плоскости фланца ступицы 31 относительно фланца конусной муфты 21, непараллельностью фланцев 25 и 27, неравномерной затяжкой болтов пружин, а также неточностью изготовления пружин. Эти же причины могут вызвать ненормальный износ втулки 57 и пяты 61 и обрыв болтов 64, 67. В эксплуатации имеют место и изломы зубьев шестерен, вызываемые недопустимым ростом контактного давления на концах зубьев, что является обычно результатом нарушения зазоров между

\* Характеристики главнейших пружин узлов дизеля даны в табл. 4 на стр. 155.

зубьями. Нарушение зазоров в свою очередь является следствием смещения геометрической оси вертикальной передачи относительно осей коленчатых валов, а также неверно определенного расстояния от оси коленчатого вала до регулировочных колец 2 и 45 и неправильно выбранной толщины этих колец. Ослабление с последующим износом поверхностей, на которых посажены муфты, ступица, кольца подшипников передачи, вызывается недостаточным прилеганием конусных или цилиндрических сопрягающихся поверхностей этих деталей и слабым их креплением.

Конические шестерни и подшипники передачи смазываются маслом, поступающим под давлением из масляной магистрали дизеля.

Верхняя пара шестерен смазывается струей масла из носка стойки 42, к которой оно подается по трубке, связанной с верхним масляным коллектором. Стойка 42 имеет внутри канал и ввернута на резьбе в верхний фланец верхнего корпуса над внутренними каналами, просверленными в его теле и подводщими

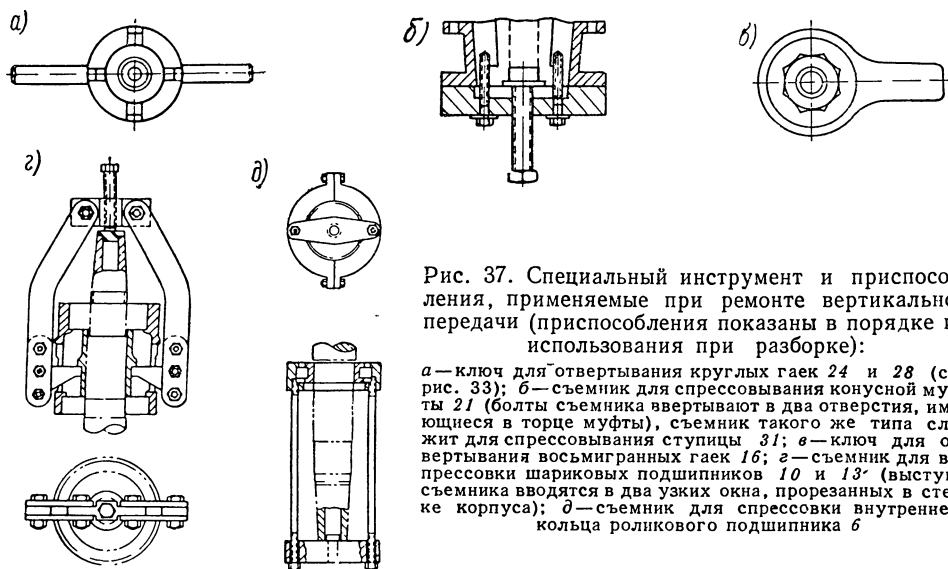


Рис. 37. Специальный инструмент и приспособления, применяемые при ремонте вертикальной передачи (приспособления показаны в порядке их использования при разборке):

а — ключ для отвертывания круглых гаек 24 и 28 (см. рис. 33); б — съемник для спрессовывания конусной муфты 21 (болты съемника ввертывают в два отверстия, имеющиеся в торце муфты), съемник такого же типа служит для спрессовывания ступицы 31; в — ключ для отвертывания восьмигранных гаек 16; г — съемник для выпрессовки шариковых подшипников 10 и 13 (выступы съемника вводятся в два узких окна, прорезанных в стенке корпуса); д — съемник для спрессовки внутреннего кольца роликового подшипника 6

масло к роликовым подшипникам с двух сторон корпуса. Смазав роликовый подшипник, масло сливается на шариковые подшипники в отсек вертикальной передачи и маслосборник рамы. Нижняя пара шестерен смазывается струей масла, выходящей из носка стойки, укрепленной на листе блока. К стойке масло подходит по трубке, присоединенной к нижнему масляному коллектору.

К шариковым подшипникам нижнего корпуса масло подводится через угольник 17, ввернутый в нажимной фланец (см. рис. 33). К угольнику масло поступает через трубочку с накидными гайками от вертикальной трубы масляной магистрали. Роликовый подшипник смазывается маслом, стекающим из шариковых подшипников.

Для того чтобы обеспечить проход смазки к пяте эластичной муфты, просверливают отверстия диаметром 8 мм в крестовине 26 (см. рис. 35 и 36).

Передачу можно осмотреть, сняв крышки боковых люков с обеих сторон отсека вертикальной передачи. Чтобы заменить несколько пружин при их поломке, нужно расшплинтовать и вывернуть болты и снять щеки. Пружину со стороны головки болта можно вынуть после удаления его и щеки; пружину же со стороны щеки с нарезкой можно извлечь, только вывернув болт соседних пружин, так как головка его не даст снять щеку, а следовательно, и пружину.

Если необходимо вынуть муфту, то предварительно устанавливают нижний коленчатый вал так, чтобы поршень первого цилиндра находился во внутренней мертвой точке (в. м. т.). Вывертывают болты 23 и 30, удаляют стопорные шайбы 52 и выпрессовывают затем конические штифты 29 и 51. Так как при полностью зажатых болтами пружинах крестовина и верхний фланец вслед-

ствие большой жесткости пружин как бы висят на них и муфта, имея небольшой размер по высоте, прижата к фланцам ступицы 31 и конусной муфты 21, то прежде чем сдвинуть муфту, полезно отпустить несколько болты, ослабив этим пружины и уменьшив высоту муфты.

На двух боковинах крестовины муфты имеются два нарезанных отверстия, в одно из которых ввертывают рым, а затем сдвигают муфту и выводят ее из отсека. Проворачивать коленчатые валы при удаленной муфте не следует, так как это вызовет нарушение их взаимной установки. При разборке и сборке муфты нужно помнить, что на фланцах ступицы и муфты, а также на верхней части крестовины нанесены вертикальные риски с пометками номера дизеля, номера комплекта и буквы Г («гора» — верх). Такие же риски с метками, но с буквой Д нанесены на нижних фланцах и крестовине.

Для того чтобы вынуть верхний корпус вертикальной передачи с валом, необходимо снять верхний коленчатый вал. Затем расшплинтовать и отвернуть четыре гайки шпилек крепления фланца верхнего корпуса к листу блока, отъединить маслопровод, ввернуть рым или скобу в нарезанные в торце вала отверстия и поднять талью или краном корпус в сборе.

Чтобы снять нижний корпус, надо отвернуть четыре гайки шпилек, крепящих фланец корпуса к листу блока, отъединить маслопровод, обвязать тросом корпус и поднять его вверх талью или краном. Перед подъемкой нужно снять конусные муфты 21 и 22. Нижний корпус можно вынуть и не удаляя предварительно верхний. Для этого надо снять эластичную муфту, спрессовать муфты 21 и 22 с нижнего вала и ступицу 31 с верхнего вала, расшплинтовать и снять четыре гайки крепления корпуса, отъединить маслопровод и, приподняв и наклонив нижний корпус, вывести его через люк из отсека. Корпуса разбирают в порядке, обратном сборке. Применяемый при этом специальный инструмент и приспособления показаны на рис. 37.

Для упрощения вертикальной передачи ведутся опытные работы по замене упругой муфты торсионным валом, достаточно упругим для смягчения жестких ударов.

#### АНТИВИБРАТОР

На конце нижнего коленчатого вала дизеля 2Д100 со стороны управления смонтирован маятниковый антивибратор 3 (см. рис. 12). Он предназначен для устранения опасных резонансных крутильных колебаний вала, которые при его отсутствии в дизеле 2Д100 могли бы достигать значительной величины. Что

такое крутильные колебания? Почему необходимо избегать резонанса?

Представим себе упругий стальной стержень (рис. 38), одним концом закрепленный в стене, на другом конце которого насажен маховик, поддерживаемый подшипником. Повернем маховик на некоторый угол, закрутив тем самым стержень, а затем отпустим его. Маховик начнет совершать колебательные движения под действием сил упругости материала стержня и сил инерции маховика.

В зависимости от массы маховика и жесткости стержня колебания будут происходить с определенной частотой и постепенно начнут затухать, т. е. угол, на который, качаясь, поворачивается маховик, будет постепенно уменьшаться из-за трения маховика о воздух, трения стержня в подшипнике, а также из-за внутримолекулярного трения в стержне. Хотя амплитуда колебаний будет уменьшаться, частота их останется постоянной. Такие колебания называются собственными, или свободными, крутильными колебаниями.

Что же такое частота колебаний? Это количество полных колебаний, совершаемых маховиком в единицу времени, обычно в минуту. Полное колебание — это отклонение маховика от одного крайнего положения в другое и снова

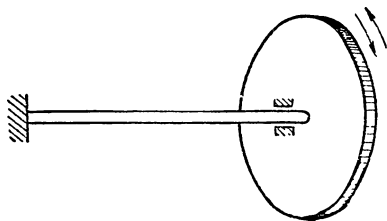


Рис. 38. Схема упругой системы с одной массой

в первоначальное положение; время, в течение которого маховик от одного крайнего положения переходит в другое крайнее положение и снова возвращается, называется периодом колебания.

Амплитудой колебания называется величина максимального углового отклонения маховика от его начального положения покоя при его повороте по направлению вращения или против движения часовой стрелки. Амплитуда представляет собой практически половину полного размаха (отклонения маховика) за время его полного колебания.

Чем больше масса маховика, тем ниже частота собственных колебаний, чем больше жесткость стержня, тем выше частота колебания, т. е. тем больше колебаний в единицу времени будет совершать маховик.

Что произойдет, если при колебаниях маховика его дополнительно подталкивать — прилагать силу касательно к его окружности (т. е. создавать некоторый крутящий момент)?

Если направление прикладываемой силы будет совпадать с направлением угловых колебаний маховика и по величине сила будет хотя небольшой, но превышающей силы сопротивления, то размахи колебаний (амплитуда) будут возрастать. При достаточной величине силы закрутка стержня может, наконец, достигнуть величины, опасной для его прочности.

Если силу прикладывать не синхронно качаниям маховика, то его колебания изменятся: частота колебаний будет равна частоте изменений прикладываемой силы или, вернее, частоте изменений крутящего момента. Такие колебания в отличие от свободных называются **вынужденными**. Если взять длинный вал, на котором через определенные промежутки насажены маховики, и повернуть последние, закрутив тем самым участки вала между маховиками, а затем отпустить, то получим сложные крутильные колебания такой упругой системы. Крутильные колебания при этом будут происходить с определенными частотами собственных колебаний. Число частот этих собственных колебаний будет на единицу меньше числа маховиков.

Коленчатый вал всякого дизеля можно представить себе состоящим из упругих участков, между которыми закреплены массы, представляющие собой кривошипы, движущиеся поршни и шатуны. Для большей аналогии можно предположить, что вал как бы закреплен в массе якоря генератора, значительно большей остальных масс. Вся эта упругая система при работе дизеля вращается и имеет вполне определенные частоты собственных крутильных колебаний.

Во время работы дизеля на коленчатый вал действуют усилия от газов, инерционных сил движущихся частей и т. п. Воздействия эти регулярно повторяются в определенной последовательности и с частотой, пропорциональной числу оборотов коленчатого вала. Следовательно, во время работы вал, вращаясь, совершает также и вынужденные крутильные колебания. При этом могут возникать на некоторых числах оборотов такие условия, при которых частота вынужденных колебаний совпадает с частотой собственных колебаний вала. Такое состояние называется **резонансом**, а число оборотов вала, при котором возникает резонанс, называется **критическим**. Работа при критическом числе оборотов опасна для дизеля, так как при этом возрастают напряжения в валу, усиливается износ деталей, возникает тряска дизеля. В наиболее тяжелых случаях может произойти поломка вала.

Чтобы избежать резонанса, валы делают возможно более жесткими, а детали поршневой группы более легкими, повышая частоту собственных колебаний с тем, чтобы резонанс не возникал в зоне рабочих чисел оборотов дизеля.

Однако вал дизеля 2Д100 вследствие большого числа колен сделать достаточно жестким невозможно и при работе дизеля могли бы возникнуть опасные резонансные колебания третьего, четвертого, шестого и седьмого порядка (порядком колебания называют кратность частоты колебания по отношению к числу оборотов вала, при котором колебания имеют место, т. е. порядок показывает, во сколько раз частота колебания больше числа оборотов вала).

Для гашения резонансных крутильных колебаний вала в дизелях применяют демпферы сухого трения, гидравлические демпферы, а также маятниковые

антивибраторы, которые обычно устанавливают на свободном конце вала, где, как правило, амплитуда крутильных колебаний максимальная.

В дизеле 2Д100 применен маятниковый динамический антивибратор (рис. 39 и 40). Принципиально антивибратор состоит из системы нескольких грузов, каждый из которых свободно соединен с валом (точнее, со ступицей антивибратора) при помощи двух роликов-пальцев 2 (рис. 41).

При отсутствии крутильных колебаний центробежная сила, возникающая от массы груза 4, приложенная в его центре тяжести, направлена по радиусу фланца 5 ступицы антивибратора. Груз 4 находится в наиболее удаленном от оси

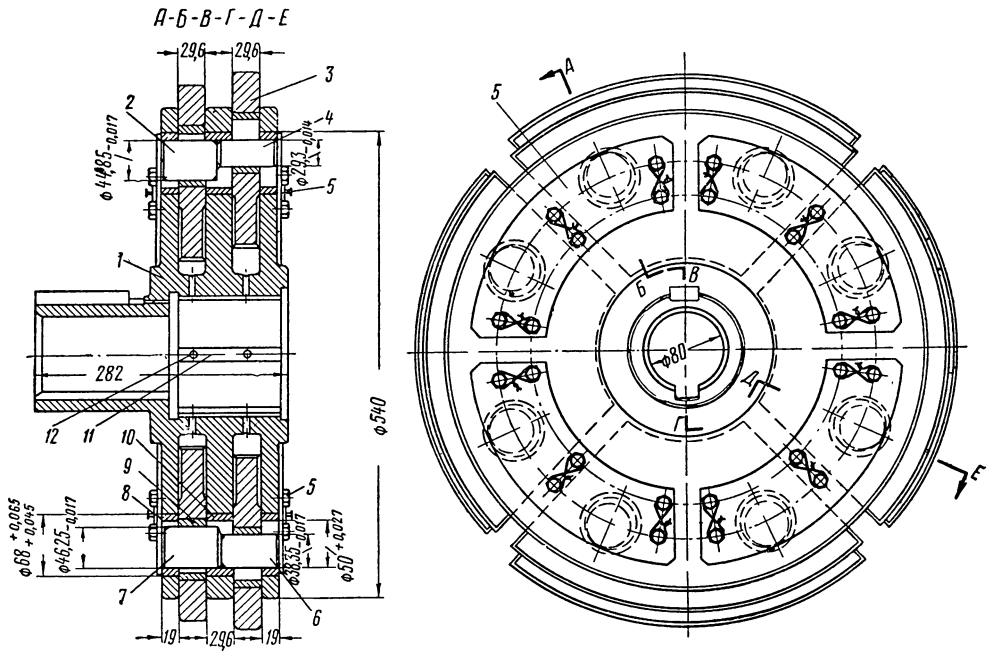


Рис. 39. Маятниковый антивибратор:

1 — ступица антивибратора; 2 — палец груза шестого порядка; 3 — груз; 4 — палец груза третьего порядка; 5 — стопорная планка; 6 — палец груза четвертого порядка; 7 — палец груза седьмого порядка; 8, 10 — втулки отверстия ступицы; 9 — втулка отверстия груза; 11 — канавка; 12 — радиальное отверстие

Номер детали (см. рис. 39)	Материал	Твердость
1	Сталь 45ХН	—
8, 9, 10	Сталь ШХ15	HRC54—65
2, 4, 6, 7	Сталь 20Х	HRC54—83
3	Сталь 40	HRC54—83

вала положении (положение I на рис. 41). При появлении крутильных колебаний груз 4 начинает смещаться относительно оси, проходящей между двумя отверстиями во фланце, то в одну, то в другую сторону и качается подобно маятнику.

Для представления о работе маятникового антивибратора рассмотрим очень упрощенно положение груза 4 и пальцев 2 за время одного колебания. Положим, вращение вала ускорилось. Груз под действием силы инерции стремится сохранять скорость вращения и, следовательно, будет отставать от вала (положение II), препятствуя его закручиванию.

Вращение вала замедлилось. В этом случае груз, стремясь сохранить скорость вращения, отклонится в противоположном направлении (положение III) и будет препятствовать закручиванию вала в другую сторону. Следует



помнить, что описанное действие груза будет происходить в чрезвычайно короткий промежуток времени.

Если рассматривать работу маятникового антивибратора более строго, то его воздействие можно представить в виде влияния дополнительной массы,

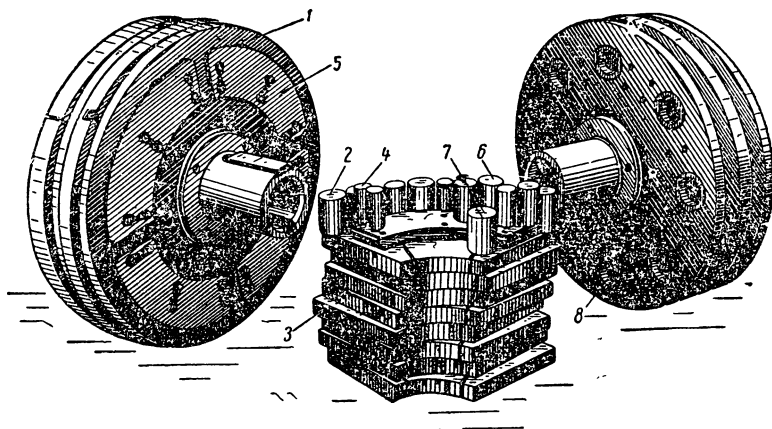


Рис. 40. Общий вид антивибратора и его деталей

присоединяемой к основной системе с помощью упругого валика. Это изменяет частоту собственных колебаний системы в момент наступления резонанса и, если частота собственных колебаний антивибратора равна частоте опасной гармоники, то резонанс устраняется. Крутящий момент дизеля может быть представлен состоящим из нескольких периодически повторяющихся (гармонических) составляющих моментов. Основной считают составляющую крутящего (возмущающего) момента с частотой, равной числу оборотов вала дизеля в единицу времени. Эту составляющую принято называть основной первой гармоникой. Составляющая с частотой возмущающей силы, равной удвоенному числу оборотов коленчатого вала, называется гармоникой второго порядка; утроенному числу оборотов—гармоникой третьего порядка и т. д.

Величина возможных отклонений груза и расстояние его центра тяжести от оси качания зависят от диаметра отверстий 1 и 3 и диаметра пальца 2. Соответствующий подбор этих размеров позволяет настраивать груз антивибратора на гашение крутильных колебаний выбранного порядка.

В антивибраторе дизеля 2Д100 все отверстия имеют одинаковый диаметр, одинаковы и все восемь грузов. Диаметры пальцев различны. Так как необходимо гасить колебания четырех порядков, то всего имеется четыре типа пальцев (по четыре пальца одинакового размера).

Применение антивибратора позволило практически исключить резонансные колебания в зоне рабочего числа оборотов дизеля. Для нижнего вала резонанс существует лишь при 330 об/мин, т. е. ниже минимального рабочего числа оборотов; для верхнего вала до 850 об/мин резонанса не наблюдается.

Конструктивно антивибратор устроен следующим образом.

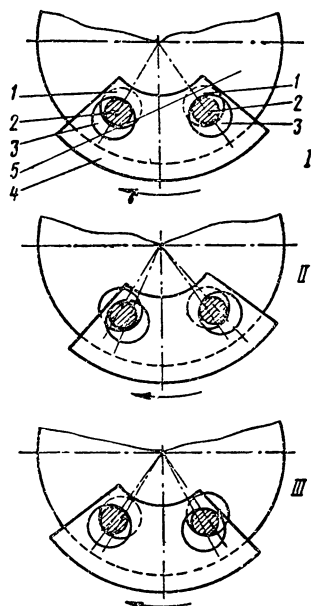


Рис. 41. Схема колебаний груза антивибратора:

I—положение груза антивибратора при работе вала без крутильных колебаний; II—положение груза при ускорении вала вследствие крутильных колебаний в течение одного колебания; III—положение груза при замедлении вала вследствие крутильных колебаний (в течение этого же колебания); 1 и 3—отверстия; 2—пальцы; 4—груз; 5—фланец ступицы

Ступица антивибратора 1 (см. рис. 39), изготовленная из стали, напрессована на конец вала так, что бурт ее вплотную упирается в торцовую часть первой шейки коленчатого вала. Ступица посажена на шпонке. В теле ступицы проточены два кольцевых ручья, в каждый из которых входят по четыре груза 3. Грузы подвешены в кольцевых ручьях при помощи пальцев 2, 4, 6 и 7 и стальных втулок 8, 9 и 10, запрессованных в грузы и ступицу, причем пальцы одинакового размера устанавливают диаметрально противоположно (попарно). Втулки подвергают термообработке; рабочие поверхности шлифуют и полируют. Запрессовывают втулки с натягом 0,015—0,065 мм. Пальцы изготовлены из стали, цементованы кругом на глубину 1—1,3 мм и имеют полированную поверхность. Размеры по длине должны обеспечивать суммарный осевой разбег каждой пары пальцев в пределах 0,22—1,1 мм. Осевые перемещения пальцев с обеих сторон ступицы ограничивают стопорные планки 5, каждая из которых удерживает два пальца двух смежных грузов.

Браковочный осевой разбег пальцев в эксплуатации — более 1,2 мм и менее 0,2 мм. Износ втулок, ступицы и односторонний износ пальцев (по диаметру) — более 0,1 мм.

Грузы 3 одинакового размера и веса имеют в ручьях ступицы осевое перемещение в пределах 0,4—1,0 мм. Вес груза строго выдерживается равным  $10,34 \pm 0,05$  кг. С обеих сторон на боковой поверхности грузов прорезаны канавки глубиной 3,5 мм, идущие из центра по радиусам к отверстиям для пальцев, но не доходящие до этих отверстий. По этим канавкам проходит масло для смазки грузов и пальцев. Масло поступает по радиальным отверстиям 12 и канавкам 11, прорезанным внутри отверстия ступицы, из масляного отверстия, просверленного в торце первой шейки коленчатого вала (см. рис. 30, в). Из этого отверстия масло попадает в кольцевую полость, образованную кольцевой проточкой в ступице, а затем в канавки, одна из которых проходит под шпонкой. Часть масла по отверстию, просверленному в торце ступицы над шпоночной канавкой ее цапфы, поступает для смазки эластичного привода насосов и регулятора. Смазка антивибратора имеет большое значение, так как износ втулок и пальцев вызывает заметное ухудшение его работы.

При сборке антивибратора следует обращать внимание на правильную установку пальцев в ступицу, для чего на цилиндрической части ступицы около отверстия набиты цифры, соответствующие порядку колебаний, гасимых данным грузом (т. е. 3, 4, 6 или 7), а на торцах пальцев эти же цифры с индексом дизеля нанесены электрографом.

Некачественная сборка антивибратора может привести к повышенному износу втулок и пальцев, а также к ослаблению втулок, запрессованных в ступицу или грузы. Имелись и аварийные случаи (непосредственно не относящиеся к антивибратору, но связанные с ним) излома по галтелям хвостовика коленчатого вала, на котором посажен антивибратор, и шпоночному пазу из-за ослабления ступицы. С увеличением диаметра хвостовика и радиуса галтели на новых валах эти случаи значительно сократились.

## ШАТУНЫ

Шатуны соединяют коленчатые валы с поршнями, передают от них на коленчатые валы усилия, воспринимаемые в цилиндрах, и, кроме того, превращают возвратно-поступательное движение каждого поршня во вращательное движение коленчатого вала. Кроме усилий от газов или от сжимаемого в цилиндре воздуха, стремящихся согнуть (сжать) шатун, на последний действуют силы инерции, которые попеременно то сжимают, то растягивают его. Растягивающие инерционные усилия стремятся оборвать шатунные болты, которыми нижняя головка стянута с крышкой (в двухтактном дизеле растягивающим инерционным усилием противодействуют в течение обоих тактов последовательно усилия сжимаемого в цилиндре воздуха и газов). Разрывающие усилия могут возникнуть также в том случае, если поршень начнет «заедать» в цилиндре. Обрыв болтов, как правило, ведет к очень серьезной аварии дизеля, по-

этому шатуны и болты изготавливают из стали повышенного качества и к ним предъявляют особо строгие требования.

Для изготовления нижнего и верхнего шатунов и их крышек (рис. 42 и 43) применяют качественную сталь, улучшенную термообработкой. Шатун нижнего

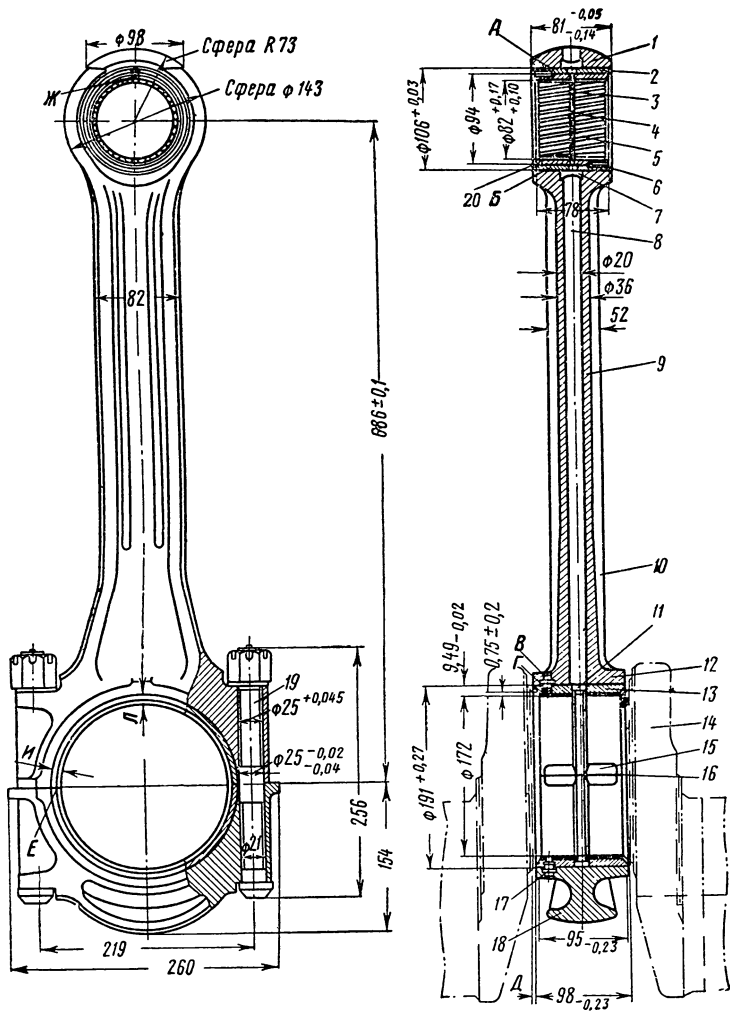


Рис. 42. Нижний шатун:

1 — верхняя головка шатуна; 2 — стальная втулка; 3 — радиальные отверстия; 4 — канавки продольные наклонные; 5 — кольцевая канавка; 6 — стопорный штифт; 7 — кольцевая канавка; 8 — канал в стержне; 9 — стержень шатуна; 10 — полка стержня; 11 — отверстие во вкладыше; 12 — нижняя головка шатуна; 13 — вкладыш; 14 — щека вала; 15 — холодильник; 16 — торцы вкладышей; 17 — стопорный штифт; 18 — крышка; 19 — болт; 20 — бронзовая втулка; А — Ж — зазоры и натяги; И, Л — толщина вкладыша (в сопряженных деталях даны размеры отверстия)

Номер детали (см. рис. 42)	Материал	Твердость	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм номинальный
1, 9, 12	Сталь 40ХФА	НВ269—302	А	0,01—0,06	—
18	сталь 50ХФА)	—	Б	0,05—0,12	—
2	Сталь 40	—	В	0,005—0,05	—
6	Бр. ОС 8-12	НВ65	Г	—	0,5—1,22
13	Бронза ОЦС3-12-5	НВ65	Д	—	Не менее 2,5 мм
19	Сталь 18Х2Н4ВА	НВ269—321	Е	0,08—0,012	—
			Ж	0,023	0,003

коленчатого вала состоит из двух частей: стержня 9 с верхней поршневой головкой 1 и половиной кривошипной (нижней) головки 12 и крышки 18 кривошипной головки.

Поршневая головка шатуна имеет сферическую форму, причем по диаметру 98 мм поверхность головки полируют и проверяют по эталону. В отверстие поршневой головки запрессовывают (с натягом А, равным 0,01—0,06 мм) стальную втулку 2, в которую перед постановкой в шатун предварительно была запрессована с натягом Б (0,05—0,12 мм) бронзовая втулка 20. С обеих сторон между втулками 2 и 20 просверлены два несквозных отверстия, в которые поставлены стопорные штифты 6 (с допуском Ж — натяг 0,023 мм, зазор 0,003 мм). На эксплуатируемых тепловозах проверяется стальная втулка с заливкой бронзы слоем значительно меньшей толщины, чем бронзовая втулка 20.

Для подвода масла к поршневому пальцу во втулке (внутренней и наружной) просверлены радиальные отверстия, выходящие во внутреннюю кольцевую канавку бронзовой втулки 20. По всей внутренней поверхности прорезаны наклонные поперечные канавки глубиной 0,5 мм.

Внутренняя цилиндрическая поверхность бронзовой втулки после выполнения поперечных канавок подвергается алмазной расточке для удаления заусенцев на кромках канавок. Для предупреждения чрезмерной утечки масла через эти канавки с торцов поршневой головки на палец 21 (см. рис. 43) надевали ограничительные кольца; с середины 1959 г. в поршнях со вставками без плит исключены также и кольца (за счет увеличения ширины вставки). Суммарный осевой зазор (разбег на обе стороны) во вставке поршня должен быть в пределах 0,35—0,67 мм при браковочном зазоре в эксплуатации, не большем 0,95 мм.

В радиальные отверстия во втулке 2 масло поступает из кольцевой канавки 5, в которую оно попадает из сквозного канала 8. В поршневой головке в верхней части имеется отверстие, через которое масло проходит в полость охлаждения поршня.

Канавка 5 в головке обеспечивает поступление масла к поршневому пальцу и на охлаждение поршня даже в том случае, если втулка по какой-либо

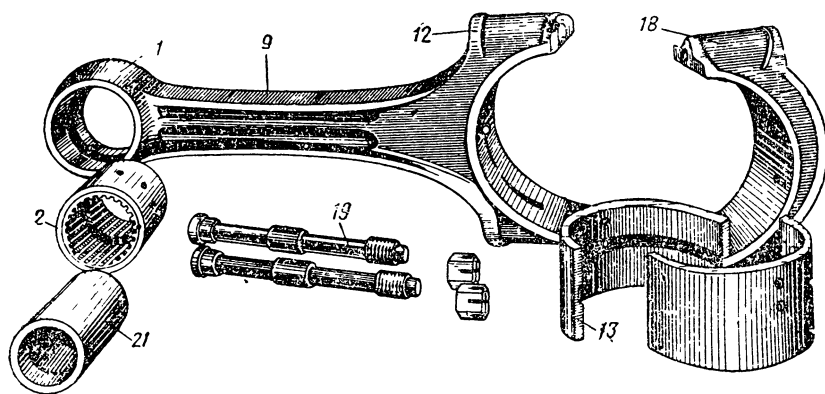


Рис. 43. Детали шатуна (обозначения см. на рис. 42):  
21 — поршневой палец

причине провернется в головке. Зазор между поршневым пальцем и головной втулкой («на масло») должен быть 0,12—0,16 мм; предельный допустимый зазор 0,37 мм.

Нижняя (кривошипная) головка шатуна охватывает вкладыши подшипника (рис. 44), которые, как и вкладыши коренных подшипников, выполнены из бронзы и залиты баббитом БК2. Толщина слоя заливки  $0,75 \pm 0,2$  мм и после окончательной обработки внутренней поверхности должна быть не менее 0,5 мм. При этом разность в толщине вкладыша по ширине его, измеряемой по образу-

ющей цилиндрической поверхности в плоскостях измерений величин  $I$  и  $L$ , не должна превышать 0,015 мм.

Внутреннюю поверхность баббитового слоя растачивают из смещенного центра; разность толщины вкладыша по размеру  $L$  и  $H$  не должна превышать 0,08—0,11 мм. Величину  $H$  условного натяга вкладыша (см. «Коренные подшипники» стр. 33) нужно измерять в приспособлении — калибре, при этом один торец вкладыша должен упираться в выступ калибра на высоте 95,5 мм,

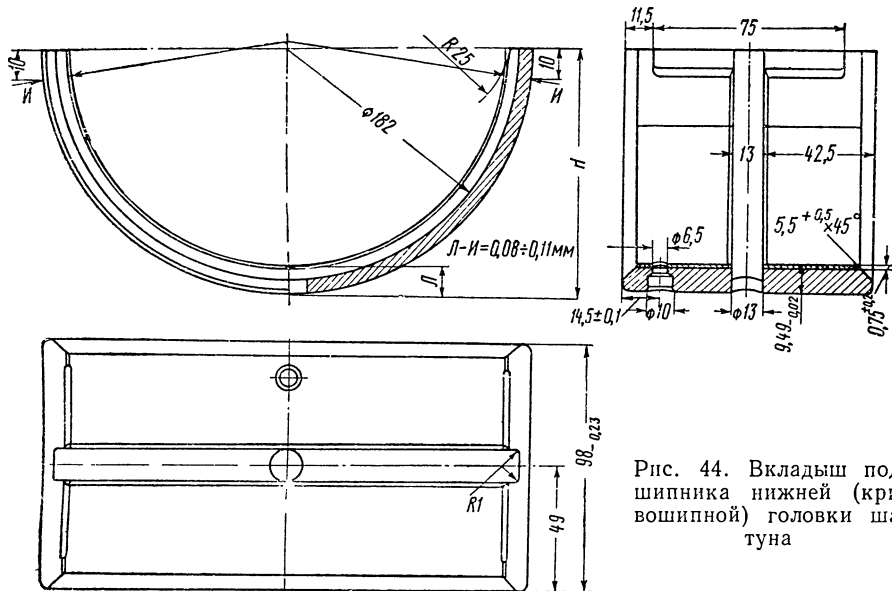


Рис. 44. Вкладыш под-  
шипника нижней (кри-  
вошипной) головки ша-  
туна

а второй при нагружении его силой 1 400 кГ должен превышать торец калибра, имеющий высоту 95,5 мм, на величину 0,06—0,04 мм (величину натяга). Натяг на оба вкладыша ( $E$  на рис. 42) составляет 0,08—0,12 мм.

На внешней цилиндрической поверхности каждого вкладыша имеется ступенчатое цилиндрическое отверстие диаметром 10 и 6,5 мм, в которое с зазором  $\Gamma$  (0,5—1,22 мм) входит стопорный штифт 17 (см. рис. 42). В отверстия диаметром 6 мм верхней половины кривошипной головки и крышки этой головки штифты посажены с натягом  $B$  (0,005—0,05 мм).

Для более плотного прилегания вкладыша к внутренней поверхности шатунных головок наружный диаметр вкладыша делается на 1,3 мм больше диаметра расточки шатунной головки (наружный диаметр 191,8 мм). Так как вкладыши имеют сравнительно небольшую толщину (9,49<sub>-0,02</sub> мм), то при креплении крышки болтами к телу шатуна вкладыши обжимаются (деформируются) в основном вблизи торцов — у «усов», плотно прижимаясь к внутренней поверхности шатунной головки. Надежность крепления болтов (гаек) проверяют по отсутствию зазора в стыке крышки с шатуном (шуп толщиной 0,03 мм не должен проходить). В связи с тем, что на внутренней поверхности вкладышей над отверстием стопорного штифта 17 и около него в работе наблюдается разрушение баббита, проводят опытные работы по устранению этого явления. В эксплуатации проверялись вкладыши, у которых отверстие для штифта не сквозное, но глубина его уменьшена, вкладыши без отверстия под штифт — фиксация вкладыша в этом случае осуществляется штифтом, который входит в центральное масляное отверстие нерабочего вкладыша и в отверстие в крышке шатуна. Хорошие результаты показывают вкладыши, толщина заливки баббита у которых уменьшена до  $0,5 \pm 0,15$  мм.

Зазор «на масло» между шейкой вала и вкладышами (суммарный) 0,12—0,21 мм (браковочный в эксплуатации 0,37 мм), допускаемая разница зазоров при измерении с обеих сторон подшипника — не более 0,05 мм. Сум-

марный осевой зазор  $D$  (разбег на обе стороны) между щеками кривошипа и торцами подшипника должен быть не менее 2,5 мм.

Крышка кривошипной головки шатуна штампованная. Прилегание вкладышей к головке и крышке в сборе по краске должно быть равномерным и не меньшим 60% поверхности каждого вкладыша; прилегание торца 16 крышки к торцам головки стержня шатуна не менее 85% площади этих торцов.

Эти условия имеют большое значение для надежной работы вкладышей, так как в эксплуатации наблюдается их преждевременный выход из строя главным образом из-за повреждения баббитовой заливки. Выход из строя вкладышей может произойти из-за смещения их при недостаточном натяге в разъемной головке шатуна, вследствие чего стенки отверстия для стопорного штифта 17 сминаются и вкладыши проворачиваются, перекрывая масляный канал 8 в теле шатуна. Это может вызвать серьезную аварию, так как подача масла к поршню прекратится, что повлечет за собой прекращение охлаждения головки поршня и смазки пальца и головной втулки шатуна. Существенное влияние на длительную службу вкладышей оказывает применение соответствующего масла с сохранением в процессе эксплуатации его параметров в пределах установленных величин. Такое же значение имеет нормальное давление масла. Штифты в головке шатуна и крышке устанавливают с одной стороны и при сборке шатуна с поршнем они должны находиться со стороны сливного патрубка поршня. Шатунные болты 19 изготовлены из легированной стали и после окончательной обработки проверены на магнитном дефектоскопе; не допускаются волосовины, трещины и другие металлургические дефекты.

Средняя часть болта (на диаметре 25 мм) должна входить в отверстия головки и крышки шатуна с зазором 0,02—0,085 мм. Головка болта срезана с одной стороны и этим срезом упирается в плоский выступ крышки шатуна, вследствие чего поворачивание болта невозможно. Над резьбой в стержне болта просверлены перпендикулярно друг другу два отверстия диаметром 4 мм для шплинта. Так как корончатая гайка имеет три сквозных отверстия, то при повороте ее на 15° одно из этих отверстий обязательно совпадает с отверстием болта.

Верхний и нижний шатуны отличаются друг от друга длиной между центрами поршневой и шатунных головок, которая у верхнего шатуна составляет  $584,2 \pm 0,1$  мм, и диаметром сквозного отверстия в стержне. У нижнего шатуна диаметр отверстия больше, чем у верхнего, это вызвано необходимостью подать к нижнему термически более нагруженному поршню больше масла для охлаждения, чем к верхнему, который, будучи менее нагруженным, в то же время дополнительно охлаждается свежим продувочным воздухом.

Болты и гайки должны устанавливаться только комплектно, для чего они маркированы попарно; кроме того, на болт и гайку нанесены метки взаимного положения этих деталей после окончательной затяжки.

В процессе опытной эксплуатации было обнаружено, что масло поступает на охлаждение поршней недостаточно равномерно и в меньшем, чем нужно, количестве. Как выяснилось, это является результатом того, что при большом числе оборотов сила инерции столба масла, заключенного в шатуне, в те периоды, когда эти силы направлены к валу (а не к поршню), превышает давление, создаваемое масляным насосом дизеля, и масло не поступает к поршню. Поэтому в шатунную головку дизелей в 1959 г. устанавливали пластинчатый невозвратный клапан, препятствовавший обратному движению масла в указанные выше периоды.

Охлаждение поршней несколько улучшилось, но ухудшились условия работы шатунных подшипников. Поэтому в 1961 г. клапаны прекратили ставить, а на уже выпущенных дизелях снимают. Необходимо при этом обязательно ставить пробку (с отверстием, диаметр которого равен диаметру отверстия в стержне шатуна) с тем, чтобы исключить вредное влияние большого объема, который образуется без пробки и может вредно отразиться на равномерности подачи масла. Чтобы улучшить условия работы поршней, а также повысить давление масла и обеспечить надежность смазки подшипников, был разработан

масляный насос повышенной производительности ( $120 \text{ м}^3/\text{ч}$ ), применен раздельный (параллельный) подвод масла в нижний и верхний коллекторы. На повышение надежности подшипников направлены работы по применению цельнолитых алюминиевых вкладышей (из сплава АЛ-9), биметаллических вкладышей (с нанесением алюминия на сталь), а также проверка работы бесканавочных вкладышей (см. стр. 35).

## ПОРШНИ

Одним из наиболее напряженных узлов дизеля 2Д100 является поршень. Он непосредственно воспринимает нагрузку от газов горящего топлива, действующих на него с давлением до  $90\text{--}100 \text{ кг/см}^2$ , при температуре этих газов, достигающей во время горения более полутора тысяч градусов. Поршень перемещается возвратно-поступательно в цилиндре со средней скоростью  $7,2 \text{ м/сек}$ , передавая на шатун усилие  $30 \text{ т}$ , и в то же время он должен обеспечивать такую герметичность рабочей полости цилиндра, чтобы вначале воздух, сжимаемый в камере сжатия, а затем и газы не могли прорваться в картер через зазор между поршнем и гильзой цилиндра. Верхняя часть поршня (головка), соприкасающаяся с газами, сильно нагревается и если ее не охлаждать, то смазочное масло будет коксоваться, препятствуя свободному перемещению уплотнительных колец, а головка может настолько расшириться, что поршень заклинит в цилиндре. Поэтому чугунный поршень дизеля 2Д100 охлаждается маслом, постоянно циркулирующим в его внутренних каналах и полости.

Для уплотнения камеры сжатия (сгорания) служат уплотнительные кольца. Средний диаметр кольца в свободном состоянии больше диаметра цилиндра. Разрезное кольцо сжимается при постановке в цилиндр, принимая вместе с поршнем круглую форму, и за счет упругих свойств материала и давления газов плотно прилегает к цилиндрической рабочей поверхности гильзы во время перемещения поршня. Камера сжатия образуется стенками средней части гильзы и днищами верхнего и нижнего поршней. Поэтому днищу поршня придают такую форму, при которой обеспечивалось бы лучшее перемешивание топлива, впрыскиваемого в камеру, со сжимаемым в ней воздухом, и наиболее эффективно протекал рабочий процесс.

На дизелях 2Д100, находящихся в эксплуатации, установлены поршни типа 14В основного варианта, выпускаемого заводом со второй половины 1959 г. Поршней первого варианта с опорной плитой и ограничительными кольцами практически уже нет. Рассмотрим конструкцию поршня основного варианта.

Поршень составной (рис. 45); он имеет собственно поршень 8 (без отверстий и бобышек для крепления поршневого пальца), вставку 14, в которой закреплен поршневой палец 15, регулировочные прокладки 9, уплотнительную ползушку 3 с пружиной 4, сливной патрубком 20 и шпильки 1.

Собственно поршень 8 представляет собой цилиндрический стакан, отлитый из специального чугуна. Сферическая поверхность камеры сжатия 2 и цилиндрическая головка поршня до первого уплотнительного кольца 10 покрыты слоем хрома толщиной  $0,03\text{--}0,05 \text{ мм}$ . В цилиндрической поверхности стакана проточено семь ручьев для четырех уплотнительных (компрессионных) 10 и 12 и трех маслосрезающих 17 и 19 колец. Размеры ручьев с допусками указаны на рис. 45 (разрез по  $a\text{--}a$ ).

Так как головка поршня работает в зоне высоких температур, то расширяется она значительно больше, чем тронковая часть (юбка поршня), служащая направляющим ползуном. Поэтому головка делается меньшего диаметра, чем тронковая часть, и поршень состоит как бы из двух конусов, следующих один за другим. Дополнительно цилиндрическая часть с обеих сторон сверху головки на дуге длиной около  $90 \text{ мм}$  и на высоте  $20 \text{ мм}$  сошлифована постепенно вниз. Глубина сошлифованного материала  $1\text{--}0,18 \text{ мм}$  в верхней части. Середина каждой дуги совпадает с центром выемки 26 для прохода струй топлива.

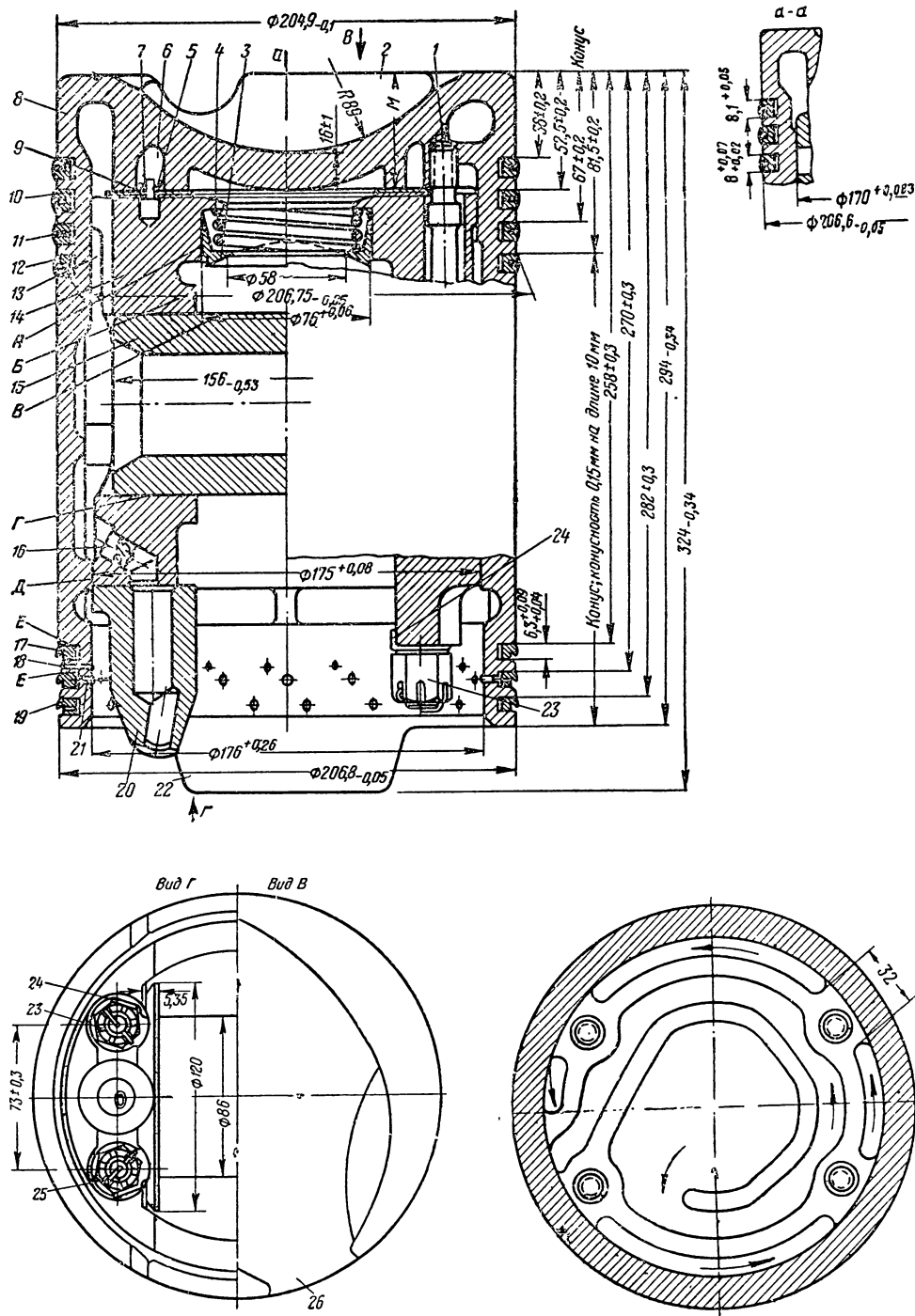


Рис. 45. Нижний поршень:

1—шпилька; 2—сферическая камера сжатия в головке поршня; 3—уплотнительная ползушка; 4—пружина ползушки; 5—отрезок проволоки в штифте; 6—спиральный канал в днище поршня; 7—направляющий штифт прокладок; 8—поршень; 9—регулирующие прокладки; 10 и 12—уплотнительные (компрессионные) кольца; 11—бронзовый поясок кольца; 13—паз; 14—вставка поршня; 15—поршневой палец; 16—отверстие во вставке для слива масла; 17, 19—маслосрезающие кольца; 18—отверстие для прохода масла; 20—сливной патрубок; 21—отверстие; 22—козырек поршня; 23—корончатая гайка; 24—замковая шайба; 25—шпилька; 26—выемка для прохода струй топлива; А—Е—зазоры и натяги; М—установочный размер



Под нижней кромкой кольца 17 в стенке поршня просверлены отверстия для протекания масла, срезаемого кольцом при ходе поршня вниз. Такие же отверстия, но прорезанные внутри ручьев, имеются в канавках двух нижних маслосрезающих колец 19.

После окончательной обработки наружные поверхности поршня покрывают слоем полуды толщиной 0,02—0,03 мм, улучшающей приработку поршня к гильзе цилиндра и устраняющей при этом возможность задиров. Горизонтальные поверхности ручьев для колец полудой не покрывают. Внутренняя поверхность днища имеет отлитые спиральные канавки (см. сечение на рис. 45 внизу справа), служащие для прохода охлаждающего масла. Торцовая часть приливов проверяется контрольной плитой по краске. К поверхности днища через регулировочные прокладки 9 прилегал вставка 14, закрепляемая гайками 23 шпилек 1.

Вставка поршня (рис. 46) отлита из чугуна. Через вставку пропущены шпильки 1, которыми она соединена со стаканом поршня таким образом, что стержни их входят в выточки поршневого пальца, не давая ему провернуться во время работы.

В торцовой поверхности вставки просверлены отверстия, в которые впрессованы направляющие штифты 7. После того как на них будут надеты регулировочные прокладки 9 необходимой толщины, в отверстия хвостовиков штифтов ставят отрезки 5 проволоки, которые затем отгибают, связывая тем самым вставку с прокладками.

Вставка имеет боковой паз 13 и отверстие 16, через которое масло, пройдя по каналам днища поршня и охладив его, сливается в картер.

Палец 15 (см. рис. 45) устанавливают в отверстия вставки с допуском Г (натяг 0,02 мм, зазор 0,065 мм). Допуск измеряют при незатянутых шпильках, так как вставка имеет разрезы в бобышках, охватывающих палец, и при затяжке шпилек бобышки плотно зажмут его.

В верхнюю (для нижнего поршня) часть вставки входит с зазором А, равным 0,20—0,26 мм, уплотнительная алюминиевая ползушка 3. Нижней своей частью, имеющей сферическую вогнутую поверхность, она скользит по сферической поверхности поршневой головки шатуна при качаниях последнего,

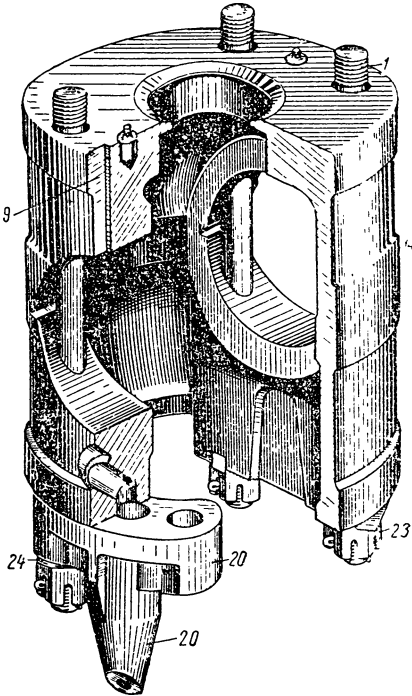


Рис. 46. Вставка поршня (обозначения см. на рис. 45)

Номер детали (см. рис. 45)	Материал	Твердость	Обозначение натяга или зазора	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
3	Алюминиевый сплав ПС-12	—	А	0,20—0,26	0,40
4	Проволока ОВС-5	—	Б	0,35—0,67	0,95
8	Специальный чугун	HB96—241	В	0,12—0,16	0,37
10, 12, 17, 19	То же	HB94—104	Г	0,065 (или натяг 0,02)	0,12
14	Чугун СЧ2-40	—	Д	0,05—0,17	0,35
15	Сталь 12ХНЗА	HRC58—62	Е	0,07—0,16	0,25

будучи прижата к нему пружиной 4. Пружина упирается одним торцом в борт ползушки, а другим в борт вставки.

Вставку соединяют поршневым пальцем с головкой шатуна перед постановкой ее в стакан поршня с суммарным разбегом  $B$  ( $0,35—0,67$  мм) на обе стороны и диаметральный зазором  $B$  ( $0,12—0,16$  мм) между пальцем и головной втулкой.

Нижним поясом вставка входит во внутреннюю расточку стакана с зазором  $D$  ( $0,05—0,17$  мм), уплотняя внутреннюю полость, образованную вставкой и стаканом, в которую поступает масло из полости охлаждения головки. К нижней части вставки (со стороны генератора для нижнего поршня и со стороны управления для верхнего) гайками шпилек 1 укреплен алюминиевый или чугуновый сливной патрубок 20. Размер его выходного отверстия равен  $12 \pm 0,24$  мм. На тепловозах последних выпусков установлены вставки, отлитые заодно целое с патрубком.

В настоящее время проверяются поршни, изготовленные из высокопрочного чугуна, легированные молибденом и с повышенным содержанием кремния. Выпущена партия поршней (для 50 дизелей), у которых перемычка между первым и вторым уплотнительными кольцами увеличена на 7 мм. Это позволит проверить, как повлияет увеличение перемычки и перенос второго кольца на 7 мм вниз на появление трещин по второму ручью, встречающееся в эксплуатации. Проверялись также поршни, в которых применено охлаждение головки «взбалтыванием», когда масло, расположенное в основном в средней части поршня (и непрерывно вытекающее из поршня через отверстие во вставке), при каждом изменении направления движения поршня интенсивно омывает его головку,

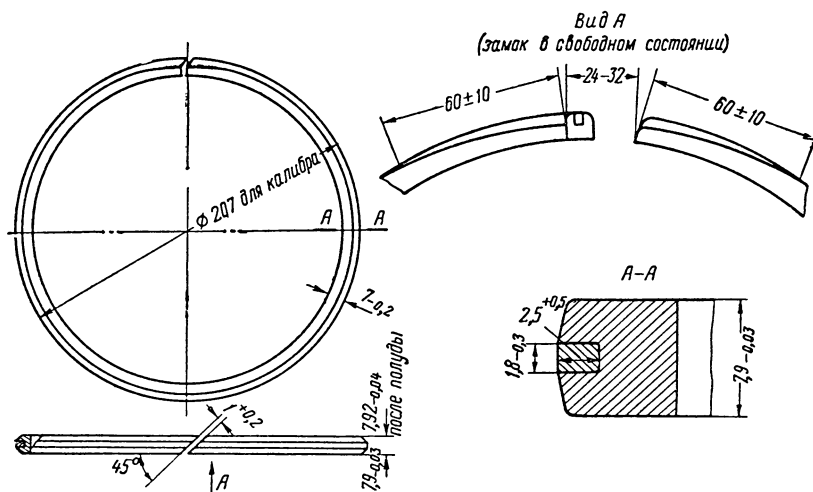


Рис. 47. Уплотнительное (компрессионное) кольцо

а затем как бы снова отходит в среднюю полость (тип 27). В поршнях с охлаждением «взбалтыванием» масла палец выполнен «плавающим», т. е. свободно поставленным во вставку. Это должно было обеспечить равномерный (а не местный) износ поверхности пальца и увеличить срок его службы.

С 1963 г. введены ультразвуковая и магнитная проверки отсутствия трещин в поршне.

В 1965 г. 20 машин будут работать с поршнями типа 14В-3, в котором объединены принципы охлаждения поршней типов 14В и 27. В средней части головки оставлены спиральные каналы, но полость охлаждения значительно увеличена по высоте; палец — плавающий.

Уплотнительные кольца 10 и 12 (см. рис. 45, 47), изготовленные из специального чугуна, подвергают термической обработке. По наружной поверхности

кольца проточена канавка, в которую запрессована бронзовая вставка, обеспечивающая лучшую прирабатываемость его к гильзе цилиндра. Рабочие поверхности колец шлифуют, затем притирают по плите и проверяют по краске, нагружая кольцо, установленное в калиброванную шайбу диаметром  $207^{+0.5}$  мм, грузом 5—8 кг.

Прилегание к плите должно быть равномерное, не менее чем 50% площади каждой из торцовых поверхностей.

Цилиндрическую поверхность кольца проверяют по прилеганию ее к поверхности контрольного калибра диаметром  $207^{+0.02}$  мм. Допускается не более

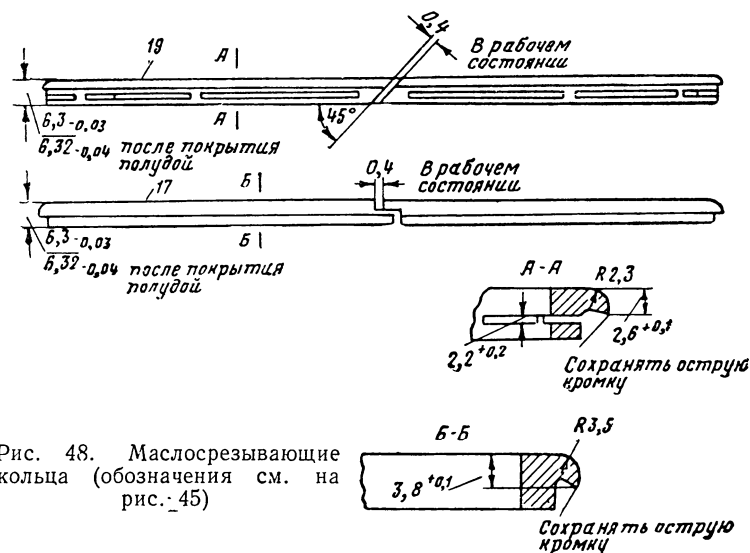


Рис. 48. Маслосрезающие кольца (обозначения см. на рис. 45)

двух просветов, в которые щуп толщиной 0,03 мм не должен заходить, общей длиной не более 100 мм и не ближе 55 мм от замка (один просвет не должен превышать длины 70 мм). Кроме того, каждое кольцо проверяют на отсутствие коробления, для этого его пропускают между двумя полированными плитами, вертикально установленными на расстоянии  $7,95^{+0.02}$  мм друг от друга. Кольцо должно проходить под действием собственного веса. Такую проверку следует делать до лужения кольца.

Упругость кольца проверяют на ленточном приборе, стягивающем кольцо грузом весом 6—8 кг. При этом зазор в стыке (замке) должен быть  $1^{+0.2}$  мм. Зазор в замке в свободном состоянии должен составлять 24—32 мм при браковочном размере в эксплуатации 18 мм; в рабочем состоянии зазор должен быть в пределах 1—1,4 мм, браковочный размер 5 мм.

В ручьях установлены следующие зазоры: для колец 10 (см. рис. 45) 0,18—0,27 мм, браковочный зазор 0,55 мм; для колец 12 зазор 0,10—0,20 мм, браковочный зазор 0,45 мм.

Для удаления лишнего масла, попадающего на стенки гильзы через зазоры подшипников шатунно-кривошипного механизма, а также вытекающего из поршней, служат маслосрезающие или маслосъемные кольца (рис. 48), которые в дизеле 2Д100 применены двух типов: кольца 17 со сплошным сечением и кольца 19, имеющие по окружности несколько насквозь профрезерованных щелей.

Маслосрезающие кольца обоих типов имеют острую кромку, направленную по движению поршня от внутренней мертвой точки. Поэтому кольцо как бы срезает острой кромкой масло, сбрасывая (соскабливая) его со стенки цилиндрической гильзы. При обратном движении по направлению к камере сгорания кольцо, имеющее закругленную кромку, наоборот, как бы скользит по маслу, не соскабливая его со стенок.

Масло, срезаемое кольцом 17, по отверстиям 18 в стенке поршня (см. рис. 45) проходит внутрь последнего и стекает в картер; масло, срезаемое кромками колец 19, проходит по щелям в кольцах и по отверстиям 21.

Замок маслосрезающего кольца 17 имеет ступенчатую форму, обеспечивающую лучшее уплотнение от пропуска продувочного воздуха из ресивера (в верхнем поршне) и отработавших газов из выпускного коллектора (в нижнем поршне) в соответственно верхний и нижний отсеки коленчатых валов. Замок колец 19 косо под углом  $45^\circ$ . Допускаемый зазор в замке для колец 17 и 19 в рабочем состоянии 0,4—0,8 мм, в свободном 26—32 мм, браковочный — соответственно 3,5 и 18 мм.

Зазор  $E$  по высоте между кольцом и ручьем 0,07—0,16 мм, браковочный 0,25 мм.

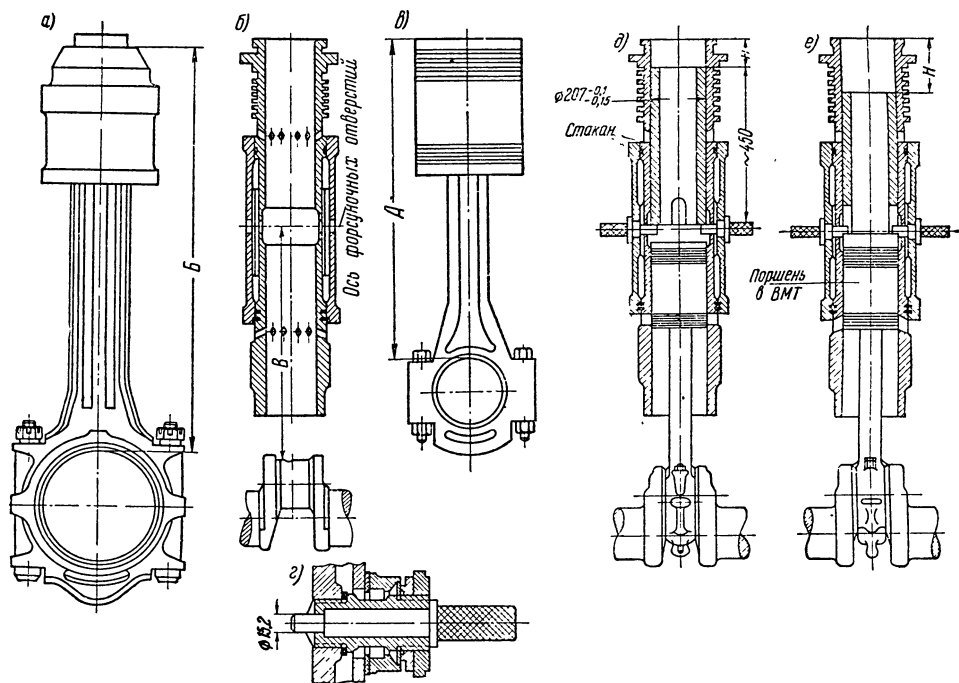


Рис. 49. Схемы определения толщины регулировочных прокладок поршня

Для регулирования величины камеры сжатия в цилиндре (см. рис. 45) служат регулировочные прокладки 9 (набор шлифованных стальных пластин). Затягивают гайки 23 шпилек крест-накрест, шплинтовка двойная — шайбами и шплинтами.

Расстояние между поршнями, находящимися в наиболее сближенном положении, определяет величину сжатия воздуха, играющую большую роль в рабочем процессе дизеля. Поэтому проверку и установку так называемой линейной величины камеры сжатия проводят очень тщательно. На дизеле, находящемся в рабочем состоянии, эту величину проверяют, удаляя предварительно форсунку из адаптера. Затем через форсуночное отверстие вводят в цилиндр и устанавливают по оси дизеля свинцовый стержень диаметром около 6 мм. Провернув коленчатые валы так, чтобы поршни прошли внутреннюю мертвую точку, вынимают стержень и замеряют высоту его краев, обжатых при боксовании валов. Средняя арифметическая обоих размеров должна быть в пределах 4,4—4,8 мм. Если расстояние между поршнями на малом периодическом или внеплановом ремонтах будет больше 5,6 мм или меньше 4,2 мм, то необходимо изменить толщину прокладок между вставкой и стаканом верхнего поршня.

При постановке нового нижнего поршня или шатуна, когда неизвестна необходимая толщина прокладок, следует исходить из того, что расстояние

между головкой нижнего поршня и осью отверстия для форсунок в гильзе цилиндра при поршне, установленном в в. м. т., должно быть 1,4—1,2 мм. В том случае, когда шатун соединен со вставкой, но без поршня, необходимо измерить в приспособлении размер  $B$  (рис. 49, а); затем, установив кривошип цилиндра в в. м. т., также специальным приспособлением измерить размер  $B$  (рис. 49, б).

Размер  $M$  (см. рис. 45) для нового поршня нанесен на заводе на торец юбки поршня, в случае необходимости размер можно подсчитать. Тогда толщина прокладок  $b$  определится как разность:  $b = B - (B + M + 1,4)$  мм. Очевидно, размер  $A$  (рис. 49, в) будет равен:  $A = B + M + b$ .

Если шатун уже в сборе с поршнем, то необходимую толщину прокладок можно определить следующим образом: установить шатун в цилиндр и собрать нижнюю (кривошипную) головку; установить в отверстия адаптера форсунок два штыря (рис. 49, г) с диаметром выступающих внутрь гильзы стержней 15,2 мм; вставить в гильзу цилиндра стакан высотой 450 мм так, чтобы он своим торцом оперся на стержни штырей, и измерить величину  $n$  — расстояние между торцом гильзы и торцом стакана (рис. 49, д); затем, пробоксывая коленчатый вал, поршень поставить недалеко от в. м. т., и, повернув стакан так, чтобы имеющиеся в нем прорезы оказались над стержнями штырей, опустить его на поршень (рис. 49, е); проворачивая коленчатый вал, установить наименьшее значение  $H$ .

Тогда искомая толщина регулировочных прокладок будет равна:  $b = H - n - 9$  мм (9 мм — это половина диаметра стержня + 1,4 мм). Толщину прокладок для верхнего поршня устанавливают из условия сохранения величины расстояния между поршнями 4,4—4,8 мм, определяемого обжатием свинцового стерженька, как указано выше.

Для определения размера 1,4—1,2 мм в эксплуатации, если необходимо проверить правильность установки нижнего поршня по отношению к оси форсунки, размер 1,4—1,2 мм можно определить специальным приспособлением рычажного типа с индикатором. Приспособление устанавливают в корпус адаптера и проворачивают коленчатый вал не менее чем на 10° после в. м. т. Проверка эта приближенная, так как точность измерения не выше 0,5 мм.

Путь масла при схлаждении поршня показан на рис. 50. Масло из канала в стержне шатуна по кольцевой канавке через отверстие в сферической части головки шатуна и уплотнительную ползушку проходит в среднюю полость днища. Отсюда через вырез в плите оно по спиральному каналу попадает к внешней части головки поршня, а затем через отверстие в плите в полость, образованную стенками поршня и вставки, откуда сливается через патрубок. Скорость протекания масла в спиральном канале около 0,7—1,0 м/сек.

Ухудшение охлаждения поршня или плохая работа топливной аппаратуры вызывают появление на поверхности днища поршня мелкой сетки трещин, так называемой «сетки разгара». Эти мелкие трещины, постепенно увеличивающиеся, возникают в центре днища, а их появление, кроме недостаточного охлаждения, зависит также от недостаточно качественного покрытия днища хромом.

Термические трещины в днище поршня, кроме того, возникают от неравномерного нагрева поршня, являющегося следствием отложений кокса в каналах

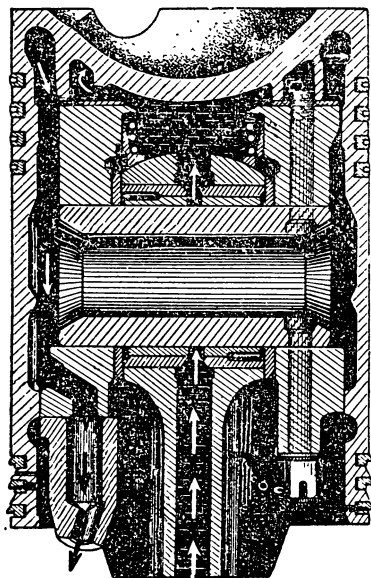


Рис. 50. Схема охлаждения поршня

охлаждения, недостаточного охлаждения, неправильной установки поршня или форсунки (факел пламени бьет в днище), перегрузки цилиндра из-за неправильной регулировки или неисправностей топливной аппаратуры. Все эти причины, а также некоторые конструктивные недостатки вызывают, кроме термических трещин и трещин разгара на днище, также и трещины по ручьям поршня (первому и второму ручьям), трещины в бобышках крепления шпилек вставки, трещины или изломы в перемычках между ручьями (эти неисправности обычно следуют за изломом колец). На ухудшение условий работы поршня влияет и состояние его колец; так, пригорание колец, т. е. прекращение их подвижности, вызываемое закоксовыванием масла, заполняющего зазоры между кольцами и ручьями, вызывает ухудшение теплоотдачи от поршня стенкам гильзы и далее охлаждающей воде; к этому же приводит и излом колец, отколы концов, задевающих за кромки окон в гильзе, выпадание части бронзового пояска. Следует напомнить, что пригорание и изломы колец влекут за собой возможность прорыва газов из камеры сгорания цилиндра в картер дизеля, что может в худшем случае вызвать взрыв масляных паров и аварию, а до этого газы будут перегревать поршень, его кольца и палец с головной втулкой, усилят коксование масла, резко увеличат в результате износ деталей.

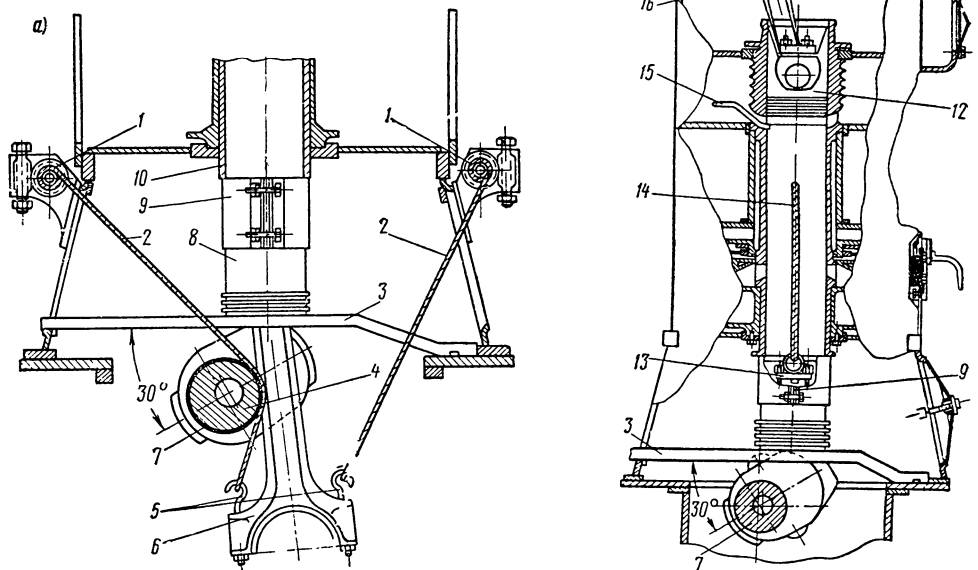


Рис. 51. Схемы выемки и постановки поршней дизеля 2Д100:

*а* — постановка и выемка нижнего поршня; *б* — постановка и выемка верхнего поршня; 1 — лебедки; 2 — трос; 3 — полз; 4 — кривошип нижнего коленчатого вала; 5 — крюк; 6 — шатун; 7 — предохранительный чехол шейки; 8 — поршень; 9 — хомут для постановки поршневых колец; 10 — гильза цилиндра; 11 — люк продувочного ресивера; 12 — верхний поршень; 13 — подъемная скоба; 14 — трос; 15 — опорный стержень верхнего поршня; 16 — шатун верхнего поршня; 17 — кривошип верхнего коленчатого вала

Нижний и верхний поршни невзаимозаменяемы. Нижний поршень имеет два козырька, удлиняющие его цилиндрическую опорную часть, в то время как верхний козырьков не имеет. Кроме того, размещение выреза в плите верхнего поршня не совпадает с размещением выреза в плите нижнего.

При сборке поршней с шатунами или замене одного из них необходимо особо внимательно следить за тем, чтобы в одном комплекте нижних или верхних поршней разница их в весе не превышала 250 г, а разница в весе поршней в сборе с шатунами одного комплекта не превышала 500 г. Это тем более необходимо, что между поршнем и шатуном комплекта одного дизеля и поршнем и шатуном комплекта другого дизеля может быть разница в весе, доходящая до

3 кг. Изготавливают две группы поршней и три группы шатунов, вес которых в одной группе не должен отличаться более чем на 600 г. Это позволяет подобрать необходимый вес шатунов.

Специфичность расположения нижнего и верхнего коленчатых валов дизеля 2Д100 и его поршней создает особые условия для разборки и выемки последних, причем используют специальные приспособления (рис. 51, а и б). Чтобы вынуть нижний поршень, необходимо снять боковые крышки люков правой и левой стороны цилиндра дизеля и установить с обеих сторон червячные лебедки 1 (см. рис. 51, а), прикрепив их болтами к наклонным листам блока.

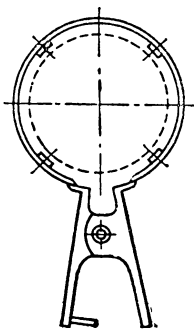


Рис. 52. Приспособление для снятия и установки поршневых колец

Затем провернуть коленчатый вал, установив поршень в в. м. т., и разобрать шатунный подшипник, сняв крышку с ее вкладышем и шатунные болты. Вставить в отверстия шатунных болтов крюки 5, присоединить к ним и к лебедкам 1 тросы 2 и, вращая лебедки, приподнять немного шатун 6 с поршнем 8. Затем провернуть коленчатый вал так, чтобы кривошип 4 был под углом  $30^\circ$  к горизонтальной плоскости, снять вкладыш и закрыть шейку кривошипа 4 мягким защитным чехлом 7. Установить два полоза 3 с каждой стороны шатуна на листы блока и, постепенно вращая лебедки, опустить на них поршень 8. После того как поршень будет опущен на полозы, надо ослабить тросы еще больше, снять их с крюков 5 и вынуть поршень с шатуном через люк.

Верхний поршень, если снят верхний коленчатый вал, удаляют с помощью обычной тали тросом, обвязываемым вокруг шатуна. Если же надо удалить поршень, не снимая вала, то предварительно снимают верхнюю крышку блока и крышку люка 11 (см. рис. 51, б) продувочного ресивера и удаляют описанным выше способом нижний поршень. Затем, разложив под кривошипом нижнего коленчатого вала брезент, скребком счищают нагар со стенок гильзы цилиндра для того, чтобы не повредить кольца при опускании поршня. Устанавливают верхний поршень в н. м. т. и, закрепив шатун тросом, отвертывают гайки болтов, снимают крышку шатуна с вкладышем, вынимают шатунные болты. После этого опускают шатун с поршнем на величину, при которой можно установить верхний коленчатый вал так, чтобы кривошип 17 был расположен горизонтально. Снова поднимают поршень и через люк 11 и продувочное окно гильзы цилиндра вставляют опорный стержень 15, на который опускают поршень. Снимают вкладыш, отвертывают гайки шпильки крепления вставки, снимают сливной патрубкок, шатун вместе со вставкой и регулировочными прокладками. На шпильки ставят подъемную скобу 13, к которой привязывают трос 14. Удаляют опорный стержень 15 и опускают поршень на полозья 3 (нижний коленчатый вал должен быть установлен в положение, указанное на рисунке). Передвинув поршень по полозьям, вынимают его через люк.

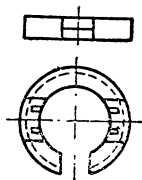


Рис. 53. Опора верхнего шатуна

Ставят на место верхний и нижний поршни в последовательности, обратной описанной выше. Чтобы не повредить кольца, на них предварительно надевают специальный хомут, который одновременно облегчает установку поршня с кольцами.

Осмотр (неполный) рабочей поверхности поршня и головки, а также колец может быть осуществлен и без выемки поршней.

Для этого достаточно открыть крышки люков выпускного коллектора и продувочного ресивера, расположенных против проверяемого цилиндра, и осветить маленькой лампочкой, укрепленной на тонком стержне или трубочке, через выпускные и продувочные окна внутреннюю полость гильзы. Вынув лампочку и проворачивая вал, можно затем осмотреть через окна состояние колец и поршней.

Если необходимо вынуть поршни и разобрать их, то перед разборкой следует снять кольца, пользуясь приспособлением, изображенным на рис. 52. Это приспособление ограничивает величину расхождения замка до 55 мм, что предохраняет кольца от излома или появления трещин.

При разборке и смене только шатунного подшипника нижнего коленчатого вала без выемки поршня расшплинтовывают и отвертывают гайки шатунных болтов и удаляют болты, крышку и вкладыш, ставят в отверстия в головке крюки, устанавливают так же, как описано выше, лебедки и соединяют их тросами с крюками. Затем, удерживая шатун тросами, проворачивают коленчатый вал, выводя шатунную шейку вала из сочленения с головкой шатуна, и снимают второй вкладыш.

При разборке шатунного подшипника верхнего коленчатого вала без выемки поршня устанавливают кривошип в положение, соответствующее н. м. т., и привязывают шатун тросом. Снимают шатунные болты, крышку и вкладыш.

На торец гильзы цилиндра устанавливают опору (рис. 53), состоящую из прорезанного с одной стороны кольца и медной прокладки, на которую опускают головку шатуна. Затем снимают второй вкладыш.

### ЭЛАСТИЧНЫЙ ПРИВОД ВОЗДУХОДУВКИ

Верхний коленчатый вал передает вращение воздуходувке через эластичный привод. Он обеспечивает упругое соединение воздуходувки с коленчатым валом, смягчая жесткие удары при пусках дизеля и переменах режимов его работы. Привод состоит из двух шестерен, большая из которых соединена с коленчатым валом через ступицу, пружины и сухари.

Ступица 4 (рис. 54 и 55) посажена на шпонке (и напрессована) на конец коленчатого вала и прижата к его бурту торцовым диском 5, поставленным на восемь шпилек 6. На ступицу надета ведущая шестерня 1, в которую впрессована с натягом  $D$  (0,09—0,165 мм) бронзовая втулка 11. На цапфу ступицы втулка 11 надета с зазором  $\Gamma$  (0,12—0,22 мм).

Между шестью выступами ступицы 4 вставлены сухари 12 с пружинами 10. Сухари с обеих сторон имеют цилиндрические стержни с резьбой, которые плотно входят в шесть отверстий шестерни 1 и в такие же шесть отверстий в опорном диске 2. Последний вместе с впрессованной в него втулкой 7 (натяг  $B$  0,11—0,195 мм) надевают на ступицу. Торцы обеих втулок 7 и 11 не должны выступать более чем на 0,1 мм за торцы ступицы 4 или диска 2. Между торцами ступицы 4 и втулками 7 и 11 устанавливают суммарный осевой зазор  $B$  (0,18—0,47 мм на обе стороны).

С шестерней 1, имеющей 161 зуб, находится в зацеплении (с боковым зазором  $E$ , равным 0,10—0,25 мм, между зубьями) шестерня 8, посаженная на шпонке и зажатая гайкой вала нижнего рабочего колеса воздуходувки. Шестерня 8 имеет 80 зубьев и изготовлена из того же материала, что и ведущая шестерня 1. В 1960 г. для повышения прочности зуба модуль увеличен с  $m = 3$  до  $m = 5$ ; соответственно изменилось и число зубьев шестерен.

Во время работы ступица 4 передает крутящий момент от верхнего коленчатого вала через выступы пружинам 10, а те через сухари 12 опорному диску 2 и шестерне 1. Последняя через шестерню 8 вращает нижнее рабочее колесо и координационную шестерню воздуходувки.

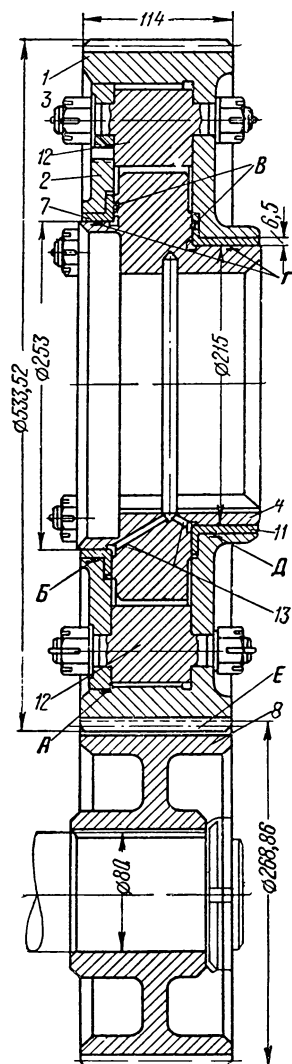
Для смазки втулок эластичного привода, его пружин и сухарей в ступице имеется кольцевая канавка, к которой масло проходит через канал в торце коленчатого вала и дополнительную канавку, прорезанную в дне шпоночной канавки ступицы. Из кольцевой канавки масло по отверстиям 13 поступает к трущимся частям привода.

Зубья шестерен смазываются струйкой масла, выходящей из кронштейна, который имеет вид болта с удлиненной головкой. Кронштейн ввернут в попереч-



This technical drawing shows a detailed cross-section of a mechanical assembly, possibly a valve gear or timing mechanism. The main component is a large, circular housing (1) with a gear-like outer edge. Inside the housing, there are several internal components, including a central shaft (2) and a series of gears or cams (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). The drawing is labeled with numbers 1 through 14, indicating specific parts of the assembly. The housing is secured with several bolts (3, 5, 6, 7, 8). The internal components are arranged in a complex, overlapping manner, suggesting a precise mechanical function. The drawing is a black and white line drawing, typical of technical manuals.

1—ведущая шестерня привода воздухоудвки; 2—опорный диск; 3—гайка; 4—ступица; 5—торцовый диск; 6—шпилька; 7, 11—штулки; 8—ведомая шестерня привода воздухоудвки; 9—верхний коленчатый вал; 10—пружина; 12—сухарь; 13—смазочное отверстие; 14—отверстие



### А—Е—зазоры и натяги

Номер детали (см. рис. 54 и 55)	Материал	Твердость	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм	
					номинальный	браковочный
1, 4, 8	Сталь 45ХН	HB285—321	A	—	0,00—0,10	—
2	Сталь 40	—	Б	0,11—0,195	—	—
7, 11	Бронза ОЦС5-5-5 или ОЦН 3-7-5-1	HB60	В	—	0,18—0,47	1,0
10	Сталь 60С2А	HRC42—46	Г	—	0,12—0,22	0,50
12	Сталь 40X	HRC26—32	Д	0,09—0,165	—	—
			Е	—	0,10—0,25	0,50

73

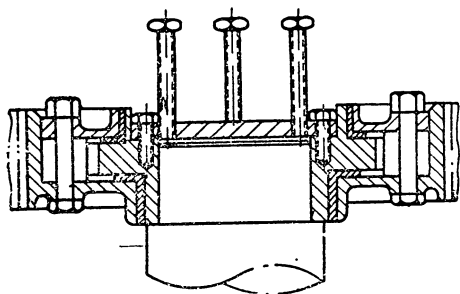


Рис. 56. Приспособление для спрессовки ступицы

спрессовка же ступицы 4 — приспособлением (рис. 56), болты которого ввертывают в нарезанные отверстия ступицы, а выжимной болт упирают в торец вала. Для того чтобы вынуть пружины 10 при снятом диске 2, надо вставить между сухарем и выступом ступицы болт с высокой гайкой так, чтобы головка его упиралась, положим, в ступицы, а гайка в сухарь. Отвертывая гайку, сжимают половину пружин, заставляя тем самым повернуться ступицу относительно диска, и удаляют шесть несжатых пружин. Если усилия одного болта окажется недостаточно, то ставят второй болт с гайкой между выступом ступицы и сухарем с диаметрально противоположной стороны привода. Удалив болты, снимают остальные шесть пружин.

## ВОЗДУХОДУВКА

Сжатый воздух для продувки и заполнения цилиндров дизеля подает воздуходувка (рис. 57—60).

Воздуходувка дизеля 2Д100 так называемого объемного типа, принцип действия ее заключается в перенесении определенных объемов воздуха, находящихся в замкнутом объеме (между выемкой рабочего колеса-ротора и корпусом воздуходувки), со стороны впуска на сторону подачи (нагнетания). Воздух прежде чем подойти к отверстию верхней горловины корпуса воздуходувки, через которое он всасывается рабочими колесами, создающими на входе разрежение, проходит через фильтры. Из горловины воздух засасывается в полость *E*, которая образована внутренней и наружной стенками корпуса, связанными тонкими поперечными ребрами. Здесь он захватывается лопастями верхнего и нижнего рабочих колес, которые перемещают его в полость *K* с противоположной стороны воздуходувки. Лопастей рабочих колес сделаны винтовыми, благодаря чему воздух засасывается из полости *E* и подается в полость *K* непрерывно. Если бы лопасти были прямыми, то за каждый оборот колес перемещался бы объем воздуха такой же, как и при винтовых лопастях, и равный шестикратному объему, ограниченному поверхностями двух лопастей и внутренней стенки корпуса. Но это перемещение происходило бы толчками, так как при передаче в полость *K* воздух выдавливался бы лопастью одного колеса, входящей между двумя лопастями второго колеса, не непрерывно, а трижды за один оборот.

Из полости *K* воздух проходит в нижние полости, образованные наружными и внутренними стенками корпуса 24, и через торцовые окна *И* и *Ж* и боковые *Л* поступает в ресивер дизеля. Полости нагнетания с правой и левой стороны воздуходувки сообщены между собой проходом 3.

Рабочие колеса-роторы 10 и 21 представляют собой пустотелые отливки из алюминия с заложенными внутрь во время отливки стальными валами 32 и 37, имеющими шлицы и кольцевые проточки, которые заполнены при литье алюминием, что обеспечивает прочное соединение. Рабочие колеса вращаются в цилиндрических расточках корпуса 24, также отлитого из алюминия. Лопастей рабочих колес между собой не должны соприкасаться так же, как и со стенками корпуса воздуходувки. Для того чтобы это обеспечить, на валах 32 и 37 верхнего и нижнего колес посажены так называемые координационные шестерни 33 и 39. Шестерня 39 является ведущей координационной шестерней. Она соединена с шестерней 36 эластичного привода воздуходувки призонными болтами 35, отверстия под которые развертывают после установки постоянного зазора

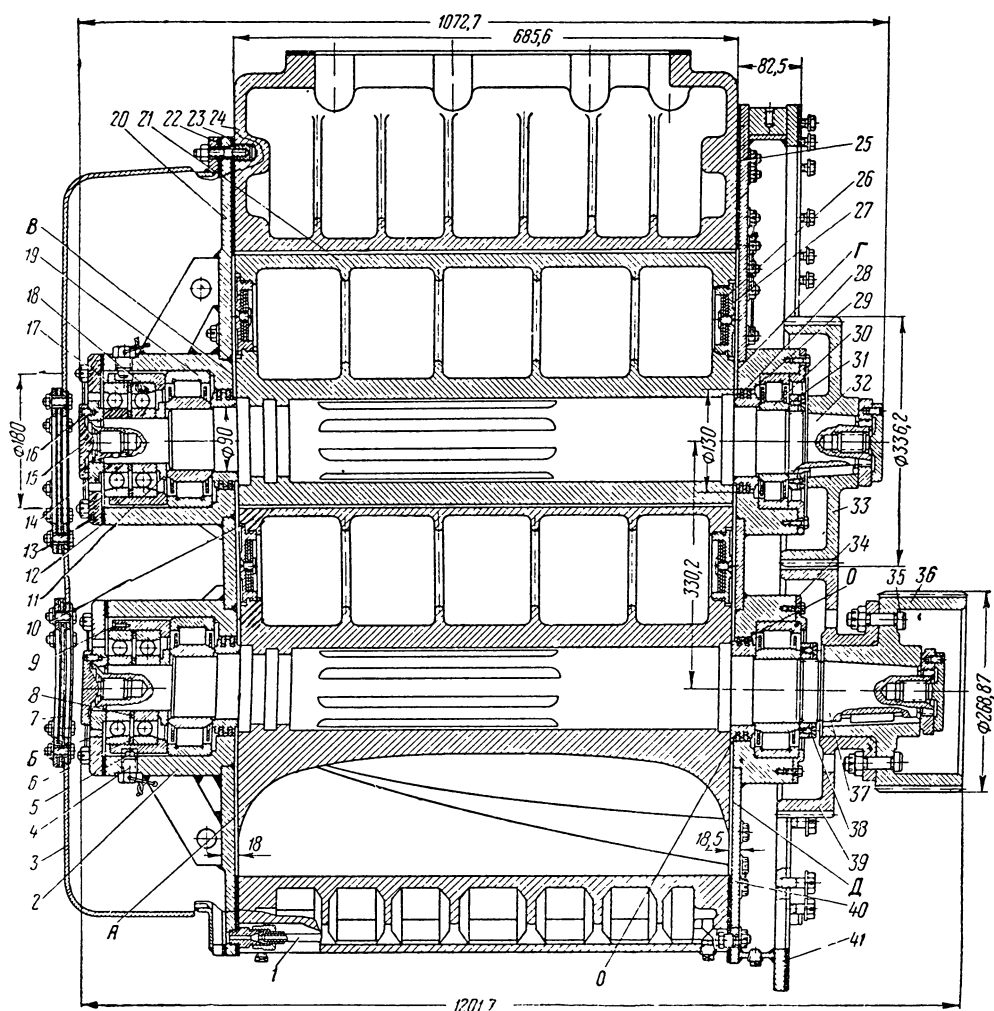


Рис. 57. Воздуходувка:

1—штуцеры и трубы; 2—гнездо; 3—кожух с двумя люками и крышками из органического стекла; 4—установочный винт; 5—обойма шарикоподшипников; 6—регулирующее кольцо (наружное); 7—крышка кожуха; 8, 11—проставочные кольца; 9—отверстие; 10—нижнее рабочее колесо; 12, 23—регулирующие прокладки; 13—нажимное кольцо; 14—гайка; 15—грибок; 16—стойный винт; 17, 18—шариковые подшипники; 19, 30—роликовые подшипники; 20—плита упорно-опорных подшипников; 21—верхнее рабочее колесо; 22, 25—прокладки; 24—корпус воздуходувки; 26—балансирующие шайбы; 27—балансирующая пробка; 28—кольцо маслоулавливателя; 29—маслоулавливатель; 31—разрезная гайка; 32—вал верхнего рабочего колеса; 33—39—координационные шестерни; 34—нажимное кольцо; 35—призонный болт; 36—ведомая шестерня эластичного привода воздуходувки; 37—вал нижнего рабочего колеса; 38—разрезная гайка; 40—плита опорных подшипников; 41—фланец плиты опорного подшипника; 42—ввертыш шпильки; 43—пробка; 44—фланец крышки трубы вентиляции картера; 45—фланец крышки люка; А—Д, О—зазоры

Номер детали (см. рис. [57,58])	Материал	Твердость	Обозначение зазора	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
10, 21	Алюминий АЛ5	—	А, В, Г, Д	0,7—0,9	0,6 и 1,0
24	Алюминий АЛ9	—	Б	Не более 0,06	0,15
28	Спец. чугун	HB97—104	М	0,9—1,3	Менее 0,7,
29	Сталь 40	—			более 1,4
32, 37	Сталь 38ХС	HB241—285	Н	0,65—0,95	Менее 0,5,
33, 39	Сталь 45ХН	—	О	0,14—0,19	более 1,0
					0,4

между лопастями рабочих колес. Обе координационные шестерни посажены на шпонки и тонкими шестигранными гайками закреплены на конических хвостовиках валов 32 и 37. Аналогично на противоположных концах валов гайкой 14 закреплено внутреннее кольцо шарикоподшипника 17. Каждая из четырех гаек 14 (на четырех концах валов 32 и 37) законтрена в свою очередь плоской тарелкой грибка 15, ввернутого в нарезанное отверстие в торцовой части вала. Нарезка стержня грибка 15 имеет левую резьбу, обратную направлению нарезки гайки 14. После окончательного закрепления тарелку грибка и гайку просверливают с торца и отверстие нарезают под стопорный винт 16, который после постановки закернивают.

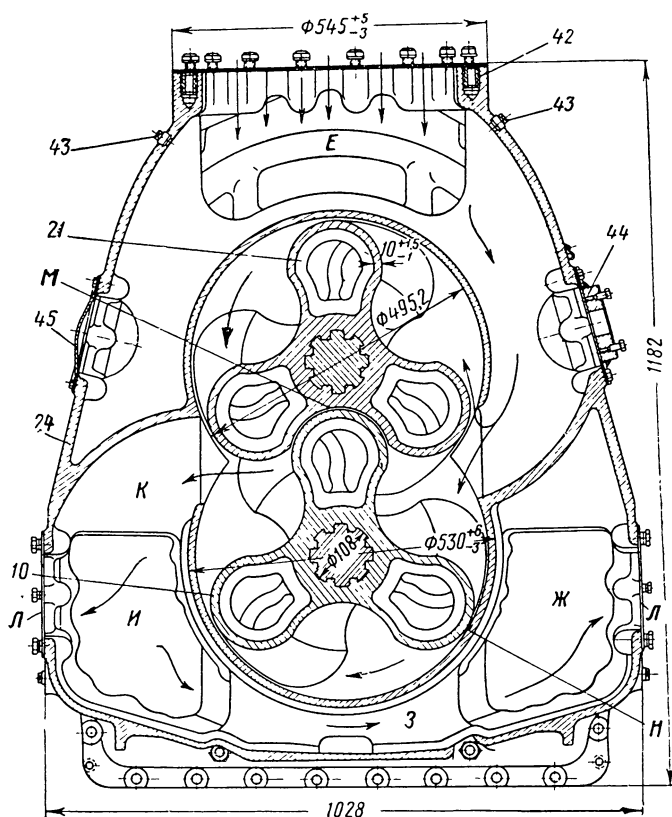


Рис. 58. Поперечный разрез воздуходувки (обозначения см. на рис. 57):

Е—Л—полости и каналы; М, Н—зазоры

Перед посадкой на валы разрезными гайками 31 и 38 координационных шестерен зажимают внутренние кольца роликового подшипника 30 верхнего вала 32 и роликового подшипника нижнего вала 37. Эти кольца через маслоулавливатели 29 прижаты к буртам валов.

К корпусу воздуходувки с обоих торцов шпильками, расположенными в двух кольцевых рядах, прикреплены плиты 20 и 40 подшипников. Для более прочного соединения шпильки ввернуты не непосредственно в алюминиевый корпус, а в стальные ввертыши 42. Кроме того, имеются дополнительные ввертыши без внутренней резьбы, которые служат для установки контрольных призонных штифтов, фиксирующих положение плит 20 и 40 относительно корпуса. Таких контрольных штифтов имеется по три с каждого торца.

В нижней части корпуса по вертикальной плоскости симметрии с торцов просверлены два отверстия, снизу заглушенные пробками. Отверстия, закрытые пробками 43, имеются также и с обеих сторон корпуса в верхней части, че-

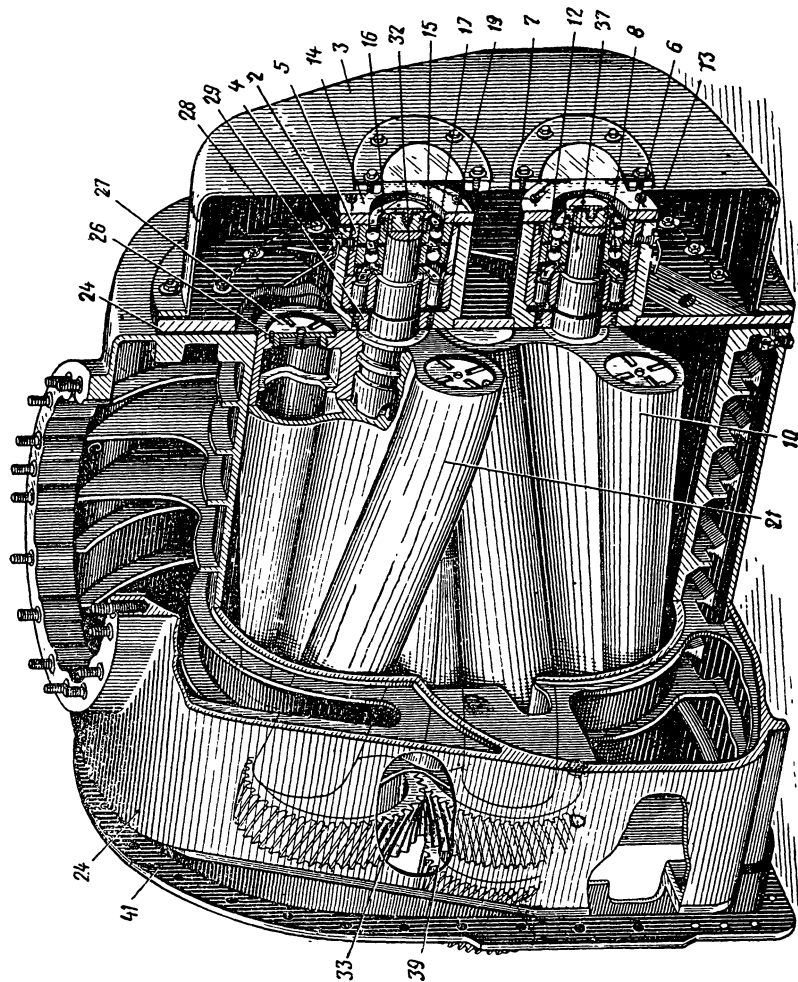


Рис. 59. Продольный разрез воздухоудки (обозначения см. на рис. 57)

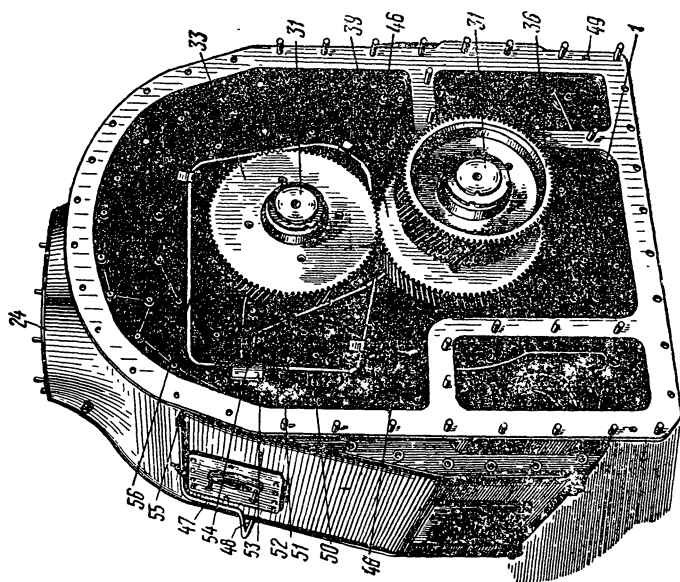


Рис. 60. Вид слятой с дизеля воздухоудки со стороны координационных шестерен (обозначения см. на рис. 57):

46, 49 — контрольные штифты; 47 — трубки; 48, 54, 55 — штуцера с жиклерами; 50—52 и 56 — трубки; 53 — масляная разделительная коробка

рез эти отверстия может быть замерено разрежение во всасывающей полости воздухоудовки (замерять следует всегда с одной стороны воздухоудовки). С обеих сторон корпуса расположено по два люка: к нижним (с обеих сторон) прикреплены болтами два патрубка 51 продувочного воздуха (см. рис. 12), верхний люк с левой стороны (по ходу тепловоза), служащий для осмотра рабочих колес воздухоудовки, закрывается крышкой с фланцем 44 (рис. 58), к которому присоединяют фланец трубы вентиляции картера дизеля.

Кроме того, к обоим верхним крышкам подсоединены фланцы труб устройства для перепуска части воздуха из ресивера дизеля в полость всасывания воздухоудовки при работе дизеля на холостом ходу (см. ниже).

К плите 20 приварены два гнезда 2, дополнительно укрепленные распорками. Плита вместе с кожухом 3 притянута гайками шпилек к корпусу 24. В гнездах 2 установлены роликовые опорные подшипники 19 и радиально-упорные шариковые подшипники 17 и 18. Последние помещены в обоймы 5, имеющие радиальный зазор в гнездах 2, вследствие чего подшипники 17 и 18 разгружены от радиальных усилий и обеспечивают только осевой упор, определяющий разбег рабочих колес воздухоудовки. Между внутренними и наружными кольцами подшипников 17 и 18 поставлены регулировочные (наружные) 6 и проставочные (внутренние) 8 кольца, а между внутренними обоймами шарикоподшипника 18 и роликоподшипника 19 — проставочное кольцо 11.

Внутренние кольца подшипников, проставочные кольца 8 и 11, а также маслоулавливатель 29 прижаты к бурту вала 32 гайкой 14. Наружные кольца подшипников 17 и 18 от проворачивания удерживаются установочным винтом 4, цилиндрический конец которого входит в канавку, прорезанную на внешней цилиндрической поверхности кольца.

Зазор  $B$  (не более 0,06 мм) между торцом кольца подшипника и нажимным кольцом 13 регулируют прокладками 12, которые вместе с кольцом 13 прижаты гайками шпилек к торцу гнезда 2. Противоположные концы валов 32 и 37 лежат в роликовых подшипниках 30, наружные кольца которых запрессованы в соответствующие гнезда плиты 40 и закреплены нажимным кольцом 34. Маслоулавливатели, насаженные на вал с натягом 0,01—0,03 мм, представляют собой сплошные стальные кольца с проточками, в которых помещены разрезанные кольца из специального чугуна, подвергнутые после разрезки термофиксации. Зазор в замке в свободном состоянии кольца  $7^{+1.5}_{-0.1}$  мм, в рабочем состоянии  $0,3^{+0.1}_{-0}$  мм при условной упругости кольца 3,5—5 кг. Назначение маслоулавливателя — не пропускать в рабочую полость воздухоудовки масло, подаваемое под давлением к подшипникам.

Биение шеек вала относительно общей оси допускается 0,02—0,03 мм; биение торцовых плоскостей колеса относительно той же оси — не более 0,05 мм. Для взаимной пригонки рабочих колес воздухоудовки и установления необходимого зазора между колесами, а также бокового зазора между зубьями координационных шестерен 33 и 39 обычно используется специальное приспособление. При этом расстояние между осями валов рабочих колес должно быть  $330,2^{+0.03}_{-0}$  мм, а «скрешивание» осей не должно превышать 0,1 мм на длине 750 мм. Зазор  $M$  (0,9—1,3 мм) между лопастями рабочих колес надо регулировать одновременно с установкой бокового зазора между зубьями координационных шестерен, равного 0,02—0,2 мм, поворачивая рабочее колесо вместе с шестерней 36 относительно координационной шестерни 39 (до окончательного развертывания отверстий в шестерне 36 и шестерне 39 под призонные болты 35). При установке зазоров разрешается зачистка поверхностей рабочих колес шабером с тем, чтобы указанный выше зазор был выдержан по всей их длине и в любом положении по углу поворота. Прилегание зубьев координационных шестерен, проверяемое по краске, не должно быть менее 60% по длине зубьев и 50% по их высоте.

После установки зазоров колеса воздухоудовки проходят динамическую балансировку на специальном станке. Для балансировки используют балансировочные шайбы 26, привернутые болтами к пробкам 27. Допускаемая величина дисбаланса не должна превышать 50 Гсм. Балансируется каждое колесо от-

дельно в комплекте со своей координационной шестерней, маслоулавливателями и внутренними обоймами роликоподшипников; на вал нижнего колеса, кроме того, надевают шестерню 36 эластичного привода (шестерню напрессовывают не до упора). Отбалансированные колеса проверяют на разгон в течение 1—2 мин при 3 000 об/мин.

При сборке и установке рабочих колес необходимо проследить, чтобы лопасть нижнего колеса, на торце которой выбита цифра 0, совпадала со впадиной верхнего рабочего колеса, на которой выбита такая же цифра, а зуб нижней координационной шестерни, имеющий цифру 0, вошел во впадину между зубьями верхней координационной шестерни, имеющую отметку 00. Между плитами опорно-упорных и опорных подшипников и торцами верхнего и нижнего рабочих колес должны быть выдержаны зазоры *A*, *B*, *Г*, *Д* (0,7—0,9 мм).

Суммарный зазор *A + Д* или *B + Г* устанавливают при помощи регулировочных бумажных прокладок 23, 25, имеющих разную толщину, а зазоры *A* и *B* — проставочным кольцом 11. Между колесами и корпусом для каждого колеса выдерживают зазор *H* (0,65—0,95 мм). Осевой разбег колес *Б* (не более 0,06 мм, см. также стр. 78) устанавливают, подбирая предварительно подшипники 17 и 18 и кольца 6 и 8 так, чтобы при зажатых внутренних кольцах вместе с проставочным кольцом 8 имелся зазор 0,01—0,05 мм между наружными кольцами и регулировочным кольцом 6. После установки колес в корпус разбег дополнительно устанавливается изменением толщины стальных регулировочных прокладок 12.

Если при осмотре воздуходувки перед ее разборкой осевой разбег оказался более 0,15 мм, то необходимо уменьшить толщину проставочного кольца 8, проточив его на величину превышения замеренного разбега над нормальным; при этом непараллельность плоскостей кольца не допускается больше 0,03 мм, а общая толщина его не может быть изменена более чем на 0,5 мм. При новых подшипниках проще подобрать регулировочное кольцо 6 большей толщины. Если нет осевого разбега, следует уменьшить толщину кольца 6.

С блоком дизеля воздуходувка соединена шпильками, которые ввернуты или во фланец 41 плиты опорных подшипников и закреплены гайками снаружи или изнутри (из отсека продувочного ресивера блока), или во фланец блока и закреплены гайками со стороны воздуходувки (в нижней части фланца 41).

Необходимый зазор между зубьями шестерни 1 эластичного привода (см. рис. 55) и ведомой шестерни 8 устанавливают некоторым перемещением воздуходувки в вертикальной плоскости и постановкой клиновидной прокладки 25, состоящей не более чем из трех прокладок, между фланцем 41 и фланцем блока дизеля. Окончательно положение фланцев фиксируют контрольными штифтами 49 (рис. 60). К верхней части этого фланца крепят болтами фланец крышки 2 (см. рис. 12) блока цилиндров.

Смазка подшипников и шестерен воздуходувки осуществляется следующим образом. От верхнего масляного коллектора масло подведено к маслораспределительной коробке 53 (см. рис. 60), от которой отходят четыре штуцера. Два из них имеют калиброванные отверстия и к ним присоединены трубки 51 и 52, подводящие масло к гнездам опорных подшипников, из которых оно сливается через два отверстия, просверленные в нижней части каждого гнезда, в полость координационных шестерен и далее в отсек вертикальной передачи в раму дизеля. К двум другим штуцерам присоединены трубки 50 и 56 с обжатými концами, имеющими небольшие выходные отверстия, через которые масло двумя струйками направлено на координационные шестерни. Для увеличения давления масла в магистрали на дизелях, выпускаемых с 1960 г., трубка 56 не устанавливается, а на дизелях, выпущенных до 1960 г., снимается при ремонтах.

К штуцеру 55, также имеющему калиброванное отверстие, с внутренней стороны корпуса воздуходувки подведена трубка от масляного коллектора, а с внешней — трубка 47, которая присоединена к угловому штуцеру 48, ввернутому в нарезанное отверстие плиты упорно-опорных подшипников. Перпендикулярно этому отверстию в плите просверлены два канала, через которые по

штуцерам и трубкам масло поступает для смазки упорно-опорных подшипников. Сливается масло в кожух 3, откуда по двум отверстиям в плите 20, штуцерам и трубкам 1 с внешней стороны днища корпуса воздухоудувка проходит через штуцера в полость координационных шестерен и сливается затем в раму дизеля. При постановке новых прокладок между плитами и корпусом необходимо прорезать в них соответствующие отверстия для прохода масла.

Для демонтажа воздухоудувки надо укрепить на шпильках торца горловины приспособление, к которому прицепить крюк подъемного крана, и слегка натянуть трос. Затем отсоединить патрубки продувочного воздуха, крышки люков, трубу вентиляции картера, трубки подвода и слива масла, болты, связывающие воздухоудувку с верхней крышкой блока дизеля, выпрессовать контрольные штифты 49 из фланцев, отвернуть гайки шпилек изнутри продувочного ресивера и с наружной стороны фланцев. После этого сдвинуть воздухоудувку так, чтобы шестерня 36 вышла из зацепления, и снять воздухоудувку с дизеля.

С воздухоудувки следует снять кожух 3 и поставить ее вертикально, установив плиту 20 опорно-упорных подшипников на два деревянных бруска, или закрепить воздухоудувку в специальном монтажном стенде. Затем снять трубку 47, отвернуть специальным ключом грибки 15 (предварительно вывернув стопор) и гайки 14 верхнего и ниж-

него валов колес, спрессовать приводную шестерню 36 и координационные шестерни 33 и 39 приспособлениями (рис. 61); обе координационные шестерни следует спрессовывать одновременно, так как иначе спиральные зубья одной шестерни будут мешать спрессовке соседней шестерни и, кроме того, могут быть повреждены. Отвернуть стопорные винты разрезных гаек 31 и 38 (см. рис. 57) и отвернуть гайки.

Рис. 61. Приспособления, применяемые при ремонте воздухоудувки:

1 — съемник для спрессовывания ведомой координационной шестерни; 2 — съемник для спрессовывания плиты опорно-упорных подшипников

Для дальнейшей разборки воздухоудувку следует повернуть и установить на бруски плиту 40 (если воздухоудувка не закреплена в монтажном стенде). После этого снять сливные масляные трубки и штуцера, отвернуть гайки нижнего и верхнего валов, отвернуть гайки шпилек и снять нажимные кольца 13, поставить на гнезда 2 приспособления (см. рис. 61), закрепив их на шпильках гайками, отвернуть гайки, крепящие плиту к корпусу воздухоудувки, и удалить три контрольных штифта 46 (см. рис. 60). Затем, поворачивая на малый угол выжимные болты приспособлений, выпрессовать плиту 20 (см. рис. 57). Сняв приспособления, удалить установочный винт 4 и вынуть обоймы с подшипниками 17 и 18. Снять проставочные кольца 11 и маслоподводящие трубки, ввернуть рымы в отверстия торцов валов и вынуть рабочие колеса из корпуса. Затем поставить корпус воздухоудувки на днище, снять масляные трубки и, удалив контрольные штифты и отвернув гайки, крепящие плиту 40 к корпусу, снять ее.

Воздухоудувку собирают в последовательности, обратной разборке; сборка должна быть такой, чтобы рабочие колеса можно было свободно, без заеданий проворачивать одной рукой, взявшись за гайку крепления приводной шестерни. При строгом выполнении требований к сборке и установке воздухоудувки на дизеле она работает вполне надежно; повреждение воздухоудувки требует большого объема ремонта и нередко влечет за собой крупные неисправности коленчатых валов и вертикальной передачи. Так, недостаточно надежное крепление гаек 14 (см. рис. 57) вызывало расстройство и выход из строя зубчатой передачи от верхнего коленчатого вала к воздухоудувке, а иногда и изломы коленчатого



вала. Непараллельность и перекося при установке шестерен эластичного привода приводят к излому их зубьев. Недостаточно строго выполненное требование по равенству зазоров между колесами воздуходувки и ее корпусом во всех положениях колес служит причиной задира колес и их заедания; в связи с тем, что нередко в процессе работы может наблюдаться увеличение диаметра колес, необходимо контролировать в установленные сроки величину зазоров  $H$  и  $M$  наравне с приведенными выше величинами разбегов и зазоров деталей всей воздуходувки.

Производительность воздуходувки почти постоянна для данного числа оборотов и в малой степени зависит от давления нагнетаемого воздуха. Однако затрата мощности при увеличении давления продувочного воздуха возрастает весьма заметно. По техническим условиям при числе оборотов роторов  $n_p = 1450 \pm 10$  об/мин, давлении нагнетания  $200 \pm 5$  мм рт. ст., разрежении на всасывании 600—700 мм вод. ст. производительность должна быть не менее  $2,4$  м<sup>3</sup>/сек, мощность, отбираемая воздуходувкой, при этом составляет около 250 л. с.

Давление продувочного воздуха и его температура растут пропорционально числу оборотов дизеля, а при одном и том же числе оборотов — в зависимости от его нагрузки (в меньшей степени). Увеличение давления продувочного воздуха при возрастании мощности дизеля объясняется повышением противодействия на выпуске и зависит от увеличивающегося объема продуктов сгорания, проходящих выпускные коллекторы и глушители.

Так как при работе на холостом ходу в цилиндрах дизеля сжигается малое количество топлива, а производительность воздуходувки от нагрузки практически не зависит, то горение топлива при холостом ходе происходит с чрезмерно большим избытком воздуха. Это понижает температуру рабочего процесса, ухудшает условия горения топлива, затрудняет пуск дизеля. Кроме того, потребляется лишняя мощность для нагнетания неиспользуемого воздуха. Устройство для перепуска части нагнетаемого воздуха воздуходувкой из ресивера дизеля обратно во всасывающую полость воздуходувки и предназначено для снижения затрат мощности, расходуемой на бесполезное и даже вредное сжатие. Устройство для перепуска воздуха состоит из двух литых корпусов-патрубков 1 (рис. 61а), в которых установлены байпасные клапаны 2. При работе дизеля под нагрузкой, а также на холостом ходу при числе оборотов, большем 400 об/мин (со 2-го по 16-е положение рукоятки контроллера машиниста), тарелки клапанов 2 прижаты мощными пружинами 4 к уплотнительным пояскам корпусов 1, закрывая каналы, сообщающие патрубки продувочного воздуха с полостью всасывания воздуходувки. Только на нулевом и первом (при работе на холостом ходу) положениях контроллера сжатый воздух из тепловозной магистрали автоматики подается по трубке 11, а затем и 8 к тройнику 10 и штуцеру 7 фланцев левого и правого корпусов 1. Давлением воздуха ( $5,5$ — $6$  кг/см<sup>2</sup>) создается усилие на поршне 5, преодолевающее действие пружин 4, и тогда клапаны 2, соединенные с поршнями 5, открываются, позволяя части находящегося под давлением воздуха переходить не в ресивер дизеля, а обратно к колесам воздуходувки, значительно облегчая тем самым ее работу. При сборке клапанов нужно следить за тем, чтобы поршни не упирались во фланцы, т. е. чтобы клапаны были надежно закрыты. Для этого зазор  $\delta$  должен быть не менее 0,8 мм при закрытом клапане. Герметичность прилегания уплотнительного пояска и клапана к пояску корпуса проверяют керосином (просачивание керосина в течение 5 мин не допускается). Для того чтобы в кольцевом пространстве под поршнем 5 не скапливался сжатый воздух, мешающий открываться клапану 2, в корпусах 1 просверлены отверстия 3. Через эти отверстия можно контролировать и ход клапана 2. Чтобы проверить работу устройства, к полости ресивера следует подсоединить манометр. При работе дизеля под нагрузкой и исправном перепускающем устройстве давление в ресивере должно резко повыситься при переходе с нулевого положения контроллера в первое и, наоборот, резко снизиться при переходе с первого положения в нулевое.

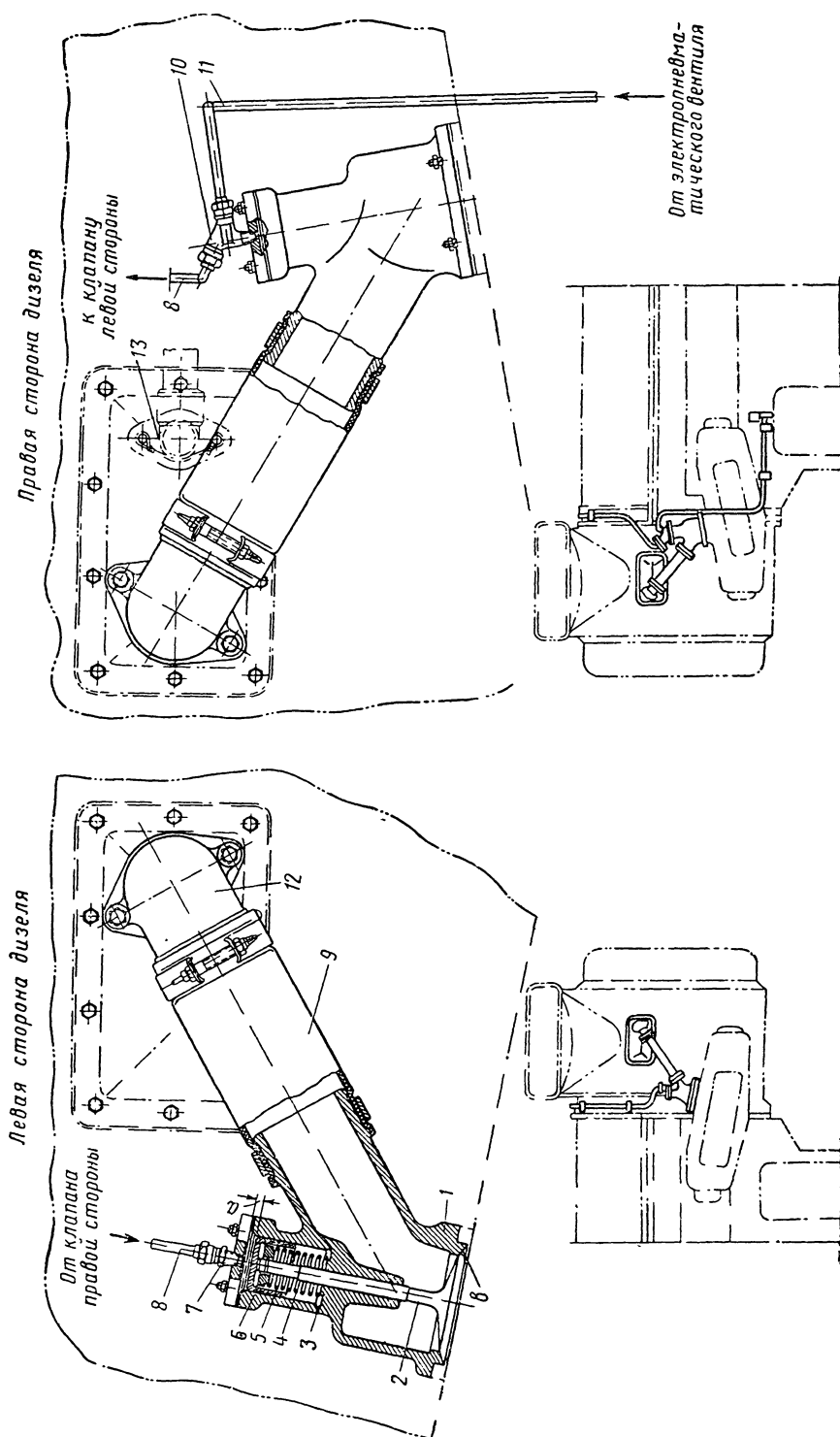


Рис. 61а. Устройство для перепуска воздуха:  
 1 — корпус; 2 — байпасный клапан; 3 — отверстие; 4 — пружина; 5 — поршень; 6 — тарелка пружины; 7 — штуцер; 8 и 11 — трубки; 9 — шланг; 10 — тройник; 12 — колесо; 13 — фланец и труба отсоса воздуха из картера

При проходе всасываемого воздуха через сетки фильтров и очистительные мультициклоны разрежение сильно возрастает. Поэтому разработаны и проходят испытания очистители воздуха новой конструкции, основанные на улавливании пыли поверхностью сеток, покрытых масляной пленкой.

Для уменьшения затрат мощности воздухоудовкой на режимах частичных нагрузок и ее габаритов установлены и проходят эксплуатационную проверку центробежные воздухоудовки взамен нагнетателей объемного типа.

#### **ПРИВОД К НАСОСАМ, ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОМУ РЕДУКТОРУ И РЕГУЛЯТОРУ ЧИСЛА ОБОРОТОВ ДИЗЕЛЯ**

Эластичный привод 20 (см. рис. 12) состоит из шестерни, упруго закрепленной на нижнем валу и находящейся в постоянном зацеплении с цилиндрической шестерней водяного насоса 19, шестерней маслопрокачивающего насоса и с ведомой шестерней привода 13 масляного насоса и регулятора. На вал привода 13 в дизелях выпуска до 1961 г. посажена коническая шестерня, находящаяся в зацеплении с конической шестерней соединительного вала привода регулятора (см. рис. 11). Он имеет две пары конических шестерен и передает вращение валу регулятора 60 числа оборотов дизеля.

На дизелях последующих выпусков в связи с тем, что регулятор числа оборотов устанавливается с левой стороны дизеля, а не на торце его, на вал привода ставят на шпонке вместо конической винтовую шестерню (см. рис. 12), которая передает вращение парной винтовой шестерне и далее через горизонтальный промежуточный валик и пару конических шестерен приводит во вращение вал регулятора числа оборотов.

Ступица 15 (рис. 62) привода напрессована на цапфу ступицы антивибратора и соединена с ней шпонкой 8. Кроме ступицы 15, привод имеет шестерню 16 и опорный диск 19, в которые впрессованы (с натягом  $E = 0,055—0,125$  мм) бронзовые втулки 3 и 14, надетые с зазором  $Ж$  ( $0,10—0,20$  мм) на цапфы ступицы 15. Между выступами ступицы 15, как и в приводе воздухоудовки, установлены сухари с пружинами 37, упирающимися с одной стороны в тело сухаря, а с другой — в выступ ступицы. Однако в отличие от привода воздухоудовки сухари не имеют шпилек, а соединены с опорным диском 19 и шестерней 16 призонными болтами 18, которые со стороны ступицы антивибратора стянуты корончатыми гайками 7. Смазка к бронзовым втулкам 3 и 14 подводится также несколько иначе, чем в приводе воздухоудовки: по отверстию 11 из ступицы антивибратора масло проходит в паз 9, прорезанный в шпоночной канавке, и по двум отверстиям 4 поступает в кольцевые проточки в ступице около внутренних граней втулок 3 и 14. По отверстиям 5 и 6 масло попадает на зубья шестерни 16 и парной ей шестерни привода масляного насоса.

Опорный диск 19 входит в шестерню с радиальным зазором  $Г$  ( $0,11—0,026$  мм) и осевым зазором  $В$  ( $0,20—0,35$  мм).

Для выпрессовки диска служат три нарезанных отверстия 17, в которые ввертывают болты. Болты упираются в ступицу и выжимают диск из привода.

На ступице имеются четыре нарезанных отверстия, служащих для спрессовывания ее с цапфы ступицы антивибратора с помощью приспособления, подобного применяемому для спрессовки ступицы привода воздухоудовки.

Во внутреннее отверстие ступицы антивибратора запрессована вилка 22 карданного соединения. Вилка посажена на шпонке 13 и прижата к бурту ступицы 15 гайкой 1. В месте стыка этих буртов, а также буртов ступицы 15 и ступицы антивибратора 10 допускается только местный зазор  $Д$  (не более  $0,05$  мм) на длине отрезка окружности, не большей  $60$  мм. Гайка 1 накручена на хвостовик коленчатого вала и стопорится шайбой 24, в свою очередь привернутой болтами к телу вилки кардана. В два выступа (ушка) вилки поставлены с допуском  $А$  (натяг  $0,03—0,05$  мм, зазор  $0,03—0,05$  мм) стальные втулки 21, которые закреплены стопорными пружинными полукольцами 23.

Во втулки 21 входят с зазором  $З$  ( $0,05—0,112$  мм) две цапфы 20 крестовины 2, поверхности цапф и опорные торцы которой после шлифовки омедняют (толщина слоя  $0,01—0,007$  мм) или фосфатируют.

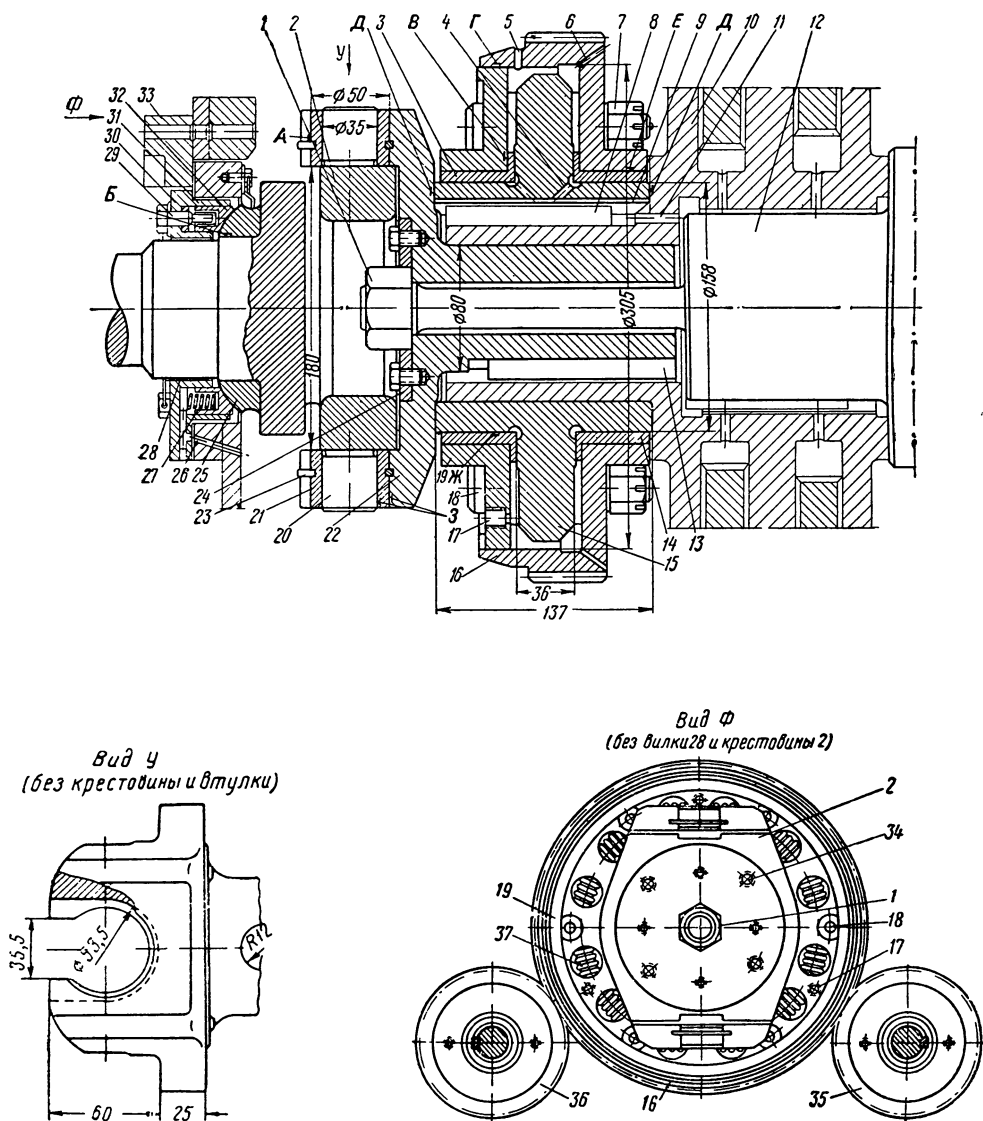


Рис. 62. Привод к насосам, гидромеханическому редуктору и регулятору дизеля 2Д100:

1—гайка стержня нижнего коленчатого вала; 2—крестовина кардана; 3, 14, 21, 31—втулки; 4—6, 11, 26—отверстия; 7—гайка болта сухаря; 8, 13—шпонки; 9—паз; 10—ступица антивибратора; 12—нижний коленчатый вал; 15—ступица; 16—шестерня; 17—отверстие для выпрессовки опорного диска; 18—болт сухаря; 19—опорный диск; 20—цапфа крестовины; 22, 28—вилки кардана; 23—стопорные полукольца; 24—стопорная шайба; 25—сферическая шайба; 27—пружина; 29—стопорный болт; 30—фланец; 32—текстолитовое кольцо; 33—масляный насос; 34—отверстие для выпрессовки опорного диска; 35—шестерня водяного насоса; 36—шестерня масляного насоса центробежного фильтра; 37—пружина сухаря; А—З—зазоры и натяги в сочленениях деталей

Номер детали (см. рис. 62)	Материал	Твердость	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм	
					номинальный	браковочный
2	Сталь 15Х	HRC56	А	0,03—0,05	0,03—0,05	—
3, 14	Бронза ОЦС 5-5-5	—	Б	0,01—0,07	—	—
15	Сталь 40Х	HB285—321	В	—	0,20—0,35	0,70
16	Сталь 45ХН	HRC56—62	Г	—	0,11—0,026	—
21	Сталь 20Х	HB255—302	Д	—	Не более 0,05 на длине отрезка окружности, не большей 60 мм	
28	Сталь 38ХС	HRC44—49	—	—		
37	Сталь 60С2А	—	Е	0,055—0,125	—	—
			Ж	—	0,10—0,20	0,40
			З	—	0,05—0,112	0,25

Вторая пара цапф крестовины (рис. 63), ось которых расположена под углом  $90^\circ$  к оси первых двух, входит во втулки (такие же, как и втулки 21) выступов вилки 28 (рис. 62). Цапфа вилки 28 имеет на конце конус для насадки фланца, которым она соединяется с промежуточным валом привода гидромеханического редуктора.

Для того чтобы предотвратить утечки масла через зазоры между цапфой вилки 28 кардана и стенкой отверстия, в опорной плите насосов применено уплотнительное устройство. Оно состоит из сферической шайбы 25, напрессованной на цапфу вилки 28 с натягом  $B$  ( $0,01—0,07$  мм), текстолитового кольца, которое входит в кольцевую проточку фланца 30 и прижимается к шайбе 25 пружинами 27. Пружины упираются в днища отверстий, просверленных в текстолитовом кольце, и в дно кольцевой проточки фланца 30. Для того чтобы

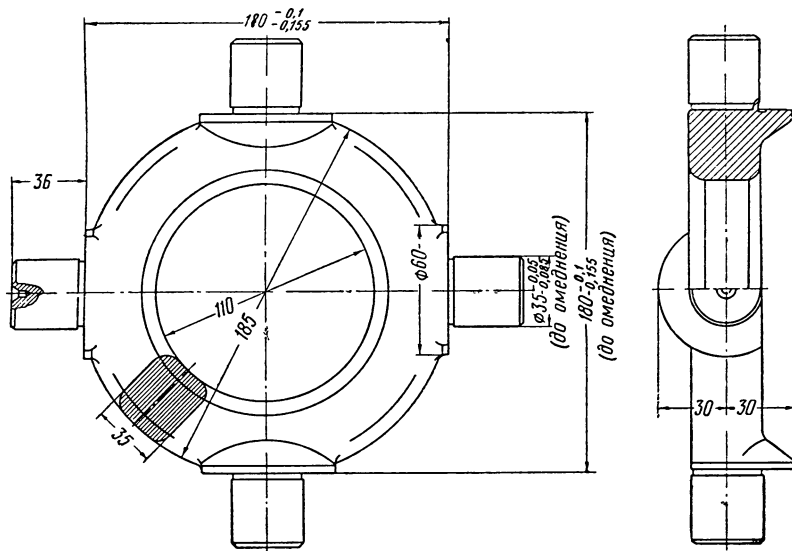


Рис. 63. Крестовина кардана дизеля 2Д100

кольцо не могло проворачиваться, в два отверстия (диаметрально расположенные) впрессованы втулки 31, в которые входят цилиндрические концы стопорных болтов 29, ввертываемых снаружи фланца. Фланец крепится к опорной плите насосов двумя шпильками и четырьмя болтами. Корончатые гайки шпилек, головки болтов, крепящих фланец, и болтов 29 шплинтуют проволокой. Верхний торец фланца срезан для возможности установки фланца масляного насоса 33. По отверстию 26 масло, просочившееся через уплотнение, сливается в маслосорбник дизеля.

**Привод масляного насоса и регулятора числа оборотов дизеля.** Сварной корпус привода 55 масляного насоса и регулятора (см. рис. 11) изготовлен из стали. Четырьмя болтами 25 (рис. 64), два из которых призонные, он прикреплен к горизонтальному листу отсека управления. Между верхней частью корпуса и приваренными к горизонтальному листу отсека бонками устанавливают круглые прокладки 4, которыми регулируют зазор  $\Gamma$  ( $0,20—0,40$  мм) между цилиндрической ведомой шестерней 14 и ведущей шестерней 15 эластичного привода (см. также 16 на рис. 62).

Шестерня 14 вместе с ведущей конической шестерней 13 насажены на вал 16 привода насоса с допуском  $B$  (натяг  $0,02$  мм, зазор  $0,024$  мм) и укреплены общей шпонкой. Для регулирования зазора между зубьями шестерни 13 и ведомой шестерни 9 служат прокладки 12.

Вал 16 лежит в шарикоподшипнике 22 и роликоподшипнике 23; с внешней стороны (со стороны соединения с масляным насосом) он имеет увеличенного

диаметра бурт, на котором нарезаны зубья, служащие для соединения с внутренними зубьями зубчатой муфты 18. Допуски в постановке подшипников 22 и 23 Д, Е, Ж. Внутренние кольца подшипников через проставочную шайбу, распорную втулку 17, ступицу шестерни 14 и шестерню 13 прижаты к бурту вала 16 стопорным диском 11 и тремя болтами, ввернутыми в торец вала.

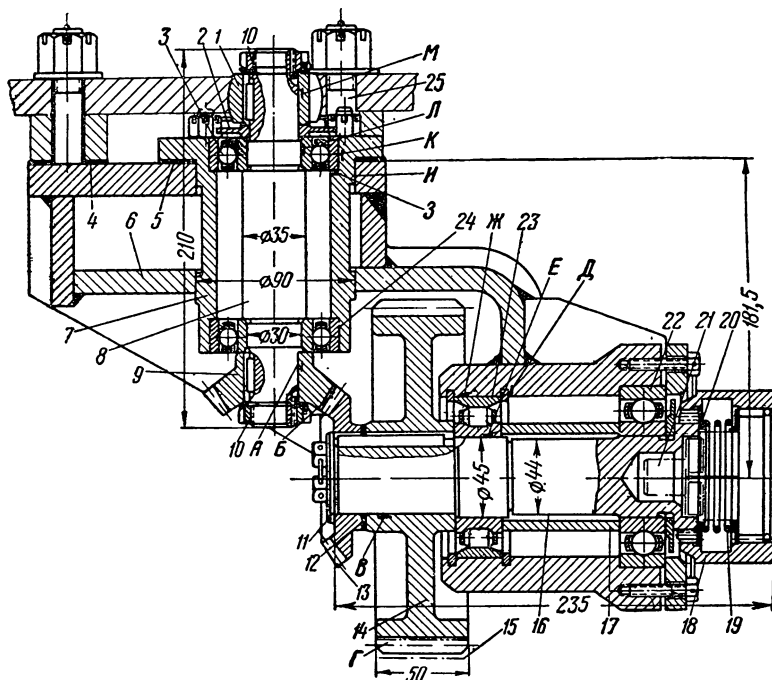


Рис. 64. Привод масляного насоса и регулятора:

1 — приводная муфта; 2 — защитный диск; 3 — шарикоподшипник; 4, 5, 12 — регулировочные прокладки; 6 — корпус привода; 7 — корпус подшипников; 8 — вал привода регулятора; 9 — ведомая шестерня привода регулятора; 10 — гайка; 11 — стопорный диск; 13 — ведущая шестерня привода регулятора; 14 — ведомая шестерня привода насоса; 15 — ведущая шестерня эластичного привода масляного насоса; 16 — вал привода насоса; 17 — распорная втулка; 18 — зубчатая муфта; 19 — пружина; 20 — шайбы; 21 — вал ведущей шестерни масляного насоса; 22 — 24 — подшипники; 25 — призонный болт; А—М—зазоры и натяги в сочленениях деталей

Номер детали (см. рис. 64)	Материал	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
8	Сталь 45	А	0,017	0,021	—
9	Сталь 40Х	Б	—	0,10—0,20	0,40
13	Сталь 40Х	В	0,02	0,024	—
14	Сталь 40Х	Г	—	0,20—0,40	0,55
16	Сталь 38ХС	Д	—	0,02—0,06	—
		Е	0,003—0,032	—	—
		Ж	—	0,01—0,05	0,08
		З	—	0,02—0,07	—
		И	0,01	0,033	—
		К	—	0,01—0,04	—
		Л	0,000—0,027	—	—

Наружное кольцо подшипника 23 ограничено двумя пружинными кольцами, подшипника 22 — нажимным кольцом, притянутым болтами к корпусу привода.

С шестерней 13 находится в зацеплении коническая шестерня 9, напрессованная с допуском А (натяг 0,03—0,05 мм, зазор 0,03—0,05 мм) на вал 8, который вращается в шарикоподшипниках 3 и 24, поставленных в корпус 7 с допусками З, К и Л. Шестерня 9 и внутреннее кольцо шарикоподшипника 24,

упирающегося в бурт вала 8, укреплены круглой гайкой 10, имеющей стопорную шайбу с внутренним зубом, входящим в специальную проточку в валу, и наружными лепестками, отгибаемыми на гайку; один из лепестков должен обязательно зайти в прорезь гайки.

Внутреннее кольцо шарикоподшипника 3 через защитный диск 2 и приводную муфту прижато к бурту вала 8 также круглой гайкой 10. Корпус 7 подшипников установлен в корпус 6 привода с допуском *H* (натяг 0,01 мм, зазор 0,033 мм) по верхнему направляющему бурту. Для регулирования бокового зазора *B* (0,10—0,20 мм) между зубьями конических шестерен 9 и 13 под бурт корпуса подшипников устанавливают регулировочные прокладки 5. Для спрессовывания шестерен 14 и 13 в первой имеются два нарезанных отверстия, в которые ввертывают болты приспособления.

Вал 16 соединен с зубчатым поводком вала 21 масляного насоса муфтой 18, имеющей с обеих сторон внутренние зубья, которые со стороны привода входят в зацепление с наружными зубьями бурта вала 16, а со стороны масляного насоса — с зубьями поводка вала 21. На поводке вала масляного насоса проточена кольцевая канавка, в которую заложено стальное проволоочное кольцо, упирающееся в торец внутренних зубьев муфты. Внутри муфта имеет полость, диаметр которой больше наружного диаметра зубчатой части муфты. В эту полость заводят пружину 19, сжатую двумя фигурными шайбами 20, имеющими на концах по два выступа. Будучи заведены внутрь муфты и повернуты, шайбы 20 раздвигаются пружиной и упираются выступами во внутренние бурты проточки муфты. При установке масляного насоса торцы зубьев обоих валов сожмут пружину через шайбы 20 и благодаря этому муфта будет фиксирована в определенном положении, жестко передавая крутящий момент и в то же время компенсируя возможный перекося осей вала привода и вала масляного насоса. В конструкцию муфты 18 при заводском ремонте вносят изменение, заключающееся в том, что шайбы 20 с пружиной 19 удаляют. По бурту вала 16 (в зубьях) протачивают кольцевую канавку, такую же кольцевую канавку со сквозной прорезью с одной стороны корпуса делают в муфте 18. В кольцевую канавку вала ставят пружинное стопорное кольцо, которое перед соединением муфты 18 с валом 16 сжимают отогнутыми концами кольца, проходящими через прорезь муфты. После соединения концы отпускают и кольцо заходит в канавки вала и муфты, связывая их в осевом направлении.

Такое же соединение муфты выполнено в приводе масляного насоса и регулятора при установке последнего с левой стороны дизеля (рис. 64а). В связи с введением пары винтовых шестерен этот привод соответственно изменен. Корпус 4 привода выполнен литым, на валу 2 привода насоса, кроме шестерни 8, соединенной с шестерней эластичного привода, установлена на шпонке ведущая винтовая шестерня 5. С обеих сторон она фиксирована распорными втулками 6, упирающимися во внутренние кольца шарико- и роликоподшипников 3 и 7, и вместе с ними зажатыми через шестерню 8 и шайбу 9 двумя болтами 10. Наружное кольцо подшипника 3 упирается во фланец 15, привертнутый к корпусу 4 шестью болтами 16. С шестерней 5 входит в зацепление винтовая же шестерня 20, посаженная на шпонке на валик 21 с шлицевым концом. Так же, как и шестерня 5, шестерня 20 укреплена двумя распорными втулками 22, зажатыми через внутренние обоймы шарикоподшипников 19 и 26 круглой гайкой 18. Валик 21 в сборе с шестерней, шарикоподшипниками и стаканом 23 при сборке устанавливают в корпус 4 раньше, чем вал 2. Затем ставят вал 2, подбирают шестерню 5 и закрепляют ее, как указано выше. На шлицы вала 2 надевают зубчатую (шлицевую) муфту 1, которую от сдвига в осевом направлении предохраняет стопорное кольцо 17. Регулировка зазора между зубьями шестерен осуществляется прокладками 11.

Привод регулятора числа оборотов дизеля. При расположении регулятора на торцовом листе отсека управления привод регулятора состоит из корпуса 25 (рис. 65), корпуса подшипников 33 и кронштейна 9, отлитых из чугуна, крайнего приводного вала 31, двух промежуточных валиков 10 и 16, конических шестерен и подшипников, а также соединительного вала 7, который двумя кар-

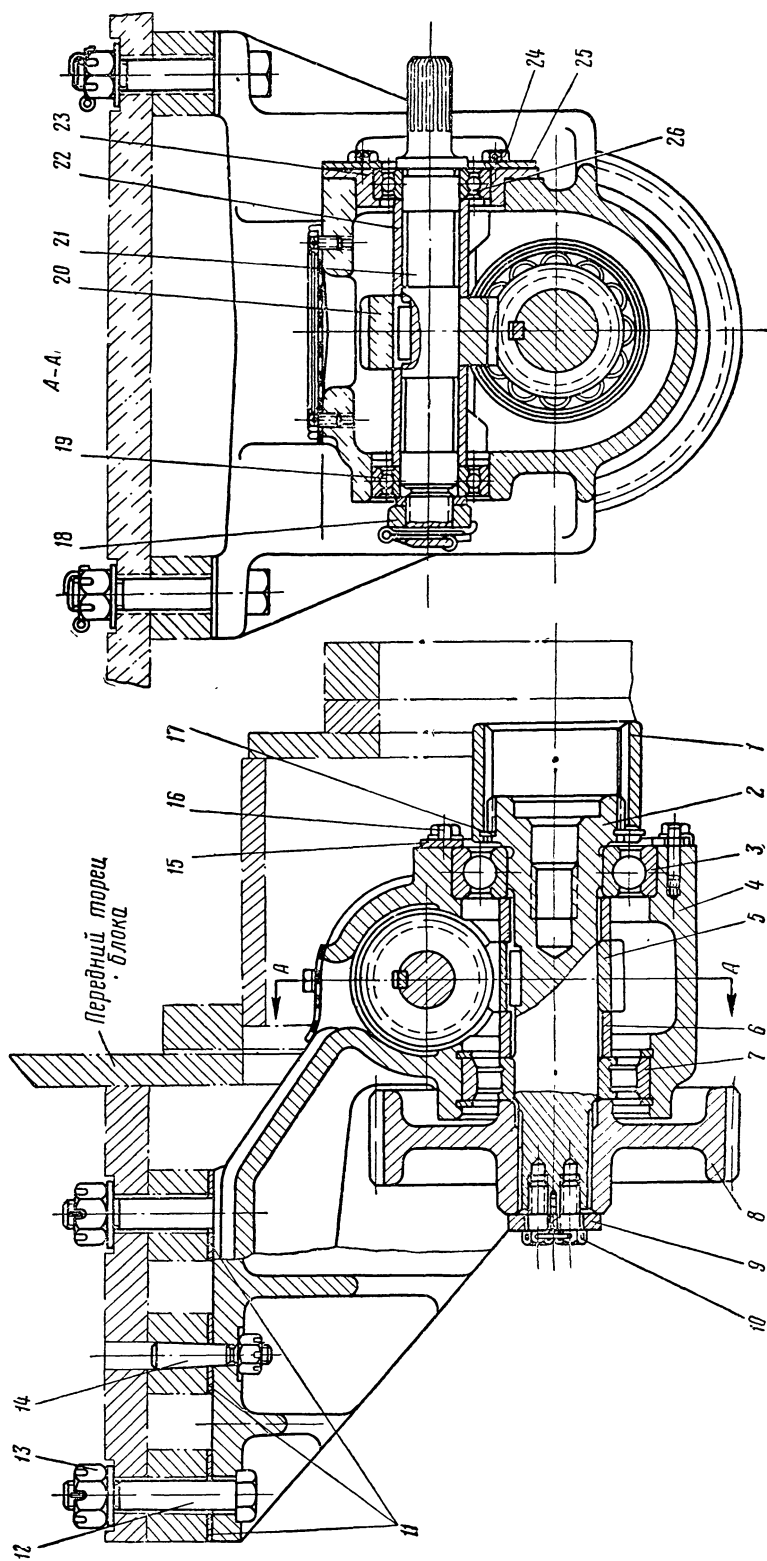


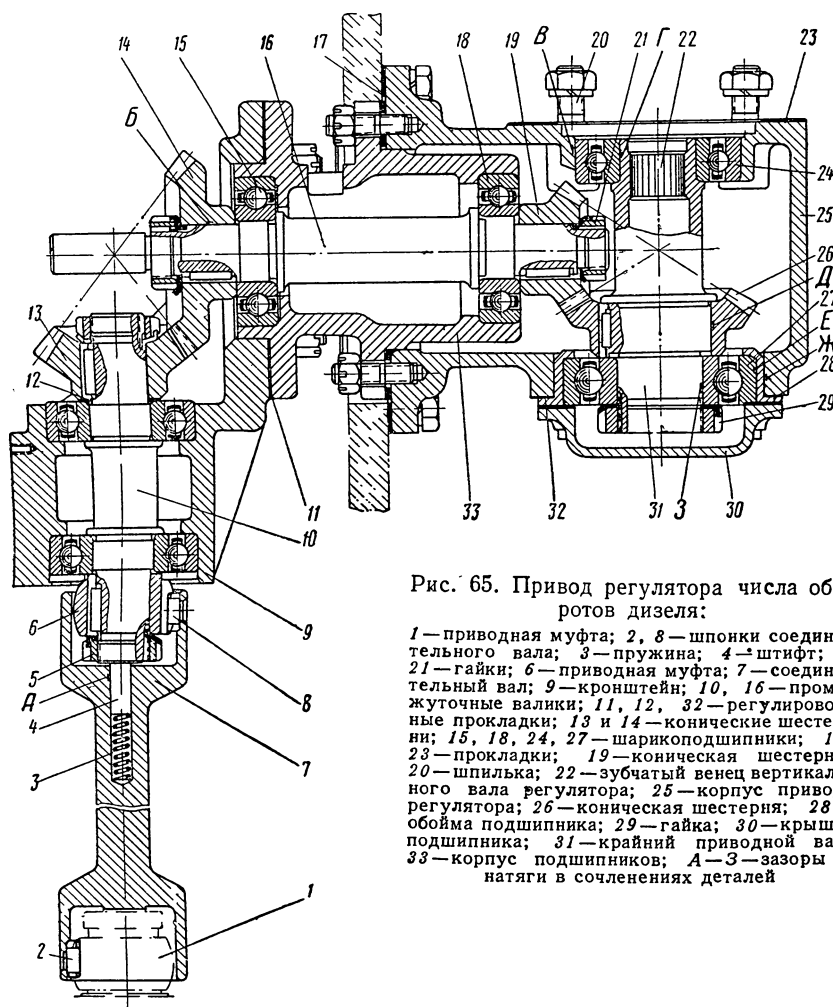
Рис. 64а. Привод масляного насоса и регулятора:

1 — шлицевая муфта; 2 — приводной вал; 3, 19, 26 — шариковые подшипники; 4 — корпус; 5 — ведущая винтовая шестерня; 6, 22 — распорные втулки; 7 — роликовый подшипник; 8 — цилиндрическая шестерня; 9, 23 — шайбы; 10, 12, 16, 24 — болты; 11 — регулировочные прокладки; 13 — гайка; 14 — конический штифт; 15 — фланец; 17 — стопорное кольцо; 18 — круглая гайка; 20 — ведомая винтовая шестерня; 21 — валик; 23 — стакан



данными головками связывает промежуточный валик 10 с вертикальным валом 8 (см. рис. 64) привода масляного насоса и регулятора.

Корпус 25 (см. рис. 65) привода регулятора прикреплен к переднему торцовому листу (с наружной стороны) блока дизеля (см. также рис. 11) восемью



гулятора. Прокладки 11 служат для регулирования зазора между коническими шестернями 14 и 13.

От вертикального вала 8 (см. рис. 64) привода регулятора через приводную муфту 1 (рис. 65) вращение передается соединительному валу 7 (см. также 57 на рис. 11) и дальше при помощи шпонки 8 и приводной муфты 6 — промежуточному валу 10 и посаженной на нем конической шестерне 13. Описанное соединение валов позволяет не добиваться исключительно строгой их соосности, обеспечивая в то же время нормальную передачу крутящего момента.

Для предупреждения ударов в осевом направлении (по вертикали) верхняя часть соединительного вала 7 просверлена и в отверстие поставлена пружина 3, которая отжимает вал вниз и прижимает штифт 4, поставленный в отверстие этого вала с зазором  $A$  ( $0,013—0,043$  мм), к торцу промежуточного валика 10, установленного в кронштейне 9 на двух шарикоподшипниках. Внутренние кольца нижнего подшипника через приводную муфту 6 и верхнего подшипника через коническую шестерню 13 прижаты к буртам валика 10 круглыми гайками. Все круглые гайки привода регулятора имеют по четыре прорези для наружных лепестков стопорных шайб, а валы — пазы для внутреннего зуба этих же шайб. Между конической шестерней 13 и внутренним кольцом шарикоподшип-

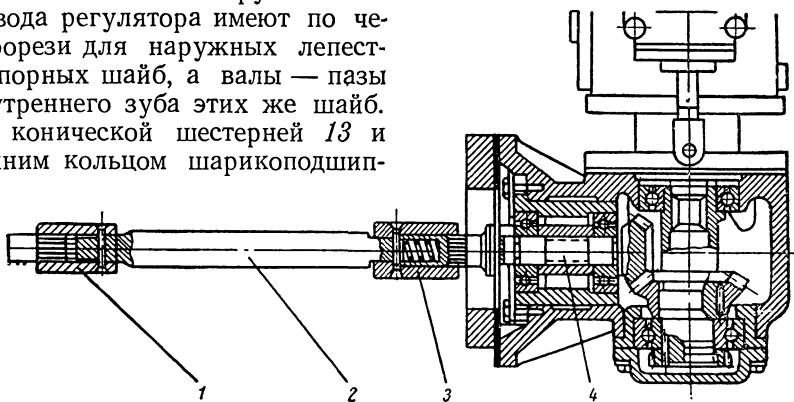


Рис. 65а. Привод регулятора числа оборотов (боковой):  
1 и 3 — соединительные втулки с внутренними шлицами; 2 — соединительный вал; 4 — промежуточный валик

ника установлены регулировочные прокладки 12, которыми (совместно с прокладками 11) устанавливается зазор между зубьями шестерен 13 и 14.

Шестерня 14 посажена на шпонке на конец промежуточного валика 16 с допуском  $B$  (натяг  $0,017$ , зазор  $0,021$  мм) и через внутреннее кольцо шарикоподшипника 15 прижата круглой гайкой к его бурту. Посадка шестерни 14 производится одновременно с постановкой на место кронштейна 9 с установленными в нем валиком 10 и шестерней 13. Промежуточный валик 16 с конической шестерней 19 (число зубьев 18), посаженной на шпонке и закрепленной круглой стопорной гайкой, помещают в корпус 33 подшипников, который затем устанавливают в корпус 25 привода регулятора. Между фланцами обоих корпусов ставят прокладки 17, которыми регулируют зазор между зубьями шестерен 19 и 26 (число зубьев 28).

На пустотелый крайний приводной вал 31 шестерня 26 посажена на шпонке с допуском  $D$  (натяг  $0,02$ , зазор  $0,024$  мм) и затем через внутреннее кольцо подшипника 27 прижата круглой гайкой 29 к бурту вала 31. Внутреннее кольцо подшипника 27 поставлено на вал с натягом  $З$  ( $0,032—0,003$  мм), наружное кольцо подшипника в обойме 28 — с зазором  $E$  ( $0,00—0,05$  мм), обойма 28 — в корпус 25 с допуском  $Ж$  (натяг  $0,012$ , зазор  $0,047$  мм). Между буртом обоймы 28 и корпусом 25 имеются регулировочные прокладки 32, служащие для установки зазоров между зубьями конических шестерен.

Обойма 28 прижата к корпусу 25 через наружное кольцо подшипника 27 крышкой 30 при помощи четырех шпилек, ввернутых в тело корпуса 25. Для уплотнения между крышкой 30 и обоймой 28 поставлена прокладка из паронита. Верхний конец крайнего приводного вала 31 лежит в подшипнике 24,

внутреннее кольцо которого напрессовано на вал с натягом  $\Gamma$  (0,032—0,03 мм), а наружная обойма имеет в корпусе зазор  $B$  (0,043 мм). Внутри отверстия вала 31 нарезан зубчатый венец 22, во впадины которого входят зубья зубчатого венца приводной втулки шлицевого валика регулятора числа оборотов дизеля. Нижний корпус этого валика прикреплен гайками четырех шпилек 20, ввернутых в тело корпуса 25 привода.

При расположении регулятора с левой стороны дизеля сбоку и выше водяного насоса (см. рис. 12) привод изменяется. Две конические шестерни исключены. Соединительный вал 2 (рис. 65а) проходит через боковую полость, отлитую в опорной плите насосов, расположен горизонтально и имеет на обоих концах шарнирно соединенные с ним втулки 1 и 3 с внутренними шлицами.

### КУЛАЧКОВЫЕ ВАЛЫ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ И ИХ ПРИВОД

Кулачковые валы 23 (см. рис. 12) топливных насосов, расположенные с обеих сторон дизеля, приводятся во вращение шестернями 19 через промежуточные шестерни 16 от шестерни 20 верхнего коленчатого вала. Для установки промежуточных шестерен 2 и 4 (рис. 66) выполнено следующее устройство.

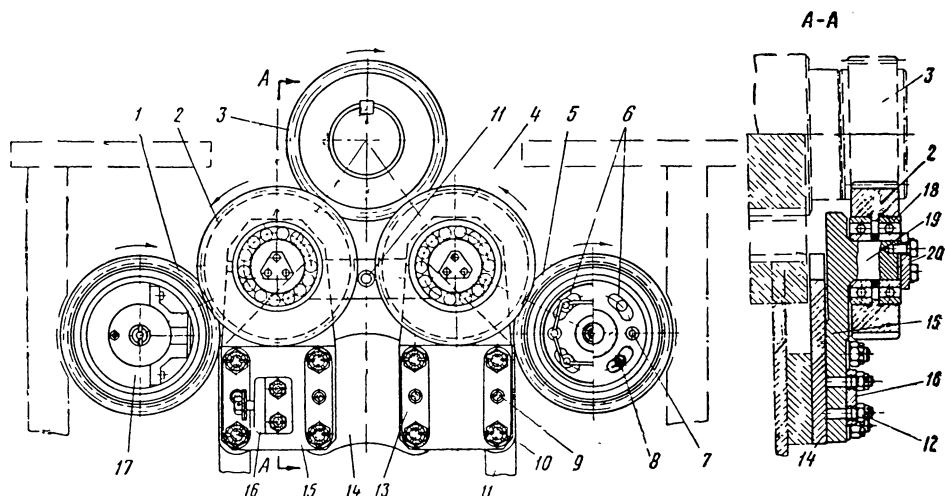


Рис. 66. Привод кулачковых валов топливных насосов:

1—шестерня правого кулачкового вала; 2 и 4—промежуточные шестерни; 3—шестерня верхнего коленчатого вала; 5—шестерня левого кулачкового вала; 6—овальные отверстия; 7—установочный штифт; 8, 10, 12—шпильки; 9—контрольный конический штифт; 11—планка; 13—стопорная планка; 14—плита; 15, 16—кронштейны; 17—регулятор предельного числа оборотов дизеля; 18—шарикоподшипник; 19—цапфа кронштейна; 20—стопорная шайба

Втулка 1 соединена с валиком 21 (см. рис. 64а), втулка 3 (см. рис. 65а) — с промежуточным валиком 4. Корпус привода регулятора прикреплен к фланцевой боковой плоскости опорной плиты насосов. В остальном привод имеет ту же конструкцию.

Стальная плита 14 с ввернутыми в нее шпильками приварена к вертикальному листу отсека управления дизеля; к этому же листу приварены планки 11. На плите 14 и планках 11 на шпильках 10 установлены два кронштейна 15 с цапфами 19. Между кронштейнами и плитой для регулирования зазора между зубьями шестерен и размещения их в одной плоскости разрешается ставить регулировочные прокладки. Положение кронштейнов фиксируют контрольными коническими штифтами 9, которые для возможности выпрессовки имеют хвостики. Чтобы штифты не выпадали, под гайки шпилек 10 ставят стопорную планку 13, через среднее отверстие которой проходит хвостовик, но не проходит сам штифт, имеющий больший диаметр. На цапфы 19 кронштейна надеты вместе с шарикоподшипниками 18 промежуточные шестерни 2 и 4,

которые удерживаются на них стопорными шайбами 20, привернутыми тремя болтами каждая к торцам цапфы 19. Зазоры между зубьями шестерен должны находиться в пределах 0,1—0,3 мм, браковочные — не более 1,0 мм и не менее 0,08 мм.

Шестерни 1 и 5 соединены с фланцами кулачковых валов каждая четырьмя шпильками 8, ввернутыми в эти фланцы и проходящими через овальные отверстия 6 в шестернях (на рис. 67 шпильки 10 и шестерня 12). Благодаря овальности отверстий 6 можно регулировать положение кулачковых валов относительно верхнего коленчатого вала.

После регулировки, когда кулачковые валы будут правильно установлены и закреплены гайками шпилек 8, развертывают отверстия для установки штифтов 9. Шестерня 1 правого кулачкового вала зажата между фланцем вала и фланцем корпуса регулятора предельного числа оборотов дизеля; шестерня 5

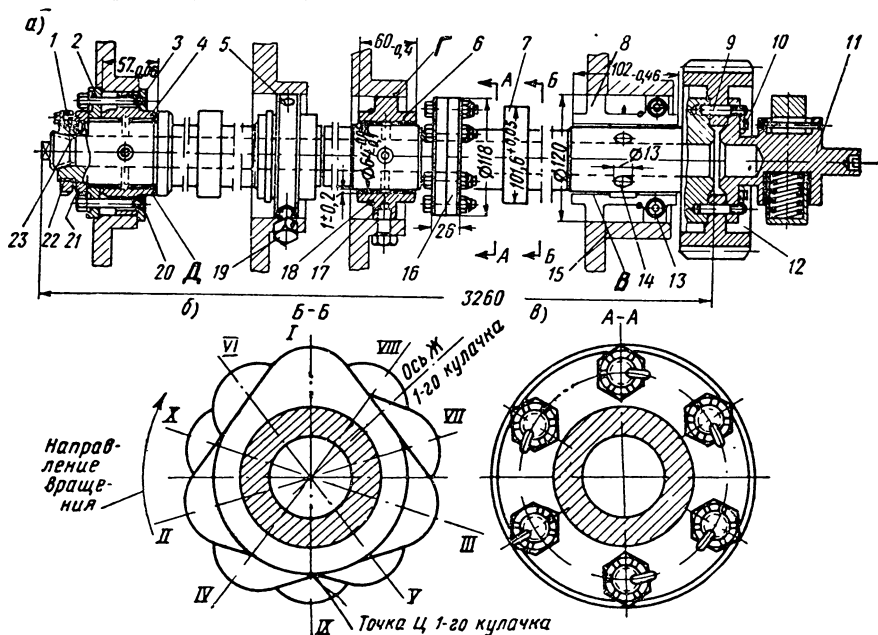


Рис. 67. Кулачковый вал топливных насосов:

а—вид сверху; б—расположение кулачков вала относительно 1-го кулачка; в—вид на соединительный фланец; 1—вал; 2—упорный фланец подшипника; 3—нажимное кольцо подшипника; 4—упорно-опорный подшипник; 5—отверстие; 6—нижняя половина среднего подшипника; 7—кулачок кулачкового вала; 8—нижняя половина первого подшипника; 9—установочный штифт; 10—шпильки; 11—регулятор предельного числа оборотов дизеля; 12—шестерня; 13—штифт; 14—масляное отверстие; 15—варная втулка; 16—фланец; 17—верхняя половина среднего подшипника; 18—пружинное кольцо; 19—установочный болт; 20—болт; 21—пятя подшипника; 22—гайка; 23—штифт; В—Д—зазоры

Номер детали (см. рис. 67)	Материал	Твердость	Обозначение зазора	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
2	Бронза ОЦН 3-7-5-1	—	В	0,08—0,15	0,35
			Г	0,015—0,07	—
16	Сталь 50Г: кулачки	HRC54—62	Д	0,10—0,30	0,50
21	Шейки	HRC50—60			
	Сталь 20	HRC58—63			

левого кулачкового вала — между фланцем вала и фланцем валика, который может быть использован для привода таходинамики дистанционного тахометра или для измерения числа оборотов дизеля тахоскопом при проверке тахометра или точной регулировке дизеля. Гайки шпилек 10 и установочных штифтов 9 шплинтуют вкруговую проволокой.



В эксплуатации наблюдалось появление трещин в торцовом листе блока рядом с приваренными платиками для кронштейна 15; после установки плиты 14 появление трещин резко сократилось. Имеются случаи возникновения питтингов на зубьях шестерен привода. Для борьбы с этим явлением применяется омеднение зубьев, проверяется также возможность изготовления шестерен с зацеплением Новикова.

Кулачковый вал 1 (рис. 67) топливного насоса состоит из четырех секций, соединенных между собой фланцами 16, стянутыми шестью болтами. Поверхности кулачков 7 и шейки закаливают током высокой частоты на глубину 2—3 мм. Биение центрирующих выступов соединяемых фланцев относительно указанной выше оси допускается не более 0,02 мм; биение затылков кулачков (цилиндрический участок на рис. 68) относительно оси цилиндрических поверхностей шеек кулачкового вала не более 0,08 мм, а на участке  $\pm 15^\circ$  от точки Ц не более 0,03 мм. Валы пустотелые; кулачки выполнены заодно целое с валом.

Профиль кулачка, изготавливаемого на копировально-шлифовальном станке, дан на рис. 68, где показаны величины подъема центра ролика диаметром 38 мм при повороте вала. Контроль профиля кулачков и их расположения при отсчете подъемов ведется от точки Ц, находящейся на оси симметрии кулачка на затылочной его части, при контроле углов отсчет начинают от оси Ж, что соответствует положению, при котором подъем ролика равен 3,51 мм. Отклонение для разных кулачков вала в величине подъема ролика на участке профиля  $m$  кулачка должно быть в пределах  $\pm 0,05$  мм. Кулачок, как видно на рис. 68, симметричный с крутым спуском нерабочей части.

Взаимное расположение кулачков всех десяти цилиндров показано на рис. 67, б. Углы между осью Ж первого кулачка и осями Ж остальных кулачков не должны отличаться более чем на  $\pm 1^\circ 15'$  от углов, указанных ниже.

Номер кулачка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Величина угла в град	0	108	252	144	216	36	288	324	180	72

Шейки кулачковых валов лежат в стальных подшипниках, залитых свинцовистым баббитом БК2. Кроме концевых, все подшипники имеют одинаковые размеры и конструкцию. Они состоят из двух половин — верхней 17 и нижней 6, которые стягиваются пружинным кольцом 18 и с зазором Г (0,015—0,07 мм) входят во вваренные в блок втулки 15, где их фиксируют установочным болтом 19. Болт ввернут во втулку 15 и цилиндрическим концом входит в несквозное отверстие, просверленное в теле верхней половины подшипника. Второе такое же отверстие 5 позволяет использовать верхние половины как для ле-

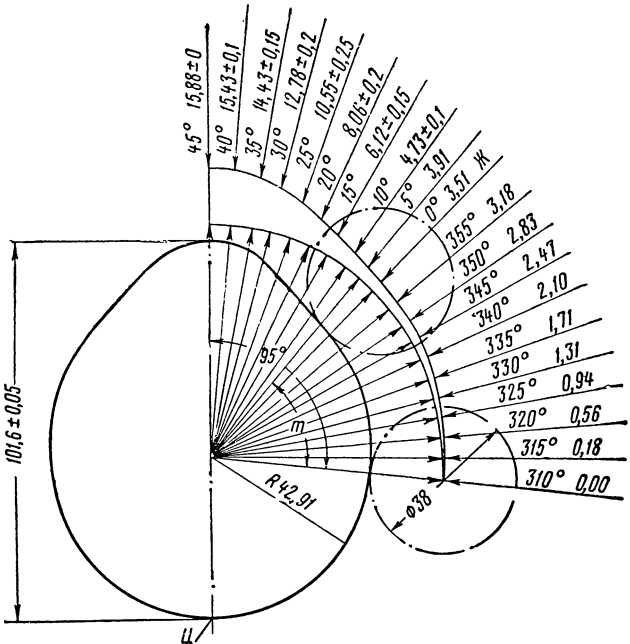


Рис. 68. Профиль кулачка кулачкового вала топливных насосов

вого, так и для правого кулачковых валов. В торцах верхних половин подшипников имеются отверстия, в которые входят штифты 13, фиксируя положение верхних половин относительно нижних. Диаметральный зазор  $B$  между шейками вала и подшипниками  $0,08—0,15$  мм.

Первый подшипник (со стороны отсека управления), состоящий также из двух половин — нижней и верхней, имеет большую длину и несколько иную конфигурацию. Отличается он также и большим диаметром четырех отверстий 14, по которым масло проходит к первой шейке кулачкового вала, причем и в шейке отверстия также большего диаметра, чем в остальных шейках вала. Вызвано это тем обстоятельством, что к первой опоре от верхнего масляного коллектора подведена трубка и от шейки масло подается на смазку всех подшипников, к которым оно проходит по осевому каналу в валу.

Крайний подшипник 4 со стороны воздуходувки является не только опорным, как остальные, но и упорным. Подшипник этот неразрезной: он состоит из внутренней стальной втулки, нажимного кольца 3, упорного бронзового фланца 2 с полированным торцом, обращенным к пяте 21 (непрямолинейность этой поверхности допускается не более  $0,05$  мм). Нажимное кольцо 3 и упорный фланец 2 стянуты болтами 20, ввернутыми в кольцо 3 и совместно прошпильтованными. Стальная цементированная на глубину  $0,8—0,12$  мм пята 21 имеет внутреннюю канавку, в которую входит штифт 23, впрессованный в вал 1. Торцовый зазор  $D$  ( $0,10—0,30$  мм) между буртом вала и буртом подшипника устанавливают при помощи пяты 21 и разрезной гайки 22, стягиваемой после закрепления двумя винтами, головки которых в свою очередь закрепляют.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИЗЕЛЯ 2Д100

Процессы, происходящие в цилиндре дизеля 2Д100 в течение рабочего цикла, и их последовательность были рассмотрены выше на стр. 19, 20. Сам рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания, периодически повторяющийся в каждом цилиндре и обуславливающий работу двигателя, для двухтактного дизеля принято считать состоящим из следующих двух тактов: 1) такт всасывания и сжатия; 2) такт горения и расширения.

Такт принято определять как часть цикла в интервале, ограниченном двумя смежными точками минимального и максимального объема, т. е. для дизеля 2Д100 как часть цикла между наружными и внутренними положениями верхнего и нижнего поршней.

В действительности процессы горения и расширения, а также сжатия начинаются и заканчиваются не в мертвых точках, а с некоторым опережением и запаздыванием, которые отсчитываются в углах поворота коленчатого вала по отношению к внутренней или внешней мертвым точкам. Для двухтактного дизеля, в частности со встречнодвижущимися поршнями, за время двух указанных выше основных тактов сжатия и горения-расширения происходят вспомогательные процессы выпуска отработавших газов, продувки цилиндра продувочным воздухом и процесс сжатия воздуха.

Ранее на стр. 19 были кратко описаны последовательные перемещения и положения поршней дизеля 2Д100 во время рабочего цикла.

На круговой схеме распределения дизеля 2Д100 (рис. 69) наглядно показаны отдельные фазы рабочего цикла. Отсчет углов ведется по положению кривошипа нижнего поршня рассматриваемого цилиндра относительно в. м. т., принимаемой за 0.

За  $15—17^\circ$  по углу поворота кривошипа до в. м. т. топливные насосы начинают подавать к форсункам топливо, которое поступает в цилиндр в мелко-распыленном виде и самовоспламеняется от высокой температуры сжатого воздуха. Конец периода подачи топлива и его горения зависит от нагрузки дизеля, т. е. от того количества топлива, которое будет подано в цилиндр. Такт расширения газов сгоревшего топлива заканчивается раньше, чем поршни достигнут наружных мертвых точек (н. м. т.), так как процесс выпуска начинается с момента открытия выпускных окон нижним поршнем, спустя  $124^\circ$

после в. м. т. Давление газов в этот момент при полной мощности, развиваемой дизелем, составляет примерно  $4,2 \text{ кг/см}^2$ . За время поворота кривошипа на  $16^\circ$  происходит свободный выпуск продуктов сгорания вследствие значительного перепада давлений в рабочем цилиндре и выпускном коллекторе.

За  $40^\circ$  до н. м. т. (нижнего поршня) верхним поршнем открываются продувочные окна, и продувочный воздух давлением около  $1,35 \text{ кг/см}^2$  начинает поступать в цилиндр для вытеснения продуктов сгорания и заполнения цилиндра воздушным зарядом. Практически свободный выпуск продолжается еще некоторое время после начала открытия продувочных окон вследствие того, что обычно давление в цилиндре в этот момент несколько выше давления продувочного воздуха. Однако заброс газов в продувочный ресивер не может быть существенно заметным, так как в момент открытия продувочных окон площадь их открытия еще незначительна, в то время как площадь сечения выпускных окон уже достаточно велика, давление в цилиндре продолжает интенсивно снижаться и, кроме того, имеет место эжектирующее действие столба отработавших газов. В течение  $96^\circ$  происходит продувка — одновременные процессы выпуска газов и наполнения рабочего цилиндра (так называемый «принужденный выпуск»), причем, как это видно из круговой диаграммы распределения (см. рис. 69), как нижний, так и верхний поршень уже пройдут н. м. т. и начнут сближаться, т. е. теоретически уже начнется такт сжатия.

Спустя  $56^\circ$  после н. м. т. закроются нижним поршнем выпускные окна и, следовательно, прекратится продувка цилиндра, но так как продувочные окна будут еще в течение  $8^\circ$  открыты, то продувочный воздух будет продолжать заполнять цилиндр, стремясь сравнять давление в нем и в продувочном ресивере. Эта фаза носит название дозарядки или наддува.

Сжатие воздуха начнется спустя  $64^\circ$  после н. м. т. или за  $116^\circ$  до в. м. т. и будет продолжаться до момента, когда нижний поршень не дойдет  $15—17^\circ$  до в. м. т. (практически позднее), т. е. до начала подачи топлива, после чего описанный выше рабочий цикл будет повторяться.

Опережение подачи топлива дано в круговой схеме распределения по тому моменту, когда плунжер топливного насоса начнет подавать топливо к форсунке. Все регулировки подачи топлива производятся в соответствии с указанной величиной опережения. Следует, однако, указать, что действительное начало впрыска топлива в цилиндр и начало горения произойдут несколько позднее, так как нужно некоторое время для того, чтобы поднять давление в нагнетательном трубопроводе, соединяющем насос с форсункой, и некоторое время для того, чтобы мельчайшие капли топлива, впрыснутые в цилиндр, смогли прогреться и самовоспламениться. Опережение впрыска по форсунке, т. е. по моменту начала подъема иглы, меньше опережения по насосу примерно на  $6^\circ$ ; задержка воспламенения составляет  $8—9^\circ$ .

Рассмотренная последовательность фаз рабочего процесса связана с опережением нижним валом верхнего на  $12^\circ$ ; это опережение должно сохраняться при ремонтах дизеля.

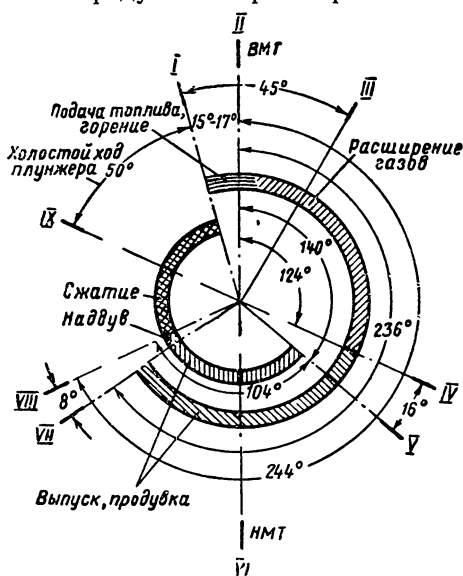


Рис. 69. Круговая схема распределения дизеля 2Д100:

I — начало подачи топлива; II — внутренняя мертвая точка нижнего поршня (в. м. т.); III — конец нагнетательного хода плунжера; IV — начало открытия выпускных окон; V — начало открытия продувочных окон; VI — наружная мертвая точка нижнего поршня; VII — закрытие выпускных окон; VIII — закрытие продувочных окон; IX — начало нагнетательного хода плунжера

Взаимное положение верхнего и нижнего коленчатых валов устанавливают при заводском ремонте, а также в случае смены деталей вертикальной передачи. Для этого необходимо определить предварительно в. м. т. верхнего поршня первого цилиндра (со стороны отсека управления). В подготовленном к работе дизеле в. м. т. верхнего или нижнего поршней первого цилиндра определяют по совпадению соответствующих меток, нанесенных на ведущем диске пластинчатой муфты привода генератора, с острием указательной стрелки, прикрепленной к блоку дизеля (рис. 70). Диск разбит на 360 делений (градусов), причем нулевое деление соответствует в. м. т. нижнего поршня первого цилиндра и обозначено «в. м. т. н. 1», а двенадцатое деление, соответствующее в. м. т. верхнего поршня этого же цилиндра, обозначено «в. м. т. в. 1». Кроме этих меток, на диске нанесены метки «1Т», «2Т» и т. д. до «10Т», соответствующие указанным на рис. 70 делениям, необходимым при установке кулачковых валов топливных насосов и проверке опережения подачи топлива.

Правильное взаимное расположение нижнего и верхнего валов будет в том случае, если, установив верхний поршень первого цилиндра в в. м. т. при помощи специального приспособления — угольника (рис. 71, а), получим совпадение острия указательной стрелки с делением 12 на диске пластинчатой муфты. Угольник (рис. 71, б) устанавливают горизонтальной плиткой 3 на верхнюю плиту 4 блока, подводят вертикальную грань 2 угольника к точно обработанной боковой плоскости щеки и совмещают их, проворачивая валы валоповоротным механизмом дизеля.

Если валы были разъединены при замене узлов вертикальной передачи, то вначале устанавливают в в. м. т. верхний поршень описанным выше способом (по угольнику или применив угломер с уровнем), затем нижний поршень

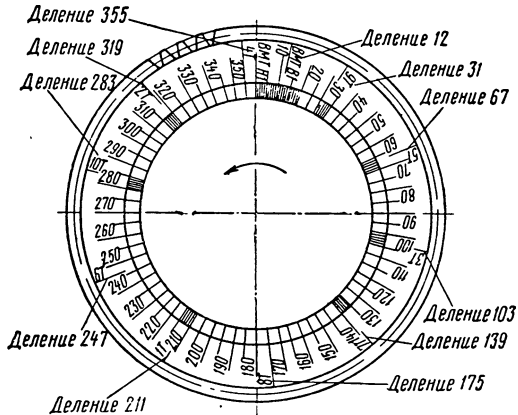


Рис. 70. Схема разбивки на градусы ведущего диска пластинчатой муфты привода генератора и расположения на нем условных меток

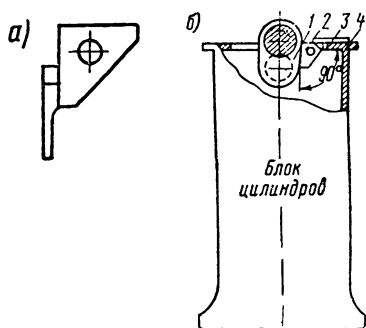


Рис. 71. Приспособление (угольник) для проверки внутренней мертвой точки верхнего поршня и его установка на блоке:

а — приспособление; б — общий вид установки приспособления; 1 — обработанная плоскость щеки верхнего коленчатого вала; 2 — вертикальная грань приспособления; 3 — горизонтальная плитка приспособления; 4 — плоскость верхней плиты блока

первого цилиндра по метке «в. м. т. н. 1» на диске муфты привода генератора, после этого крепят детали вертикальной передачи, наносят на ней новые метки и устанавливают стопорные планки эластичной муфты с их контрольными штифтами.

При установке нового коленчатого вала точность соответствия в. м. т. верхнего поршня первого цилиндра вертикальному положению обработанной плоскости щеки вала проверяют, вводя через отверстие форсунки внутрь цилиндра регляж с индикатором, определяющим в. м. т. поршня. Вертикальная грань угольника должна совпадать при этом с обработанной плоскостью щеки.

Установку кулачковых валов топливных насосов в положение, при котором обеспечивается необходимое начало подачи топлива за  $16^\circ$  до в. м. т.



во углу поворота нижнего коленчатого вала, производят в следующем порядке (выполняют только в случае замены кулачкового вала, шестерен или коленчатого вала, так как если детали не заменяются, то ее следует выполнять по имеющимся меткам после окончательного соединения верхнего вала с нижним).

Пробоксовывая нижний коленчатый вал с помощью валоповоротного механизма, устанавливают диск муфты привода генератора в положение, при котором указательная стрелка совместится с меткой «1Т» (при этом на дизеле с правильно установленными кулачковыми валами кулачок кулачкового вала первого цилиндра своей цилиндрической нерабочей частью будет обращен к ролику толкателя топливного насоса и, следовательно, плунжер топливного насоса этого цилиндра окажется в крайнем верхнем положении).

Затем следует освободить шестерни кулачковых валов, повернуть валы в такое положение, при котором вершины кулачков первого цилиндра будут направлены вверх, и снова соединить кулачковые валы с верхним коленчатым валом при помощи шестерен. Снять топливный насос первого цилиндра со стороны регулируемого кулачкового вала и вместо него установить приспособление, применяемое при регулировке углов опережения подачи топлива (см. «Топливные насосы»). Стрелку индикатора этого приспособления после предварительного натяга около 0,5 мм совместить с нулем поворота циферблата индикатора. Затем провернуть коленчатый вал по часовой стрелке (если смотреть со стороны генератора) до положения, при котором указательная стрелка совместится с делением  $344 \pm 1$  на диске пластинчатой муфты привода генератора (см. рис. 70), отвернуть гайки шпилек крепления шестерен кулачковых валов, освободить шестерню регулируемого вала и проворачивать его до положения, при котором ход штока приспособления, установленного вместо топливного насоса, будет 3,6 мм по индикатору.

После этого надо снова установить шестерню (не проворачивая вала, что контролируется показанием стрелки индикатора величины 3,6 мм) так, чтобы шпильки 3 (рис. 72) крепления шестерни установились посередине пазов 5 с отклонением, не превышающим 2 мм, а контрольная метка 0 (1 на рис. 72) оказалась с левой стороны от оси кулачкового вала. Удерживая вал от проворачивания, следует выбрать боковой зазор в зацеплении, провернув шестерню против часовой стрелки, и затем закрепить ее. После закрепления следует вращать коленчатый вал до совмещения указательной стрелки с меткой 1Т на диске пластинчатой муфты; совместить стрелку индикатора приспособления с нулем циферблата (заставив предварительно опуститься измерительный стержень индикатора на 0,5 мм); повернуть нижний коленчатый вал по часовой стрелке до положения, при котором ход измерительного стержня индикатора составит 3,6 мм. Проверить совмещение указательной стрелки с делением  $344 \pm 1$  на диске пластинчатой муфты и только после этого можно просверлить и развернуть отверстия 4 и установить в них контрольные штифты, проходящие через шестерню и фланец кулачкового вала.

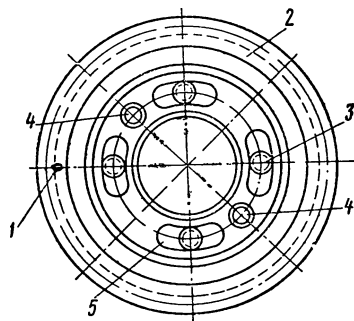


Рис. 72. Схема размещения контрольных штифтов, шпилек и контрольной метки на шестерне кулачкового вала топливных насосов: 1 — контрольная метка 0; 2 — шестерня; 3 — шпилька; 4 — отверстия для контрольных штифтов; 5 — паз

## ТОПЛИВНЫЕ НАСОСЫ

Для устойчивой, надежной и экономичной работы дизеля необходимо, чтобы за каждый рабочий цикл в каждый цилиндр подавалась строго определенная порция топлива в соответствии с той нагрузкой, какую в данный момент

имеет дизель. Топливо должно вводиться в строго определенный момент (в соответствии с принятым углом опережения подачи топлива до в. м. т.), так как иначе возможно преждевременное воспламенение топлива (при ранней подаче), что вызовет резкое повышение давления в цилиндре, разрушающее действующее на детали дизеля, или же (при поздней подаче) будет происходить догорание топлива при расширении газов, вследствие чего дизель будет работать менее экономично, несгоревшее топливо попадет в коллекторы, произойдет коксование его на поршне, кольцах и стенках выпускных окон гильзы.

Подаваемое топливо должно впрыскиваться в камеру сжатия (сгорания) в таком мелкораспыленном состоянии, чтобы было обеспечено хорошее перемешивание его с воздухом и такое распределение топлива по объему камеры сгорания, чтобы экономичность процесса была возможно большей. Для этого топливо должно подаваться к форсунке, через которую оно впрыскивается в цилиндр, под большим, все возрастающим давлением, начиная от 210 до 400—450  $\text{кг/см}^2$  (при полной мощности дизеля), благодаря чему скорость струи (факела) топлива, выходящей из соплового отверстия диаметром около 0,5 мм, доходит до 250—300 м/сек.

При таких высоких давлениях количество топлива, подаваемого за один рабочий ход, меняется от 0,35 г (при полной мощности дизеля и 850 об/мин коленчатого вала) до 0,05 г (при холостой работе дизеля и 400 об/мин), а время, в течение которого должна начаться и закончиться подача, исчисляется 0,004 сек (при полной мощности) и менее (при меньшей мощности, а следовательно, и меньших подачах). Поэтому плунжер топливного насоса, нагнетающий топливо к форсунке, должен иметь чрезвычайно малый зазор (0,001—0,002 мм) в гильзе, в которой он перемещается, чтобы можно было создать необходимое давление без больших утечек топлива. Постоянное возвратно-поступательное движение плунжера сообщает кулак кулачкового вала топливных насосов, перемещающий плунжер в направлении нагнетания топлива, возвращение плунжера (всасывающий ход) обеспечивается пружинами насоса и толкателя. Однако в процессе работы дизеля даже при постоянном числе оборотов мощность его может изменяться; изменяется она и при изменении числа оборотов. Топливный насос должен на ходу дизеля изменять количество подаваемого топлива. Для этого плунжер насоса может поворачиваться, а верхняя часть его имеет кольцевую выточку  $\delta$  (рис. 73), которая соединена с торцевой кромкой  $a$  вертикальной канавкой  $в$ . От вертикальной канавки  $в$  берет начало спиральная отсечная кромка  $б$ .

Подача топлива насосом происходит следующим образом и может быть иллюстрирована положениями плунжера, которые он занимает в гильзе во время работы (см. рис. 73). Вначале плунжер под действием пружины поднимается вверх и весь объем в гильзе под его нижним торцом заполняется топливом через отсечное отверстие  $г$  (положение I). Когда плунжер дойдет до верхнего положения, кулачок вала начинает опускать его и плунжер будет постепенно вытеснять часть топлива через отверстие  $г$  обратно в коллектор (положение II). После того как отверстие  $г$  полностью перекроется кромкой  $a$  головки плунжера, топливо под действием продолжающегося опускаться плунжера, преодолев усилие пружины нагнетательного клапана и давление топлива, оставшегося от предыдущего нагнетательного хода плунжера в трубопроводе за клапаном, пройдет под давлением через нагнетательный канал в нажимном штуцере в трубопровод форсунки (положения III и IV).

Нагнетание топлива насосом прекратится в тот момент, когда отверстие  $г$  снова начнет открываться кромкой  $б$  спиральной канавки на плунжере (положение V); так как вырез под кромкой  $б$  соединен вертикальной канавкой  $в$  с полостью под плунжером, то нагнетаемое плунжером топливо устремится вместе с нагнетательного трубопровода обратно в коллектор и подача его в цилиндр дизеля прекратится, несмотря на продолжающееся опускание плунжера (положение VI). Практически за счет давления оставшегося в трубопроводе топлива впрыск через форсунку в цилиндр будет продолжаться еще некоторое

время после прекращения подачи топлива насосом примерно в течение 5—6° поворота коленчатого вала. При обратном движении плунжера цикл повторится. Если с отсечным отверстием  $г$  будет совмещена вертикальная канавка  $в$ , то, очевидно, подача топлива происходить не будет.

Если канавка  $в$  не совпадет с отверстием  $г$ , то количество топлива, поданного плунжером за один ход, зависит от расстояния между кромками  $а$  и  $б$ , расположенными в плоскости отсечного отверстия  $г$ , для данного хода плунжера. Рас-

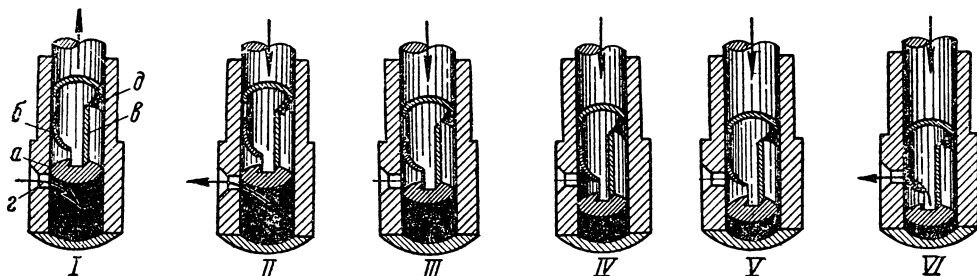


Рис. 73. Схема положений головки и плунжера при работе топливного насоса:

$а$  — торцовая кромка головки плунжера;  $б$  — спиральная кромка;  $в$  — вертикальная канавка;  $г$  — отсечное отверстие в гильзе плунжера;  $д$  — кольцевая канавка

стояние это меняется при повороте плунжера. При этом момент начала подачи при повороте плунжера остается постоянным, а момент конца подачи изменяется вследствие изменения положения отсечной кромки  $б$  по отношению к отсечному отверстию  $г$  гильзы. Чем больше будет повернут плунжер против часовой стрелки (если смотреть сверху), тем больше будет расстояние между участками отсечной кромки  $б$  и кромки  $а$ , перекрывающими отсечное отверстие  $г$ , и тем позже произойдет отсечка и соответственно больше будет величина подачи топлива. При уменьшении угла поворота плунжера отсечка подачи происходит раньше и количество подаваемого топлива уменьшается. Так как и начало подачи, и отмеривание порции топлива осуществляются в насосе дизеля 2Д100

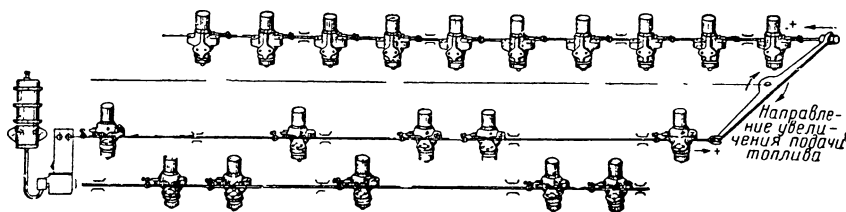


Рис. 74. Схема привода к регуливающим рейкам топливных насосов на дизеле

непосредственно плунжером без участия дополнительных клапанных (управляемых или неуправляемых) механизмов, то его называют насосом золотникового типа.

Топливные насосы, форсунки и вспомогательное оборудование (фильтры, топливоподкачивающий насос, контрольные устройства, трубопроводы) представляют собой топливную систему дизеля.

Всего топливных насосов 20 (по числу форсунок), расположены они по 10 насосов с левой и правой стороны дизеля, по два насоса на каждый цилиндр (рис. 10, 12 и 74). Регулирующие рейки (поворачивающие плунжер насоса) соединены с тремя тягами, которые в свою очередь соединены шарнирно с общим рычагом-коромыслом. Таким образом, рейки всех насосов при повороте коромысла перемещаются одновременно на одинаковую величину, поворачивая на одинаковый угол все плунжеры 20 насосов.

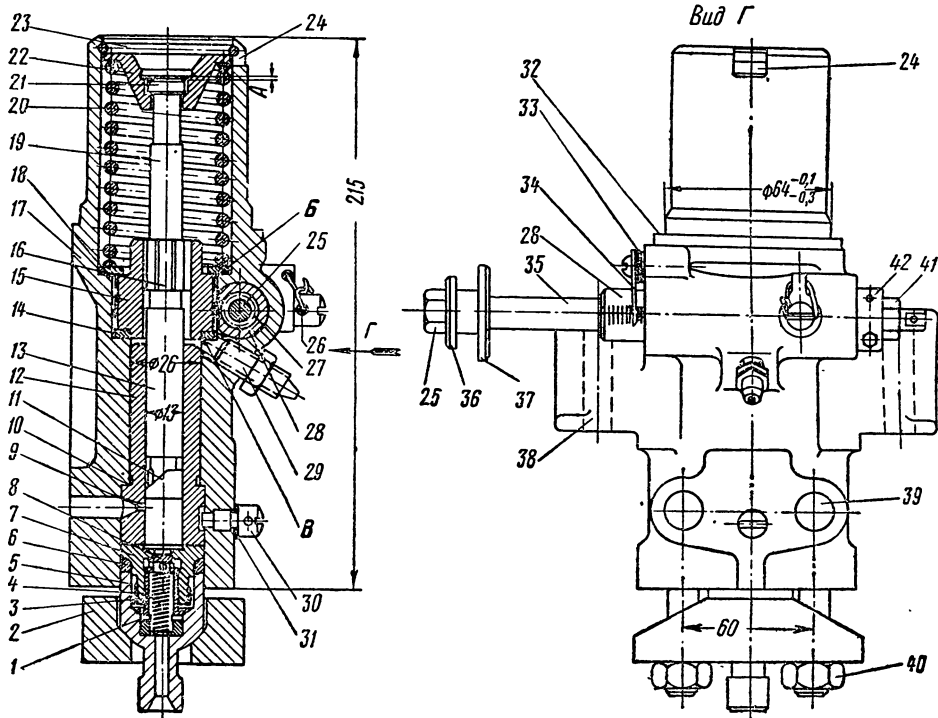
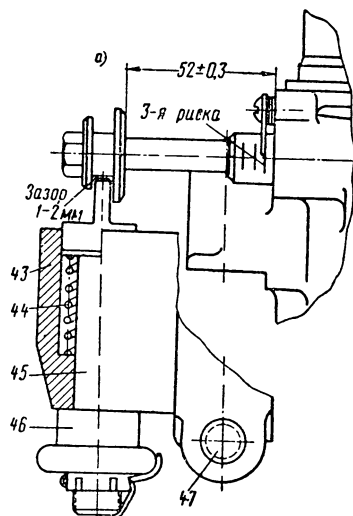


Рис. 75. Топливный насос и поводок рейки:

а—поводок рейки; 1—тарелка пружины клапана; 2—фланец; 3—пружина клапана; 4—хвостовик нагнетательного клапана; 5—нажимной штуцер; 6—медное прокладное кольцо; 7—корпус нагнетательного клапана; 8—нагнетательный клапан (грибок); 9—отсечное отверстие гильзы; 10—бурт; 11—головка плунжера; 12—гильза; 13—плунжер; 14—кольцо шестерни; 15—шестерня плунжера; 16—выступы (шлифы) плунжера; 17—корпус топливного насоса; 18—кольцо пружины плунжера; 19—хвостовик плунжера; 20—пружина плунжера; 21—головка хвостовика плунжера; 22—тарелка пружины; 23—стопорное кольцо; 24—прорезь; 25—регулирующий болт; 26—стопорный винт; 27—пружина рейки; 28—регулирующая рейка; 29—штуцер сливной; 30—стопорный винт; 31—прокладка; 32—опорный бурт насоса; 33—прокладки указательной стрелки; 34—указательная стрелка; 35—поводковая втулка; 36, 37—кольцевые бурты поводковой втулки; 38—отверстия для болтов крепления насоса к толкателю; 39—отверстия для болтов крепления коробки топливного коллектора к корпусу насоса; 40—гайка шпильки; 41—контргайка регулировочного болта; 42—упор; 43—корпус поводка рейки насоса; 44—пружина; 45—палец; 46—гайка пальца; 47—стяжной болт крышки поводка; А—размер; Б—зазор—0,06—0,2 мм (браковочный зазор 0,5 мм); В—натяг 0,005—0,01 мм



Номер детали (см. рис. 75)	Материал	Твердость	Номер детали	Материал	Твердость
3	Проволока 1,2 BC	—	15	Сталь 40	—
7	Сталь ШХ15	HRC60—63	17	Чугун СЧ21-40	HB179—241
8	То же	HRC50—60	20	Сталь 50ХФА	—
12	»	HRC60—63	26	Сталь 40	HRC26—30
13	Сталь ШХ15:	—	27	Проволока 1,2 ОВС	—
	рабочая часть	HRC60—63	35	Сталь 20	—
	хвостовик	HRC52—63	44	Проволока 3,5 ОВС	—



Каждый насос (рис. 75 и 76) состоит из корпуса 17, отлитого из чугуна. Фланцевыми выступами и болтами, проходящими через отверстия 38, корпус 17 насоса соединен с корпусом толкателя и прижат к нему опорным буртом 32. Между этим буртом и торцевой плоскостью корпуса толкателя установлены регулировочные прокладки. Центрирующими поверхностями служат цилиндрический выступ корпуса (диаметр  $64 - 0,1^{+0,3}_{-0,05}$  мм) насоса и соответствующее отверстие в корпусе толкателя (диаметр  $64 + 0,05^{+0,3}_{-0,05}$  мм). С корпусом насоса соединен двумя болтами пустотелый фланец-коробка топливного коллектора. Болты проходят сквозь сквозные отверстия 39 в корпусе 17 насоса и ввернуты в коробку, притягивая ее к плоскости корпуса. Между коробкой и корпусом 17 ставят уплотнительную прокладку.

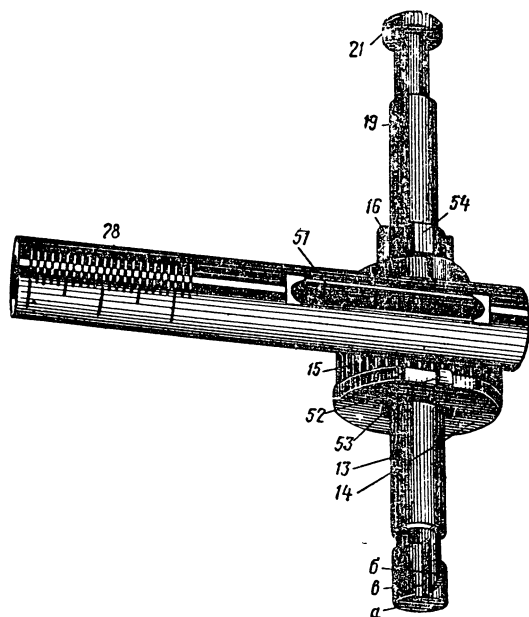
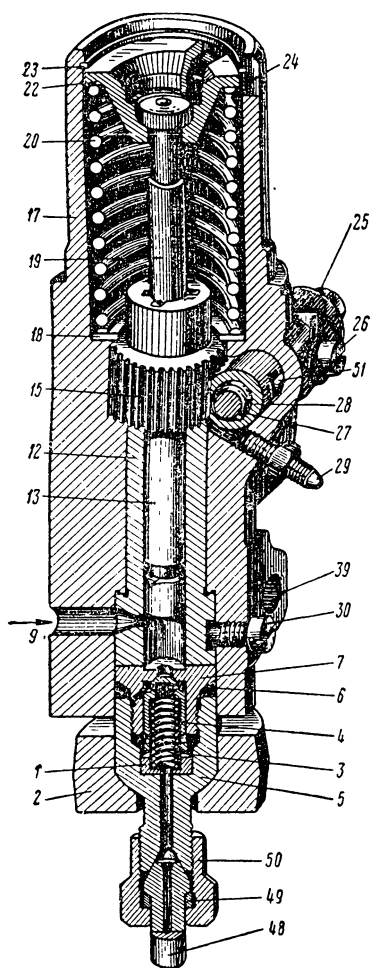


Рис. 77. Плунжер, шестерня и рейка топливного насоса (обозначения см. на рис. 75):

52 — зуб кольца шестерни; 53 — направляющие пазы в шестерне для выступов плунжера; 54 — срезанный выступ плунжера; а — торцовая кромка головки плунжера; б — спиральная кромка головки плунжера; в — вертикальная канавка

Рис. 76. Топливный насос (обозначения см. на рис. 75):

48 — нагнетательная трубка высокого давления; 49 — нажимное кольцо; 50 — гайка; 51 — паз рейки

К коробкам коллектора топливо подводится по трубкам под давлением  $1,5 - 2,5 \text{ кг/см}^2$ . Пройдя через отверстие в корпусе насоса, топливо через отверстие 9 в гильзе 12 заполняет пространство внутри гильзы между торцом плунжера 13 и торцом корпуса 7 нагнетательного клапана.

Гильза 12 плунжера вставлена в корпус 17 со стороны нагнетательного клапана и прижата своим кольцевым заплечиком к бурту 10 корпуса. На торец гильзы 12 через корпус 7 клапана, медное кольцо 6 и нажимной штуцер 5 давит фланец 2, притягиваемый к корпусу насоса двумя гайками 40. Торцовые шлифованные поверхности гильзы 12 и корпуса 7 нагнетательного клапана для создания большей плотности в случае необходимости можно притирать. Для

того чтобы гильза заняла вполне определенное положение, в корпусе насоса имеется стопорный винт 30, цилиндрический ненарезанный конец которого входит в прорезь гильзы. Сверху в гильзу 12 входит плунжер 13 (рис. 77),

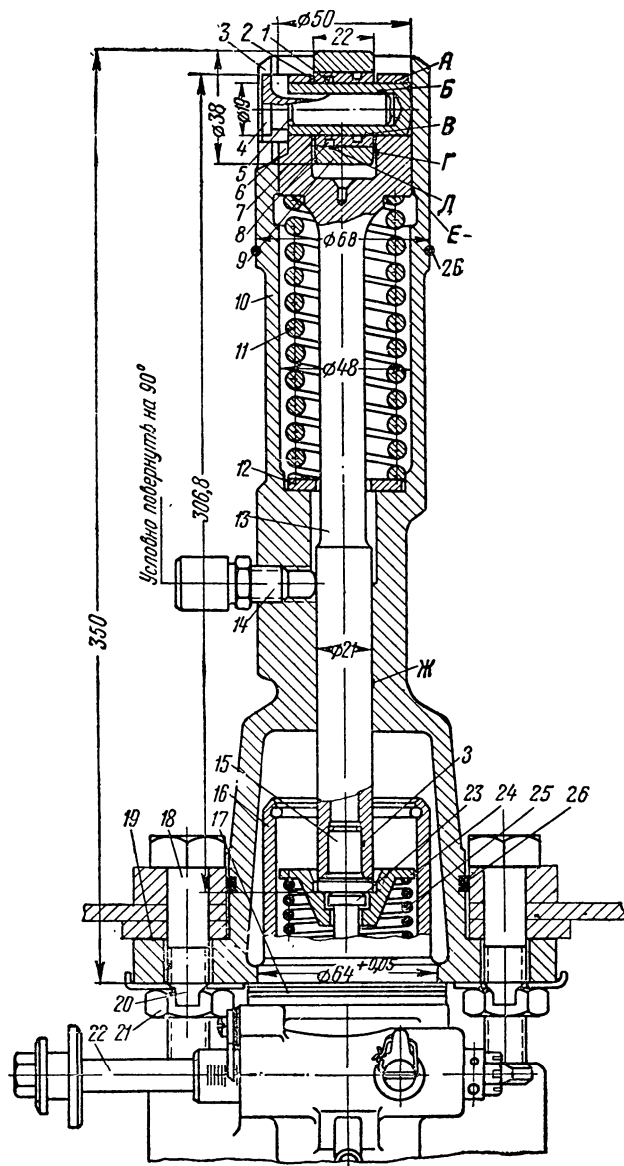


Рис. 78. Толкатель топливного насоса дизеля 2Д100:

1 — внутренняя смазочная канавка втулки ролика; 2 — втулка ролика; 3 — направляющий паз; 4 — головка направляющего пальца; 5 — направляющий палец; 6 — головка толкателя; 7 — ось ролика; 8 — наружная смазочная канавка втулки ролика; 9 — ролик; 10 — корпус толкателя; 11 — пружина; 12 — кольцо пружины; 13 — толкатель; 14 — штифтер; 15 — наконечник толкателя; 16 — корпус насоса; 17 — регулировочные прокладки; 18 — болт; 19 — прокладка; 20 — стопорная шайба (на новых дизелях — пружинная); 21 — гайка; 22 — поводковая втулка регулирующей рейки топливного насоса; 23 — головка хвостовика плунжера; 24 — тарелка пружины плунжера насоса; 25 — пружина плунжера насоса; 26 — уплотнительное резиновое кольцо; А — 3 — зазоры и натяги в сочленениях деталей толкателя

имеющий в средней части, которая не доходит до торца гильзы, три продольных выступа (шлицы) 16. На плунжер надета шестерня 15, имеющая три направляющих паза 53, в которые входят выступы 16 плунжера с зазором 0,1 — 0,15 мм. В шестерне может быть и четвертый паз, однако он будет только технологическим и по размеру меньше остальных, так что выступ плунжера войти в него не сможет.

Шестерня 15 опирается на бурт корпуса насоса напрессованным на нее с натягом  $B = 0,005 - 0,01$  мм опорным кольцом 14. Сверху шестерни лежит кольцо 18 (см. рис. 75), прижатое к бурту корпуса 17 пружиной 20. Между кольцом 18 и верхней торцевой плоскостью шестерни 15 должен быть зазор  $B = 0,06 - 0,19$  мм (браковочный зазор 0,5 мм). Верхний торец пружины 20 давит на нижнюю плоскость тарелки 22, заставляя подниматься ее вверх. Предварительная затяжка пружины устанавливается при помощи разрезного стопорного проволочного кольца 23, входящего в соответствующую проточку корпуса. Прорезь 24 в торце корпуса облегчает удаление стопорного кольца при разборке насоса.

Тарелка 22 пружины имеет радиальную прорезь, несколько большую по ширине, чем диаметр верхней части хвостовика 19, но меньшую диаметра головки 21 плунжера. Поэтому тарелку можно надеть на

плунжер, только подняв его на некоторую величину над корпусом 17. Глубина расточки в тарелке 22 должна быть такой, чтобы между верхним торцом головки 21 и плоскостью бурта тарелки 22, на который опирается нако-

нечник толкателя, имелся зазор *A*, равный 0,24—0,25 мм. Шестерня 15 входит в зацепление с зубчатой регулирующей рейкой 28 перемещающейся в цилиндрической проточке корпуса насоса. От проворачивания рейка предохранена стопорным винтом 26, цилиндрический конец которого входит в продольный паз 51 рейки.

Рейка пустотелая и через нее проходит регулировочный болт 25 с поводковой втулкой 35, внутренний торец которой сжимает пружину, находящуюся внутри рейки. Завертывая болт 25, головкой его и поводковой втулкой 35 сжимают пружину 27 и устанавливают необходимое расстояние от плоскости кольцевого бурта 37, обращенной к насосу, до контрольной плоскости на корпусе насоса (см. рис. 75, а). Контргайка 41 служит для закрепления болта 25 в отрегулированном относительно рейки положении.

Бурты 36 и 37 образуют кольцевой паз, в который входит палец 45 поводка тяги управления. При перемещении тяги управления влево (в сторону, соответствующую увеличению подачи топлива) начинает двигаться поводок, который своим пальцем заставит передвинуться втулку 35, болт 25 и рейку 28. Если же перемещение происходит вправо (в сторону, соответствующую уменьшению подачи топлива), то втулка поводка перемещает рейку через пружину 27. При этих перемещениях зубья рейки 28, находящиеся в постоянном зацеплении с зубьями шестерни 15, повернут ее, а вместе с ней плунжер 13. Так как выступы 16 плунжера входят свободно в пазы шестерни 15, то и поворот плунжера происходит свободно во время его всасывающего или рабочего хода.

Топливо во время рабочего хода плунжера через нагнетательный клапан проходит в отверстие нажимного штуцера 5 и далее через нагнетательную топливную трубку высокого давления в форсунку. Нагнетательный клапан состоит из корпуса или седла 7, в цилиндрическом колодце которого перемещается направляющий цилиндрический хвостовик 4. Верхняя запорная часть клапана прижата притертым уплотнительным пояском (на конической части 8 клапана) к пояску седла 7 пружиной 3, входящей во внутреннее цилиндрическое отверстие хвостовика 4. Нижний торец пружины упирается в тарелку 1, впрессованную в нажимной штуцер. При открытом клапане топливо проходит в нагнетательный трубопровод через четыре отверстия, просверленные в цилиндрической части клапана 8 под его уплотнительным конусом, внутрь хвостовика 4 и пружины 3 и далее в отверстие нажимного штуцера 5.

Рабочий ход плунжера топливного насоса происходит при перемещении вниз толкателя 13 (рис. 78 и 79), на который через ролик 9, бронзовую втулку 2 и ось 7 ролика воздействует кулачок 36 кулачкового вала 35 топливных насосов. При этом толкатель 13 буртом головки 6 сжимает пружину 11 и заставляет опускаться плунжер насоса, нажимая на него наконечником 15, сжимая одновременно пружину 25 насоса.

При повороте кулачкового вала 35 в положение, при котором ролик 9 сбегает с рабочей части кулачка 36, пружина 11, поджимая толкатель, заставляет ролик 9 все время следовать за кулачком 36. В то же время пружина 25 через тарелку 24 и головку 23 заставляет плунжер следовать за наконечником 15 толкателя.

Стенки колодцев, выточенных в чугунном корпусе 10, служат направляющими для верхней цилиндрической головки 6 и для цилиндрической же поверхности стержня толкателя 13. В двух остальных колодцах размещена пружина 11 и верхняя часть корпуса топливного насоса 16.

Номер детали (см. рис. 78)	Материал	Твердость	Обозначение зазора	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
2	Бронза АЖМц 10-3-1,5 . . . . .	—	<i>A</i>	0,043—0,053	0,15
5	Сталь 12ХН3А . . . . .	—	<i>Б</i>	0,057—0,087	1,5
7	Сталь 12ХН3А . . . . .	—	<i>В</i>	0,02 —0,05	0,15
10	Чугун Сч21-40 . . . . .	—	<i>Г</i>	0,28—0,42	2,0
11	Сталь 50ХФА . . . . .	—	<i>Д</i>	0,043—0,063	0,15
13	Сталь 12ХН3А . . . . .	HRC39—63	<i>Е</i>	0,03—0,08	0,25
15	Сталь ШХ15 . . . . .	HRC60—63	<i>Ж</i>	0,04—0,10	0,30

В нижней части корпус 10 имеет фланец овальной формы с двумя отверстиями, через которые проходят стержни болтов 18, устанавливаемых в отверстия горизонтального листа из отсека продувочного воздуха. Болты 18

служат для крепления не только корпуса толкателя к листу блока, но и для крепления топливного насоса к корпусу 10. Поэтому на них имеются две нарезанные части: нижняя для крепления насоса и верхняя для крепления корпуса толкателя.

Как указывалось выше, внизу корпуса 10 проточено отверстие, являющееся центрирующим для бурта корпуса топливного насоса.

В верхней части корпуса толкателя прорезан вертикальный направляющий паз 3, в который входит и во время работы дизеля перемещается прямоугольная часть головки 4 направляющего пальца 5, удерживающего головку 6 толкателя и ролик 9 в плоскости вращения кулачка 36. Паз 3 выполнен ступенчатым; в ступень большего размера входит прямоугольная часть головки направляющего пальца, имеющая большую ширину и потому опирающаяся в бурты, образованные стенками паза меньшего размера. Благодаря этому палец 5 не может выйти из корпуса толкателя, хотя свободно перемещается в вертикальной плоскости. Примерно на половину прямоугольной части головки пальца большей ширины входит в паз, выфрезерованный в теле головки 6 толкателя. Это предохраняет дополнительно палец от поворота и увеличивает опорную поверхность, частично разгружая стенки паза 3.

Вдоль пальца выфрезерована канавка, которая выходит и в его головку. Палец устанавливают так, чтобы канавка оказалась сверху, и поэтому масло, попадающее на головку,

стекает затем по канавке, смазывая палец, поставленный с зазором  $B$  ( $0,057—0,087$  мм) в ось 7 ролика.

Стальной палец 5 после обработки цианируют на глубину  $0,1—0,2$  мм. Ось 7 ролика 9 поставлена в отверстия головки 6 толкателя с зазором  $A$  ( $0,043—0,053$  мм). На оси в средней ее части вращается бронзовая втулка 2 с зазором  $B$  ( $0,02—0,05$  мм), на наружной и внутренней цилиндрических поверхностях которой имеются по две диагонально прорезанные канавки 1 и 8, выходящие к ее торцам. Между торцами втулки 2 и стенками головки 6 толкателя устанавливают разбег  $\Gamma$  ( $0,28—0,42$  мм); поэтому масляные брызги, обильно насыщающие отсек верхнего коленчатого вала, через торцевые зазоры проходят по канавкам 1 и 8, смазывая трущиеся поверхности

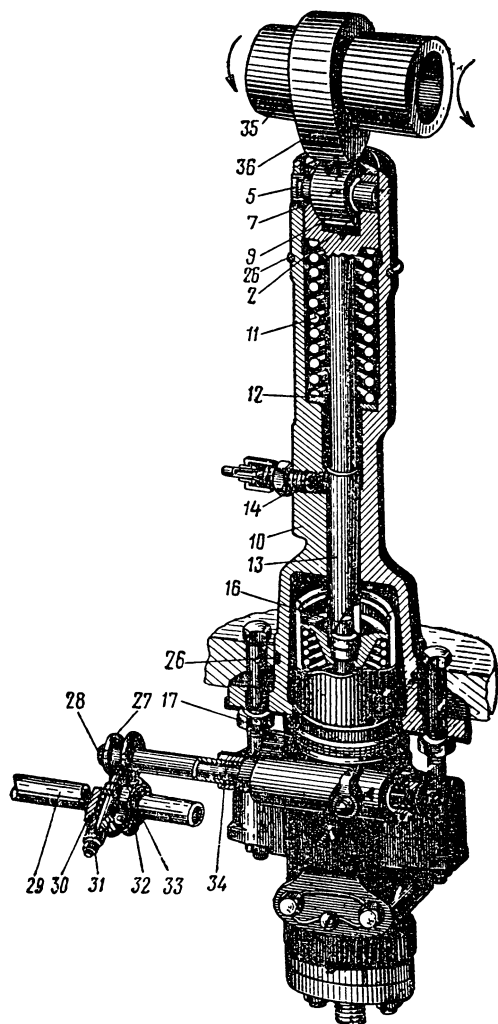


Рис. 79. Толкатель в сборе с топливным насосом (обозначения см. на рис. 78):

27—кольцевые бурты поводковой втулки; 28—головка регулировочного болта; 29—регулирующая тяга; 30—корпус поводка; 31—гайка пальца; 32—крышка корпуса поводка; 33—палец поводка; 34—пружина регулирующей рейки; 35—кулачковый вал топливных насосов; 36—кулачок

втулки 2, оси 7 и ролика 9. Между роликом 9 и втулкой 2 должен быть зазор  $D$  ( $0,043—0,063$  мм).

С нижней стороны в толкатель впрессован (с натягом 3, равным  $0,003—0,034$  мм) стальной наконечник 15. Своей нижней шлифованной поверхностью он нажимает на торец головки 23 хвостовика плунжера насоса (точнее, вначале на торец тарелки 24 пружины плунжера, так как высота выточки в тарелке 24 больше примерно на  $0,24$  мм высоты головки 23 плунжера, и лишь после того, как будет выбран этот зазор, торец наконечника 15 толкателя дойдет до торца головки 23 плунжера и заставит плунжер опускаться).

Поверхности головки толкателя 13, за исключением верхнего торца, цементируют. Цементации также подвергают цилиндрическую направляющую поверхность нижней части толкателя. После обработки биение цилиндрической поверхности головки 6 относительно оси цилиндрической поверхности нижней части толкателя не должно превышать  $0,02$  мм. Неперпендикулярность осей цилиндрической поверхности головки 6 толкателя и отверстия под ось ролика допускается не более  $0,05$  мм на длине  $100$  мм. Зазор  $E$  между головкой 6 толкателя и корпусом 10 устанавливают равным  $0,03—0,08$  мм; зазор  $Ж$  между стержнем толкателя 13 и корпусом —  $0,04—0,10$  мм.

Корпус толкателя проходит через ресивер продувочного воздуха, причем нижняя часть корпуса выходит в горизонтальный отсек топливных насосов, а верхняя часть в отсек верхнего коленчатого вала. Для того чтобы предупредить просачивание воздуха из ресивера наружу, на нижнюю часть корпуса в проточенную кольцевую канавку поставлено резиновое уплотнительное кольцо 26 (нижнее). Для предохранения от просачивания воздуха в отсек верхнего коленчатого вала (а следовательно, в картер дизеля) в последнее время ставят резиновое кольцо (26, верхнее) и на верхней части корпуса толкателя (также в протачиваемую для этого кольцевую канавку). Следует напомнить, что заметный пропуск продувочного воздуха в картер вызовет повышение давления в нем (вместо полагающегося разрежения) и повлечет за собой автоматическую остановку дизеля.

Основными частями топливного насоса являются плунжер и гильза, изготовляемые и затем комплектуемые как парные детали, каждая из которых не может быть заменена деталью другой такой же пары.

На рис. 80 и 81 приведены рабочие чертежи гильзы и плунжера, дающие представление о требуемой при их изготовлении точности и чистоте обработки. После изготовления эти детали подвергают термической обработке, шлифовке, доводке, старению. Хвостовик и выступы плунжера оксидированы.

Гильзу и плунжер, представляющие собой пару, притирают совместно до состояния, при котором плунжер свободно перемещается в гильзе, но плотность при этом обеспечивается по соответствующим техническим условиям приемы пары.

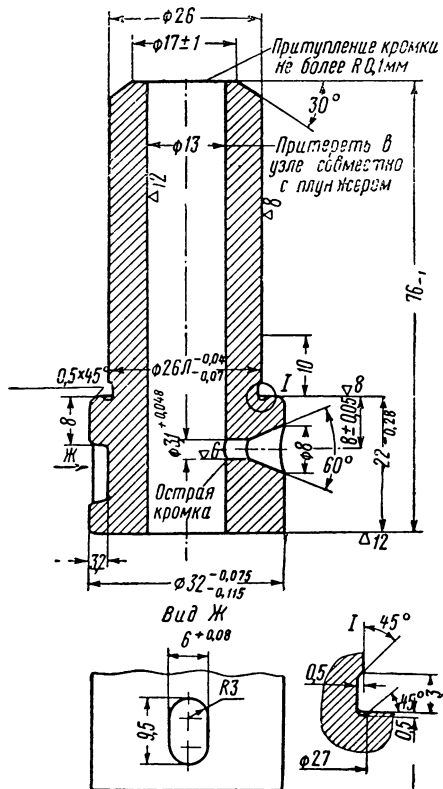


Рис. 80. Гильза плунжера



[illegible]

Геометрически правильная форма кромки спирали с шагом 40 мм должна быть выдержана с допуском  $\pm 0,02$  мм по направлению образующей цилиндра. За исходную точку при проверке принимают пересечение кромки спирали с плоскостью Ж, размещенной под  $45^\circ$  к вертикальной плоскости, которая проходит через середину двух противоположно расположенных выступов плунжера.

106

с большим диаметром со стороны торца отсечного отверстия. Обратно направленная конусность не допускается.

В окончательно совместно притертых (доведенных) друг к другу плунжере и гильзе диаметр отверстия гильзы должен находиться в пределах  $13 \pm 0,1$  мм; чистота доведенных поверхностей гильзы и плунжера должна соответствовать эталонному образцу. Плунжер, выдвинутый из гильзы на 20—25 мм от нижнего крайнего положения, при наклоне его под  $45^\circ$  к вертикальной оси должен опускаться под воздействием собственного веса при любом повороте плунжера (пара предварительно должна быть промыта в дизельном топливе). Не допускаются также местные сопротивления, препятствующие свободному перемещению плунжера.

Условную плотность плунжера в гильзе, являющуюся в конечном счете мерилем качества изготовления прецизионной пары плунжер—гильза, проверяют на специальном стенде, в котором на плунжер через рычажную передачу давит груз определенного веса, создающий давление топлива, заключенного в замкнутом объеме над плунжером. Опускание груза (подъем плунжера) из-за протекания топлива через неплотности (зазоры) между плунжером и гильзой должно происходить в течение определенного времени, замеряемого при помощи секундомера.

Проверку плотности опрессовкой на стенде производят при температуре помещения, в котором размещен стенд,  $15\text{—}25^\circ$ , вязкость топлива по Энглеру должна быть в пределах  $E_{20} = 1,43 \div 1,45$ . Указанную вязкость достигают смешивая дизельное топливо с необходимым количеством дизельного масла. Вес груза и соотношение плеч рычажной передачи выбираются такими, чтобы по оси плунжера действовала сила, равная 390 кг. Плунжер в гильзе должен быть установлен так, чтобы плоскость Ж плунжера (рис. 81) совпадала с осью отсечного отверстия в гильзе. Плунжер и гильзу следует перед опрессовкой тщательно промыть в профильтрованном дизельном топливе.

Перед проверкой необходимо удалить воздух, попавший вместе с топливом в объем над плунжером. Для этого надо несколько раз поднять и опустить рычаг стенда с грузом и перед первым замером, слегка зажав заглушку над плунжером, продавить топливо через зазоры, нажимая дополнительно рукой на рычаг с грузом. Каждую новую пару плунжер—гильза опрессовывают два раза, замеряя время опускания груза. Это время должно быть в пределах 22—32 сек. Затем пара (на заводе) должна проработать (обкататься) на специальном стенде по определенному режиму. После этого допускаемая условная плотность пары может быть 18—32 сек. Эта величина плотности принята в эксплуатации для новых плунжерных пар. При выпуске из большого периодического или подъемочного ремонта плотность пары должна находиться в пределах 8—32 сек, а при выпуске из малого периодического ремонта при проверке допускается постановка плунжерных пар плотностью 5 сек.

Указанием Министерства путей сообщения на пяти дорогах проводится проверка опытных норм плотности плунжерных пар — 3 сек для внепланового и 5 сек для подъемочных ремонтов — в связи с тем, что, как показала длительная проверка в эксплуатации, работа насосов с указанной плотностью обеспечивает надежность и качество впрыска топлива и достаточна более чем на пробег между подъемами тепловоза.

Плотность плунжерной пары (при начальной ~20—24 сек) уменьшается за первые 100 000 км пробега на ~3—4 сек; в дальнейшей работе интенсивность износа резко снижается.

При испытаниях плунжера и гильзы на плотность разрешается пользоваться также и эталонными плунжерными парами, с плотностью которых сравнивают плотность испытываемых пар. Эталонные пары служат также и для проверки состояния стенда. Для эталонов отбирают лучшие пары, полностью удовлетворяющие всем требованиям технических условий, рассмотренных выше. Из этих пар отбирают одну, имеющую плотность  $20^{+5}$  сек (эталон нижнего предела) и  $35_{-5}$  сек (эталон верхнего предела). Показания плотности каждой из этих пар при опрессовке их на стенде не должны отличаться при трехкратном опробова-

нии более чем на 4 сек. На отобранных эталонах ставят метку плотности данной пары: «Эталон 35 сек» и «Эталон 20 сек» на гильзе ставят метку «Эталон».

Пользоваться эталонными парами следует перед работой на стенде, а также при некотором отступлении от установленной вязкости топлива и его температуры. Если при этом величина плотности эталона, замеренная на стенде, будет ниже или выше его номинальной плотности, то разность между замеренной и номинальной плотностью эталона следует соответственно прибавлять или отнимать от показаний плотности испытываемой пары. Так, если плотность эталонной пары «Эталон 35 сек» окажется при проверке на стенде равной 30 сек, а плотность испытываемой пары 15 сек, то истинная плотность последней будет  $15 + (35 - 30) = 20$  сек; если плотность плунжерной пары «Эталон 35 сек» окажется равной 40 сек, а плотность испытываемой пары, например, 32 сек, то истинную плотность последней следует считать равной  $32 - (40 - 35) = 27$  сек.

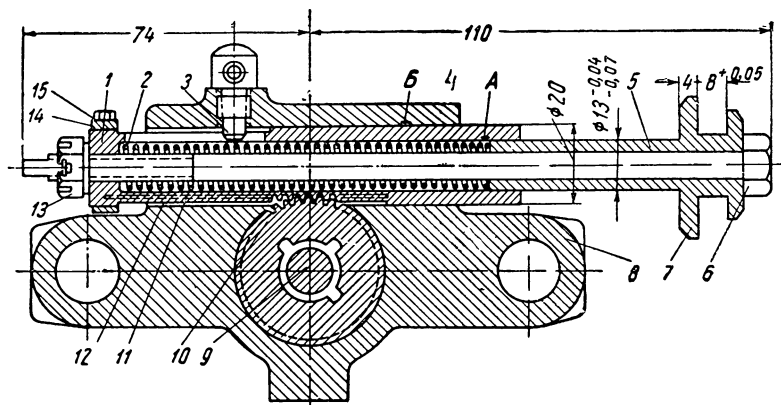


Рис. 82. Регулирующая рейка и поводковая втулка топливного насоса:

1—регулирующая рейка; 2—паз рейки; 3—стопорный винт; 4—контрольная плоскость корпуса насоса; 5—поводковая втулка; 6—регулировочный болт; 7—бурт поводковой втулки; 8—корпус насоса; 9—плунжер; 10—шестерня; 11—регулирующая пружина рейки; 12—зубья регулирующей рейки; 13—гайка; 14—упор; 15—стяжной болтик; А—зазор 0,03—0,08 мм (браковочный зазор 0,20 мм); Б—зазор 0,04—0,09 мм (браковочный зазор 0,30 мм)

На стенде, служащем для опрессовки плунжерных пар, проверяют и плотность топливных насосов после их полной сборки. Для этого используют специальное дополнительное приспособление, состоящее из штанги, нижний торец которой упирается на толкатель стенда, а верхний — в торец головки хвостовика плунжера, и опорной плиты для крепления корпуса насоса. Регулирующую рейку насоса устанавливают так, чтобы указательная стрелка совместилась с восьмым делением рейки, что соответствует максимальной подаче топлива, а также положению плунжера в гильзе при опрессовке пары. Каждый насос опрессовывают трижды, при этом плотность его должна быть примерно равна плотности установленной в нем плунжерной пары.

Выше было указано, что при необходимости изменения количества подаваемого насосом топлива плунжер поворачивается регулирующей зубчатой рейкой 28 (см. рис. 75), связанной с шестерней 15 плунжера. Связь регулирующей рейки с шестерней и поводковой втулкой показана на рис. 82, на котором дано сечение насоса горизонтальной плоскостью, проходящей через ось регулирующей рейки. Ширина паза рейки 1, в который входит стопорный винт 3, выполнена с допуском 0,00—0,08 мм. На поверхности рейки со стороны поводковой втулки 5 нанесены деления, расстояния между которыми составляют 1,6 мм. На стороне, противоположной пазу 2, нарезаны мелкие зубья, причем третий зуб со стороны торца рейки срезан. В торцевой части рейки имеется нарезанное отверстие, в которое ввернут регулировочный болт 6, закрепляемый гайкой 13. Между рейкой 1 и отверстием в корпусе насоса 8 должен быть зазор Б, между поводковой втулкой 5 и рейкой 1 — зазор А.

Шестерня 10, зубья которой входят в зацепление с зубьями 12 регулирующей рейки, изготовлена из того же материала, что и рейка 1, и оксидирована. Напрессованное на шестерню кольцо имеет зуб 52 (см. рис. 77), расположенный на одной оси со срезанным выступом 54 плунжера; на этой же оси должна находиться и одна из впадин зубьев шестерни.

Если бурты поводковой втулки зафиксированы на определенном расстоянии от обработанной контрольной плоскости (рис. 82) 4 корпуса насоса при регулировке дизеля (пальцем поводка), то положение регулирующей рейки 1 относительно поводковой втулки изменяют, ввертывая или вывертывая регулировочный болт 6, меняя тем самым и положение (поворот) плунжера 9 при помощи шестерни 10 относительно гильзы и ее отсечного отверстия. Такую регулировку позволяет производить пружина 11, служащая соединительным звеном между поводковой втулкой 5 и регулирующей рейкой 1.

Пружина дает возможность регулирующим тягам управления дизелем уменьшить подачу или полностью выключить при необходимости все остальные насосы дизеля, если заест рейка или плунжер одного из них во время работы (см. рис. 74).

При положении рейки 1, соответствующем максимальной производительности насоса (см. ниже стр. 111), на рейку устанавливают упор 14, который должен опираться на обработанную плоскость корпуса насоса. В этом положении упор 14 затягивают стяжным болтиком 15, а затем развертывают конусное отверстие, в которое ставят штифт, соединяющий наглухо упор с рейкой. С 1959 г. вместо прямоугольных ставят неразрезные круглые упоры.

На равномерность подачи топлива всеми топливными насосами заметное влияние оказывает состояние нагнетательных клапанов, так как при пропуске притирочного пояса конуса нагнетательного клапана одного из насосов будет падать остаточное давление в нагнетательном трубопроводе между насосом и форсункой в промежутках между нагнетательными ходами плунжера, а это вызовет уменьшение подачи топлива данным насосом сравнительно с остальными. Кроме того, размеры клапана и нажимного штуцера 5 (см. рис. 75) влияют на производительность насоса так же, как и состояние пружины клапана.

Клапан (рис. 83 и 84), так же как и его седло, изготовлен из стали и подвергнут термообработке. Прямолинейность торца седла, прилегающего к торцу гильзы плунжера, проверяют как у гильзы, с помощью лекальной линейки — просветы не допускаются. В клапане особая точность должна быть выдержана при обработке цилиндрической направляющей поверхности хвостовика и конусной уплотнительной поверхности, несоосность которых допускается больше 0,003 мм.

Клапан и его седло представляют собой прецизионную пару, замена деталей которой деталью из другой пары не допускается. Клапан и седло притирают и доводят совместно. Качество притирки уплотнительного конуса, гарантирующего герметичность клапана, проверяют при помощи приспособления, представляющего собой накидную гайку с резиновым кольцом внутри. Гайка навертывается на корпус с поставленным в него клапаном; через резиновый шланг, надетый на хвостовик гайки, подается воздух давлением 4—5 кг/см<sup>2</sup>, который

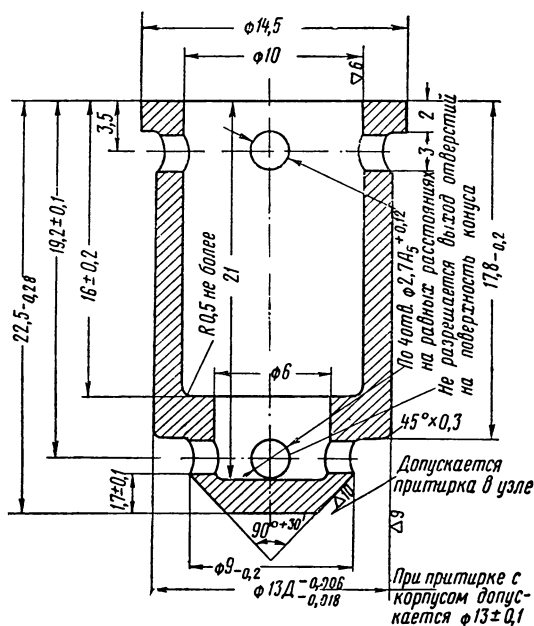


Рис. 83. Нагнетательный клапан

прижимает клапан к седлу корпуса. Седло опускают в сосуд с водой; просачивание воздуха, которое будет заметно по появлению пузырьков при недостаточной плотности уплотнительного пояса, не допускается.

**Снятие с дизеля топливного насоса, его разборка и сборка.** Для демонтажа топливного насоса необходимо предварительно установить коленчатый вал дизеля в такое положение, чтобы на ведущем диске муфты привода генератора совместились с указательной стрелкой метка *T*, соответствующая тому цилиндру, насос которого должен быть снят (см. рис. 70), т. е. чтобы ролик толкателя демонтируемого насоса оказался на цилиндрической части (затылке) кулака. Затем следует оттянуть палец 45 (см. рис. 75) поводка тяги управления дизелем из кольцевого паза поводковой втулки 35, отсоединить от насоса нагнетательную топливную трубку, топливный коллектор и, отвернув две гайки болтов 18 (см. рис. 78), соединяющих корпус насоса с толкателем, снять насос вместе с регулировочными прокладками 17.

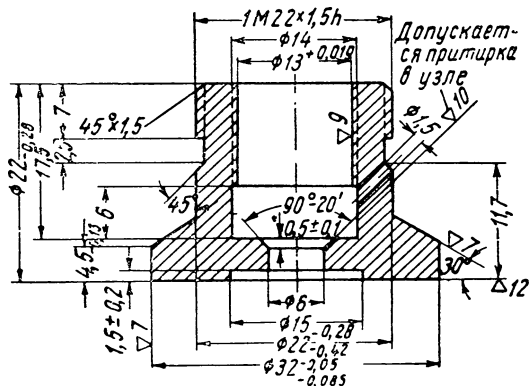


Рис. 84. Корпус нагнетательного клапана

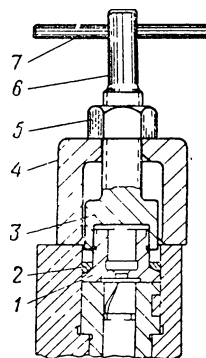


Рис. 85. Приспособление для выпрессовки корпуса нагнетательного клапана:

1 — корпус клапана; 2 — кольцо; 3 — головка; 4 — скоба; 5 — гайка; 6 — винт; 7 — рукоятка

Разборку насоса начинают с удаления стопорного пружинного кольца 23 (см. рис. 75), после чего вынимают тарелку 22 пружины вместе с плунжером 13 и пружиной 20. Вывертывают стопорный винт 26 и, передвинув регулируемую рейку 28 в сторону ее длинного конца (с нанесенными делениями), снимают шестерню 15 и рейку 28, предварительно удалив упор 42. Отвернув гайки 40, снимают штуцер, вынимают пружину 3 и клапан и, накрутив головку 3 (с внутренней резьбой) (рис. 85) винта 6 на корпус нагнетательного клапана, гайкой 5 выпрессовывают его вместе с медным уплотнительным кольцом 2. Отвертывают стопорный винт 26 (см. рис. 75) и вынимают гильзу плунжера.

Для разборки регулирующей рейки, если это будет необходимо, расшплинтовывают гайку 13 (см. рис. 82), вывертывают регулировочный болт 6 и снимают поводковую втулку 5 и пружину 11. Указательную стрелку, укрепленную на корпусе насоса, снимать не следует.

После осмотра и необходимого ремонта все детали насоса промывают чистым профильтрованным топливом. Сборку следует начинать с установки гильзы 12 (см. рис. 75) в корпус, в котором она фиксируется стопорным винтом 30. При этом конец болта не должен упираться в гильзу (она должна свободно перемещаться в вертикальной плоскости в пределах паза). Под головку винта для предупреждения подтекания топлива устанавливают прокладку 31 из красной отожженной меди. Регулирующую рейку в сборе устанавливают в корпус насоса так, чтобы поводковая втулка была с левой стороны, если смотреть на насос со стороны стопорного винта 30 гильзы, а впадина на месте третьего зуба со стороны торца рейки оказалась в плоскости, проходящей через вертикальную ось гильзы плунжера. Затем шестерню 15 плунжера (см. рис. 76) опускают в корпус насоса. Зуб 52 (см. рис. 77) кольца 14 (см. рис. 75) шестерни при этом



должен пройти через впадину рейки. Вдвигают рейку в отверстие корпуса глубже и устанавливают стопорный винт, входящий своим концом в паз 51 (см. рис. 77) рейки. После этого опускают плунжер в гильзу так, чтобы выступы 16 вошли в соответствующие пазы 53 шестерни 15.

Ставят на место корпус 7 нагнетательного клапана, отожженное медное прокладное кольцо 6, клапан и его пружину 3 и зажимают их нажимным штуцером 5 и фланцем 2. Устанавливают на место кольцо 18 пружины, пружину 20 и ее тарелку 22 и, сжав пружину, заводят в кольцевую проточку стопорное кольцо 23. Убеждаются в плавности перемещения регулирующей рейки и поводковой втулки и проверяют плотность насоса на стенде, как было указано выше.

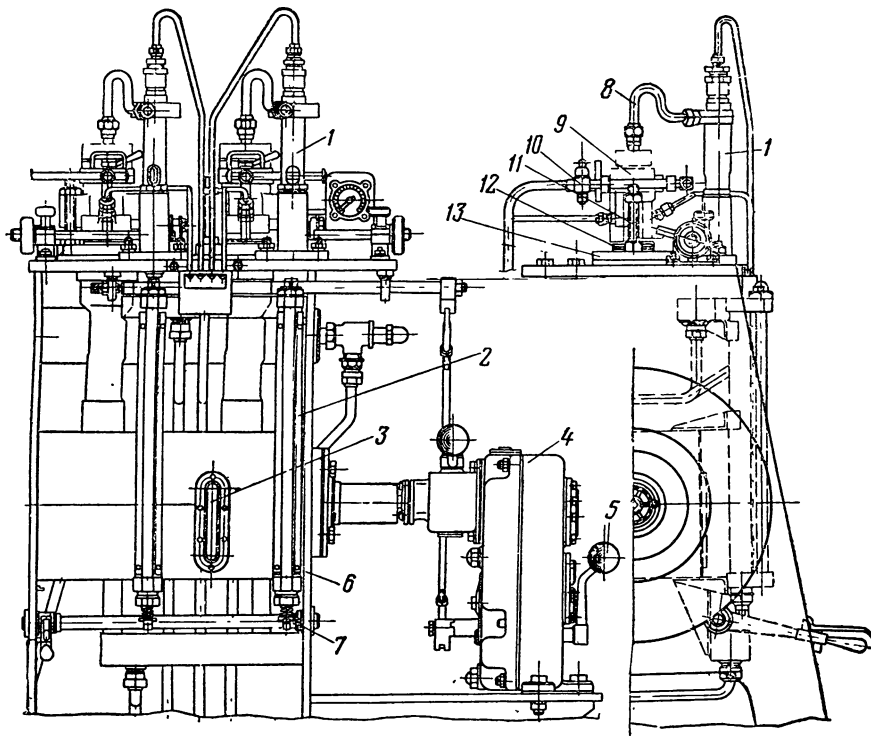


Рис. 86. Стенд по определению производительности и регулировки топливных насосов:

1 — стакан пеногасителя; 2 — топливомерное стекло; 3 — масломерное стекло; 4 — коробка; 5 — рукоятка включения автоматического отсчета; 6 — корпус стенда; 7 — сливной клапан; 8 — нагнетательная трубка; 9 — топливный насос; 10 — вентиль; 11 — стяжные шпильки; 12 — прокладки; 13 — фланец корпуса толкателя

При смене деталей насоса, в частности плунжерной пары, может оказаться, что при совмещении указательной стрелки с восьмым делением на рейке не будет обеспечена подача топлива, необходимая для получения полной мощности дизеля. Полный ход рейки от нулевой подачи до полной равен  $11 - 3 = 8$  мм, что составляет  $8 : 1,6 = 5$  делений рейки. Производительность насоса, проверенная на стенде (рис. 86), работающем от электродвигателя, должна быть  $285 \pm 7$  г (в депо обычно принимают  $285 \pm 5$  г) за 800 ходов плунжера при  $850 \pm 5$  об/мин кулачкового вала и рейке, выдвинутой до совпадения указательной стрелки с восьмым делением. Производительность насоса за 800 ходов плунжера при  $400 \pm 5$  об/мин кулачкового вала и рейке, выдвинутой на величину, меньшую на  $6,5 \pm 0,01$  мм выхода рейки, который был при предыдущем определении производительности насоса (при 850 об/мин), должна составлять 70—105 г. Перемещение рейки контролируют калибром толщиной  $6,5 \pm 0,01$  мм, устанавливаемым между упором и обработанной плоскостью (см. рис. 82) корпуса насоса.

Опыт регулировки насосов на максимальную и минимальную производительность показывает, что основным средством изменения максимальной производительности (для 850 об/мин) при остающейся, практически неизменной минимальной производительности (для 400 об/мин) служит изменение усилия пружины нагнетательного клапана. С изменением этого усилия связаны величина остаточного давления в нагнетательном трубопроводе, скорость посадки клапана на седло, величина и время его подъема. Большая предварительная затяжка пружины влечет за собой увеличение максимальной производительности насоса, уменьшение затяжки вызывает соответствующее снижение максимальной производительности (минимальная производительность, как уже указывалось, при этом не меняется). Практически затяжку пружины можно изменять, подбирая следующие величины: длину пружины (больше длина пружины — больше ее предварительное сжатие — выше производительность насоса); глубину внутренней расточки нагнетательного клапана и глубину расточки нажимного штуцера (глубже расточка — меньше предварительное сжатие пружины — ниже максимальная производительность); высоту медной прокладки (выше прокладка — меньше предварительное сжатие пружины — ниже максимальная производительность); подбирая новый корпус с более или, наоборот, менее высоким буртом для прокладки и новым нагнетательным клапаном.

Таким образом, если, например, минимальная производительность ниже предельной величины (70 г за 800 ходов), надо одним или несколькими из указанных выше способов понизить максимальную производительность, а затем, сдвинув упор регулирующей рейки в сторону увеличения подачи, установить его так, чтобы насос давал нормальную максимальную производительность. При смещении упора поднимается и минимальная производительность.

При минимальной производительности, превышающей допустимую величину (100 г за 800 ходов), надо поднять максимальную производительность, как указано выше; установив затем рейку, а потом и упор в положение, обеспечивающее нормальную максимальную производительность, получим соответственное снижение и минимальной производительности. Если эти меры не дают необходимого результата, приходится заменить плунжерную пару.

На сеть железных дорог приказанием МПС распространен предложенный работниками депо Лиски и ЦНИИ МПС метод регулировки производительности насосов при помощи закаленных шлифованных прокладок-шайб, устанавливаемых в нажимной штуцер под пружину. Толщина калиброванных прокладок — от 0,5 до 2 мм (через 0,25 мм). Кроме резкого снижения времени на подбор деталей и неоднократную подрезку торцов нажимных штуцеров (что имеет место в большинстве депо из-за нехватки штуцеров с различной глубиной расточки), применение прокладок обеспечивает лучшую работу пружин. Последняя, свободно поворачиваясь около своей оси во время работы вместе с прокладкой, не натирает на тарелке штуцера глубокую канавку, вызывающую зачастую перекося пружины и ухудшение работы насоса, как это наблюдается в серийной конструкции.

После испытания на стенде на рейку ставят упор максимальной подачи топлива, а указательную стрелку совмещают (подбирая под нее прокладки необходимой толщины) с восьмой рискушкой рейки. Насосы распределяют на три группы по указанной выше производительности при  $400 \pm 5$  об/мин кулачкового вала: I группа — 70 + 10 г за 800 ходов плунжера; II группа — 80 + 10 г, III группа — 90 + 15 г. На один дизель разрешается устанавливать насосы только одной из перечисленных групп. Это вызвано тем обстоятельством, что при постановке насосов разных групп, например I и III, на холостом ходу дизеля, когда подача каждым насосом мала, насосы группы III будут впрыскивать топливо удовлетворительно, а насосы группы I в связи с малой подачей будут подавать его с малым давлением и потому плохо распыленное. Вследствие этого топливо не сгорает полностью, накапливается в выпускных коллекторах и проникает по стенкам гильзы цилиндра в маслосборник картера, разжижая смазочное масло.

Для проверки и регулировки насосов на стенде (см. рис. 86) надо знать размер  $B$  (рис. 87, *a*), т. е. точное расстояние между опорным буртом корпуса насоса и торцом головки хвостовика плунжера в том его положении, когда отсечное отверстие в гильзе будет полностью перекрыто головкой плунжера и торцовая кромка головки точно совпадет с нижней точкой окружности отверстия.

Размер  $B$  на тепловозостроительном заводе определяют, установив насос на стенд (см. рис. 86) и закрепив приспособление («моментоскоп») (рис. 87, *б*) на нажимном штуцере насоса. Мениск топлива в трубке 7 при проворачивании кулачкового вала стенда должен сдвинуться тогда, когда кулачок поднимет плунжер на 3,6 мм от его крайнего положения, т. е. от положения, при котором ролик толкателя будет на «затылке» кулачка. Затем, зная толщину прокладок или измеряя расстояние от торца толкателя до опорной плоскости стенда, определяют размер  $B$ . В депо размер  $B$  определяют, установив насос со снятым нажимным штуцером, клапаном и его пружиной в специальном приспособлении.

В этом приспособлении момент перекрытия окна гильзы плунжером определяется исчезновением луча света между кромкой окна гильзы и торцом плунжера.

Заметив момент перекрытия плунжером отсечного отверстия в гильзе, отсчитывают на индикаторе искомый размер  $B$ . В связи с тем, что при установке на стенде (см. рис. 86) происходит обжатие прокладок и привалочных поверхностей насоса и толкателя, а при установке на приспособлении такого обжатия нет, расчетный размер  $B$  следует принимать на 0,15 мм большим размера, полученного на приспособлении. Затем, зная постоянную величину расстояния от торца толкателя до опорной плоскости стенда, подбирают прокладки требуемой толщины и устанавливают насос на стенд для его регулировки и проверки или перестановки упора, а также установки указательной стрелки на восьмое деление (рис. 88). Замеряют также выход рейки (размер  $A$ , находящийся обычно в пределах  $15,5 \pm 0,5$  мм, рис. 88), когда производительность насоса равна  $285^{+5}$  г за 800 ходов, с помощью специального штангенциркуля (рис. 89) в том случае, если упор отсутствует или установлен неправильно.

В связи с введением в депо опытных норм уменьшенной плотности плунжерных пар определять размер  $B$  необходимо только на специальном (световом) приспособлении, а не на стенде с помощью «мениска». Это вызвано тем, что при проверке размера  $B$  на стенде для плунжерных пар плотностью ниже 6 сек может иметь место заметное перетекание топлива по зазору между плунжером и гильзой за тот период времени, который требуется для поворота вручную кулачкового вала стенда. Это заметно искажает определяемый размер  $B$ . В результате может быть получено опасное увеличение опережения подачи топлива для цилиндра, на который будет установлен этот насос, если толщина прокладок будет рассчитана исходя из указанного выше размера.

**Установка топливных насосов на дизеле.** При установке на дизель насоса, в котором не заменялась плунжерная пара, тарелка пружины плунжера или стопорное кольцо пружины, угол опережения подачи топлива не проверяют,

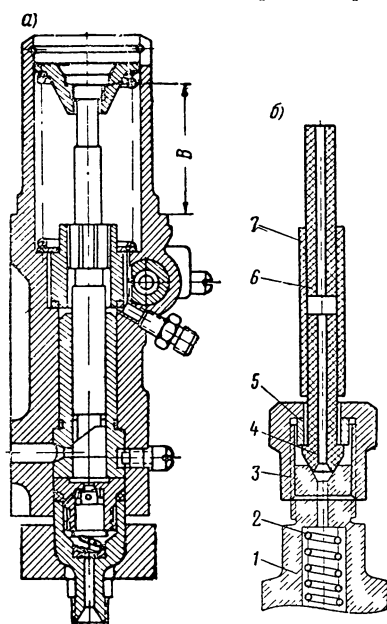


Рис. 87:

*a* — положение плунжера топливного насоса при определении размера  $B$  (расстояние от опорного бурта корпуса насоса до торца хвостовика плунжера); *б* — приспособление («моментоскоп») для определения момента начала подачи топлива насосом; 1 — нажимной штуцер топливного насоса; 2 — пружина нагнетательного клапана; 3 — накидная гайка; 4 — наконечник; 5 — нажимное кольцо; 6 — стеклянная трубка; 7 — резиновая трубка

а ставят прокладки, снятые ранее вместе с насосом. Убеждаются лишь, что нет заеданий рейки в насосе или поводковой втулки в рейке после затяжки гаек шпилек крепления насоса и болтов крепления коробки топливного коллектора.

Если устанавливают новый топливный насос, то предварительно необходимо определить толщину прокладок между корпусом насоса и корпусом толкателя, от которых зависит величина опережения подачи топлива данным насосом относительно в. м. т. поршня нижнего коленчатого вала. Для этого валоповоротным механизмом вращают нижний коленчатый вал до положения, при котором деление на ведущем диске муфты привода генератора, соответствующее цилиндру сменяемого насоса, совместится с указательной стрелкой. Для

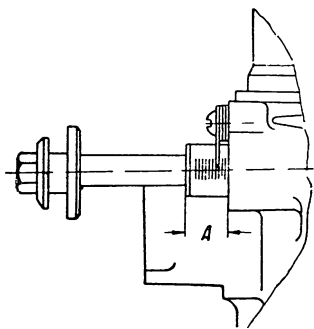


Рис. 88. Определение размера А при максимальной подаче топлива (указательная стрелка насоса совмещена с восьмым делением рейки)

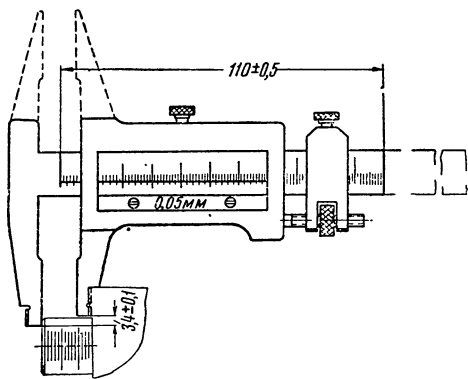


Рис. 89. Штангенциркуль для измерения выхода регулирующей рейки топливного насоса

каждой пары топливных насосов соответствующего цилиндра установлены следующие значения в градусах угла поворота кривошипа нижнего коленчатого вала, нанесенные на ведущем диске муфты:

Номер цилиндра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Деление на ведущем диске муфты . . . . .	344 ± 1	92 ± 1	236 ± 1	128 ± 1	200 ± 1	20 ± 1	272 ± 1	308 ± 1	164 ± 1	56 ± 1

Устанавливают вместо топливного насоса приспособление (рис. 90), закрепляя его на шпильках топливного насоса. Приспособление состоит из корпуса 5, в котором пружина 4 стремится отжать в верхнее положение шток 1, упирающийся во втулку 3, в свою очередь удерживаемую стопорным кольцом 2. С корпусом 5 приспособления стойкой 7 соединен корпус индикатора 9 часового типа. При установленной пластине 6 (толщиной 1,5—2 мм) измерительный стержень 8 индикатора должен быть отжат примерно на 4 мм. Вынимают пластину 6, вводят измерительный стержень 8 в отверстие корпуса 5 до упора в торец штока 1 и определяют расстояние Г между торцом Б корпуса 5 приспособления и торцом А штока 1. Из разности двух показаний индикатора необходимо вычесть толщину пластины 6.

Следует иметь в виду, что верхний торец штока 1 во время измерения отжат на некоторую величину вниз через толкатель кулаком кулачкового вала топливных насосов.

Затем определяют расстояние К (рис. 91) как сумму величин Г и Д, т. е.  $K = \Gamma + D$ , где Д — заранее измеренная величина расстояния между торцом штока приспособления и его опорным буртом при совмещении нижних торцов А и Б, равная  $48 \pm 0,05$  мм и выбитая на плите приспособления. Зная К и В, где В — величина, определенная ранее на стенде и записанная в паспорте каждого вновь устанавливаемого или установленного насоса, можно определить

необходимую толщину прокладок  $P$  как разность величин  $B$  и  $K$ , т. е.  $P = B - K$ . Затем следует подобрать прокладки необходимой толщины с точностью до 0,02 мм, установить насос на место, соединить поводок тяги управления с поводковой втулкой рейки, проверить плавность хода рейки установленного насоса и всех остальных насосов, а также отсутствие заеданий поводковых втулок реек. Последнее проверяют, полностью сжимая пружины реек поводковыми втулками. Под действием пружин поводковые втулки должны возвратиться в начальное положение.

При замене какого-либо насоса запасным следует предварительно поставить в шестнадцатое положение рукоятку контроллера машиниста, проверить, что автомат выключения регулятора предельного числа оборотов дизеля находится в рабочем положении, установить на упор коромысло подачи топлива (см. «Управление дизелем»). Для этого поднять вверх рычаг управления регулятора, установив тем самым шток сервомотора также в верхнее положение, после чего замерить

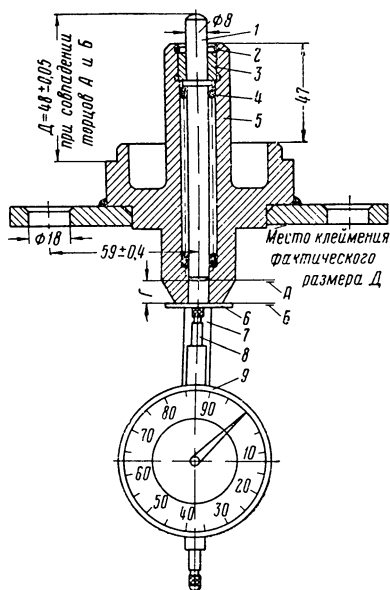


Рис. 90. Приспособление для определения толщины регулировочных прокладок при установке нового топливного насоса на дизель:

1 — шток; 2 — стопорное кольцо; 3 — втулка; 4 — пружина; 5 — корпус приспособления; 6 — пластина; 7 — стойка индикатора; 8 — измерительный стержень; 9 — индикатор

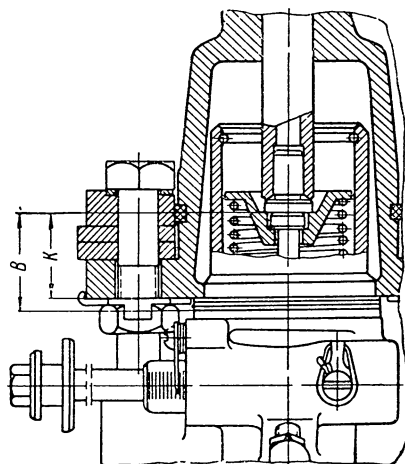


Рис. 91. Определение толщины регулировочных прокладок при установке опережения подачи топлива топливным насосом

штангенциркулем величину выхода рейки или заметить, против какой риски установится указательная стрелка насоса. Затем освобождают рычаг управления регулятором, снимают насос и определяют необходимую толщину прокладок, как указано выше. После постановки нового насоса на место следует соединить его поводковую втулку с пальцем поводка тяги управления, снова поднять рычаг управления регулятора в верхнее положение и установить выход регулирующей рейки насоса регулировочным болтом так, чтобы указательная стрелка совпала с тем же делением, какое было на рейке замененного насоса.

Несмотря на надежность и устойчивость работы правильно собранных и отрегулированных топливных насосов дизеля 2Д100, в эксплуатации могут встретиться отдельные неисправности. Наиболее серьезные — это трещина гильзы и зависание (заклинивание) плунжера. Заклинивание плунжера в положении, при котором производительность насоса была значительно меньше номинальной, влечет за собой понижение мощности не только того цилиндра, на котором произошло заедание плунжера насоса, но и всего дизеля, так как плунжер, связанный шестерней с рейкой, будучи заклинен и не поворачиваясь сам, не даст продвинуться для увеличения подачи и регулирующей тяге, а сле-



довательно, не даст повернуться (в сторону увеличения производительности) и плунжерам всех остальных насосов дизеля [уменьшение подачи топлива и оборотов возможно и в случае зависания плунжера благодаря тому, что имеется пружина 11 (рис. 82), позволяющая регулирующей тяге сдвинуть рейки остальных насосов в сторону уменьшения подачи].

Трещина гильзы будет заметна по изменившейся работе насоса и цилиндра, при этом резко увеличится отлив топлива через трубку сливного штуцера 29 (см. рис. 75).

Подача топлива насосом прекратится при изломе пружины 20 плунжера (обнаружить это можно по пониженной температуре корпуса насоса, сравнительно с остальными, при проверке их рукой). Также сказывается и излом пружины толкателя.

Снижение производительности может быть вызвано пропуском топлива между сопряженными плоскостями торца гильзы и корпуса клапана, утечкой по прокладному кольцу 6 корпуса клапана, неисправностью притирочного пояса клапана 8 или его пружины 3. Ухудшится работа насоса при износе (притуплении и выбоинах) кромок торца и спирали головки плунжера, а также эрозийных раковинах, выходящих на кромки. Износ и заедание плунжера вызываются в первую очередь недостаточной фильтрацией топлива, в том числе из-за неисправности фильтров, при которой твердые механические частицы с размерами, большими, чем зазор в прецизионных парах, могут проникать в насос

### ФОРСУНКИ

Форсунка предназначена для введения (впрыска) в цилиндр топлива и распыления его до туманообразного состояния.

На дизеле 2Д100 применены форсунки закрытого типа, т. е. такие форсунки, у которых внутренняя полость (заполненная топливом) в периоды между впрысками разобщается от камеры сгорания специальной запорной иглой, нагруженной сильной пружиной. Открывается (поднимается) игла гидравлическим путем (под действием давления топлива).

В каждый цилиндр дизеля 2Д100 топливо подается через две форсунки, которые проходят через отверстия в рубашке и установлены одна против другой в средней части цилиндровой гильзы.

Рубашка и гильза при работе дизеля нагреваются неодинаково и поэтому расширяются на разную величину (что зависит также и от материала, из которого они изготовлены). Следовательно, крепление и уплотнение форсунки в двух отверстиях должны быть выполнены так, чтобы рубашка могла иметь незначительное перемещение относительно гильзы с закрепленной в ней форсункой. При этом не должно быть ни прорыва газов, ни пропуска воды. Конструктивно это требование выполняется применением переходников, называемых также адаптерами.

Адаптер 15 (рис. 92 и 93) ввернут на резьбе в стенку гильзы 17 цилиндра, причем между гильзой и буртом адаптера устанавливают прокладку 16 из отожженной красной меди. Для ввертывания адаптер имеет две диаметрально расположенные торцовые прорези, в которые вставляют выступы специального ключа.

На адаптер надевают фланец 21, который имеет на внутренней поверхности мелкие шлицы, входящие между шлицами адаптера 15 и не позволяющие фланцу поворачиваться. Между фланцем 21 и рубашкой 19 гильзы цилиндра ставят резиновое уплотнительное кольцо 22, которое сжимают через фланец 21 гайкой 24. Гайка 24 имеет на цилиндрической поверхности четыре прорези для четырех выступов ключа. Фиксируют гайку 24 ввертываемым в нее стопором 23, который своим торцом упирается во фланец 21. Сверху гайки на резьбу адаптера наворачивают фланец 25, имеющий два резьбовых отверстия для установки шпилек крепления фланца корпуса 6 форсунки. Таким образом, в теле гильзы цилиндра адаптер закреплен жестко, а с рубашкой связан нежестким соединением при помощи резинового кольца. Последнее охватывается гильзой 20, изготовленной из листовой стали. Форсунка устанавливается в адаптер на прокладке

13 из отожженной красной меди, и ее положение определяется расположением шпилек фланца 25, которые должны находиться в горизонтальной плоскости.

Форсунка состоит из корпуса 6, имеющего фланец для крепления к адаптеру и штуцер подвода топлива. В торцевой части корпуса, входящей в гильзу цилиндра, прорезано круглое отверстие, с одной стороны срезанное по хорде, так что входящий в него сопловой наконечник 14 может занимать только одно определенное положение относительно корпуса форсунки. Между буртом соплового наконечника и буртом корпуса форсунки поставлена прокладка из отожженной красной меди. К бурту корпуса сопловой наконечник прижат

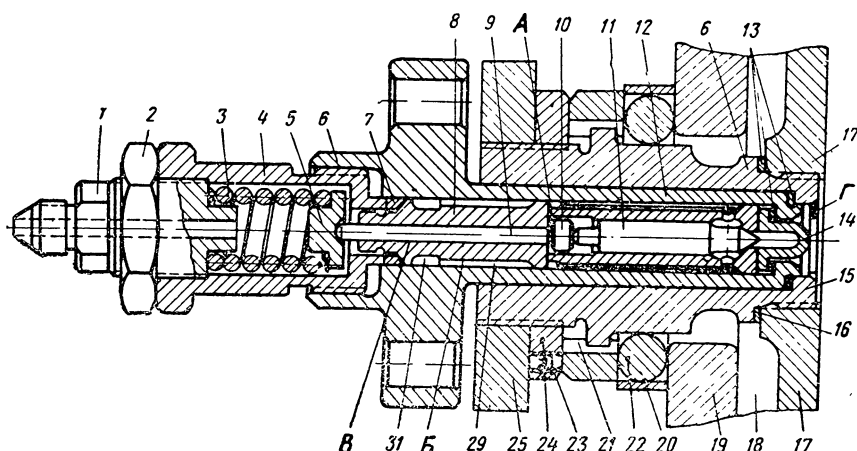


Рис. 92. Форсунка:

1 — нажимной штуцер; 2 — контргайка; 3 — пружина форсунки; 4 — стакан; 5 — тарелка пружины; 6 — корпус форсунки; 7 — уплотнительная прокладка; 8 — щелевой фильтр; 9 — толкатель; 10 — ограничитель подъема иглы; 11 — игла; 12 — корпус распылителя; 13, 16 — прокладки; 14 — сопловой наконечник; 15 — адаптер; 17 — гильза цилиндра; 18 — ребро гильзы и канал для прохода воды; 19 — рубашка гильзы цилиндра; 20 — гильза; 21, 25 — фланцы; 22 — резиновое кольцо уплотнения; 23 — стопор; 24 — гайка; 26 — нагнетательная топливная трубка высокого давления; 27 — нажимное кольцо; 28 — накидная гайка; 29 — канавка на поверхности фильтра, соединенная с кольцевой проточкой 31; 30 — канавка на поверхности фильтра, соединенная с кольцевой проточкой распылителя; 31 — проточка на фильтре; А—В—зазоры в сочленениях деталей; Г—размер (величина выхода конца соплового наконечника)

Номер детали (см. рис. 92)	Материал	Твердость	Обозначение зазора	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
3	Проволока 50ХФА	HRC42—48	А	0,4—0,6	0,75
5	Сталь ШХ15	—	Б	0,3—0,36	0,50
6	Сталь 40	HRC26—30	В	0,05—0,10	0,20
8	Сталь ШХ15	HRC55—60	Г	1,2—2,2	Не менее 1, не более 2,4
9	Сталь ШХ15	HRC60—63			
10	Сталь ШХ15	HRC60—63			
11	Сталь Р18	HRC60—63			
12	Сталь 18Х2Н4ВА	HRC58—62			
14	Сталь ШХ15	HRC56—60			
15	Сталь 2Х13 ЭЖ2	—			

торцом корпуса распылителя 12, который в свою очередь прижат через медную уплотнительную прокладку 7 стаканом 4, ввертываемым в корпус форсунки. Игла 11 своим конусным окончанием плотно прилегает к конусной поверхности корпуса распылителя, закрывая проход топлива из объема, окружающего запорный конец иглы, в канал соплового наконечника 14.

Прижата игла к уплотнительному конусу корпуса распылителя пружиной 3, которая передает давление на иглу через тарелку 5, толкатель 9 и ограничитель подъема иглы 10. Предварительную натяжку пружина 3 получает от нажимного штуцера 1, ввертываемого в стакан 4 и закрепляемого контргайкой 2. От топливного насоса к форсунке топливо подводится по нагнетательной топливной трубке высокого давления с наконечником, образованным холодной высадкой. Наконечник имеет с одной стороны уплотнительный конус, а с другой — бурт, в который упирается нажимное кольцо 27 при помощи накидной

гайки 28 притягивая наконечник трубки 26 к конусной выточке в штуцере корпуса 6 форсунки. По каналу в штуцере топливо проходит в кольцевую проточку 31, откуда поступает в канавки 29, прорезанные на цилиндрической поверхности фильтра. Так как канавки 29 не доходят до противоположного торца фильтра, то топливо может попасть в канавки 30 только по зазору *Б* (0,05—0,10 мм) между перемычками канавок 29 и 30 и внутренним цилиндрическим колодцем корпуса форсунки. Далее топливо проходит по четырем прорезанным вдоль корпуса 12 распылителя пазам и по четырем же радиальным отверстиям поступает в объем, окружающий уплотнительный конец иглы.

Форсунка работает следующим образом. По мере возрастания давления топлива, подаваемого к уплотнительному концу иглы 11 топливным насосом, увеличивается усилие, действующее на кольцевой поясok иглы распылителя, пока оно не станет больше усилия, с которым пружина 3 давит на иглу. В этот

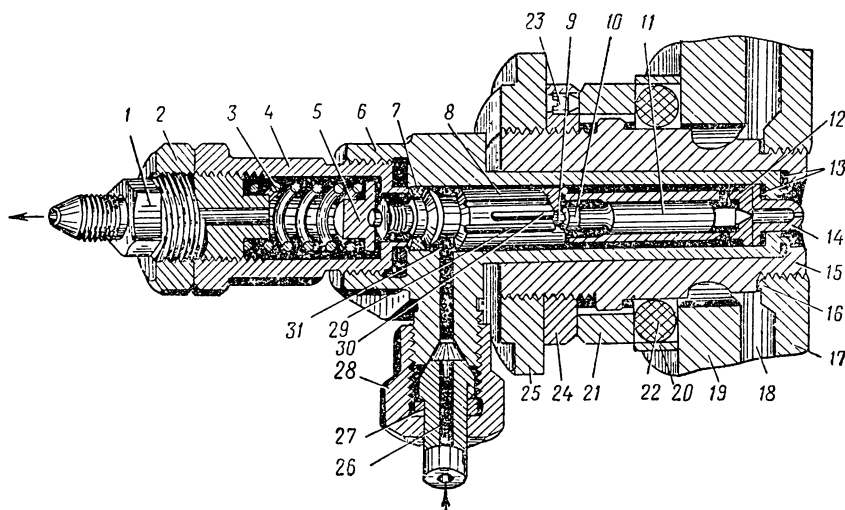


Рис. 93. Общий вид форсунки (обозначения см. на рис. 92)

момент игла 11 поднимется и топливо устремится в канал соплового наконечника 14, откуда с большой скоростью пройдет через сопловые отверстия в камеру сжатия цилиндра. В тот момент, когда игла лишь немного стронется со своего седла, действующее на нее усилие значительно возрастет, так как в этот момент увеличивается площадь (соответствующая диаметру конусной части иглы), на которую начнет давить топливо. Подъем иглы определяется зазором *А* (0,4—0,6 мм) между ограничителем 10 подъема иглы и торцом щелевого фильтра 8, в котором отверстие для прохода толкателя 9 значительно меньше диаметра ограничителя 10, что не даст игле подняться более чем на указанную величину зазора.

Основной частью форсунки является распылитель, состоящий из прецизионной пары — корпуса 12 и иглы 11. Эта пара должна применяться только комплектно, так как в процессе изготовления иглу и корпус распылителя подбирают по размерам и шлифуют (притирают и доводят) совместно.

Игла форсунки (рис. 94) имеет цилиндрическую направляющую и уплотняющую часть, шлифованную к цилиндрическому отверстию корпуса распылителя. Внизу иглы участок меньшего диаметра образует кольцевой уступ, имеющий на конце уплотнительный конус, с углом между образующими конуса  $60^{\circ} \pm 30'$ . Биение цилиндрической и конической поверхностей не допускается больше 0,004 мм. Это требование диктуется необходимостью точного сопряжения рабочих поверхностей иглы и корпуса распылителя, находящихся во время работы дизеля в весьма тяжелых условиях (высокие давления топлива

внутри распылителя и близость распылителя к камере сгорания с высокой температурой газов). Для неуплотняющего конца конусной части иглы допускается конус  $65^\circ$  вместо  $60^\circ$ . На рис. 94 даны основные требования, предъявляемые к игле, по чистоте обработки и точности изготовления.

Конусную часть иглы плотно притирают к посадочному пояску корпуса распылителя (рис. 95), начальная конусность пояска распылителя  $59^\circ \pm 10'$ . При притирке уплотняющими поверхностями являются грань большего диаметра конусного пояска распылителя и образующийся при притирке поясок на конусной поверхности иглы, глубина которого не должна превышать  $0,06$  мм (в отличие от притирочного пояска на игле и распылителе дизеля Д50, образующегося на конусной поверхности распылителя; уплотняющей поверхностью иглы служит грань пересечения конуса с цилиндрической поверхностью иглы).

Верхняя часть иглы также имеет участок меньшего диаметра и оканчивается сферической поверхностью, упирающейся в ограничитель.

Корпус распылителя цементируется кругом на глубину  $0,5$ — $0,7$  мм. Поверхность  $D$  корпуса не должна иметь конусности, обращенной большим диаметром в сторону поверхности торца  $B$ ; конусность, при которой меньший диаметр конуса обращен в сторону торца  $B$ , допускается не больше  $0,005$  мм. Непараллельность поверхностей  $A$  и  $B$  не должна превышать  $0,01$  мм; перпендикулярность поверхности  $A$  к оси поверхности  $C$  — не более  $0,01$  мм; биение поверхности  $D$  относительно оси поверхности  $C$  —  $0,04$  мм.

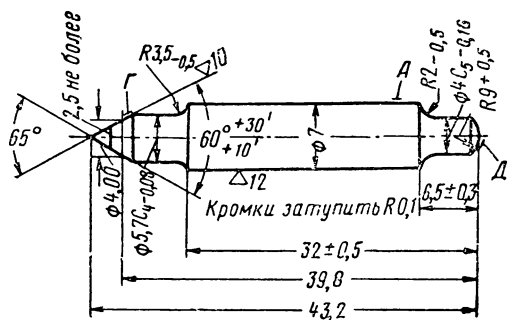


Рис. 94. Игла форсунки

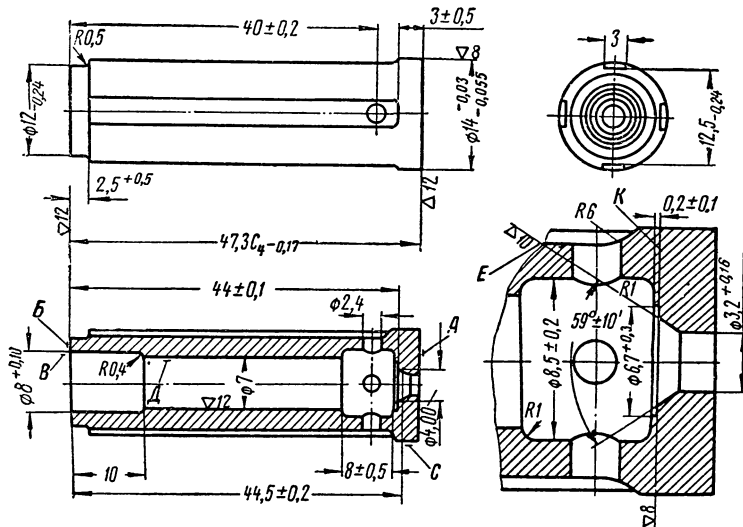


Рис. 95. Распылитель

После совместной притирки (доводки) иглы и корпуса диаметр отверстия в корпусе распылителя должен находиться в пределах  $7^{+0.1}$  мм. На притертых поверхностях иглы и корпуса не допускается граненость или следы шлифовки, вся поверхность должна иметь ровный отблеск, возможны только едва различимые на глаз мельчайшие штрихи. Качество доводки определяется тем, что игла, промытая в профильтрованном дизельном топливе и выдвинутая из корпуса распылителя на  $1/3$  своей длины, должна опускаться под действием

собственного веса, будучи наклонена под углом  $45^\circ$  к вертикали. С другой стороны, плотность притертых цилиндрической и конической поверхностей должна быть такой, чтобы при опрессовке давление снижалось с  $330$  до  $280 \text{ кг/см}^2$  за  $27\text{--}100 \text{ сек}$  (при выпуске из малого периодического и внепланового ремонтов допускается  $10\text{--}100 \text{ сек}$ ).

Опрессовку производят на специальном стенде с ручным приводом. На стенде (рис. 96) смонтированы насос 9, привод 10 и манометр 6. Между наконечником 2 и винтом 5 устанавливают форсунку, штуцер которой соединяют

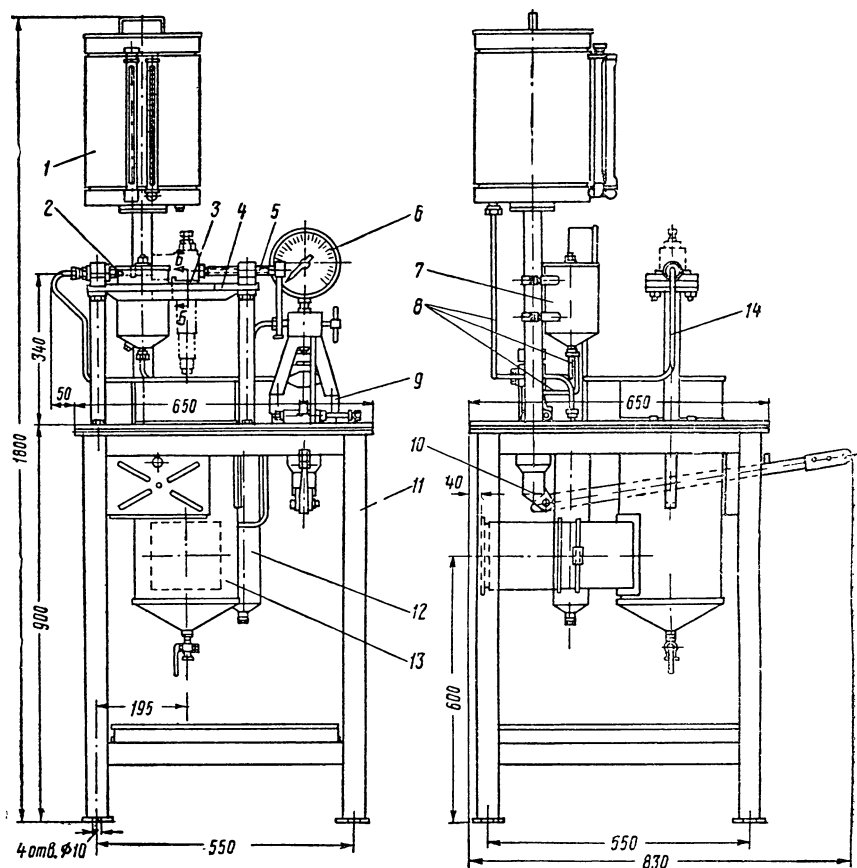


Рис. 96. Стенд для испытания форсунок:

1 — бак для топлива; 2 — наконечник топливопровода, к которому присоединяется испытуемая форсунка; 3 — сменная колодка с пазом для установки форсунки; 4 — стойка; 5 — винт, прижимающий форсунку; 6 — манометр; 7 — фильтр тонкой очистки топлива; 8 — трубопроводы низкого давления; 9 — секция топливного насоса; 10 — рычажный привод; 11 — стол стенда; 12 — отстойник; 13 — топливосборник; 14 — трубопровод высокого давления

с нагнетательной трубкой 14 насоса 9. К этому же трубопроводу присоединен манометр 6. Бак 1 стенда служит резервуаром для топлива.

Давление топлива поднимают вначале до  $350 \text{ кг/см}^2$ , но время падения измеряют в указанном выше интервале давлений. Разрешается также повышенная плотность распылителя, характеризуемая падением давления топлива в стенде за  $100\text{--}150 \text{ сек}$ , но в этом случае следует дополнительно проверить на собранной форсунке отсутствие заеданий иглы. Для этого надо уменьшить натяжку пружины форсунки, отвертывая нажимной штуцер так, чтобы давление топлива постепенно снижалось с  $350 \text{ кг/см}^2$  примерно до  $150\text{--}120 \text{ кг/см}^2$ . Во время снижения давления должны происходить при разных давлениях достаточно четкие впрыски топлива, свидетельствующие об отсутствии задержек перемещения иглы. Опрессовывают дизельным топливом с вязкостью по Энглера



Качество распыливания топлива новым распылителем проверяют на стенде с аккумулятором, давление в котором поднимают насосом с приводом от электродвигателя. Затяжка пружины устанавливается такой, чтобы давление



топлива, при котором открывается игла форсунки, было  $210 \pm 5 \text{ кг/см}^2$ . Распыленное топливо должно равномерно распределяться по поперечному сечению струи в туманообразном виде без отдельных сгущений, капель или мелких струек. Начало и конец впрыска должны быть резкими и сопровождаться четким звуком (струя как бы отрывается от распылителя), давление в аккумуляторе при впрыске должно снижаться на  $40\text{—}60 \text{ кг/см}^2$ . При равномерном повышении давления в аккумуляторе стенда с электрическим приводом насоса, которое регулируется выдвижением рейки этого насоса и должно происходить со скоростью  $10 \text{ кг/см}^2$  за  $10\text{—}12 \text{ сек}$ , подтекание топлива из распылителя не допускается до давления  $200 \text{ кг/см}^2$ . При дальнейшем повышении давления появление капли разрешается, но впрыск должен быть четким и резким. Распылитель совместно с сопловым наконечником в форсунке проверяют на стенде. плунжеру насоса 12 которого дают около 30 качаний в минуту. Впрыски должны быть также четкими, требования к качеству распыливания указаны выше, звук «дробящий», вызываемый частыми следующими один за другим впрысками. Проходное сечение трех отверстий (диаметр каждого отверстия  $0,56 \pm 0,02 \text{ мм}$ ) соплового наконечника (рис. 97) проверяют временем истечения через сопловой наконечник  $500 \text{ г}$  дизельного топлива с удельным весом  $0,840\text{—}0,845 \text{ г/см}^3$  и температурой  $15\text{—}25^\circ$  под давлением  $20 \pm 1 \text{ кг/см}^2$ . Время истечения должно находиться в интервале  $16,5\text{—}18,5 \text{ сек}$ . Распыливающие отверстия наконечника можно проверять также и при помощи ротаметров, сравнивая расход воздуха через проверяемый сопловой наконечник с расходом воздуха через два эталон-

ных сопловых наконечника верхнего и нижнего пределов. Эталонном нижнего предела служит наконечник, отверстия которого имеют диаметр  $0,56^{+0,02}_{-0,02}$  мм, эталонном верхнего предела — наконечник с отверстиями диаметром  $0,60^{+0,02}_{-0,02}$  мм. Срез одной стороны наконечника служит для фиксации направления распыливающих отверстий относительно корпуса форсунки. Рабочее положение наконечника в форсунке, установленной в цилиндр, показано на рис. 97, а. Направление осей распыливающих отверстий, как видно на рисунке, смещено против движения часовой стрелки относительно вертикальной оси, проходящей через ось цилиндра дизеля. Два отверстия I и III направлены несколько вверх по отношению к горизонтальной плоскости, проходящей через оси форсунок в цилиндре дизеля. Такое смещение выбрано с целью некоторого удаления факелов горящего топлива от нижнего наиболее термически напряженного поршня. Направление отверстий проверяют при проверке истечения топлива под давлением через наконечник; при этом углы между осями струй, выходящих из соплового наконечника, должны соответствовать схеме, изображенной на рис. 97, а.

Уплотнение между торцевой поверхностью Б наконечника и торцевой поверхностью распылителя обеспечивается только их точной обработкой (пришлифовкой и притиркой). Такое же уплотнение имеется между торцом распылителя и торцом щелевого фильтра. Внутри щелевого фильтра проходит с зазором В ( $0,3—0,36$  мм) толкатель 9 (см. рис. 92). Сферические поверхности торцов толкателя полируют.

Тарелка 5 пружины имеет сферическую полированную впадину, в которую упирается торец толкателя, передающего на иглу усилие пружины 3. При проверке на плите прямолинейности торцов пружины шатание последней не допускается, отсутствие трещин проверяют магнитным дефектоскопом. Пружину оксидируют. В полностью собранной форсунке выход Г конца соплового наконечника из корпуса форсунки должен быть в пределах  $1,2—2,2$  мм, в эксплуатации размер Г допускается не менее 1 мм и не более 2,4 мм.

После сборки на заводе форсунка устанавливается на стенды с электрическим и ручным приводом насосов. Качество распыливания должно удовлетворять перечисленным ранее условиям при затяжке пружины форсунки, обеспечивающей давление топлива, при котором открывается игла, равное  $210^{+5}$  кг/см<sup>2</sup>. Новую форсунку обкатывают в течение 40 мин при  $850 \pm 10$  об/мин кулачкового вала насоса и подаче топлива  $250—300$  г за 800 ходов плунжера. После обкатки снова устанавливают давление открытия иглы, проверяют качество распыла, отсутствие засоренных отверстий, контргайку ставят на лаке «Герметик». Несмотря на тщательную притирку иглы к распылителю, немного топлива все же просачивается в полость за иглой. Небольшой пропуск топлива даже полезен, так как оно смазывает трущиеся поверхности иглы и распылителя. Большой же пропуск топлива нарушает работу форсунки и поэтому недопустим. О величине пропуска топлива можно судить по количеству капель, выходящих из нажимного штуцера 1 через трубку в сливную коробочку; наибольшее допустимое количество капель 60 в минуту.

В связи с тем, что размеры форсунки ограничены габаритными условиями, корпус ее выполнен с малой толщиной стенок и вследствие этого жесткость его невелика. Поэтому необходимо точное выполнение правил крепления форсунки. Недостаточно внимательная установка форсунки с перекосом в адаптере или чрезмерная затяжка шпилек крепления форсунки к фланцу адаптера могут вызвать в эксплуатации перекося и деформацию деталей форсунки и заедание или прихватывание иглы распылителя или ее толкателя. Если прихватывание иглы относительно небольшое, то вызываемое им запаздывание начала подъема иглы (в связи с повышением давления, необходимого для ее открытия) и соответственно посадки иглы на место отразится на внешних показателях работы дизеля в виде некоторого увеличения дымности отработавших газов. Такое же влияние окажет и прихватывание иглы или толкателя из-за односторонних натиров, вызванных эксцентричным приложением усилия к игле.

При заедании иглы в связи с тем, что при этом форсунка может «лить»

топливо в цилиндр, сильно возрастает дымность и снижается мощность дизеля. Заедание иглы может вызываться и натираниями с последующим прихватыванием из-за загрязненности топлива. Недостаточная фильтрация топлива является одной из главных причин основной неисправности форсунки — подтекания топлива из сопловых отверстий.

Подтекание распылителя влечет за собой ухудшение распыливания и догорание топлива, образование нагара на поршне и кольцах, загорание сопловых отверстий распылителя, увеличение расхода топлива и снижение мощности дизеля.

Подтекание в основном вызывается потерей необходимого уплотнения между иглой и корпусом распылителя, причиной которого являются мельчайшие выбоинки и наклеп на уплотнительных поясках. Эти выбоинки и наклеп образуются микроскопическими твердыми частицами, попадающими вместе с топливом на уплотнительные пояски в момент посадки иглы на седло. Хотя глубина выбоинок невелика, однако для выведения их необходима притирка иглы, т. е. разборка форсунки.

Износ цилиндрической направляющей поверхности игл вызывается недостаточной фильтрацией топлива, а также попаданием на нее пасты при притирке конусной поверхности, что обнаруживается по увеличенному отливу топлива.

### РЕГУЛЯТОР

На каждом заданном по числу оборотов режиме работы дизеля тепловоза (т. е. при установленной в определенном положении рукоятке контроллера машиниста) число оборотов коленчатого вала должно устойчиво поддерживаться постоянным. При неизменной нагрузке тепловоза, а следовательно, дизеля топливные насосы подают в цилиндры определенное установившееся количество топлива, и мощность, развиваемая дизелем, соответствует мощности, потребляемой генератором и вспомогательным оборудованием тепловоза. Однако при работе нагрузка на тепловоз изменяется в связи с переменным профилем пути, а также различной мощности, потребляемой вспомогательными агрегатами (включение и выключение компрессора, переключение жалюзи холодильника или его вентилятора и др.), даже при неизменном положении рукоятки контроллера. Если бы подача топлива в этих случаях не изменялась, то наступало бы несоответствие между потребной мощностью и мощностью, которую обеспечивает дизель, и, как следствие, число оборотов или увеличивалось и дизель шел бы «вразнос», или, наоборот, число оборотов падало — дизель «садился».

Для автоматического изменения подачи топлива, обеспечивающего постоянное установленное число оборотов, при изменении нагрузки служит регулятор. Назначение регулятора состоит также и в том, чтобы в соответствии с перестановкой рукоятки контроллера изменялось устанавливаемое число оборотов дизеля, причем новое число оборотов также поддерживалось постоянным. Регулятор должен обеспечивать пуск и остановку дизеля в связи с тем, что положение плунжеров топливных насосов зависит непосредственно от положения регулирующих рычагов и тяг, связанных с регулятором.

Регулятор дизеля 2Д100 по своей конструкции всережимный, т. е. он мог бы работать на любом числе оборотов в диапазоне от минимальных до полных. Однако в связи с принятой системой управления регулятором при помощи электропневматического механизма он используется как шестнадцатирежимный, т. е. имеет шестнадцать фиксированных позиций.

Регулятор гидромеханического типа, т. е. в нем центробежная сила, развиваемая вращающимися массами (грузами), воздействует не непосредственно на привод вала, управляющего подачей топлива, а на органы, управляющие гидравлической системой регулятора, во взаимодействии с которой осуществляется регулирование, что в конечном счете ведет к изменению положения регулирующих реек топливных насосов.

Отличительной особенностью данного регулятора является то, что в нем устранено отрицательное качество так называемой обратной связи, характеризующейся тем, что при регулировании установленных чисел оборотов с изменением нагрузки они также несколько изменяются. Указанное отрицательное качество регулятора с обратной связью вызывается тем обстоятельством, что муфта регулятора при изменении нагрузки должна занимать при одном и том же числе оборотов разное по высоте положение. В регуляторе же дизеля 2Д100 муфта регулятора для установленного числа оборотов занимает постоянное положение независимо от изменения нагрузки. Система, которая позволяет добиться этого положения, состоит из поршней 19 и 45 (рис. 98, 99 и 100),

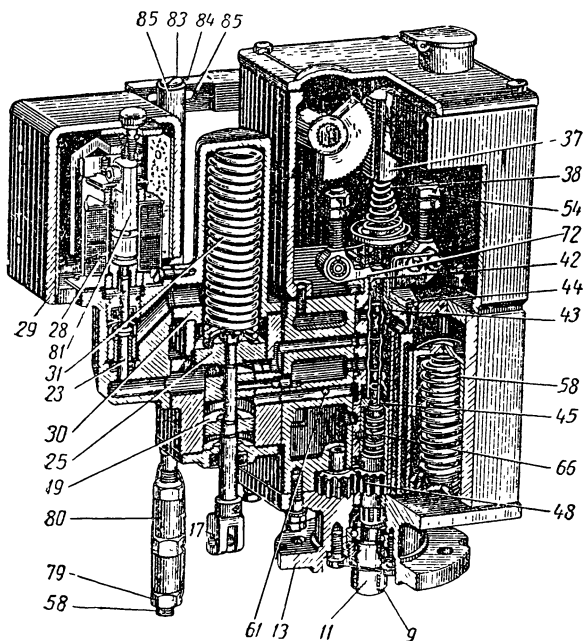


Рис. 98. Регулятор (обозначения см. на рис. 99)

золотника 44, пружины 66 с тарелками 65, 69 и иглы 61, связанных каналами, и называется изодромной, а сам регулятор — изодромным.

Основное свойство изодромного регулятора заключается в том, что он точно поддерживает установленное число оборотов вала дизеля независимо от его нагрузки.

Вначале рассмотрим конструкцию регулятора, а затем его работу, иначе вследствие сложности механизма могло бы оказаться недостаточно ясным взаимодействие элементов, обеспечивающих процесс регулирования.

**Конструкция.** Регулятор имеет три основных узла: собственно регулятор, сервомотор и механизм автоматического выключения. Собственно регулятор состоит из трех

частей: нижнего корпуса с приводом вращающихся узлов регулятора, среднего корпуса, в котором находятся основные регулирующие элементы, и верхнего корпуса или головки, где расположен механизм управления регулятором.

Регулятор установлен с наружной стороны торцового листа отсека управления (см. рис. 11) или, как уже указывалось, с левой стороны (см. рис. 12) дизеля на тепловозах, выпускаемых в настоящее время (с 1961 г.). У регулятора, монтируемого на левой стороне дизеля, шлицевый вал 32 (рис. 98 и 99) и зубчатый сектор управления регулятором, находящиеся в верхнем корпусе, перенесены в его левую сторону (удаленную от сервомотора). Это сделано в связи с переносом рычажной передачи управления регулятором при новой установке его, а также в связи с переносом электропневматического механизма (справа, а не снизу регулятора, как это было раньше, см. рис. 12). Нижний корпус регулятора 1 прикреплен четырьмя шпильками к верхней плоскости корпуса привода. Зубья зубчатого венца приводной втулки 11 входят во впадины внутреннего зубчатого венца отверстия крайнего приводного вала 31 (см. рис. 65). Приводная втулка 11 (см. рис. 99) соединена с валом 8 наглухо штифтом 7, в то время как на шлицевом валу 12 она висит на своих буртах, будучи надета на него до постановки вала в нижний корпус регулятора. Вал 8 связан с валом 12 при помощи упругого соединения и вращается с числом оборотов, превышающим число оборотов коленчатого вала в отношении 1,143:1. Упругое соединение валов 8 и 12 устроено следующим образом.

Верхняя часть вала 8 имеет четыре прорези и четыре выступа, причем два

из них более высокие. Такие же прорезы и выступы имеет шлицевый вал 12. В прорезы обоих валов (при этом более длинные выступы должны приходиться против коротких) ставят с предварительным натягом рессорные пластины 10. В две прорезы помещают по четыре, а в две другие — по две стальных каленых пластины; рессорное соединение валов находится внутри втулки 11. Прогиб ненагруженной пластины 0,3—0,4 мм, толщина 0,6 мм.

Шлицевой вал устанавливают на место вместе с шарикоподшипником 3, внутреннее кольцо которого, посаженное на вал с натягом III (0,024—0,002 мм) (см. табл. 3), кроме того, фиксируется стопорным кольцом 2. Наружное кольцо устанавливают в корпус с зазором или натягом II (0,02 мм), прижимая его к бурту корпуса фланцем 4, который в отверстие корпуса входит также с натягом. Так как вся нижняя полость корпуса регулятора заполнена маслом, то для уплотнения вала 12 поставлен с натягом I (0,115—0,004 мм) самоуплотняющийся резиновый сальник 6 с внутренним пружинным кольцом 5.

Таблица 3

Место сочленения		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Зазор	Браковочный . . . .	—	—	—	0,12	—	0,17	0,08	0,08	—
	Минимальный . . . .	—	—	—	0,04	—	0,03	0,03	0,025	—
	Максимальный . . . .	—	0,02	—	0,06	—	0,08	0,08	0,057	—
Натяг	Максимальный . . . .	0,115	0,02	0,024	—	0,09	—	—	—	0,034
	Минимальный . . . .	0,004	—	0,002	—	0,05	—	—	—	0,003

Продолжение

Место сочленения		X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
Зазор	Браковочный . . . .	—	—	0,08	—	0,08	0,10	0,10	0,08	—
	Минимальный . . . .	—	0,24	0,03	—	0,022	0,037	0,03	0,00	0,008
	Максимальный . . . .	—	0,40	0,064	0,006	0,052	0,054	0,08	0,02	0,045
Натяг	Максимальный . . . .	0,095	—	—	0,020	—	—	—	—	—
	Минимальный . . . .	0,005	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение

Место сочленения		XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
Зазор	Браковочный . . . .	—	0,12	—	0,15	0,10	—	—	—	—	—
	Минимальный . . . .	0,28	0,04	—	0,04	0,03	—	—	—	—	—
	Максимальный . . . .	0,45	0,05	—	0,06	0,04	—	—	—	0,03	0,015
Натяг	Максимальный . . . .	—	—	0,04	—	—	0,04	0,014	0,024	0,004	0,005
	Минимальный . . . .	—	—	0,007	—	—	0,002	0,004	0,003	—	—

Нижний корпус соединяют со средними шпильками 50. Плоскости разъема корпусов проверяют на плите по краске и между ними ставят прокладку, которую рекомендуется предварительно пропитать насыщенным мыльным раствором при температуре 40—60° в течение 30 мин и просушить. Плотность соединения проверяют, наливая в корпус керосин. Если в течение 30 мин следов просачивания керосина не наблюдается, то это свидетельствует о достижении необходимой плотности.

Имеющаяся на соединительной плоскости среднего корпуса узкая канавка глубиной 0,5 мм, соединяющая полости масляной ванны (как бы окружающая нагнетательную полость масляного насоса), служит для улавливания



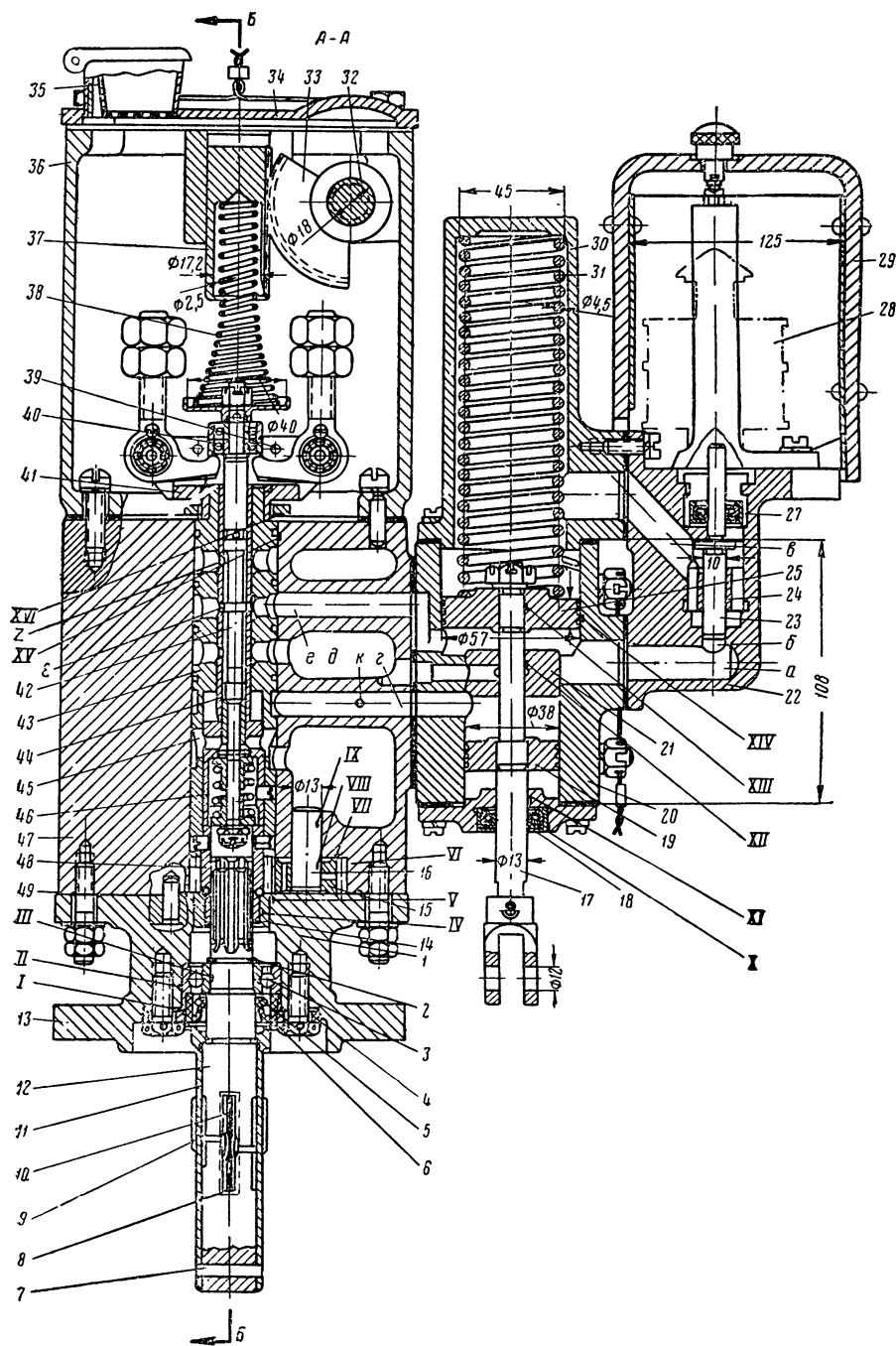
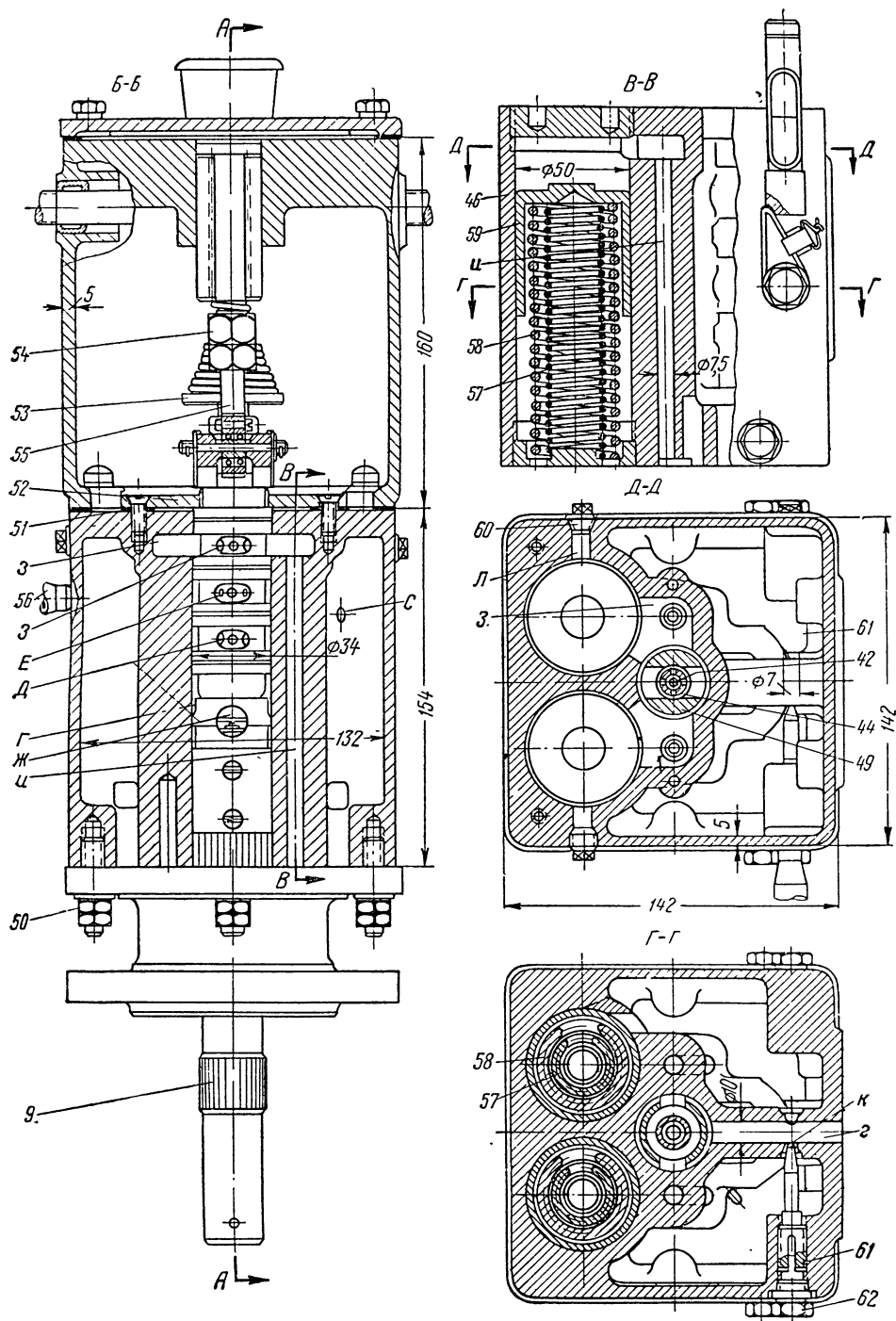


Рис. 99. Регулятор чп

1—нижний корпус; 2—стопорное кольцо; 3—шарикоподшипник; 4—фланец; 5—пружинное кольцо пластин; 11—приводная втулка; 12, 32—шлицевые валы; 13—нижний фланец корпуса; 14—втулка; ший поршень; 20—корпус масляного сервомотора; 21—перегородка; 22—корпус золотника автомата стовина; 25—силовой поршень масляного сервомотора; 26—толкатель; 28—катушка электромагнита; 31—пружина сервомотора; 33—зубчатый сектор управления регулятором; 34—крышка; 35—горло-ничитель рычага груза; 40—подшипник плунжера; 41—траверса; 42—плунжер; 43—букса; тора; 48—ведущая шестерня масляного насоса; 49—прокладка; 50—шпилька; 51—регулирующие 55—рычаг; 56—указатель уровня масла; 57—внутренняя пружина масляного аккумулятора; 62—пробка иглы; 63—гайка хвостовика золотника; 64—конусный винт; 65—нижняя тарелка пружины; 71—регулирующие прокладки; 72—кольцо; 73—ограничитель рычага грузов; 74—ось шарикопод 78—направляющий диск плунжера; 79—тяга; 80—регулирующая муфта; 81—сердечник электро и полости; к—отверстие для иглы компенсирующей системы; л—отверстие для замера давления в ак вым отверстием; о—осевое отверстие; п—диаметральное отверстие в хвостовике золотника; р—торцы т—окно золотника; Г—З—окна буксы; I—XVI—зазоры



сла оборотов дизеля:

сальника; 6, 27—сальники; 7—штифт; 8—вал; 9—зубчатый венец втулки; 10—пакет рессорных  
 15—ведомая шестерня; 16—валик шестерни; 17—шток сервомотора; 18—сальник; 19—компенсиру-  
 ющего выключения дизеля; 23—золотник автоматического выключения; 24—направляющая кре-  
 автоматического выключения дизеля; 29—крышка электромагнита; 30—корпус пружины сервомотора;  
 вина для заливки масла; 36—верхний корпус; 37—валик-рейка; 38—пружина регулятора; 39—огра-  
 44—золотник; 45—поршень золотника; 46—втулка компенсирующего элемента; 47—корпус регуля-  
 прокладки осевого зазора золотникового элемента; 52—фланец; 53—тарелка пружины; 54—грузы;  
 58—наружная пружина масляного аккумулятора; 59—поршень аккумулятора; 60—пробка; 61—игла;  
 66—пружина; 67—хвостовик золотника; 68—конусный винт; 69—верхняя тарелка пружины; 70 и  
 шипника; 75—гайка плунжера; 76—верхний диск плунжера; 77—рабочий диск плунжера;  
 магнита; 82—гильза шарнира; 83—верхняя опора шарнира; 84—рычаг; 85—прорезь; а—и—каналы  
 кумуляторах; м—метка на шестерне; н—радиальное отверстие в плунжере, сообщающееся с его осе-  
 тарелок; с—отверстие в теле корпуса регулятора, сообщающее аккумуляторы с масляной ванной;  
 и натяги в сочленениях деталей (см. табл. 3)



лодце перемещается поршень 59, который двумя пружинами 57 и 58 прижимается к верхней пробке. Когда давление масла в нагнетательном трубопроводе превышает нормальное ( $6,5\text{--}7\text{ кг/см}^2$ ), поршень, сжимая пружины, своей верхней кромкой приоткрывает отверстие *c* в стенке аккумулятора, выходящее в масляную ванну регулятора, и тем самым понижает давление в нагнетательных каналах до нормальной величины. Одновременно аккумуляторы являются резервуарами для масла, расходуемого при резких изменениях нагрузки для заполнения объема над силовым поршнем сервомотора. Масло засасывается шестеренчатым насосом из внутренней полости регулятора, которая заполнена маслом по высоте до середины маслоуказательного стекла.

Букса 43 вращается с таким же числом оборотов, как и вал 12. На нее с натягом XXIV ( $0,04\text{--}0,002\text{ мм}$ ) напрессована бронзовая траверса 41, которая служит опорой двух шариковых подшипников 40 угловых рычагов 55 грузов. Угловые рычаги 55 выступами горизонтально расположенных плеч упираются в нижнюю торцовую плоскость наружного кольца подшипника 40, являющегося муфтой регулятора, который гайкой 75 через тарелку 53 пружины 38 прижат к бурту плунжера 42. Опорные поверхности горизонтальных плеч стальных рычагов 55 цианируют.

На тарелку плунжера давит всережимная пружина 38 регулятора, затяжка которой определяется положением валика-рейки 37, в свою очередь перемещаемого зубчатым сектором 33, жестко связанным со шлицевым валом 32. Давление пружины через тарелку и шарикоподшипники передается на выступы горизонтальных плеч рычагов грузов и стремится отжать их (и плунжер) в крайнее нижнее положение. При этом вследствие того, что плунжер связан с внутренним кольцом шарикоподшипника, а рычаги — с наружным кольцом, вращение буксы и рычагов не будет передаваться плунжеру, который, следовательно, будет неподвижен относительно пружины и корпуса регулятора.

Размеры всережимной пружины регулятора даны на рис. 99. Высота пружины в свободном состоянии  $100 \pm 1\text{ мм}$ , характеристика ее следующая:

Нагрузка в кг	2,2—2,6	4,0—4,8	6,2—7,2	8,9—10,3	11,8—13,8
Деформация в мм . . .	4	8	12	16	20

Букса 43, вращающаяся в колодце корпуса регулятора, должна иметь диаметральный зазор XV ( $0,037\text{--}0,054\text{ мм}$ ) и продольный  $0,083\text{--}0,031\text{ мм}$ , последний является также и торцовым зазором ведущей шестерни масляного насоса. Зазор в продольном (осевом) направлении устанавливают набором прокладок 51 и фланцем 52.

Букса имеет по высоте пять кольцевых проточек, в которых расположены окна, совпадающие с соответствующими каналами в корпусе регулятора. Так, окно *З* сообщено с каналом, идущим от нагнетательной полости з масляного насоса и аккумуляторов, окно *Е* — с каналом *e*, ведущим к полости под силовым поршнем масляного сервомотора, окно *Д* — с внутренней полостью регулятора и каналом *д*, ведущим в смазочное отверстие перегородки 21 сервомотора, окно *Г* — с каналом *г*, идущим в пространство над компенсирующим поршнем 19 сервомотора, и через отверстие *к*, проходное сечение которого регулируется иглой 61, соединяется с масляной ванной регулятора; наконец, окно *Ж* буксы выходит непосредственно в масляную ванну регулятора. Соответствующие окна прорезаны в золотнике 44, представляющем собой тонкостенную гильзу, вращающуюся с диаметральный зазором XXI ( $0,04\text{--}0,06\text{ мм}$ ) в буксе 43 по меньшему диаметру и с зазором XX ( $0,04\text{--}0,05\text{ мм}$ ) по диаметру поршня 45.

В нижнюю часть золотника (в поршень 45) запрессован хвостовик 67, имеющий на нижнем конце нарезку. Хвостовик входит во втулку 46. На нем

находятся верхняя 69 и нижняя 65 тарелки пружины 66, стянутые гайкой 63 и закрепленные шплинтом с тщательно загнутыми концами.

Гайка 63 должна быть затянута настолько, чтобы внешний торец тарелки 65 при вынутой из буксы и перевернутой кверху хвостовиком гильзе был бы на одном уровне с нижним торцом втулки 46, также вынутой из буксы. При этом держать следует втулку, а гильза должна лежать, опираясь буртиком тарелки 69 на внутренний буртик втулки 46. Предварительную затяжку пружины, соответствующую  $1+0,2$  кг, устанавливают прокладками 70.

В буксе 43 втулка 46 закреплена конусным винтом 68, головка которого при завинчивании до отказа, так же как головки винтов 64, должна быть утоплена в буксе, но не более чем на 2 мм. В верхней части хвостовика 67 имеется осевое отверстие *о* и диаметрально отверстие *п*, соединяющие полость внутри золотника через окно Ж с масляной ванной регулятора.

В среднем ряду в золотнике расположены восемь окон, а в крайних по четыре. С наибольшей точностью должны быть выполнены средние окна, играющие особо важную роль в процессе регулирования; это также относится и к рабочему диску плунжера, имеющему высоту, равную диаметру отверстия. Так, перекрытие наибольшего отверстия  $\epsilon$  золотника кромками диска 77 плунжера не должно быть более 0,10 мм на обе стороны, а зазор между кромками всех отверстий и кромками диска должен составлять не более 0,08 мм на обе стороны.

Плунжер 42, вращающийся в гильзе золотника с диаметрально зазором XXIII (0,03—0,04 мм) (см. рис. 100), имеет три уплотняющих диска, из которых средний является рабочим, нижний служит для направления, причем он имеет срез, через который сообщаются полости, расположенные сверху диска и под ним; верхний предназначен только для уплотнения. Над верхним диском имеется диаметрально отверстие *н*, пересекающееся с осевым отверстием, причем последнее в свою очередь пересекается над подшипниками вторым диаметрально каналом. По этим отверстиям масло, просочившееся через неплотности диска 76, проходит к подшипникам 40 и на тарелку 53, откуда попадает также и на подшипники рычагов грузов регулятора.

В корпус 47 ввернута игла 61, ее назначение — создать такое проходное сечение для перетекания масла из канала *г* через отверстие *к* в масляную ванну регулятора (и наоборот), чтобы действие изодромной системы было наиболее эффективным.

С корпусом регулятора соединен корпус масляного сервомотора 29. При этом канал *е* корпуса регулятора сообщается с каналом, идущим из полости под силовым поршнем 25, канал *г* — с полостью над компенсирующим поршнем 19, а канал *д* входит в вырезы, образующие на привалочной плоскости корпуса сервомотора подобие буквы *Н*. В перегородке 21 (в центре перекадины буквы *Н*) имеется отверстие, по которому масло поступает для смазки штока 17, а по отверстиям, расположенным по концам вертикальных вырезов, масло проходит в масляную ванну регулятора: а) при движении компенсирующего поршня сервомотора вниз; б) при срабатывании золотника автоматического выключения дизеля; в) просочившееся между поршнями 19 и 25 и корпусом сервомотора.

Для уплотнения штока сервомотора служит самоуплотняющийся сальник 18. В нижней части шток вилкой через серьгу связан с рычагом управления регулятора.

Сверху корпуса сервомотора находится корпус 30 пружины 31, усилие от которой действует на силовой поршень и направлено постоянно вниз. Пружина поставлена с предварительной затяжкой. Размеры пружины даны на рис. 99.

На корпусе сервомотора установлен корпус золотника автоматического выключения дизеля. Канал *а* этого корпуса соединяет пространство под силовым поршнем с каналом *б*, в котором ходит золотник автоматического выключения 23. На верхнюю торцовую поверхность золотника давит толкатель, который проходит через сальник 27 и упирается своим верхним торцом в сердеч-



ник 81 электромагнита выключения регулятора (соленоида). Если по катушке 28 электромагнита протекает ток, то толкатель отжимает золотник 23 вниз в положение, при котором цилиндрическая часть золотника закрывает выход маслу. Если же катушка 28 обесточится, то давлением масла снизу золотник будет поднят. По отверстию б и каналу в масло перейдет из-под силового поршня в масляную ванну регулятора и поршень опустится под воздействием пружины 31 в крайнее нижнее положение, т. е. выключит подачу топлива в цилиндры дизеля.

К монтажным размерам золотниковой части регулятора предъявляются следующие требования.

Полный ход плунжера равен  $6,2^{+0,1}$  мм. Ход золотника от среднего положения вверх или вниз равен 3,2—3,3 мм (устанавливается подбором тарелок 65 и 69, причем допускается зачистка торцов р). В нижнем крайнем положении плунжера и золотника окна должны быть перекрыты диском 77 плунжера. При этом поршень золотника верхней кромкой должен открывать отверстие Ж буксы на 0,2—0,4 мм. Указанные требования выполняют постановкой прокладок 71 между буртиком плунжера и подшипником 40. Если окна не перекрыты верхней кромкой диска 77, то следует отвернуть гайку 75, снять тарелку 53 пружины и подшипник 40, затем снять регулировочную прокладку 71, равную по толщине высоте неперекрытого окна, и снова собрать плунжер и золотник. Если окно не перекрыто нижней кромкой плунжера, то следует добавить прокладку под подшипник с тем, чтобы после сборки диск плунжера перекрывал окно золотника. В нижнем крайнем положении золотника зазор между поршнем 45 и торцом втулки 46 должен быть не менее 0,1 мм. В верхнем крайнем положении золотника окно Г должно быть открыто нижней кромкой поршня по высоте на 0,9—1,8 мм, а окно Ж—верхней кромкой поршня на 0,6—1,5 мм в нижнем положении золотника. При среднем положении золотника окно Ж должно быть перекрыто на  $1,6 \pm 0,1$  мм.

Ход штока масляного сервомотора составляет  $25 \pm 0,5$  мм.

Вращающие моменты рычагов с грузами должны быть равны. Проверка и регулировка величины моментов производятся на специальном приспособлении (несколько напоминающем стрелочные весы) при помощи эталонного рычага. Указанные ранее зазоры и натяги в сочленениях деталей регулятора и сервомотора, а также допуски, не упомянутые в тексте, приведены в табл. 3.

**Работа регулятора.** Работа регулятора схематически может быть иллюстрирована рис. 101а — 101е.

На рис. 101а изображено положение деталей регулятора при установившихся числах оборотов вала и неизменной нагрузке дизеля.

Геометрическая ось, проходящая через центры поворота рычагов грузов регулятора, точно совпадает с нижней торцовой поверхностью шарикоподшипника плунжера, что свидетельствует о полном равновесии сил, развиваемых вращающимися грузами 54, и усилия пружины 38 регулятора. При данном положении подшипника плунжер своим диском 77 перекрывает окно золотника, и масло, нагнетаемое шестеренчатым насосом, не может пройти по каналам з и е в пространство под силовой поршень 25 сервомотора и по отверстию с в теле корпуса регулятора отводится в масляную ванну.

Золотник 44 и его поршень 45 находятся в среднем положении, при котором пружина 66 компенсирующего элемента (состоящего из пружины и двух тарелок) сжата гайкой 63, а торцы тарелок 65 и 69 только касаются буртика втулки 46 и торца цапфы шестерни 48.

Над компенсирующим поршнем 19 сервомотора нет ни избыточного давления, ни разрежения, так как полость над ним сообщена отверстием иглы 61 с масляной ванной регулятора, с которым сообщена также и полость над поршнем 45 золотника. Усилие, развиваемое пружинной 31 сервомотора, не может переместить силовой поршень, так как масло под ним не имеет выхода ни через канал е, ни через канал а.

При уменьшении нагрузки на дизель, до того как регулятор сработает, топливные насосы будут продолжать подавать установленное для них коли-

чество топлива. Вследствие этого число оборотов коленчатого вала дизеля возрастет, одновременно возрастет число оборотов вала регулятора и грузов 54. Грузы начнут расходиться на величину, пропорциональную ускорению вращения вала, горизонтальные плечи их повернутся, сжимая пружину 38 и заставляя подняться тарелку 53 и плунжер 42 (рис. 101б).

Рабочий диск плунжера 77 откроет окно  $\epsilon$  золотника, и масло из полости под поршнем 25 начнет перетекать по каналу  $e$  через окно  $E$  буксы 43 и  $\epsilon$  золотника 44 между стержнем плунжера и золотником, через окна  $\delta$  и  $D$  золот-

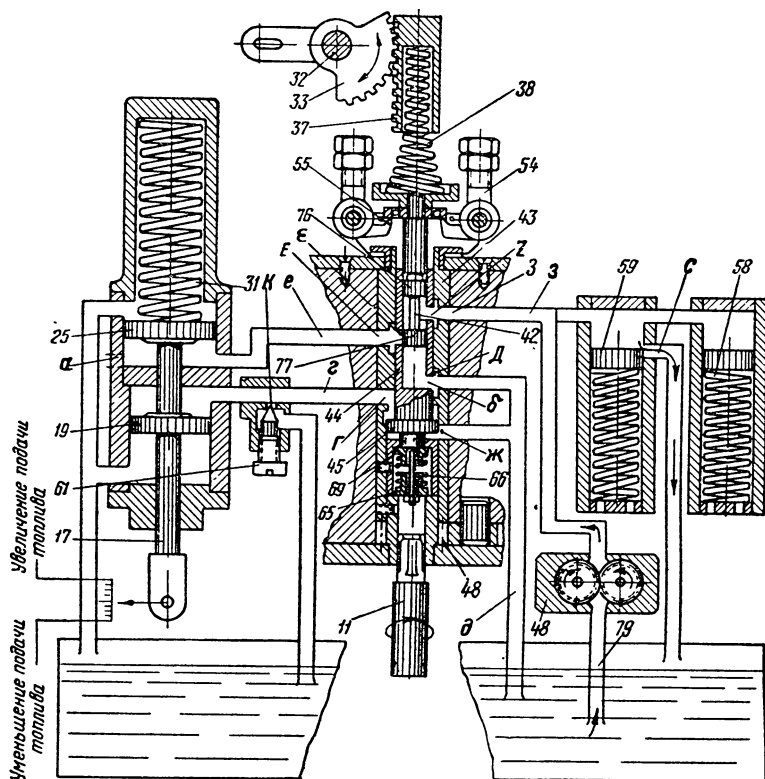


Рис. 101а. Схема работы регулятора (обозначения см. на рис. 99): число оборотов дизеля установилось, нагрузка постоянная

ника и буксы в полость  $\delta$  и масляную ванну регулятора. Одновременно масло будет поступать по осевому и диаметральному отверстиям в хвостовике золотника через окно  $Ж$  буксы в масляную ванну. Силовой поршень 25 сервомотора начнет опускаться, вместе с ним будет опускаться и компенсирующий поршень 19. В полости над компенсирующим поршнем при движении его вниз образуется разрежение, которое не может быть сразу ликвидировано притоком масла из масляной ванны через отверстия  $k$  иглы 61 вследствие незначительной величины проходного сечения. Разрежение передается в полость над поршнем 45 золотника через окно  $\Gamma$  буксы 43, и поршень начинает подниматься, сжимая пружину 66 компенсирующего элемента. Вместе с поршнем 45 поднимается и золотник 44, причем его окно  $\epsilon$  будет постепенно перекрываться диском 77 плунжера, что вызовет уменьшение утечки масла из-под силового поршня сервомотора. По мере подъема поршня 45 пружина 66, сжимаясь, будет замедлять его движение. В некоторый момент число оборотов вала дизеля достигает наибольшего значения (для данного процесса регулирования); грузы при этом расходятся на наибольшую величину, а затем вследствие продолжающегося уменьшения подачи топлива (так как масло хотя и замедленно, но продолжает вытекать через неполностью закрытое окно  $\epsilon$ , заставляя опускаться шток

сервомотора) число оборотов вала дизеля начинает уменьшаться. Одновременно начнут сходиться и грузы регулятора, перемещая плунжер вниз, вследствие чего окно золотника начнет быстро закрываться, прекращая вытекание масла из-под силового поршня.

Когда окно золотника полностью закроется и силовой поршень остановится, прекратится изменение подачи топлива (рис. 101в). При этом число оборотов вала дизеля будет несколько больше установленного для данного положения сектора затяжки пружины. Так как уменьшение подачи топлива во

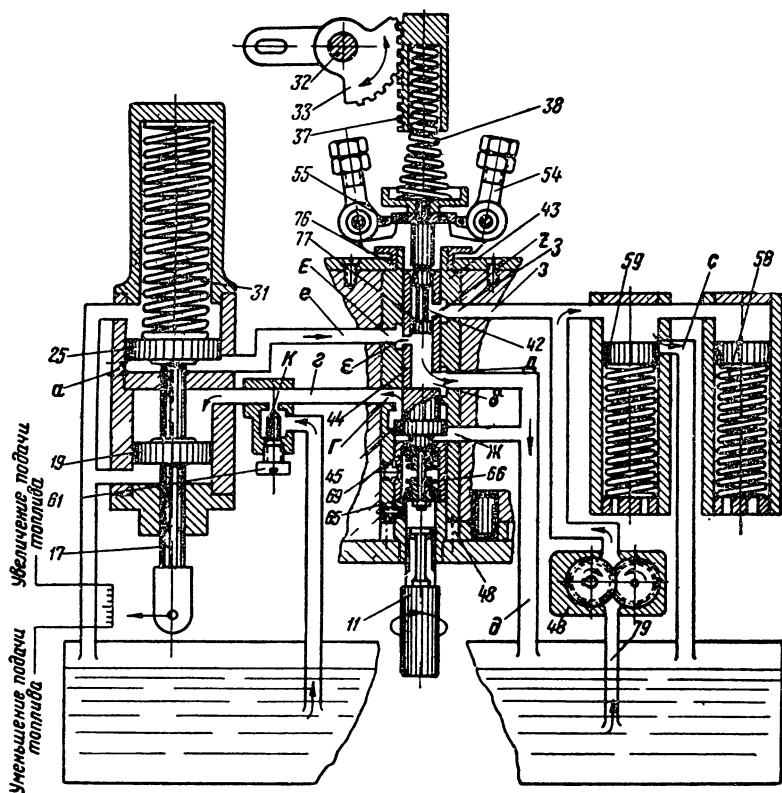


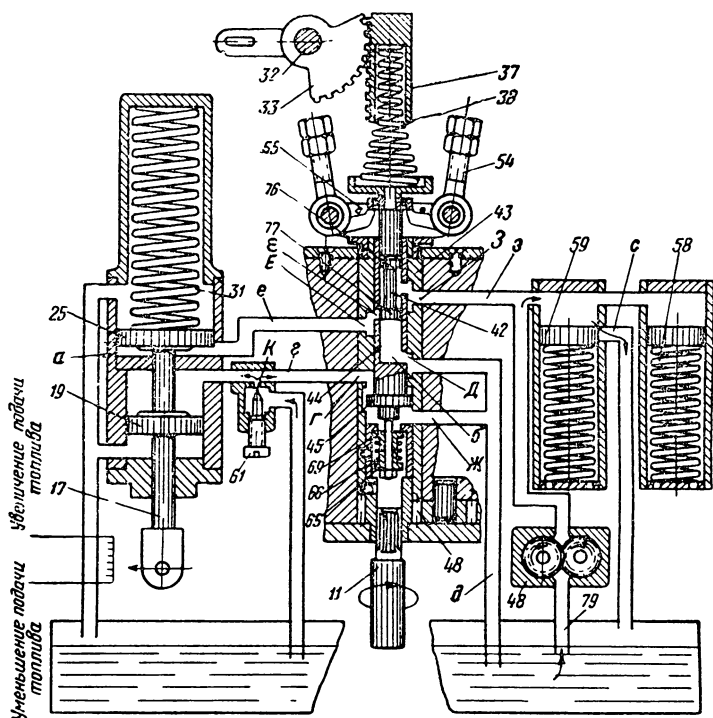
Рис. 101б. Схема работы регулятора (обозначения см. на рис. 99); нагрузка понизилась, число оборотов возросло, регулятор уменьшает подачу топлива

время процесса регулирования оказывается большим, чем это необходимо для восстановления нужного числа оборотов, то и после закрытия окон золотника грузы продолжают сходиться.

Рабочий диск 77 плунжера открывает окно золотника, но уже с верхней стороны, сообщая полость 3, где находится масло под давлением, через окна 3 и Е и канал е с полостью под силовым поршнем 25. Поршень 25 несколько переместится вверх, увеличивая подачу топлива, вследствие чего задержится уменьшение числа оборотов вала и опускание плунжера. Одновременно пружина 66 компенсирующего элемента, а также уменьшение разрежения в изодромной системе (вследствие подсоса масла через отверстие к иглы 61) заставят поршень 45, а следовательно, и золотник 44 опускаться вниз и догонять плунжер. Перемещение плунжера и золотника прекратится, когда они займут среднее положение, а поршень сервомотора установится в положение, при котором топливные насосы будут подавать столько топлива, сколько необходимо для поддержания установленного для данного положения числа оборотов (рис. 101г).

Так как объем полости над компенсирующим поршнем в процессе описанного выше регулирования увеличивался и в системе изодрома имелось раз-

Увеличение нагрузки на дизель вызовет понижение числа оборотов коленчатого вала, а следовательно, и вала регулятора. Грузы начнут сближаться, и плунжер переместится вниз, открывая при этом верхней кромкой рабочего диска 77 окно в золотника, давая возможность маслу протекать под давлением



Излишек масла (вначале под давлением, создаваемым поднимающимся компенсирующим поршнем сервомотора, а затем поршнем золотника, поднимаемого пружиной 66 компенсирующего элемента) будет вытекать через отверстие  $\kappa$  до тех пор, пока в изодромной системе не установится нормальное атмосферное давление, а золотник, плунжер и грузы не возвратятся в среднее положение. При этом число оборотов вала дизеля также достигнет установ-

ленного значения, но поршень сервомотора будет находиться в новом положении, обеспечивающем подачу топлива, необходимую для поддержания числа оборотов в условиях повышенной нагрузки.

Несколько иначе работает регулятор при переводе рукоятки контроллера из положения холостого хода или близкого к нему в положение больших чисел оборотов дизеля. При этом электропневматический механизм регулятора, срабатывая, вызывает заметное увеличение затяжки пружины в сравнительно короткий промежуток времени и грузы регулятора сближаются почти до упо-

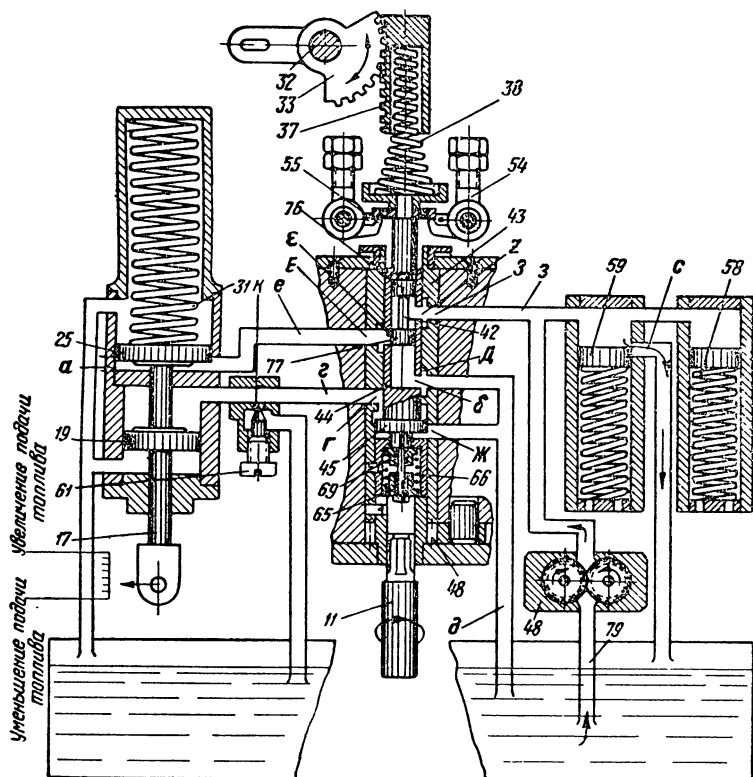


Рис. 101г. Схема работы регулятора (обозначения см. на рис. 99): обороты установились, подача топлива соответствует уменьшенной нагрузке

ров. Плунжер регулятора перемещается в крайнее нижнее положение, силовой поршень сервомотора быстро поднимается, вызывая резкое повышение числа оборотов вала дизеля, а компенсирующий поршень сервомотора, поднимаясь с силовым поршнем, повышает давление в изодромной системе и заставляет поршень 45 опуститься в крайнее нижнее положение.

Совместное возвращение в среднее положение грузов и золотника облегчается тем, что в нижнем положении поршень золотника своей верхней кромкой сообщает каналы изодромной системы с масляной ванной регулятора не только через отверстие иглы *к*, но и непосредственно через окно *Ж* буквы (см. рис. 100). Благодаря этому возможно согласованное возвращение плунжера и золотника в среднее положение, несмотря на большие отклонения от последнего, происшедшие вследствие увеличения затяжки всережимной пружины регулятора и вызванного этим резкого изменения числа оборотов с последующим переходом к вновь установленному числу оборотов вала дизеля.

При переходе с большого числа оборотов на меньшее происходит обратное перемещение деталей регулятора, грузы расходятся до упоров, плунжер поднимается в крайнее верхнее положение, масло из-под силового поршня устрем-

ляется в масляную ванну, позволяя пружине сервомотора быстро опустить силовой и компенсирующий поршни вниз. Вызванное этим уменьшение числа оборотов заставит сходиться грузы регулятора, а резкое возрастание разрежения в изодромной системе — быстро подняться поршень золотника в верхнее крайнее положение, для того чтобы закрыть окна золотника.

Возвращение грузов плунжера в среднее положение вследствие уменьшения подачи топлива происходит описанным выше порядком, а одновременное возвращение с ними золотника облегчается тем, что в своем верхнем крайнем положении поршень золотника сообщает систему изодрома с масляной ванной.

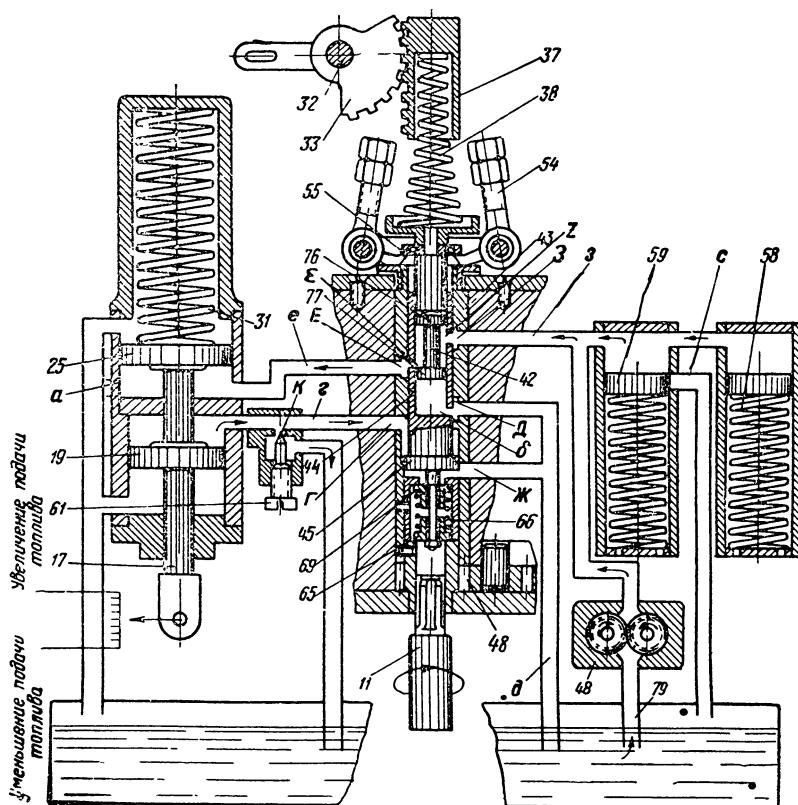


Рис. 101д. Схема работы регулятора (обозначения см. на рис. 99): нагрузка возросла, число оборотов понизилось, регулятор увеличивает подачу топлива

При этом поршень открывает своей нижней кромкой окно Г буксы, тем самым давая возможность маслу из ванны перетекать непосредственно через окно Ж в окно Г и канал г и в полость над компенсирующим поршнем 19.

Масло из ванны в изодромную систему (и наоборот) через окно Ж перетекает в начальный момент возвращения золотника в среднее положение. После перекрытия верхней кромкой поршня окна Ж или нижней кромкой окна Г сообщение каналов изодрома с масляной ванной происходит, как было указано выше, через отверстие к, регулируемое иглой 61. Рассмотрим теперь положение и работу деталей регулятора при пуске дизеля.

Когда дизель не работает, грузы регулятора приближены к оси все-режимной пружиной, имеющей предварительную затяжку холостого хода. Плунжер регулятора, а также силовой поршень сервомотора находятся в крайнем нижнем положении, поршень золотника — в среднем. Во время пуска дизеля масло под давлением начинает подаваться шестеренчатым насосом в полость под силовым поршнем, заставляя его подниматься, сжимать пружину сервомотора и переводить рейки топливных насосов в положение подачи топ-



лива. Одновременно с этим в системе изодрома возникает давление, которое заставляет золотник опускаться, и дальше процесс установления числа оборотов протекает описанным выше порядком.

**Регулировка.** Метод установки наименьших и наибольших чисел оборотов дизеля будет изложен ниже. Промежуточные числа оборотов вала дизеля в соответствии с промежуточными положениями рукоятки контроллера машиниста определяются характеристиками всережимной пружины и электропневматического механизма управления регулятором и не регулируются.

Регулировка иглы заключается в следующем. После того как дизель достаточно прогреется на холостых оборотах, вывертывают иглу на один-два оборота и дают дизелю поработать при неустойчивых числах оборотов 2—3 мин.

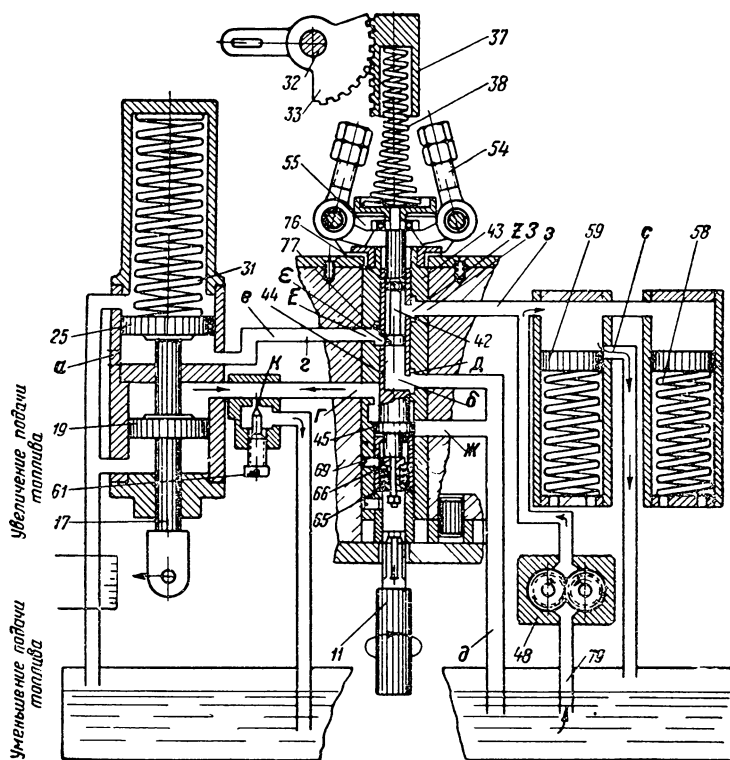


Рис. 101е. Схема работы регулятора (обозначения см. на рис. 99): подача топлива увеличена, число оборотов начинает возрастать до установленных

После этого начинают медленно ввертывать иглу до прекращения неустойчивой работы дизеля. Нормальное открытие иглы —  $\frac{1}{4}$  оборота от полностью закрытого положения. Чрезмерно большое открытие иглы вызывает неустойчивую работу дизеля на холостом ходу и колебания штока сервомотора при изменениях режима. Чрезмерно малое открытие иглы увеличивает время, необходимое для изменения режима работы дизеля, и затрудняет его пуск.

Перед регулировкой иглы следует проверять, не загрязнено ли масло в регуляторе, так как в большинстве случаев причиной неудовлетворительной работы регулятора является именно загрязненное масло. Если масло загрязнено, то его необходимо сменить. Для этого масло спускают, в регулятор заливают дизельное топливо и дают дизелю поработать несколько минут. Затем топливо спускают, заливают масло и, дав поработать дизелю несколько минут, сливают его, после чего окончательно заполняют регулятор свежим маслом.

Для удаления воздуха из сервомотора после смены масла следует отсоединить от рычага шток сервомотора и переместить его несколько раз в верхнее и нижнее положение.

Если регулировка иглы не улучшает работу дизеля, заедания в рычажной системе привода топливного насоса и масляного сервомотора отсутствуют, золотник автоматического выключения и электромагнит его работают нормально, масло чистое и его достаточное количество, то допускается регулировка взаимного положения плунжера и золотника; требуемые при этом зазоры даны выше в описании конструкции золотниковой части регулятора. Там же даны указания по сборке компенсирующего элемента золотника.

Уменьшение предварительной затяжки пружины компенсирующего элемента, осуществляемое удалением прокладок 70 (см. рис. 99), устраняет плавные колебания штока сервомотора, вызывающие неустойчивую работу дизеля на холостых оборотах. Добавление прокладок, т. е. увеличение предварительной затяжки пружины, устраняет неровную, пульсирующую работу регулятора.

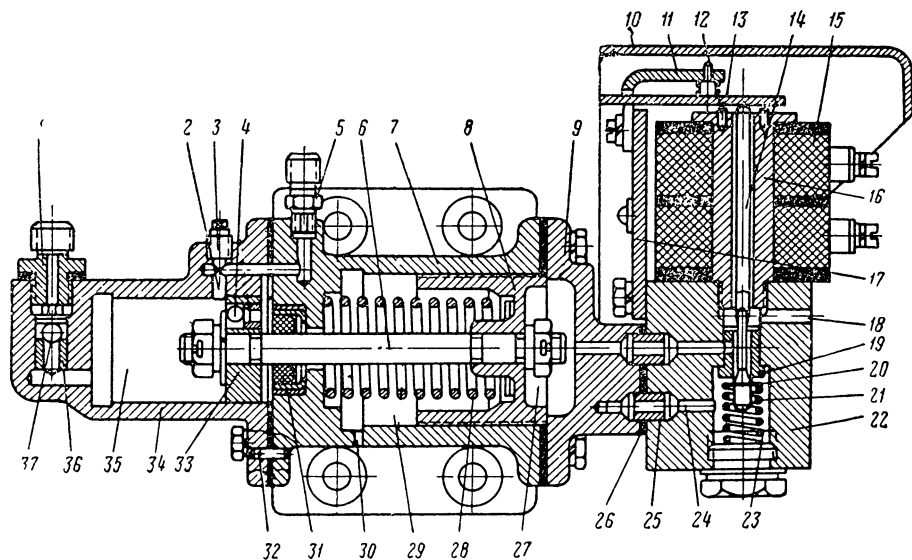


Рис. 102. Ускоритель пуска:

1, 3, 5 — штуцеры; 2 — канал, соединенный с масляной ванной регулятора; 4, 37 — шариковые клапаны; 6 — шток; 7 — корпус; 8 — воздушный поршень; 9 — крышка; 10 — кожух; 11 — угольник; 12 — упор; 13 — якорь; 14 — стержень выпускного клапана; 15 — катушка; 16 — сердечник; 17 — пластина; 18, 24 — каналы; 19 — седло клапана; 20 — выпускной клапан; 21 — пружина; 22 — корпус электропневматического вентиля; 23 — полость, сообщенная с воздушной магистралью тепловоза; 25 — втулка; 26 — прокладка; 27 — полость; 28 — пружина; 29 — полость; 30 — атмосферное отверстие; 31 — сальник; 32 — штифт; 33 — масляный поршень; 34 — стакан; 35 — масляная полость; 36 — втулка

Начиная с дизеля № 200 на тепловозах устанавливают ускоритель пуска (рис. 102). Последний особенно полезен при сильно прогревом после длительной работы дизеле, когда масло в регуляторе имеет высокую температуру, вследствие чего давление, создаваемое масляным насосом регулятора, возрастает при пуске недостаточно быстро.

Ускоритель пуска установлен на торцовой стенке блока рядом с регулятором и представляет собой цилиндр, имеющий две смежные полости 29 и 35 разных диаметров. В полости 29 большего диаметра движется воздушный поршень 8, который соединен с масляным поршнем 33, перемещающимся в полости 35 меньшего диаметра. Полость 35 сообщена трубкой с масляной ванной регулятора, масло из которой, проходя через штуцер 3 и канал 2 при неработающем дизеле, заполняет масляную полость 35 ускорителя пуска.

При пуске дизеля электропневматический вентиль, питаемый воздухом от магистрали автоматики тепловоза, направляет воздух по каналу 24 в воздушную полость 27 ускорителя. Воздушный поршень 8 под давлением воздуха перемещает шток 6 с поршнем 33, который через невозвратный шариковый клапан 37 штуцера 1 и соединительную трубку подает масло под давлением к аккумуляторам регулятора.

Благодаря этому при пуске быстро возрастает давление масла (создаваемое без ускорителя только насосом регулятора), переход масла в полость под силовым поршнем сервомотора также происходит быстрее, что ускоряет процесс пуска дизеля. При переходе на рабочие позиции контроллера электропневматический клапан сообщает полость 27 через канал 18 с атмосферой и пружина 28 перемещает поршни в исходное положение. Масло, накопившееся с правой стороны поршня 33, через шариковый клапан 4 перейдет в полость 35.

### ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ И РЫЧАЖНАЯ ПЕРЕДАЧА УПРАВЛЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОМ

Изменение затяжки всережимной пружины регулятора осуществляется электропневматическим механизмом, связанным через рычажную передачу с зубчатым сектором верхнего корпуса регулятора (рис. 103). Электропнев-

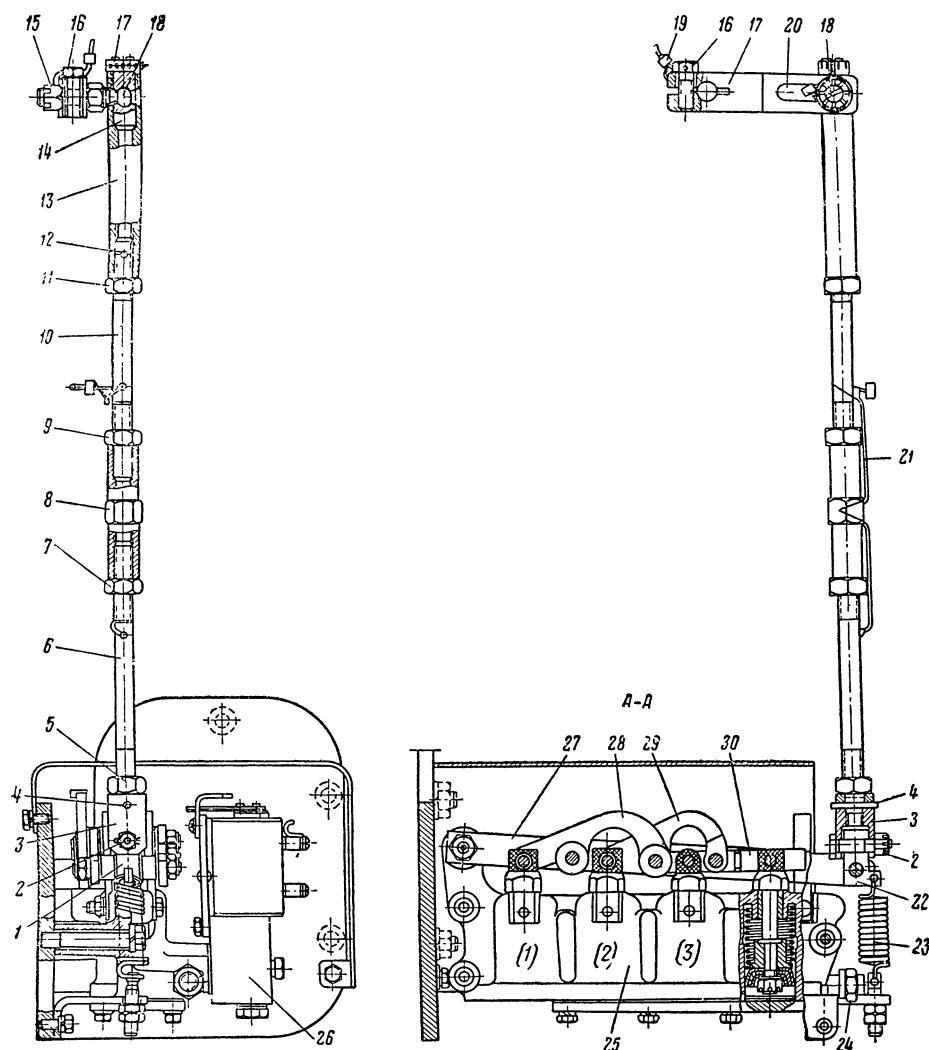


Рис. 103. Электропневматический механизм и рычажная передача управления регулятора:

1—рычажный механизм; 2—валик призмы; 3—вилка; 4, 12—штифты; 5, 7, 9, 11—контргайки; 6—тяга; 8—муфта с правой и левой резьбой; 10—шток; 13—гильза шарнира; 14—нижняя опора шарнира; 15—корончатая гайка; 16—стяжной болт; 17—рычаг; 18—шарнир; 19—шплинтовка стяжного болта шлицевого валика зубчатого сектора регулятора; 20—прорезь в рычаге; 21—шплинтовальная проволока; 22—призма соединительная; 23—пружина; 24—штуцер подвода воздуха; 25—корпус пневматической части механизма; 26—электропневматический клапан; 27—30—рычаги; (1)—(4)—номер электропневматического клапана и цилиндра

матическим механизмом управляет машинист. Устанавливая рукоятку контроллера в одно из положений, он тем самым заставляет срабатывать определенную комбинацию пневматических цилиндров электропневматического механизма, которые через рычажную передачу поднимают или опускают на необходимую величину шарнир 18, а следовательно, поворачивают рычаг 17, сжимающий через зубчатый сектор 33 (рис. 104) и втулку-рейку 34 всережимную пружину регулятора.

Электропневматический механизм состоит из двух основных частей: электропневматической (управляющей) и пневматической (исполнительной). Пневматическая часть механизма размещена в чугунном корпусе (рис. 105

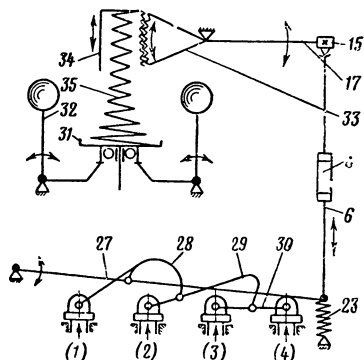


Рис. 104. Схема рычажного механизма управления регулятором (обозначения см. на рис. 103):

31 — тарелка пружины регулятора; 32 — рычаг с грузом; 33 — зубчатый сектор регулятора; 34 — втулка-рейка; 35 — всережимная пружина регулятора

и 106), прикрепленном при помощи кронштейна к торцовой стенке отсека управления дизеля (см. рис. 12).

Корпус 6 (рис. 105 и 106) пневматической части механизма имеет четыре колодца, в которых перемещаются поршеньки. На болт 3 поршенька, головка 7 которого упирается в буртик корпуса, ставят регулировочные прокладки 5, прижимаемые к буртику болта 3 через ступенчатую втулку 4, кожаные манжеты 48, шайбу 46 и разрезную пружинную шайбу 47 гайкой 1. Гайка предохранена от самоотвертывания разведением пропиленного конца болта 3.

Ход поршенька воздушного цилиндра определяется расстоянием  $B$  между верхним днищем колодца и торцом ступенчатой втулки 4. Это расстояние устанавливается изменением толщины регулировочных прокладок 5.

На головки болтов 3 опираются текстолитовые ролики, имеющие плоскую опорную поверхность. Два ролика посредством валиков 16 и 20 связаны с рычагом 14, третий — через валик 25 с рычагом 19, который в свою очередь валиком 18 соединен с рычагом 14, а валиком 22 — с рычагом 23. Последний валиком 27 связан с роликом 28 и при помощи валика 26 соединен с двумя планками 12 главного рычага, который качается вокруг валика 29 и кронштейна 30. От перемещения в сторону и от перекоса главный рычаг предохранен направляющими планками 13. Передний конец планки 12 (ближайший к глушителю дизеля) соединен валиком 8 через призму 9 и валик 11 с вилкой тяги рычажного управления регулятором.

Масло для смазки поршеньков поступает из масленки 15 по каналу 49, который служит также для сообщения верхней полости колодца с атмосферой.

К фланцам каждого цилиндра болтами 50 присоединяется электропневматический вентиль 33. Канал 41 вентиля сообщается с продольным каналом 44, по которому подводится воздух из воздушной магистрали через штуцер 2, а канал 43 — с полостью под поршеньком цилиндра.

Воздушная часть вентиля 33 состоит из игольчатого впускного клапана 38, нижняя часть которого притерта к посадочному пояску, а верхняя, представляющая собой стержень 37, упирается в торец выпускного клапана 34. Клапан 38 пружиной 39 прижимается к седлу, закрывая проход воздуху из каналов 44 и 41 в каналы 36 и 43 и далее в полость 45 цилиндра, которая в этом случае соединена каналом 35 с атмосферой. Такое положение клапан имеет в том случае, когда катушка магнитного клапана обесточена. Если же через катушку клапана пройдет ток, то стержень впускного клапана 34 будет прижат книзу, закроет канал 35 и опустит вниз впускной клапан 38. Воздух из канала 44 через каналы 41 и 36 пройдет по каналу 43 в полость 45 под поршеньком цилиндра и поднимет его до упора в днище колодца, а вместе с ним и тот конец рычага,

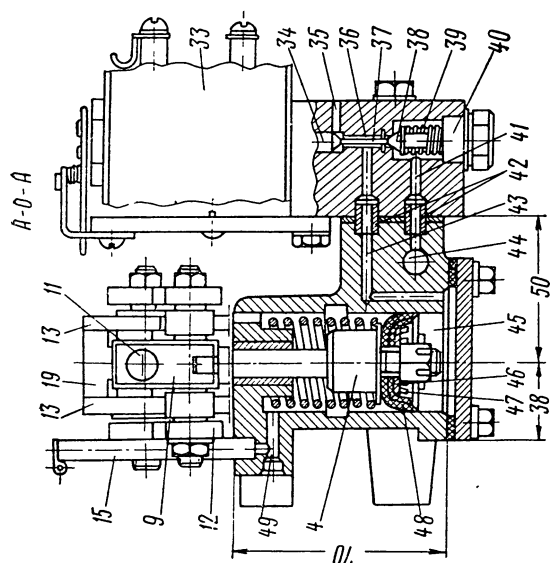
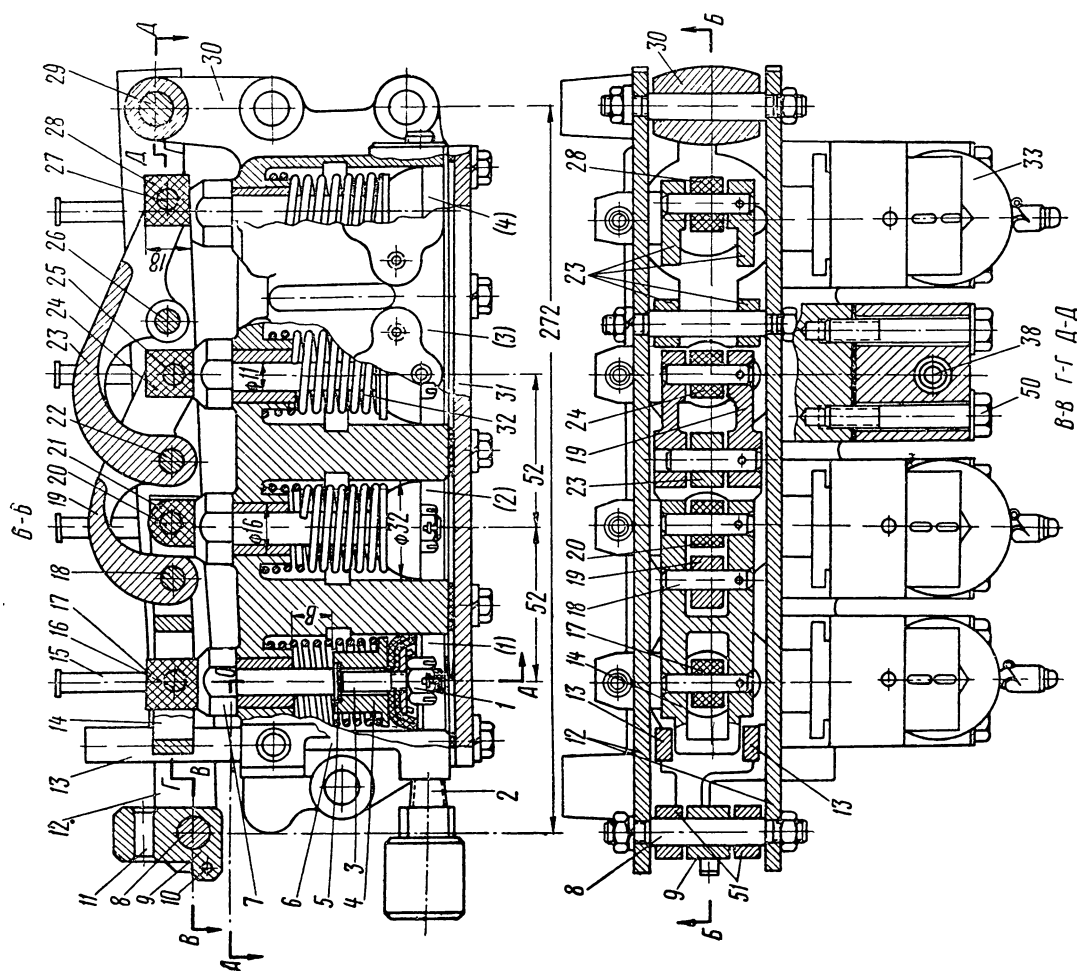


Рис. 105. Электropневматический механизм регулятора числа оборотов дизеля:

1 — гайка крепления манжет; 2 — штуцер подвода воздуха; 3 — болт; 4 — ступенчатая втулка; 5 — регулировочная пружина; 6 — корпус пневматической части механизма; 7 — головка болта поршня; 8, 29 — валики; 9 — соединительная пружина; 10 — проушина для пружины; 11 — валик приваля; 12 — боковая планка главного рычага; 13 — направляющая планка; 14 — рычаг; 15 — масляная камера; 16, 20, 25, 27 — валики роликов; 17, 21, 24, 28 — ролик; 18, 22, 26 — соединительные валики рычагов; 19, 23 — рычаги; 30 — кронштейн корпуса; 31 — днище; 32 — пружина; 33 — электропневматический вентиль; 35, 36, 41, 43, 44, 49 — каналы; 34 — выпускной клапан; 37 — стержень выпускного клапана; 38 — впускной клапан; 39 — пружина впускного клапана; 40 — пробка; 42 — перегородка; 43 — полость цилиндра; 46 — шайба; 47 — разрезная пружинная шайба; 48 — кожаная манжета; 50 — болт крепления электропневматического вентиля; 51 — установочные кольца





будет это расстояние, тем на больший угол повернется рычаг 17 при одинаковом подъеме шарнира 18 и, наоборот, при большем расстоянии угол поворота рычага будет меньше. Поэтому при регулировке числа оборотов дизеля следует

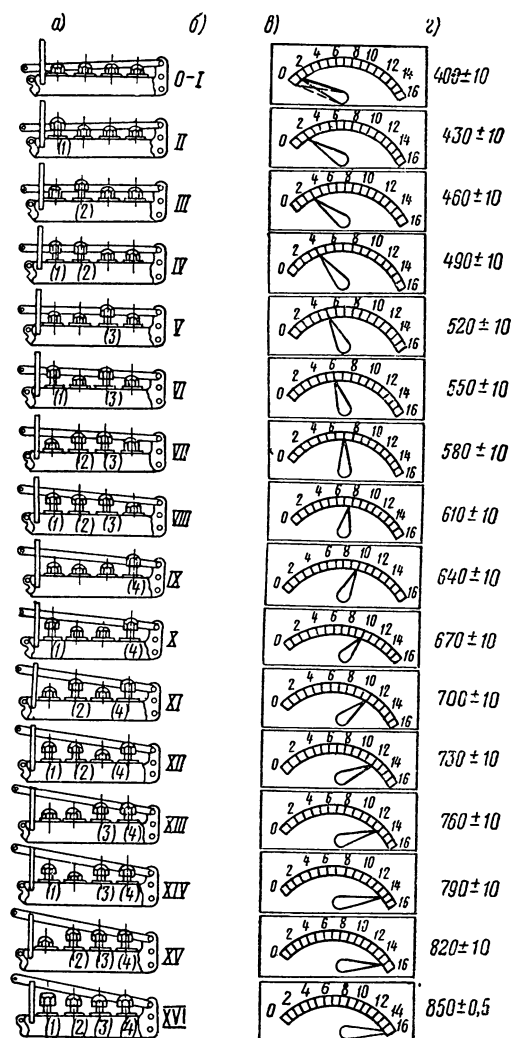


Рис. 107. Схема работы электропневматического механизма регулятора:

а — последовательность включения цилиндров (катушек электромагнитных клапанов); б — положение рукоятки контроллера; в — положение указателя рукоятки контроллера; г — число оборотов дизеля

В шарнирных соединениях рычажного механизма не должно быть заеданий и механизм должен легко перемещаться.

Регулирование числа оборотов для регулятора, установленного с правой стороны дизеля, не изменяется.

## УПРАВЛЕНИЕ ДИЗЕЛЕМ

**Механизм управления топливными насосами.** Управление топливными насосами дизеля осуществляется регулятором числа оборотов через сервомотор, шток которого системой рычагов и тяг связан с регулируемыми рейками топливных насосов. Механизм управления (рис. 109—см. вклейку в конце книги и 110) находится в отсеке управления и связан с тягами управления

для крайнего нижнего положения шарнира, когда не сработал ни один воздушный цилиндр электропневматического механизма, установить муфтой 8 число оборотов вала при холостом ходе ( $400 \pm 10$  об/мин), а затем для крайнего верхнего положения шарнира (когда сработали все четыре воздушных цилиндра электропневматического механизма) установить полное число оборотов ( $850 \pm 5$  об/мин), перемещая стержень шарнира 18 по прорези 20 рычага 17.

При сборке ранее разобранного рычажного механизма последний нужно собрать так, чтобы риски А на рычаге регулятора и его валике совместились (рис. 108). Затем вращением муфты 8 (рис. 103) следует установить длину тяги 6 и штока 10 такой, чтобы риски Б (рис. 108) на торце этого валика и на корпусе регулятора также совместились.

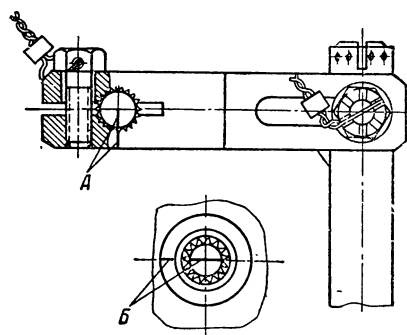


Рис. 108. Установка рычага рычажного механизма управления регулятором:

А — метки на рычаге и валике; Б — метки на корпусе регулятора и валике

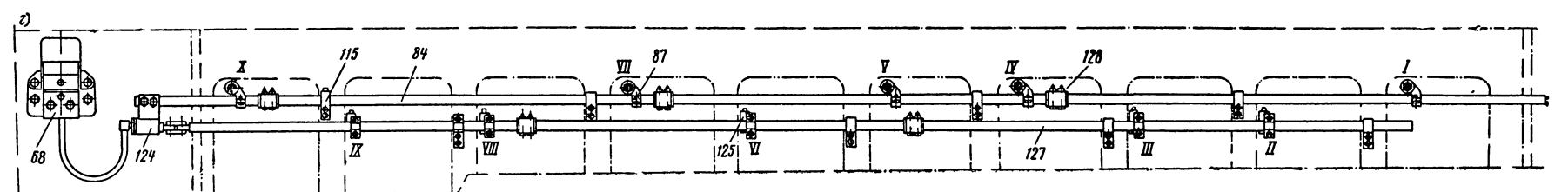
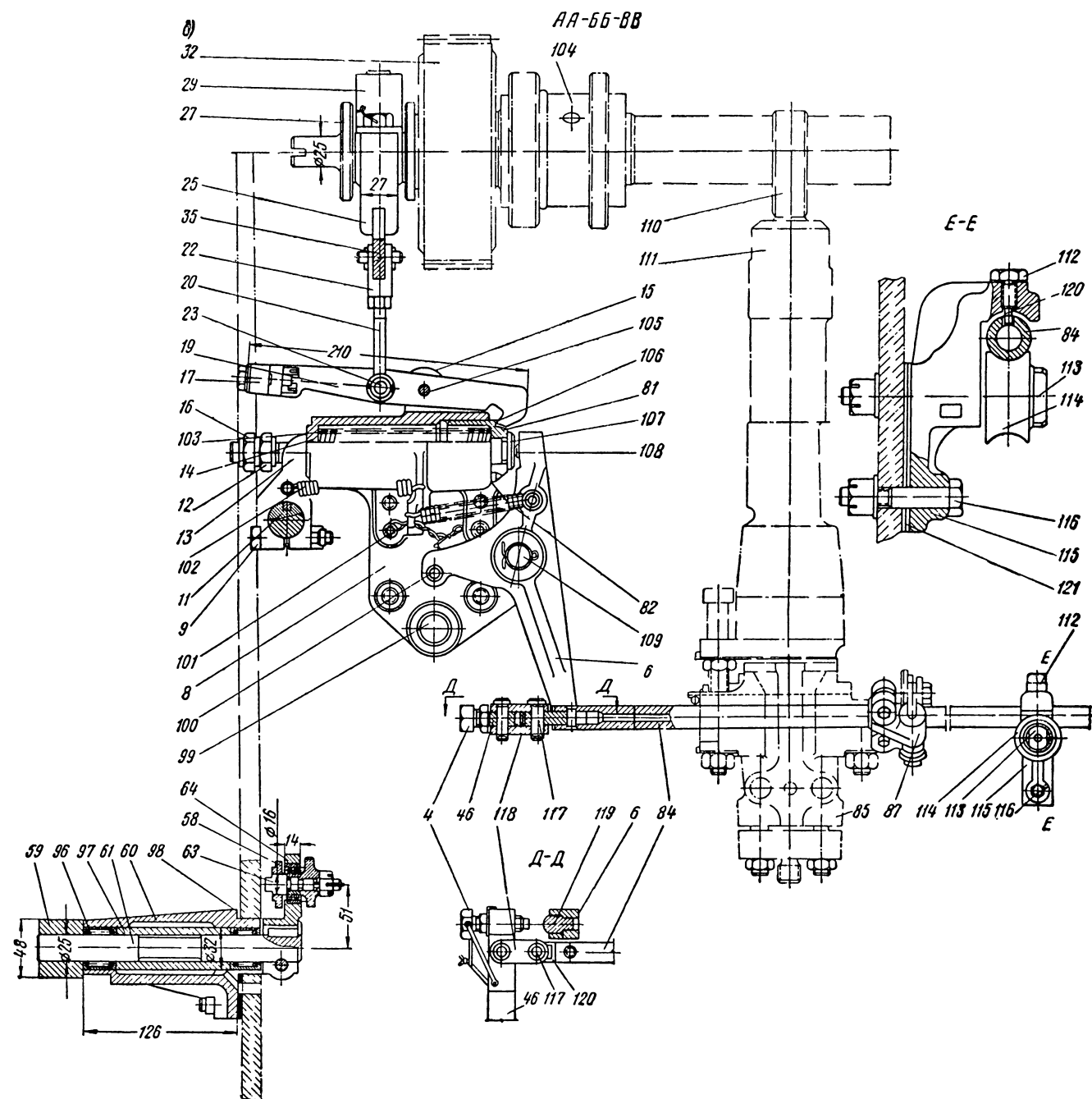
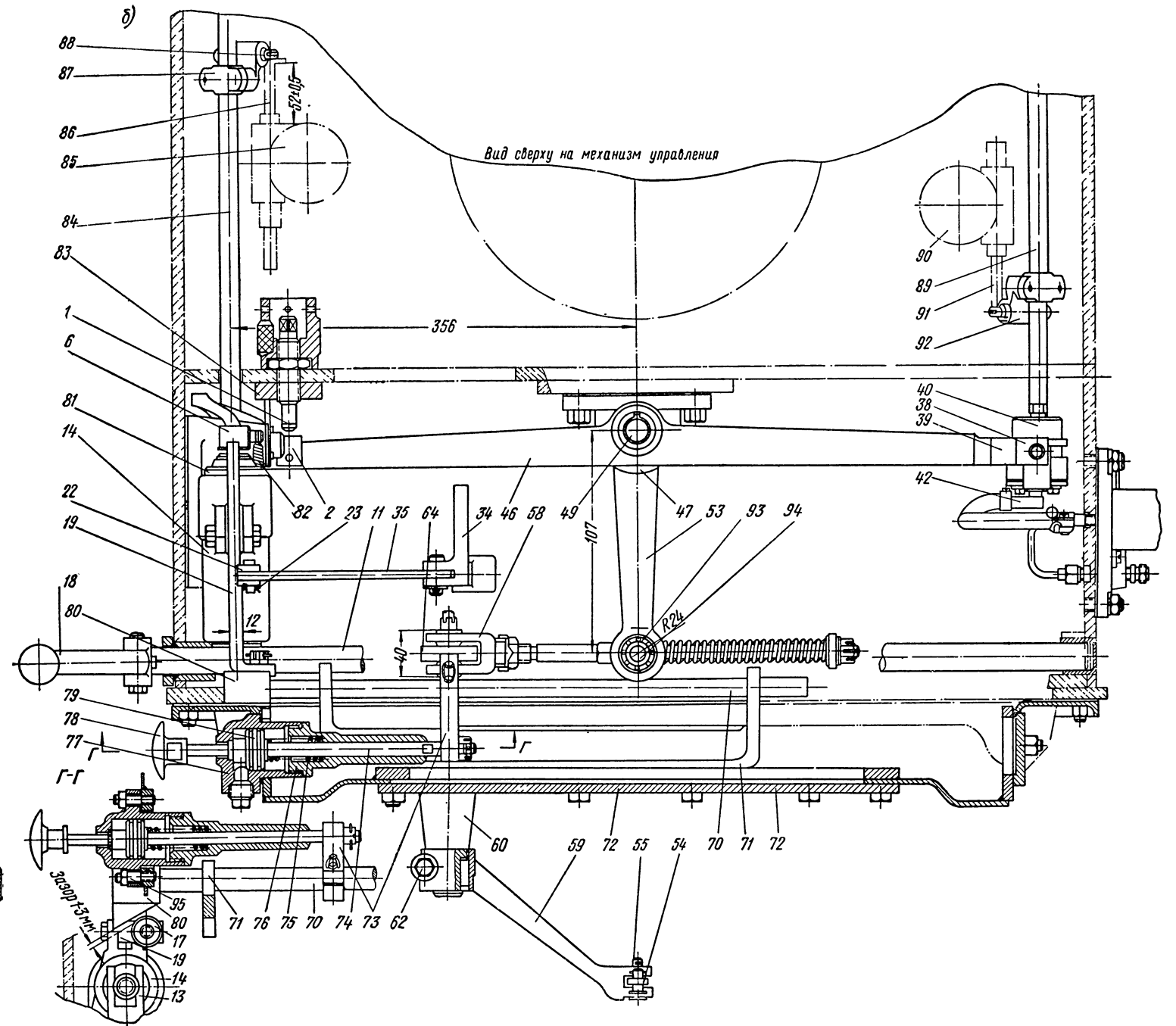
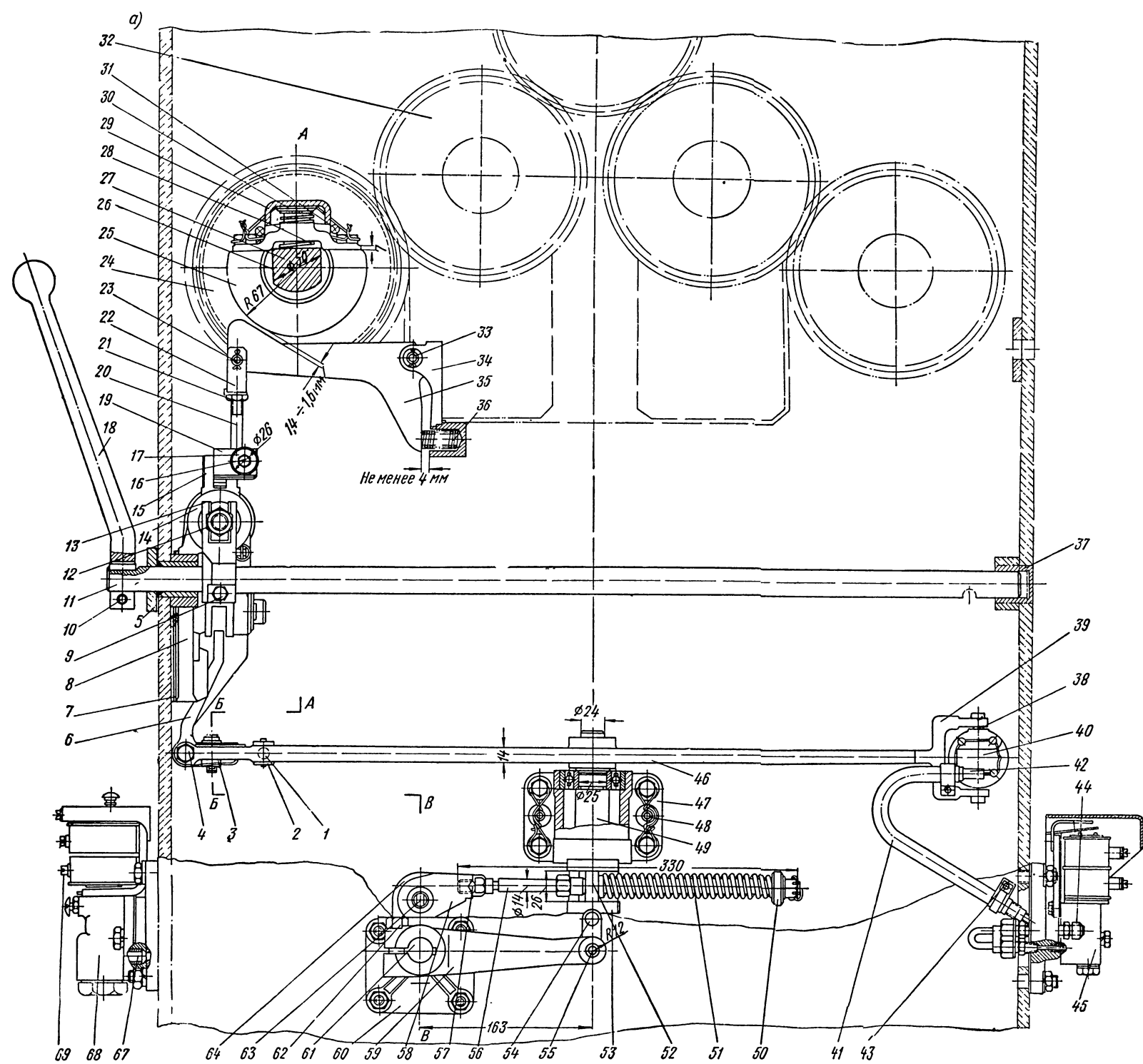


Рис. 109. Механизм управления дизелем:

а—вид на механизм управления со стороны регулятора числа оборотов дизеля при снятой торцевой крышке отсека управления; б—вид на механизм управления сверху; в—вид сбоку; г—тяги управления и механизм выключения пяти насосов правого ряда; 1—упор максимальной подачи топлива; 2—планка коромысла; 3—серьга; 4—регулирующий болт; 5—сальник; 6—рычаг выключения топлива; 7—прокладка; 8—корпус автомата выключения; 9 и 10—стяжные болты; 11—вал восстанавливающей рукоятки; 12—регулирующая гайка автомата выключения; 13—вилка рукоятки включения регулятора; 14—цилиндр корпуса 8; 15—вилчатый прилив корпуса 8; 16—оси ролика; 17—ролики; 18—рукоятка включения регулятора предельного числа оборотов; 19—защелка автомата выключения; 20—тяги; 21—контргайка; 22—вилка тяги; 23—ось вилки; 24—шестерня кулачкового вала насосов; 25—груз регулятора предельного числа оборотов; 26—направляющие плоскости корпуса и груза регулятора; 27—корпус регулятора; 28—стопорная плоскость скобы 29; 29—скоба; 30—регулирующие прокладки; 31—пружина; 32—промежуточная шестерня привода кулачкового вала топливных насосов; 33—ось рычага; 34—кронштейн; 35—рычаг выключения; 36—пружина; 37—штулка; 38—пальцы; 39—вилка коромысла; 40—механизм выключения левого ряда насосов; 41—гибкий шланг; 42—угольник; 43—стяжная скоба; 44—штуцер; 45, 68—электропневматические вентили; 46—коромысло подачи топлива; 47—кронштейн коромысла; 48—контрольный штифт; 49—ось коромысла; 50—шайба; 51—пружина стопорной тяги; 52—сухарь; 53—рычаг коромысла; 54—серьга штока сервомотора регулятора числа оборотов; 55—палец серьги; 56—стопорная тяга; 57—стопорная шайба; 58—вилка стопорной тяги; 59—рычаг управления регулятора; 60, 71—кронштейны; 61—вал рычага управления; 62—стяжной болт; 63—ось рычага; 64—серьга рычага управления; 65—направляющий шарикоподшипник; 66—ось; 67—воздушный канал; 69—контакты цепи управления; 70—вал аварийного выключения; 72—крышка; 73—поводок вала аварийного выключения; 74—шток выключателя; 75—пружина выключателя; 76—корпус штока выключателя; 77—корпус выключателя; 78—кнопка выключателя; 79—поршень выключателя; 80—кулачок аварийного выключения; 81—поршень; 82—возвращающая пружина рычага выключения; 83—бонка упора; 84—тяги управления (правая); 85—топливный насос (первый правый); 86—поводковая втулка регулирующей рейки топливного насоса; 87—поводок рейки насоса; 88—палец поводка; 89—тяги управления (левая); 90—топливный насос левой стороны; 91—втулка поводка; 92—корпус поводка; 93—шарикоподшипник рычага коромысла; 94—цапфы сухаря; 95—шпилька; 96—иглообразный подшипник; 97—распорная втулка; 98—прокладка; 99—регулирующее отверстие корпуса 8; 100—регулирующее отверстие рычага 6; 101—контрольный штифт; 102—возвращающая пружина вилки 13; 103—пружина поршня автомата выключения; 104—упорный подшипник кулачкового вала топливных насосов; 105—ось защелки; 106—зуб защелки автомата выключения; 107—шток поршня; 108—упор рычага (верхний); 109—ось рычага; 110—кулачок; 111—толкатель плунжера топливного насоса; 112—направляющий болт; 113—ось ролика; 114—ролик; 115—кронштейн; 116—болт; 117—вал; 118—серьга тяги управления; 119—упор рычага (нижний); 120—хвостовик болта; 121—регулирующие прокладки; 122—шарикоподшипник; 123—кронштейн; 124—механизм выключения пяти насосов правого ряда; 125, 126—поводок рейки насоса тяги управления 127; 127—тяги управления (нижняя); 128—муфта

Номера детали	Материал	Твердость
19	Сталь 20	Зуб цинируют
25	Сталь 40	Паз закаливают ТВЧ до HRC56
26	Сталь 20 (сталь ХНМЮА)	Цинируют
27	Сталь 40	—
31	Проволока 3,5 ОВС	—
51	Проволока 4,5 11-1	—
58	Бронза ОЦ 3-12-5	—
75	Проволока 2ВС	—
81	Сталь 20Х	Цинируют до HRC76
82	Проволока 2,3 ВС	—
103	Проволока 50ХФА	—



84 и 89, которые проходят с обеих сторон дизеля вдоль блока, рядом с топливными насосами. Шток сервомотора соединен серьгой 54 с рычагом 59 управления топливными насосами, второй конец которого надет на конец вала 61, имеющего шпонку, и затянут стяжным болтом 62.

Вал 61 лежит в двух игольчатых подшипниках 96, поставленных в кронштейн 60 и фиксированных в нем распорной втулкой 97. Суммарный зазор между торцами кронштейна 60 и серьги 64 должен быть 0,2—0,4 мм. Серьга 64 соединена с валом 61 шпонкой и стяжным болтом и в верхнем конце имеет шарикоподшипник, через который проходит ось 63. Между буртом оси и буртом вилки 58 стопорной тяги зажато внутреннее кольцо подшипника. В бронзовую вилку 58 ввернута стопорная тяга 56, законтренная гайкой и стопорной

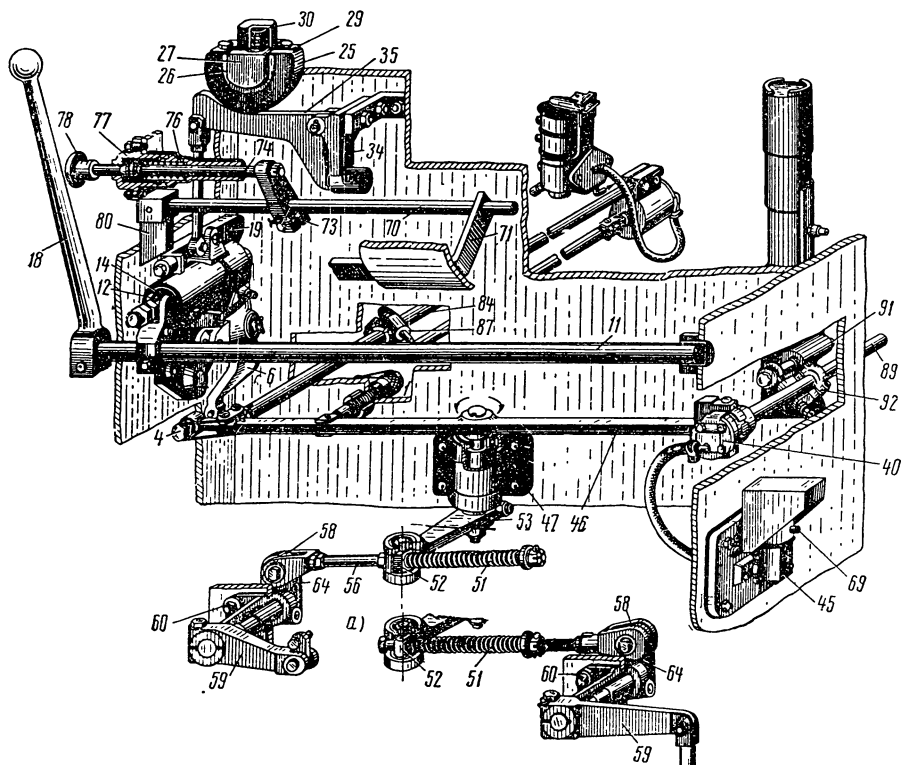


Рис. 110. Механизм управления дизелем (обозначения см. на рис. 109): а — расположение стопорной тяги и рычагов при установке регулятора числа оборотов с правой стороны дизеля

шайбой 57. Тяга 56 проходит через отверстие сухаря 52 и имеет пружину 51, внешний торец которой упирается в шайбу 50, фиксированную корончатой прошплинтованной гайкой.

Сухарь 52 цапфами 94 входит во внутренние кольца шарикоподшипников 93, наружные кольца которых запрессованы в отверстия рычага 53. Рычаг 53 надет на нижний конец оси 49, которая установлена на двух шарикоподшипниках в кронштейне 47 коромысла, стянут стяжным болтом и, кроме того, укреплен снизу гайкой. Кронштейн 47 прикреплен к вертикальному листу блока четырьмя шпильками и имеет два контрольных штифта 48. Для регулировки положения тяг управления между кронштейном 47 и вертикальным листом блока ставится прокладка. Коромысло 46 посажено на шпонке на ось 49 и может поворачиваться вместе с последней. С правой стороны, если смотреть со стороны генератора (на левой стороне по чертежу), коромысло двумя серьгами 118 при помощи двух валиков 117 и хвостовика, впрессованного в конец тяги и скрепленного с ней заклепкой, соединено с тягой 84 управления топливными

насосами. С левой стороны дизеля коромысло соединено с тягой управления 89 через механизм 40 выключения одного ряда насосов. Для этого конец тяги выполнен в виде вилки 39, пальцы 38 которой входят в кольцевую проточку цилиндра механизма выключения.

Таким образом, перемещение штока сервомотора регулятора числа оборотов дизеля вызывает перемещение рычага 59, стопорной тяги 56, рычага 53, оси 49 и коромысла 46, концы которого связаны с тягами управления 84 и 89. Так как насосы с обеих сторон цилиндров повернуты на  $180^\circ$  друг относительно друга, то поворот правого плеча коромысла в сторону генератора (т. е. от нас) вызывает перемещение в ту же сторону тяги управления 84 и увеличение подачи топлива насосами правой стороны. Поворот левого плеча коромысла в сторону регулятора числа оборотов дизеля (т. е. на нас) вызывает увеличение подачи топлива насосами левой стороны. Для уменьшения подачи топлива обоими рядами насосов коромысло должно повернуться на некоторый угол в противоположную сторону, т. е. против часовой стрелки, если смотреть на коромысло сверху.

В сторону уменьшения подачи топлива коромысло 46 поворачивается рычагом 53 и тягой 56, которая своим буртом нажимает на сухарь 52. При перемещении в сторону увеличения подачи топлива усилие от штока сервомотора передается на сухарь 52 через пружину 51.

Связь регулирующей рейки каждого топливного насоса с тягой управления осуществлена пальцем 88 поводка, входящим в кольцевой паз между двумя буртами втулки 86. Поводок 87 закреплен на тяге управления двумя болтами, стягивающими корпус поводка с его крышкой и прошплинтованными проволокой. В бронзовый корпус поводка впрессован штифт, который при сборке поводка на тяге управления 84 входит в просверленное в ней отверстие, фиксируя тем самым положение поводка 87 относительно тяги 84.

Тяга управления составлена из трех отрезков толстостенных труб диаметром 17 мм, соединенных муфтами 128, представляющими собой каждая две накладки, через отверстия в накладках и трубах пропущены стяжные болты, закрепленные прошплинтованными корончатыми гайками.

На концах тяги управления 84 прорезаны два продольных паза, в которые входят хвостовики 120 направляющих болтов 112, ввернутых в два кронштейна 115. Два других средних кронштейна только поддерживают тягу 84 и направляющих болтов не имеют. Тяга управления 84 лежит на роликах 114, вращающихся в игольчатых подшипниках вокруг оси 113; конец оси 113 (меньшего диаметра) проходит через корпус кронштейна и отверстие в листе блока и корончатой гайкой притягивает кронештейн к блоку так же, как и болт 116.

Тяга 89 левой стороны дизеля лежит также на четырех кронштейнах: три из них поддерживающие, а один 123 (первый со стороны отсека управления) — направляющий. Кронштейн 123 имеет две оси, на которых вращаются шарикоподшипники 65 и 122. Между шарикоподшипниками проходит с зазором, не превышающим 0,2 мм, тяга 89, которая своими профрезерованными плоскостями не допускает поворота тяги вокруг ее продольной оси.

Тяги должны перемещаться в кронштейнах совершенно свободно, без заеданий или местных задержек; поэтому положение кронштейнов регулируют прокладками 121.

Для ограничения мощности, которую дизель 2Д100 должен развивать на 16-м положении рукоятки контроллера машиниста, служит упор максимальной подачи топлива 1 (мощность на зажимах генератора при полностью включенных вспомогательных механизмах тепловоза должна быть на 16-м положении 1 240 квт). Нарезанный стержень упора 1 ввертывают (или на некоторую величину вывертывают) в торцовый лист блока и бонку 83. Часть стержня со сферическим торцом выходит в отсек управления, а квадратная головка стержня, гайка и колпачковая контргайка с накатанной поверхностью — в отсек топливных насосов дизеля.

Стержень упора 1 устанавливают так, чтобы он ограничивал перемещение коромысла 46, удерживая планку 2, а с ней и коромысло от дальнейшего пере-

мещения в сторону генератора, если уже имеет место подача топлива, соответствующая установленной мощности для 16-го положения рукоятки контроллера.

Гайка и колпачковая контргайка служат для стопорения соответственно стержня упора и его гайки; колпачок имеет отверстия, через которые протягивают проволоку с пломбой, фиксирующей положение колпачка после окончательной регулировки мощности дизеля.

До 1959 г. упор ограничения мощности имел корпус с фланцем, который болтами прикреплялся к торцовому листу блока.

На дизелях, где регулятор числа оборотов перенесен на левую сторону блока дизеля, соединение штока сервомотора регулятора числа оборотов со стопорной тягой 56 перенесено с правой стороны отсека управления также на левую сторону (см. рис. 110, а и рис. 12). Вилка 58 (рис. 110, а) соединена в этом случае с нарезанной частью укороченной стопорной тяги 56 со стороны пружины

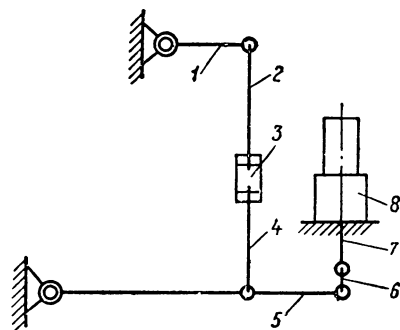


Рис. 111. Схема рычажной передачи к рычагу управления регулятором при установке регулятора на левой стороне дизеля:

1—рычаг управления регулятором; 2, 4—тяги; 3—муфта; 5—рычаг; 6—серьга; 7—шток сервомотора; 8—сервомотор регулятора

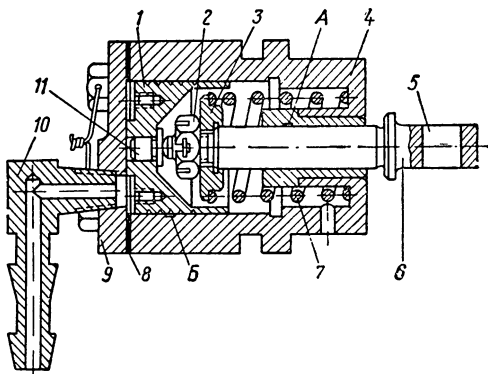


Рис. 112. Механизм выключения левого ряда топливных насосов:

1—поршень; 2—гайка; 3—тарелка пружины; 4—цилиндр; 5—отверстие для соединительной заклепки; 6—стержень; 7—пружина; 8—прокладка; 9—крышка; 10—штуцер; 11—пята; А—зазор 0,016—0,052 мм; Б—зазор 0,019—0,045 мм (браковочный зазор 0,08 мм)

51. Кронштейн 60 перенесен с правой стороны торца блока дизеля (если смотреть от воздухоудвки) на левую сторону вместе с рычагом 59 управления регулятора. Рычажное соединение штока сервомотора регулятора с рычагом 59 схематически показано на рис. 111.

Так как регулятор установлен при переносе значительно ниже, чем он был на торце блока, то шток 7 сервомотора 8 соединяют с рычагом 1 (59 на рис. 109) через серьгу 6, дополнительный рычаг 5 и две дополнительные тяги 4 и 2, стянутые муфтой 3, имеющей с одного конца правую, а с другого левую резьбу. Муфта с правой и левой резьбой упрощает регулировку при перестановке регулятора, так как отпадает необходимость вести регулировку стопорной тяги в отсеке управления, вместо этого можно изменять общую длину тяг 2 и 4 при помощи муфты 3.

Как указывалось ранее, при холостой работе дизеля подача топлива каждым насосом настолько мала, что становится затруднительной регулярная без пропусков подача топлива всеми насосами. Поэтому на дизеле предусмотрено выключение насосов левой стороны (если смотреть со стороны воздухоудвки) при всех положениях рукоятки контроллера для холостого хода.

Механизм выключения одного ряда топливных насосов (рис. 112) представляет собой цилиндр 4, в котором перемещается бронзовый поршень 1 с впрессованной в него стальной цианированной пятой 11 и стержень 6.

К бурту стержня гайкой 2 крепится тарелка 3 пружины 7. При холостой работе дизеля через штуцер 10 внутрь цилиндра подается сжатый воздух, ко-



торый, сжимая пружину 7, перемещает стержень 6 и связанную с ним заклепкой тягу управления в сторону, соответствующую прекращению подачи топлива топливными насосами.

При работе дизеля под нагрузкой подача воздуха прекращается и пружина 7 устанавливает стержень 6 и связанную с ним тягу в положение, нормальное для работы дизеля. При этом цилиндр 4 составляет как бы одно целое с тягой управления 89 (см. рис. 109) и перемещается вместе с ней под воздействием коромысла 46 подачи топлива. Подачей воздуха к механизму выключения одного ряда топливных насосов управляет электропневматический вентиль 45. Подвод воздуха от вентиля 45 к цилиндру механизма 40 осуществлен через гибкий резиновый шланг 41, так как этот механизм перемещается во время работы дизеля.

В связи с тем, что шланг находится в отсеке управления, где воздух насыщен парами и брызгами масла, резина шланга довольно быстро разрушается. Поэтому в депо и на ремонтных заводах заменяют шланг 41 тонкой стальной трубкой (диаметром 6 мм) U-образной формы с двойным витком в месте перегиба. Длина половины трубки около 400 мм. Трубка расположена горизонтально в направлении, перпендикулярном оси дизеля. Благодаря упругости трубки, имеющей к тому же двойной виток, не возникает заметного усилия, препятствующего перемещению тяги управления и коромысла.

Для дальнейшего улучшения работы дизеля на холостом ходу со второй половины 1960 г. введено в серию устройство для отключения пяти насосов правого ряда (дополнительно к механизму выключения левого ряда насосов). Устроено оно следующим образом: правая тяга управления 84 (см. рис. 109, з) несет на себе вместо десяти только пять поводков 87 рейки насоса, а именно I, IV, V, VII, X цилиндров. Эти насосы подают топливо на всех режимах работы, в том числе и при 400 об/мин вала на холостом ходу дизеля. С тягой 84 соединена дополнительная нижняя тяга управления 127. Связаны они между собой механизмом выключения 124, корпус которого прикреплен к тяге 84 болтами, а с тягой 127 соединен стержень его цилиндра. Последний имеет такое же устройство, как изображенный на рис. 111 механизм выключения левого ряда топливных насосов. Тяга 127 (см. рис. 109, з) несет на себе пять поводков 125 рейки насоса, имеющих несколько измененную форму (см. позицию 126) сравнительно с поводками 87 верхней тяги. На нулевом и первом положениях контроллера электропневматический вентиль 68 (ВП9) подает воздух в цилиндр механизма и поршень через стержень переместит тягу 127 в положение, при котором насосы II, III, VI, VIII, IX цилиндров дизеля будут полностью выключены. Благодаря этому насосы I, IV, V, VII, X цилиндров дизеля будут подавать удвоенное количество топлива, что улучшает равномерность подачи и качество распыливания топлива. При переходе на другое число оборотов или при нагружении дизеля катушка вентиля 68 обесточивается и подвод сжатого воздуха к цилиндру механизма 124 прекращается. Пружина возвращает поршень, а следовательно, и тягу 127 в нормальное рабочее положение относительно тяги 84, при котором все 10 насосов правого ряда работают в одинаковых условиях.

Одновременно с введением механизма отключения пяти насосов устанавливается на воздушном патрубке воздухоудвки колено с байпасным клапаном, который открывается на холостом ходу дизеля (на нулевом и первом положениях рукоятки контроллера) и перепускает часть воздуха из продувочного ресивера в полость всасывания воздухоудвки. Это должно обеспечить некоторый подогрев воздуха и улучшить горение топлива вследствие уменьшения чрезмерно большого избытка воздуха на холостом ходу и повышения температуры рабочего процесса в цилиндре. Открывается байпасный клапан сжатым воздухом, который проходит через электропневматический вентиль (ВП8) и, воздействуя на воздушный поршень клапана, заставляет его открыться. При переводе рукоятки контроллера в другие положения подвод воздуха к поршню клапана прекращается, и мощная пружина немедленно закрывает байпасный клапан.

**Механизм автоматического выключения дизеля.** С торцом правого кулачкового вала топливных насосов (см. рис. 109 и 110) соединен регулятор предельного числа оборотов, корпус 27 которого поставлен на четыре шпильки, ввернутые в концевой фланец кулачкового вала. Часть цилиндрической поверхности корпуса между двумя торцовыми буртами срезана и образует площадку, на которую опирается нижний торец пружины 31. На верхний торец пружины опирается скоба 29, соединенная с полуцилиндрическим грузом 25 двумя прошплинтованными проволокой болтами. Скоба 29 вытаскивается целиком из одной заготовки, во внутреннюю ее цилиндрическую часть входит пружина, а торец скобы служит ограничителем сжатия пружины 31 при срабатывании регулятора.

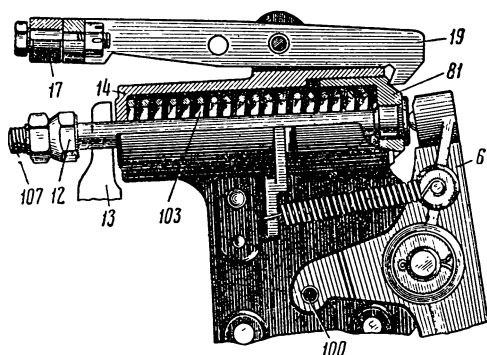


Рис. 113. Автомат выключения (обозначения см. на рис. 109)

Корпус 27 регулятора имеет направляющие плоскости 26, по которым перемещаются такие же направляющие плоскости груза 25. Эти плоскости не дают грузу и скобе с пружиной проворачиваться вокруг корпуса, но в то же время позволяют грузу при срабатывании регулятора смещаться в направлении, перпендикулярном оси вращения.

В регуляторах, установленных на ранее выпущенных дизелях, для этой цели служит палец, который впрессован в два отверстия, просверленных в нижней части кольце-

вых буртов корпуса регулятора, и входит в паз груза регулятора.

Груз 25 (рис. 109) прижат пружиной 31 к корпусу 27. Усилие, с которым пружина прижимает груз, зависит от ее предварительной затяжки, регулируемой толщиной прокладок 30, причем наиболее толстую прокладку рекомендуется ставить со стороны торца пружины.

Предварительная затяжка пружины должна быть такой, чтобы центробежная сила груза при повышении числа оборотов дизеля, а следовательно, и регулятора до 940—980 об/мин превысила усилие затяжки пружины. Если регулятор срабатывает при меньшем или большем числе оборотов, то необходимо в первом случае увеличить затяжку пружины (увеличить толщину регулировочных прокладок), а во втором случае уменьшить. Изменение толщины прокладок на 0,1 мм изменяет число оборотов, при котором срабатывает регулятор, примерно на 10 об/мин.

Если число оборотов дизеля превысит нормальное, груз 25 преодолеет усилие пружины 31, сожмет ее и отойдет от корпуса. При этом он ударит по боковой грани рычага выключения 35 и отожмет его концевую часть вниз. Тяга 20, связанная с рычагом выключения 35 вилкой 22 и осью 23, заставит повернуться вокруг оси 105 на небольшой угол вниз защелку 19 автомата выключения, соединенную с тягой 20 осью 23 (рис. 113 и 109). Зуб 106 защелки автомата выключения поднимется вверх, выйдя из зацепления с кольцевой выточкой поршня 81, и пружина 103 заставит поршень вместе с его штоком 107 переместиться вправо. Торец штока 107 упрется в верхний упор 108 рычага 6, заставив повернуться его вокруг оси 109, преодолевая усилие возвращающей пружины 82 рычага выключения.

Ограничителем выхода штока 107 является регулировочная гайка 12, затянутая контргайкой и упирающаяся в вилку 13 рукоятки 18 включения регулятора предельного числа оборотов, которая в свою очередь опирается на торцовую плоскость цилиндра 14 корпуса 8 автомата выключения. Нижний упор 119 при повороте рычага выключения топлива 6 дойдет до торца регулировочного болта 4 и, нажимая на него, отодвинет правый конец коромысла 46 в сторону регулятора числа оборотов дизеля, переместив тем самым правую

и левую тяги управления 84 и 89 в положение, при котором регулирующие рейки топливных насосов повернут плунжеры этих насосов так, что подача топлива в цилиндры дизеля прекратится, и он остановится.

Как только дизель остановится, вернее, как только число оборотов кулачкового вала станет нормальным, пружина 31 регулятора предельного числа оборотов заставит груз 25 вернуться на место и рычаг выключения 35 под воздействием пружины 36, установленной в гнезде кронштейна 34, повернется вокруг оси 33, также стремясь занять первоначальное положение. Однако мощная пружина 103 будет удерживать поршень 81, а тем самым рычаг 6 и тяги управления в положении выключения.

Для восстановления рабочего положения автомата выключения служит рукоятка 18 включения регулятора предельного числа оборотов, поворотом которой заставляют повернуться и посаженную на одном валу 11 с рукояткой 18 вилку 13. Последняя, нажимая на регулировочную гайку 12, через шток 107 и поршень 81 сожмет пружину и даст возможность зубу 106 защелки 19 автомата выключения войти в кольцевую проточку поршня 81, восстановив рабочее положение всего механизма. При этом рычаг 6 выключения подачи топлива пружиной 82 будет установлен также в нормальное положение, при котором верхний упор 108 касается торца штока 107 поршня. Защелка 19 изготовлена из стали 20, зуб 106 защелки цианируют, угол зуба равен  $58^\circ$ , соответствующий угол кольцевой выточки поршня 81 составляет  $45^\circ$ .

Вал 11 проходит поперек отсека управления; рукоятка 18, имеющая разрезанную головку, надета на конец вала и соединена с ним стяжным болтом 10 и шпонкой. Стяжным болтом, проходящим через полуцилиндрическое отверстие в теле вала, соединена с последним и вилка 13 включения регулятора предельного числа оборотов. С левой стороны дизеля (если смотреть со стороны генератора) вал входит в глухую втулку, с правой стороны вал на выходе из бокового листа блока уплотняется небольшим сальничком, представляющим собой фланец на двух болтах, прижимающий резиновое кольцо к стенкам выточки и к валу, тем самым предохраняя от проникновения масла и воздуха.

Для экстренного выключения дизеля вручную имеется механизм аварийного выключения. Механизм имеет вал 70, который может перемещаться в отверстиях вилок кронштейна 71 и несет на конце кулачок 80, имеющий скошенную плоскость. Вследствие этого при перемещении вала 70 в глубину отсека управления он отжимает ролик 17 вниз. Ось 16 ролика 17 пропущена через отогнутый конец защелки 19 автомата выключения и закреплена корончатой гайкой. Таким образом, при отжатии ролика 17 отжимается вниз и защелка 19, вследствие чего происходит описанное выше срабатывание автомата выключения с последующей остановкой дизеля.

Вал 70 аварийного выключения перемещается нажатием кнопки выключателя 78, накрунутой на конец стержня поршня выключателя 79, который, сжимая пружину 75, заставит шток 74 переместиться к центру отсека управления. Шток 74 при помощи поводка 73 связан с валом 70 и размещен в корпусе 76, соединенном резьбой с корпусом выключателя 77. В нормальном положении, т. е. при включенном автомате выключения, зазор между скошенной плоскостью кулачка 80 и роликом 17 защелки 19 должен быть в пределах от 1 до 3 мм. Устанавливают его смещением вала 70 относительно поводка 73, причем после установки зазора между роликом и кулачком затягивают стяжной болт прорезанного конца поводка и последний просверливают вместе с валом 70 для установки контрольного штифта, головку которого прошплевывают проволокой совместно с головкой стяжного болта.

#### **РЕГУЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ТОПЛИВНЫМИ НАСОСАМИ**

Регулирование механизма управления топливными насосами дизеля заключается в установке звеньев механизма управления в такое взаимное положение, при котором: 1) регулирующие рейки топливных насосов устанавливают

плунжеры в положение нулевой подачи топлива, когда срабатывает регулятор предельного числа оборотов или дизель остановлен; 2) регулирующие рейки устанавливают плунжеры в положение, соответствующее подаче топлива при мощности дизеля 2 000 л. с.

Регулирование механизма управления может выполняться при смене некоторых его звеньев после ремонта или при проверке механизма управления в эксплуатации. В обоих случаях вначале проверяют плавность перемещения коромысла подачи топлива и тяг управления, для чего отсоединяют от коромысла 46 (см. рис. 109 и 110) тяги 84 и 89 управления, а от тяг управления — поводки реек топливных насосов. Тяги управления должны плавно, без заеданий перемещаться в кронштейнах 115, не задевая стенок блока или расположенных рядом деталей или труб; все ролики 114 при перемещении тяг должны вращаться и иметь осевой зазор. Также легко должно вращаться и коромысло 46 вокруг оси 49.

Затем следует проверить легкость перемещения всей рычажной системы после соединения коромысла 46 с тягами 84 и 89 управления и рычага 53 со стопорной тягой 56, поднимая и опуская рычаг 59 управления регулятора (шток сервомотора регулятора отсоединен); проверить суммарный зазор на рычаге управления 59, установив индикатор в месте соединения его со штоком сервомотора регулятора и закрепив одну из тяг управления (величина зазора не должна превышать 0,5 мм); соединить поводковые втулки 86 реек топливных насосов с поводками 87, убедившись в свободном проворачивании поводковых втулок вокруг оси при свободном перемещении пальца 88 поводка в кольцевом пазу поводковой втулки. Если будут иметь место заедания при проворачивании втулки или палец 88 будет входить в паз втулки недостаточно свободно, то это следует устранить, перемещая корпус насоса на болтах, опустив предварительно гайки крепления. Зазор между торцами пальцев поводков и поводковыми втулками устанавливают равным 1—2 мм при помощи гайки, изменяющей выход пальца поводка (этой же гайкой вручную оттягивают палец, выводя его из зацепления с поводковой втулкой рейки). После этого следует проверить плавность перемещения всего механизма управления топливными насосами, для чего необходимо подвесить к рычагу 59 (см. рис. 109) управления регулятора в месте соединения его со штоком сервомотора груз весом 5 кг, под действием которого должна перемещаться вся рычажная система.

Убедившись, что заеданий в рычажной системе нет, приступают к регулированию, обеспечивающему нулевую подачу топлива насосами при срабатывании автомата выключения и остановке дизеля. Для этого поршень 81 ставят в положение, при котором в его кольцевую проточку заходит зуб 106 защелки 19 и соединяют отверстия 99 и 100 приспособлением (рис. 114), обеспечивающим расстояние между осями указанных отверстий  $55,5_{-0,2}^{+0,2}$  мм. В отверстие 99 (см. рис. 109) входит цапфа приспособления, а в отверстие 100 и отверстие приспособления — палец, прикрепленный цепочкой. Поднимают рычаг 59 управления регулятора вверх до начала сжатия пружины 51 стопорной тяги 56, закрепляя его в этом положении, соединяют поводковую втулку 86 рейки первого правого топливного насоса 85 с пальцем поводка 87 (если последние не были соединены) и регулировочным болтом 4, ввернутым в конец плеча коромысла 46, устанавливают тягу управлением 84 в такое положение, при котором расстояние между обращенной к насосу плоскостью фланца поводковой втулки 86 и обработанной поверхностью корпуса насоса 85 будет составлять  $52 \pm 0,3$  мм (см. рис. 75, а). Контрят болт 4 (см. рис. 109) и проверяют установленный размер  $52 \pm 0,3$  мм. Затем регулировочным болтом рейки насоса устанавливают рейку так, чтобы третья (считая слева) риска на рейке совпала с указательной стрелкой на насосе.

Снимают приспособление (см. рис. 114), которым рычаг выключения 6 (см. рис. 109) был оттянут от стержня поршня автомата выключения, сбрасывают защелку 19 и регулировочной гайкой 12 (гайка Ж) устанавливают тяги управления в такое положение, при котором третья риска рейки первого правого топливного насоса 85 совпадет с указательной стрелкой. В этом положе-

нии следует законтрить и зашплинтовать гайку 12. Необходимо, чтобы при регулировке гайкой 12 рычаг 59 был поднят на величину, при которой пружина 51 стопорной тяги только начала бы сжиматься; в противном случае будет затруднена установка механизма автомата выключения.

Регулирование механизма управления на подачу топлива, при которой обеспечивается полная мощность дизеля, производится в следующем порядке. Соединяют поводки 87 и 125 тяг управления 84 и 89 со всеми поводковыми втулками 86 реек топливных насосов, стержнем упора 1 ограничения максимальной подачи топлива устанавливают тяги управления в такое положение, при котором перемещение рейки будет ограничено ее упором или расстояние между торцом рейки и обработанной плоскостью корпуса топливного насоса, измеренное специальным приспособлением, будет соответствовать размеру А (см. рис. 88) (указательная стрелка должна совпасть примерно с восьмой риской рейки). Рейки остальных насосов регулировочными болтами устанавливают также на упоры или по размерам, указанным в паспортах насосов.

Затем следует освободить рычаг 59 (см. рис. 109) и установить на место регулятор числа оборотов дизеля (если он был снят) при еще не поставленной на место крышке отсека управления, закрепив его предварительно двумя гайками. Оттянуть рычаг выключения топлива 6, установив приспособлением, приведенным на рис. 114, расстояние, равное 55,5 мм, между отверстиями 99 и 100 (см. рис. 109).

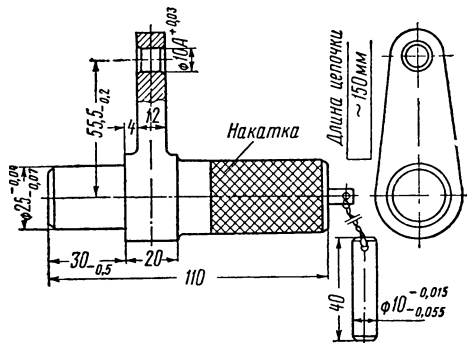


Рис. 114. Приспособление для регулировки механизма управления дизелем

Стопорной тягой 56 (ввертывая ее или вывертывая) устанавливают рычаг 59 управления регулятора так, чтобы в то время, когда конец болта 4 касается сферического упора 119 рычага выключения топлива 6, палец, соединяющий рычаг 59 управления регулятора со штоком сервомотора, заходил в оба отверстия свободно. При этом все зазоры в рычажной системе должны быть выбраны, но пружина 51 стопорной тяги не сжата.

После такой регулировки следует снять приспособление, устанавливающее рычаг 6 в регулировочное положение, и, поставив автомат выключения на защелку 19, снова проверить, установятся ли насосы в положение выключения, т. е. в положение, при котором указательная стрелка совпадет с третьей риской на рейке первого насоса правой стороны дизеля. В случае несовпадения необходимо проверить соединение рычага 59 со штоком регулятора числа оборотов дизеля.

Следующей операцией регулировки является установка при помощи тяги 20 зазора между грузом 25 регулятора предельного числа оборотов и рычагом 35, который должен находиться в пределах 1,4—1,6 мм, зазор между хвостовиком рычага 35 и кронштейном 34 должен быть не менее 4 мм. Эти зазоры в случае необходимости устанавливают путем подпиливания хвостовика рычага 35.

Окончив перечисленные регулировки, можно поставить на место крышку отсека управления, но без крышки люка, и установить зазор между роликом 17 защелки 19 и кулачком аварийного выключения 80, равный 1—3 мм, как было указано выше. После установки контрольного штифта следует проверить действие механизма аварийного выключателя дизеля, для чего надо поднять и закрепить шток сервомотора и кнопкой 78 освободить защелку 19. При этом третья риска на рейке первого правого топливного насоса должна совпасть с указательной стрелкой насоса.

Упор максимальной подачи топлива 1 при реостатных испытаниях дизеля устанавливают на 16-м положении рукоятки контроллера, когда на зажимах

генератора при числе оборотов дизеля 850 в минуту должна быть снята мощность 1 375 *квт* (напомним, что при стендовых реостатных испытаниях дизеля нагрузка его производится только генератором, так как вспомогательные механизмы тепловоза на стенде отсутствуют); устанавливают ограничение стержнем упора 1.

### СМАЗКА ДИЗЕЛЯ

Смазка необходима для обеспечения экономичной, надежной работы дизеля, а также для повышения срока его службы. Слой масла (масляная пленка) между сопряженными деталями (при так называемом жидкостном трении) как бы отделяет эти поверхности одну от другой, предохраняя их от износа и уменьшая затрату мощности на преодоление трения между ними. Но не всегда удается добиться жидкостного трения — из-за этого несколько ухудшаются условия работы деталей и увеличивается их износ; однако и в этом случае необходимо наличие масла с тем, чтобы не допустить полусухого, а тем более сухого трения, когда износ деталей резко увеличивается, растет их температура и происходит заедание. Кроме улучшения условий трения, масло также отводит тепло, выделяющееся в результате работы трения на трущихся поверхностях, и охлаждает работающие детали. В дизеле 2Д100 масло используется также и для отвода тепла от поршней, которым оно передается от газов и сжимаемого воздуха. При описании устройства и работы дизеля 2Д100 подробно рассматривалась и смазка его деталей.

На рис. 115 (см. вклейку в конце книги) показаны трубопроводы и путь масла в масляной системе дизеля 2Д100.

На рис. 115, а, б схема дана для машин, в которых масло к верхнему коллектору подводится по трубе 8, проходящей через отсек вертикальной передачи и соединяющей конец нижнего масляного коллектора с верхним около эластичного привода воздухоудвки.

Нагнетаемое насосом масло проходит к холодильнику тепловоза и возвращается охлажденным к нижнему масляному коллектору 3, проходящему вдоль правой стороны (по ходу тепловоза) дизеля в отсеке нижнего коленчатого вала. Из нижнего коллектора масло поступает по трубкам 4 к коренным подшипникам коленчатого вала и на охлаждение поршней. По вертикальной соединительной трубе 8 масло попадает к верхнему коллектору 22, причем из трубы 8 масло проходит для смазки зубьев конических шестерен 6 и 17, подшипников нижнего и верхнего валов вертикальной передачи 7 и 9, зубьев шестерен эластичного привода воздухоудвки 10.

Из верхнего коллектора 22 масло поступает для смазки коренных подшипников 16 верхнего коленчатого вала, затем так же, как и в нижнем коленчатом валу, проходит по трубкам в щеках к шатунным подшипникам 19 и по каналам в шатунах — для смазки головных подшипников и для охлаждения поршней 20, откуда он выходит по наконечникам 21. Из верхнего коллектора по трубам 25 масло поступает в кулачковые валы и по радиальным отверстиям в последних для смазки подшипников 24.

Масло из зазоров между трущимися деталями в отсеке верхнего коленчатого вала, а также из верхних поршней сливается в этот отсек 18 и стекает по нему в отсек вертикальной передачи и далее в маслосборник рамы дизеля. Брызги масла, обильно насыщающие полость отсека, заполняют объем внутри корпусов толкателей плунжеров топливных насосов; масло из них отводится по трубкам 23 в сливные трубы, проходящие в отсеке продувочного воздуха. По просверленному в торце вала отверстию масло попадает к эластичной шестерне привода воздухоудвки 15, а из верхнего коллектора — к подшипникам воздухоудвки 12, 13 и 14 и к зубьям координационных шестерен 11. Из воздухоудвки масло сливается по трубкам, проходящим в нижней части ее корпуса, в отсек вертикальной передачи.

Для смазки деталей антивибратора 2 масло поступает через отверстие в торце нижнего коленчатого вала. Из антивибратора оно проходит к эластич-



ной шестерне привода масляного насоса и регулятора и далее сливается в масло-сборник рамы дизеля. Конические шестерни и привод регулятора смазываются брызгами масла от шестерни привода кулачковых валов топливных насосов.

Разрежение в картере, а следовательно, и вентиляция его, создается благодаря тому, что воздух из отсека вертикальной передачи отсасывается по трубе, соединяющей этот отсек с полостью всасывания воздухоудвки. Так как воздух в отсеке (и картере) насыщен парами и брызгами масла, то в воздухоудвку попадало бы чрезмерно много масла, что увеличивало бы его расход и вело к закоксовыванию поршней и окон гильз. Для улавливания избыточного масла в отсеке перед трубой установлен маслоулавливатель, пройдя который от-деленное из воздуха масло сливается по трубе 27 обратно в картер. Разрежение не позволяет брызгам масла и его парам проходить наружу через возможные неплотности в соединениях деталей блока дизеля.

На рис. 115, в дана схема масляного трубопровода при параллельном подводе масла к нижнему и верхнему коллекторам, когда вертикальная соединительная труба смонтирована снаружи дизеля с его правой стороны сбоку отсека управления (см. также рис. 12). В этом случае труба 8 (см. рис. 115, а) отсутствует и вместо нее ставится труба 28, показанная пунктиром на рис. 115, а и сплошными линиями на рис. 115, в. Благодаря такому подводу давление и количество масла, проходящего через верхний коллектор, а следовательно, и через верхние подшипники и поршни также несколько увеличивается, что улучшает условия их работы. В остальном путь масла к трущимся деталям и узлам не меняется.

Как указывалось ранее, для контроля за величиной разрежения в картере, а также для автоматического отключения дизеля при недопустимом повышении давления в картере имеется дифференциальный манометр, установленный в кабине тепловоза со стороны помощника машиниста. Манометр (рис. 115, г) представляет собой прямоугольной формы отрезок органического стекла, в котором просверлены два вертикальных канала 1 и 5, соединенных внизу поперечным каналом 6. Левый канал 1 через штуцер 3 трубкой соединяют с внутренним пространством картера, правый канал 5 соединен с атмосферой. В канале 5 укреплены два медных контакта (провода) 4, изолированных друг от друга. Расстояние торцов этих контактов от середины (нулевой линии шкалы 2) манометра может регулироваться. Соединенные каналы 1 и 5, представляющие собой U-образный манометр, заполнены жидкостью так, что уровень ее в обеих трубках приходится против нулевой линии шкалы манометра. Торцы контактов должны быть установлены на 15—18 мм выше нулевой линии. Во время работы дизеля, при разрежении в картере, уровень жидкости в левой трубке 1 должен быть выше (не более чем на 30 мм) нулевой линии. Соответственно уровень жидкости в правом канале 5 должен быть опущен на такую же величину. Если вместо разрежения в картере возникнет давление, то жидкость в канале 5 поднимется выше нулевой линии шкалы 2 и при увеличении давления до 30—35 мм вод. ст. (т. е. когда жидкость в правом канале 5 поднимется на 15—18 мм) замкнет контакты 4, соединенные с реле, отключающим дизель.

#### ВАЛОПОВОРОТНЫЙ МЕХАНИЗМ

Для проворачивания коленчатых валов дизеля служит валоповоротный механизм (рис. 116 и 117), установленный на торцовом листе блока дизеля со стороны генератора непосредственно над зубчатым венцом ведущего диска пластинчатой дизель-генераторной муфты.

Валоповоротный механизм состоит из корпуса 5 и кронштейна 10, прикрепленных отдельно на шпильках к листу блока. В корпус 5 на игольчатых подшипниках свободно вставляется (и может быть после пробкововки удален) валик 6 со стержнем 2, имеющим шестигранную головку 1. Валик 6 оканчивается шестигранным отверстием, в которое может быть вставлен шестигранник 7 валика 8. Валик 8 червяка установлен в отверстиях кронштейна 15, поворачи-

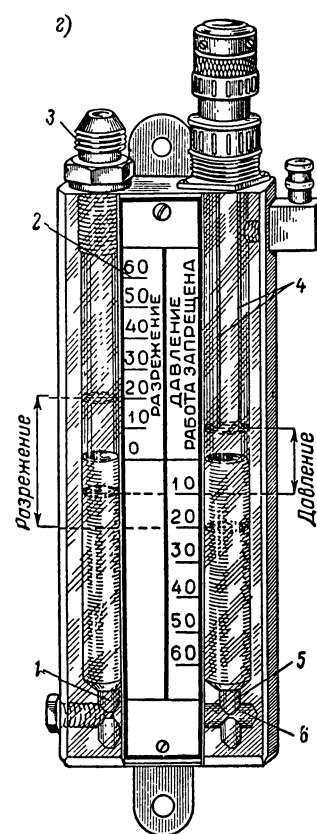
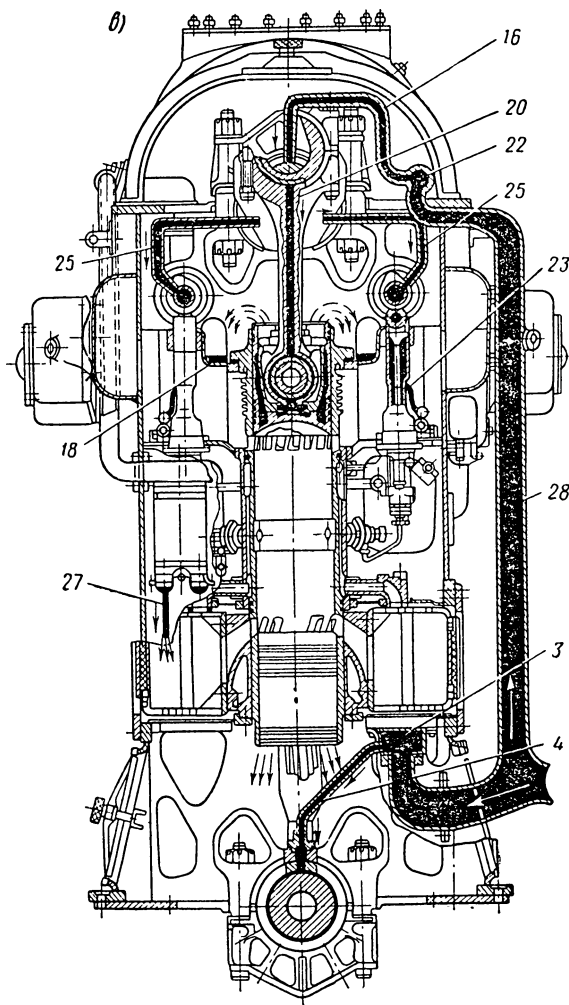
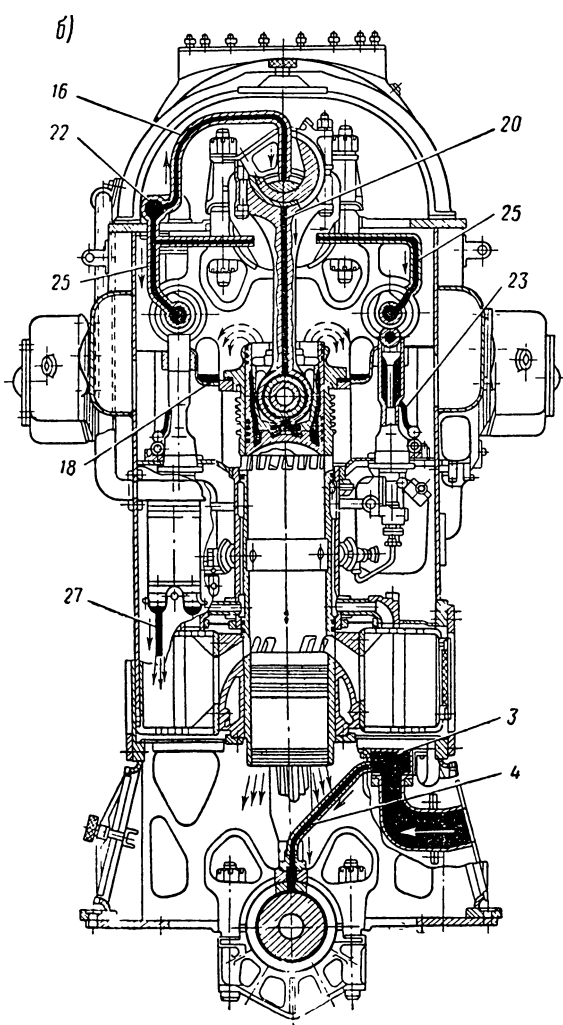
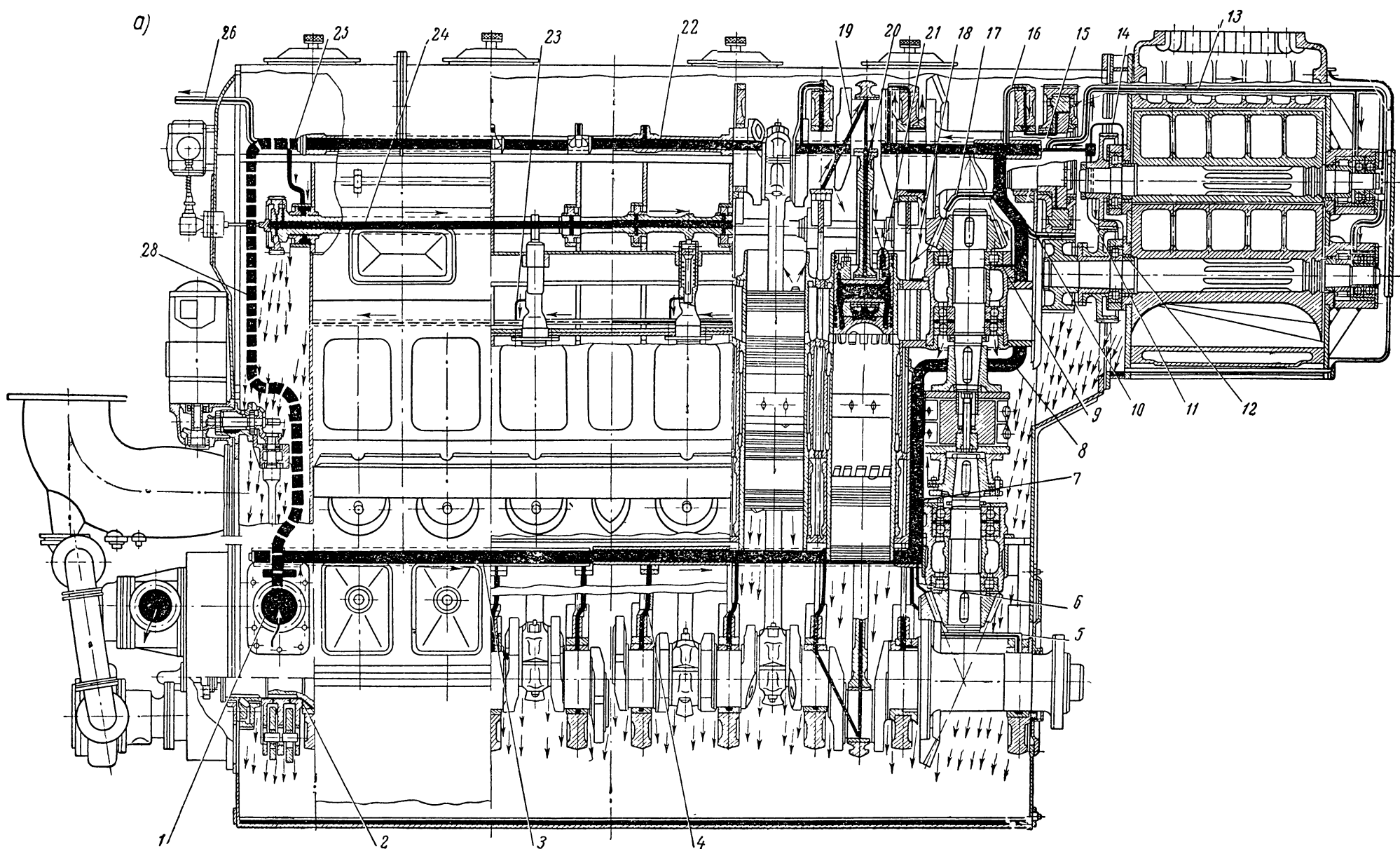


Рис. 115. Схема смазки дизеля:

а, б — схема для дизелей при последовательном подводе масла от нижнего коллектора к верхнему; в — схема для дизелей при параллельном подводе масла к нижнему и верхнему коллекторам; 1 — масло из холодильника в смазочную систему дизеля; 2 — к антивибратору; 3 — нижний масляный коллектор; 4 — к коренному подшипнику; 5 — к крайнему коренному подшипнику; 6 — на смазку зубьев нижних коленчатых шестерен; 7 — к подшипникам нижнего вала вертикальной передачи; 8 — соединительная труба между нижним и верхним коллекторами; 9 — к подшипникам верхнего вала вертикальной передачи; 10 — на смазку зубьев эластичного привода воздухоудвки; 11 — на смазку зубьев координационных шестерен воздухоудвки; 12 — 14 — к подшипникам воздухоудвки; 15 — на смазку элементов эластичного привода воздухоудвки; 16 — к коренному подшипнику; 17 — на смазку зубьев верхних конических шестерен; 18 — масло, сливающееся через отсек вертикальной передачи в картер дизеля после охлаждения верхних поршней и смазки деталей; 19 — на смазку шатунного подшипника; 20 — на смазку головного подшипника шатуна и охлаждение верхнего поршня; 21 — выход масла после охлаждения поршня; 22 — верхний масляный коллектор; 23 — слив масла из толкателя; 24 — на смазку подшипников кулачкового вала; 25 — труба к кулачковому валу; 26 — к манометру; 27 — слив в картер из маслоотделителя; 28 — соединительная труба между нижним и верхним коллекторами, заменяющая трубу 8 при параллельном подводе масла к этим коллекторам

Рис. 115, г — Дифференциальный манометр устройства для автоматической остановки дизеля:

1, 5 — вертикальные каналы манометра; 2 — шкала; 3 — штуцер, соединенный трубкой с картером дизеля; 4 — контакты электрической цепи остановки дизеля; 6 — горизонтальный канал



вающегося вокруг оси 17, закрепленной в подвижном кронштейне 10. Пружинами 12 поворотный кронштейн оттягивается вверх и в этом положении его удерживает стопорный болт 14, который проходит через отверстия в неподвижном кронштейне 10 и поворотном кронштейне 15.

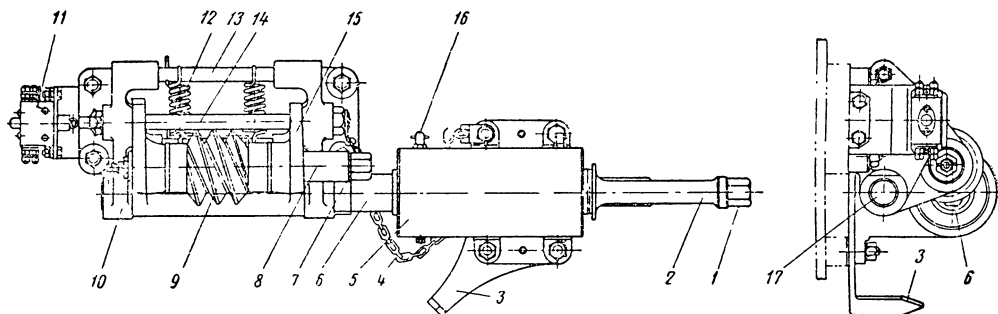


Рис. 116. Валоповоротный механизм:

1—шестигранная головка; 2—стержень; 3—указательная стрелка; 4—цепочка стопорного болта 14; 5—корпус; 6—валик; 7—шестигранник; 8—валик; 9—червяк; 10—кронштейн; 11—блокировочное устройство; 12—пружина; 13—стержень кронштейна; 14—стопорный болт; 15—поворотный кронштейн; 16—пробка смазочного отверстия; 17—ось

Болт 14 крепят контргайками со шплинтом, конец болта после установки нажимает на контакт блокировочного устройства 11, замыкающего при этом соответствующий участок цепи управления. Если болт 14 удален, то контакт блокировочного устройства 11 будет разомкнут, и пуск дизеля невозможен, что необходимо для предотвращения случайного пуска при неисправном или регулируемом дизеле. Для проворачивания (пробоксовки) вала дизеля следует расшплинтовать и отвернуть гайку стопорного болта 14 и вынуть его (при этом разомкнется контакт блокировочного устройства 11), ломиком сдвинуть вниз поворотный кронштейн 15 до зацепления червяка 9 с зубчатым венцом 18

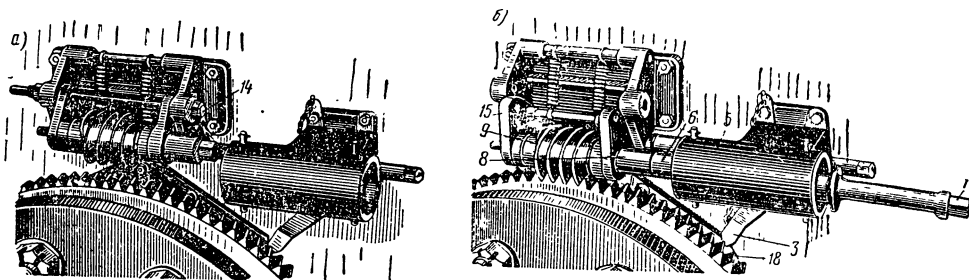


Рис. 117. Общий вид валоповоротного механизма (обозначения см. на рис. 116):

а—положение валоповоротного механизма во время рабочего состояния дизеля; б—положение валоповоротного механизма во время боксования; 18—зубчатый венец ведущего диска пластинчатой дизель-генераторной муфты

(см. рис. 117) ведущего диска пластинчатой дизель-генераторной муфты и надвинуть валик 6 (см. рис. 116) на шестигранник 7. Такое положение валоповоротного устройства показано на рис. 117, б. Проворачивать валы дизеля можно вручную, надев на шестигранную головку 1 стержня 2 (см. рис. 116) специальный ключ-трещотку или применив пневматическую машинку, имеющую шестигранное отверстие на выходном валу.

#### ГЛУШИТЕЛЬ ШУМА ВЫПУСКА ГАЗОВ

Глушитель шума выпуска газов состоит из двух цилиндрических барабанов, установленных на подставке и кронштейне около отсека управления дизеля (см. рис. 9, позиция 19 и рис. 12, позиция 15). С выхлопными патрубками каждый барабан глушителя соединен гофрированной трубой (сильфоном).

Таблица 4

## Характеристики основных пружин дизеля 2Д100

Номер сунка	Номер детали на рисун.	Наименование пружины	Число витков		Свободная длина пружи- ны в мм		Высота пружины в преде- лах рабочей нагрузки в кг*		Диаметр проволоки и пружины в мм	
			рабочих	общее	по чертежу	предель- ная	$\frac{l_1}{P_1}$ , мм	$\frac{l_2}{P_2}$ , мм	$d_1$	$d_2$
35	63, 65	Пружина муфты вертикальной передачи . . . . .	2, 35	4, 75 $\pm$ 0, 25	66 $\pm$ 1	63	$\frac{61}{675 \pm 35}$	$\frac{59}{975 \pm 50}$	14, 5	62 $\pm$ 0, 5
45	4	Пружина ползушки поршня . . . . .	1, 5	3, 5	31 $\pm$ 2 $\pm$ 1	28	$\frac{20}{18 \pm 2}$	—	5	68 $\pm$ 0, 7
54	10	Пружина привода воздушной продувки . . . . .	4, 5	6, 5 $\pm$ 0, 5	76, 5 $\pm$ 1, 5	73, 5	$\frac{63}{280 \pm 20}$	—	9	49 $\pm$ 1
62	37	Пружина эластичного привода насосов и вентилятора . . . . .	4, 5	6, 5 $\pm$ 0, 1	49, 4 $\pm$ 1, 5	46, 4	$\frac{38}{102 \pm 5}$	—	6	37 $\pm$ 1 $\pm$ 0, 5
75	3	Пружина нагнетательного клапана топлив- ного насоса . . . . .	13, 5	15, 5 $\pm$ 0, 5	27 $\pm$ 0, 25	25	$\frac{23}{1, 6 \pm 0, 12}$	—	1, 2	8, 6 $\pm$ 0, 3
75	20	Пружина плунжера . . . . .	7, 5	10, 5 $\pm$ 0, 25	90 $\pm$ 1	—	—	$\frac{61}{44 \pm 4}$	5, 5	48 $\pm$ 0, 5
75	27	Пружина рейки топливного насоса . . . . .	38	40 $\pm$ 0, 5	138 $\pm$ 1	135	—	—	1, 2	12 $\pm$ 0, 3
75	44	Пружина поводка . . . . .	7	9, 5 $\pm$ 0, 5	33 $\pm$ 0, 8	30	$\frac{21}{2, 2 \pm 0, 3}$	—	1, 2	13 $\pm$ 0, 5 $\pm$ 0, 2
78	11	Пружина толкателя плунжера . . . . .	10, 5	13 $\pm$ 0, 25	132, 5 $\pm$ 1	130	$\frac{124}{43}$	$\frac{108}{125}$	7, 5	45, 5 $\pm$ 0, 4
92	3	Пружина форсунки . . . . .	4	6, 5 $\pm$ 0, 25	30 $\pm$ 1 $\pm$ 0, 5	28	$\frac{25, 7}{66 \pm 5}$	—	4	19 $\pm$ 0, 5
98	31	Пружина сервомотора регулятора . . . . .	19, 5	22 $\pm$ 0, 5	233 $\pm$ 1, 5	230, 5	$\frac{203}{21, 5 \pm 2}$	—	5, 5	45 $\pm$ 0, 5
99	57	Малая пружина масляного аккумулятора . . . . .	20	22 $\pm$ 0, 5	168 $\pm$ 1, 5	—	—	$\frac{104}{35 \pm 3}$	3, 5	27 $\pm$ 0, 5

Продолжение табл. 4

Номер сунка	Номер детали на рисунке	Наименование пружины	Число витков		Свободная длина пружи- ны в мм		Высота пружины в преде- лах рабочей нагрузки в кг*		Диаметр проволоки и пружины в мм	
			рабочих	общее	по чертежу	предель- ная	$\frac{l_1}{P_1}$ , мм	$\frac{l_2}{P_2}$ , мм	$d_1$	$d_2$
99	58	Большая пружина масляного аккумулято- ра . . . . .	13	15 <sup>+0,5</sup>	169 <sup>+2,5</sup> <sub>-1</sub>	162	—	$\frac{104}{100\pm 8}$	5,5	41 <sub>-1</sub>
99	66	Пружина компенсирующая . . . . .	3,25	5,5	22±0,2	20	$\frac{21}{1,1\pm 0,1}$	$\frac{18}{4,5\pm 0,4}$	1,6	13,6 <sup>+0,5</sup>
109	31	Пружина предельного регулятора . . . . .	5,5	7,5 <sup>+0,5</sup>	59±0,5	57	$\frac{36}{23\pm 2}$	$\frac{28}{31,5\pm 3}$	3,5	33,5±0,5
109	51	Пружина стопорной тяги управления ди- зелем . . . . .	29	31,5	190,5±1	—	$\frac{168}{39\pm 3}$	—	4,5	28
109	75	Пружина выключателя . . . . .	9,5	11,5 <sup>+0,5</sup>	58±1	—	$\frac{49}{3\pm 0,3}$	—	2	19±0,5
109	82	Возвращающая пружина рычага выключе- ния . . . . .	30±1	—	95±1,5	—	$\frac{125}{18\pm 3}$	—	2,3	14±0,5
109	103	Пружина автомата выключения . . . . .	17,5	19,5 <sup>+0,5</sup>	206±1	203	$\frac{137}{75\pm 7}$	—	5,5	41 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,2</sub>
111	7	Пружина выключения левого ряда насосов	4	6 <sup>+0,5</sup>	43±0,5	39	$\frac{32}{21\pm 2}$	$\frac{28}{28,5\pm 3}$	3,5	30 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,5</sub>
121	31	Пружина редукционного клапана масляно- го насоса (наружная) . . . . .	13±0,2	15	160±1,5	—	$\frac{112}{53\pm 6}$	—	6	50±0,5
121	32	То же (внутренняя) . . . . .	16±0,25	18	160±1,5	—	$\frac{112}{59\pm 6}$	—	5	36±0,5

\* В числителе указана длина пружины  $l$ , в знаменателе — нагрузка  $P$  на пружину при этой длине;  $l_1$ ,  $P_1$  — для предварительной затяжки;  $l_2$ ,  $P_2$  — для полной рабочей нагрузки.



который служит термическим компенсатором и позволяет передавать вес барабанов почти полностью кронштейнам и подставке. Барабан глушителя разделен на две части перегородкой, через которую проходят три патрубка

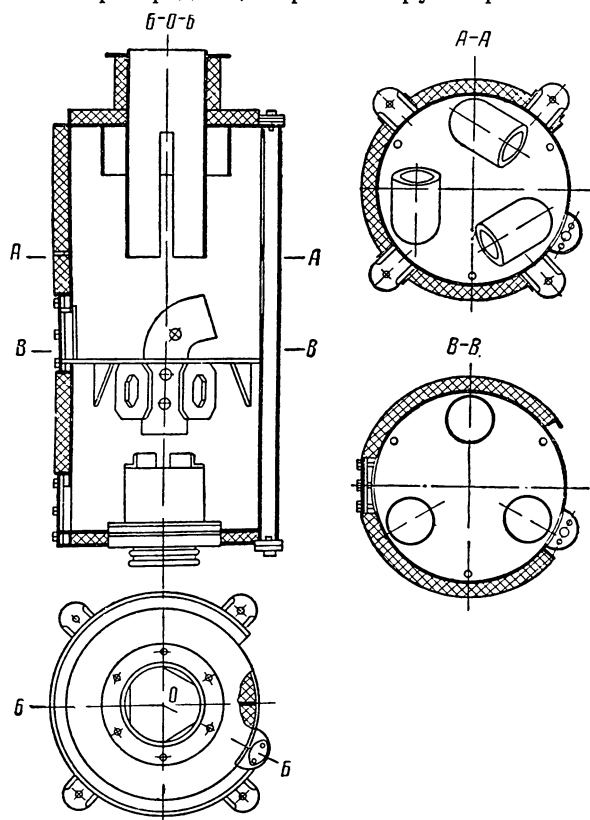


Рис. 118. Глушитель шума выпуска

(рис. 118), сообщающих отработавшим газам вращательное движение, необходимое для искрогашения. Отверстия в патрубках, как и прорези в кожухе сильфона и выхлопной трубы, служат для глушения шума выходящих в атмосферу газов.

#### ГЛАВА IV

### ТРУБОПРОВОДЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДИЗЕЛЯ

#### МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**Масляный трубопровод.** Путь масла ко всем трущимся поверхностям, а также для охлаждения поршней дизеля был рассмотрен в параграфе «Смазка дизеля». Количество масла, которое должно проходить под давлением через поршни и через все зазоры между трущимися и охлаждаемыми деталями, составляет примерно  $96 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Благодаря тому, что установленный на дизеле насос обладает большой производительностью, одно и то же масло в течение часа несколько десятков раз проходит (циркулирует) через дизель, смазывая и охлаждая его. Так как количество тепла, передаваемого деталями дизеля маслу, достигает  $350\,000 \text{ ккал/ч}$ , то для его удаления на тепловозе применен мощный

холодильник. В секциях холодильника тепло масла передается атмосферному воздуху, омывающему трубки секций, по которым проходит масло.

В процессе работы масло загрязняется мельчайшими частицами металла, продуктами окисления масла, пылью. Для очистки масла в масляной системе тепловоза предусмотрены фильтры грубой и тонкой очистки, а также центробежный фильтр. Масло необходимо и для работы гидромеханического редуктора, к которому оно подводится с постоянным давлением, поддерживаемым специальным редукционным клапаном.

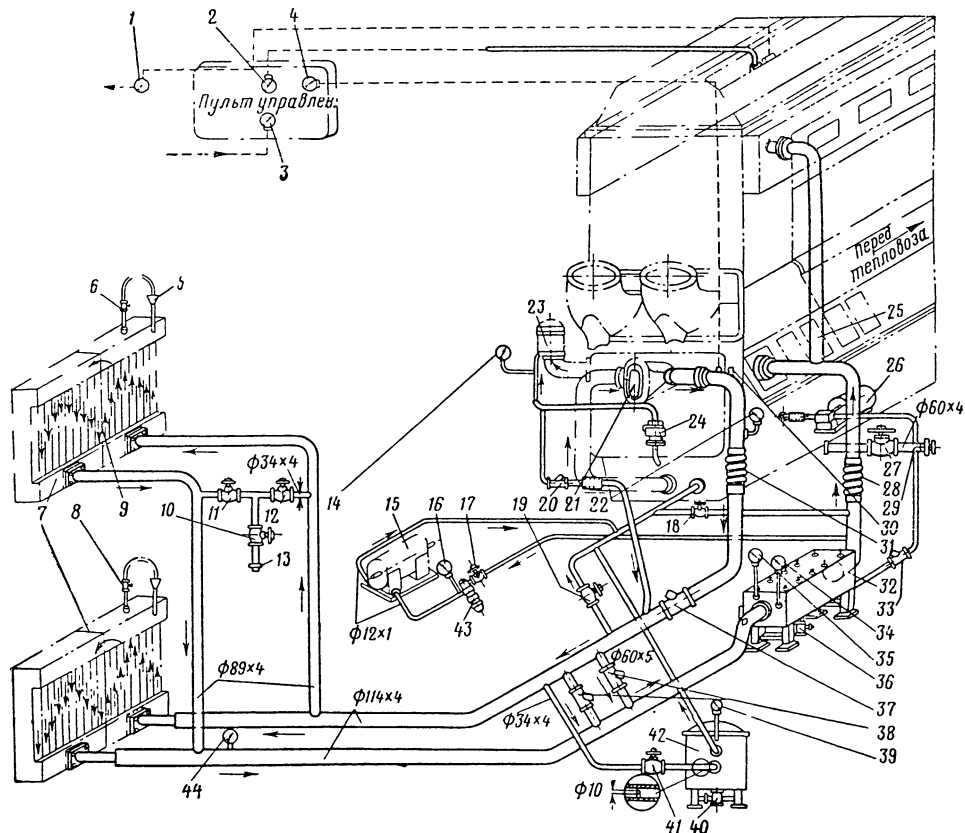


Рис. 119. Масляная система тепловоза ТЭЗ:

1 — электроманометр на пульте ведомой секции тепловоза; 2 — электроманометр давления масла в верхнем коллекторе ведомой секции; 3 — электротермометр; 4 — сливная воронка; 5 — атмосферные краны; 6, 8 — атмосферные краны; 7 — холодильник; 9 — секции масляного холодильника; 10, 11, 12, 17, 18, 19, 27, 36, 40, 41 — вентили; 14, 16, 22, 34, 35, 39 — манометры; 13 — глухая гайка; 14, 33, 37 — невозвратные клапаны; 15 — гидромеханический редуктор; 20 — разгрузочный невозвратный клапан; 21 — масляный насос; 23 — центробежный фильтр; 24 — масляный насос высокого давления; 25 — труба к верхнему масляному коллектору; 26 — маслопрокачивающий насос; 28, 31 — резиновые рукава; 29 — труба слива масла из картера дизеля; 30 — гильза для ртутного термометра; 32 — фильтр грубой очистки; 38 — вспомогательный перепускной (байпасный) клапан; 42 — фильтр тонкой очистки; 43 — редукционный клапан; 44 — аэротермометр

В холодное время года необходимо поддерживать на допустимом уровне температуру масла, что в эксплуатации осуществляется периодическими пусками и кратковременной работой дизеля без нагрузки.

Система масляного трубопровода включает в себя масляный насос 21 (рис. 119), который засасывает масло из маслосборника рамы дизеля через всасывающую трубу и по нагнетательной трубе, соединенной резиновым рукавом 31 с трубопроводом, идущим к холодильнику, через невозвратный клапан 37 нагнетает его в передние половины нижних коллекторов левой и правой стороны холодильника 7. По трубкам секций масло поднимается в верхние общие коллекторы и по второй половине секций опускается во вторые (задние) половины нижних коллекторов. Отсюда охлажденное масло поступает к фильтру грубой очистки 32 и далее в масляную магистраль дизеля.

Давление масла измеряется в нагнетательном трубопроводе к холодильнику манометром 22, до шелевого фильтра— манометром 34, после фильтра — манометром 35. Трубы горячего и охлажденного масла соединены между собой байпасными клапанами 38, отрегулированными на разность давлений в  $2 \text{ кг/см}^2$ . При чрезмерном охлаждении масло настолько густеет, что протекание его через узкие трубки секции холодильника затруднено. Вследствие этого давление перед холодильником возрастет, а за холодильником уменьшится, и байпасный клапан начнет перепускать основное количество масла, минуя холодильник. Однако не следует допускать чрезмерного понижения температуры масла, а регулировать ее, своевременно прикрывая жалюзи холодильника.

Часть горячего масла, минуя холодильник, по трубе с вентилем 41 проходит в фильтр тонкой очистки 42, откуда сливается непосредственно в масло-сборник. Перед входом в фильтр на трубе установлена калиброванная шайба с отверстием диаметром 10 мм, ограничивающая количество проходящего через фильтр масла. Давление до фильтрующих секций измеряется манометром 39. Слить масло из фильтра можно через спускной вентиль 40.

Для заполнения маслом всех каналов и трубопроводов, а также подвода смазки ко всем трущимся частям дизеля перед пуском в масляной системе установлен прокачивающий насос 26.

Насос 26 шестеренчатый производительностью  $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ , он забирает масло из маслобсборника дизеля и подает его через невозвратный клапан 33 в полость фильтра грубой очистки 32, откуда масло, заполняя трубопроводы, поступает в дизель. При прогреве холодного масла (после длительной стоянки тепловоза) давление в системе могло бы сильно возрасти и насос оказался бы не в состоянии протолкнуть холодное масло через все трубопроводы и зазоры. В этом случае следует открыть вентиль 19, через который масло будет после подогревателя сливаться непосредственно в маслобсборник рамы, минуя холодильник и смазочную систему дизеля. (Во время работы дизеля вентиль 19 должен быть обязательно плотно закрыт.) Из нагнетательного трубопровода тепловоза небольшая часть масла подается через вентиль 17 и редукционный клапан 43 в редуктор 15 с гидромурфтой, откуда сливается в маслобсборник рамы дизеля. Давление на входе в редуктор определяется по манометру 16.

Для подачи масла к центробежному фильтру 23 служит насос высокого давления 24 (см. также позицию 49, рис. 9), засасывающий масло из маслобсборника. После очистки в фильтре 23 масло сливается обратно в маслобсборник. Давление масла перед фильтром показывает манометр 14; оно составляет примерно  $8,5 \text{ кг/см}^2$ . Так как производительность насоса  $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а пропускная способность фильтра примерно  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ , то около  $7 \text{ м}^3/\text{ч}$  масла поступает в общий нагнетательный трубопровод через разгрузочный невозвратный клапан 20.

Давление в конце верхнего масляного коллектора измеряется электроманометром 2. Температуру выходящего из дизеля масла показывает электротермометр 4; давление масла в коллекторе дизеля ведомой секции — электроманометр 3, датчик которого установлен на верхнем масляном коллекторе дизеля каждой секции тепловоза.

Масляную систему заполняют маслом через горловину, вваренную в раму (см. стр. 28), сливают масло через вентиль 27 и трубу 29, а также вентили 10, 11, 12. Масло может быть слито из фильтров 42 и 32 через вентили 36 и 40. Для слива масла служит также труба с вентилем 18. С атмосферой коллекторы холодильников соединены краниками 6 и 8. Уровень масла в маслобсборнике проверяют щупом (рис. 120).

При падении давления в масляной системе ниже допустимого возможен задир трущихся поверхностей деталей и выход их из строя, а также ухудшается охлаждение поршней. Для того чтобы не допустить работу дизеля в условиях ухудшенной смазки, в масляную систему включены два реле давления, соединенных с концом верхнего масляного коллектора. Первое реле, как указывалось ранее, служит для снятия нагрузки генератора при понижении давления масла ниже  $1,2 \text{ кг/см}^2$  (с 9-го по 16-е положение рукоятки контроллера включительно), второе — для остановки дизеля при понижении давления масла

в верхнем коллекторе ниже  $0,5^{+0,1} \text{ кг/см}^2$  (с 1-го по 8-е положение рукоятки контроллера включительно). Снятие нагрузки осуществляется размыканием цепи возбуждения возбуждателя; остановка дизеля — размыканием цепи питания обмотки электромагнита регулятора оборотов дизеля.

**Масляные насосы.** Масляный шестеренчатый насос установлен на передней торцевой стенке дизеля, точнее на торце опорной плиты насосов (см. рис. 12). Ведущий вал насоса соединен зубчатой муфтой 18 (см. рис. 64) с валом 16 привода, от которого он получает вращение. Стопорное кольцо 26 (рис. 121), устанавливаемое в кольцевую проточку зубчатого поводка

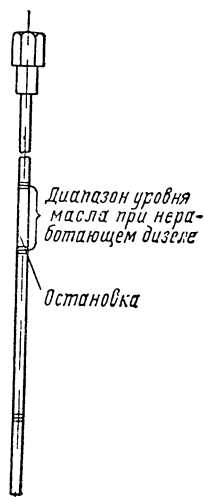


Рис. 120. Масломерный щуп

27, удерживает в определенном положении зубчатую муфту, сжимая пружину, находящуюся внутри муфты. Зубчатый поводок 27 посажен на вал 3 ведущей шевронной шестерни, на котором он закреплен круглой гайкой, одновременно поводок прижимает внутреннее кольцо подшипника 35 к бурту гайки вала.

Корпус масляного насоса имеет два оканчивающихся фланцами патрубка, к одному из которых подводится масло, засасываемое насосом из маслосборника рамы дизеля, а от второго масло под давлением, создаваемым шевронными шестернями насоса, направляется по трубопроводу к холодильнику и далее для смазки дизеля. С торцами корпуса насоса 23 соединены шпильками наружная 6 и внутренняя 36 подшипниковые планки. Между планками и торцами корпуса прокладывают тонкую шелковую нить, а сами поверхности перед сборкой покрывают слоем лака «Герметик». Точность установки планок относительно корпуса фиксируют четырьмя коническими штифтами (по два с каждой стороны).

В подшипниковые планки поставлены четыре роликовых подшипника; наружные кольца подшипников 19 и 35 закреплены в планках пружинными кольцами 18.

Насос имеет две пары шестерен: пару рабочих шевронных шестерен и пару синхронных. Рабочие шестерни состоят каждая из двух половин: ведущая шестерня из половин 2 и 4, ведомая — из половин 20 и 22. Каждая половина ориентирована относительно другой и закреплена на своем валу двумя штифтами, расклепанными с обоих концов и утопленными во впадинах между зубьями шестерен.

Каждые две половины шестерен прижаты к бурту вала гайкой 37. Так как нагнетаемое насосом масло проходит в нагнетательную полость во впадинах, ограниченных зубьями, торцами подшипниковых планок и боковой стенкой корпуса насоса, то зазор  $B$  ( $0,25—0,34 \text{ мм}$ ) между торцами планок 6 и 36 и торцами шевронных шестерен, а также зазор  $\Gamma$  ( $0,2—0,25 \text{ мм}$ ) между цилиндрическими поверхностями стенок корпуса и вершинами зубьев должен быть наименьшим. В противном случае значительная часть масла при нагнетании будет переходить по этим зазорам обратно во всасывающую полость и подаваться при недостаточном давлении. Шевронные шестерни устанавливаются в насос так, чтобы суммарный зазор  $B$  между их зубьями находился в пределах  $0,35—0,60 \text{ мм}$ , а зазор на одну сторону при повернутых до отказа в сторону вращения шестерен был не менее  $0,05 \text{ мм}$ , т. е. так, чтобы шестерни во время работы между собой не соприкасались и одна не вела другую. Такая возможность создана в рассматриваемой конструкции постановкой синхронных шестерен; ведущей 10 и ведомой 14, которые передают вращение валам шевронных шестерен.

Шестерня 10 поставлена на вал на шпонке 8 и укреплена шайбой 11, которая одновременно прижимает внутреннее кольцо роликоподшипника 5 к бурту вала. Шестерня 14 посажена не на вал, а на втулку 15, которая соединена с валом шпонкой и вместе с шестерней и внутренним кольцом роликоподшипника 19 прижата к круглой гайке шевронной шестерни шайбой. Шайба 11

верхнего вала и две шайбы нижнего вала притягиваются к торцам валов болтами 12, которые от отвертывания предохранены пластинчатыми замками 13. Взаимное положение синхронных и шевронных шестерен фиксируют штифтами 17 так, чтобы между зубьями шевронных шестерен зазор *В* на одну сторону сохранился не меньшим 0,05 мм, а суммарный боковой зазор *А* между зубьями синхронных шестерен находился в пределах 0,03—0,15 мм. От выпадения во время работы штифты 17 предохранены шайбой 16. Синхронные шестерни закрыты крышкой 9, которая установлена на уплотнительной прокладке 7. Масло, поступающее в полость крышки, смазывает шестерни и удаляется

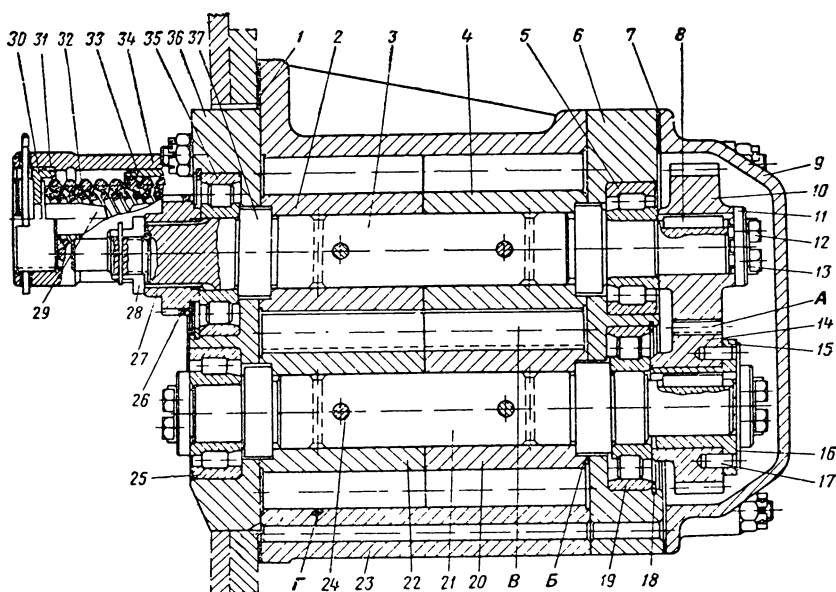


Рис. 121. Масляный насос:

1, 7—прокладки; 2—ведущая шевронная шестерня (левая половина); 3, 21—валы; 4—ведущая шевронная шестерня (правая половина); 5, 19, 25, 35—роликовые подшипники; 6—наружная подшипниковая планка; 8—шпонка; 9—крышка насоса; 10—шестерня синхронная ведущая; 11, 16—шайбы; 12—болт; 13—замок пластинчатый; 14—шестерня синхронная ведомая; 15—штулка шестерни; 17, 24—штифты; 18—кольцо пружинное; 20—ведомая шевронная шестерня (правая половина); 22—ведомая шевронная шестерня (левая половина); 23—корпус насоса; 26—стопорное кольцо; 27—зубчатый поводок; 28, 37—гайки; 29—штулка; 30—нажимная гайка; 31, 32—пружина; 33—поршень редукционного клапана; 34—корпус редукционного клапана; 36—внутренняя подшипниковая планка; А—Г—зазоры

Номер детали (см. рис 121)	Материал	Твердость	Обозначение зазора	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
2, 4, 10, 14, 20, 22, 27	Сталь 40Х	Зубья цементируют до HRC 54—62 на глубину 0,8—1,2 мм HRC 32—37	А	0,03—0,15	0,25
	Сталь 38ХС		Б	0,25—0,34	Свыше 0,36
32	Сталь 50ХФА		В	0,35—0,60 зазор на одну сторону не менее 0,05 мм	
			Г	0,2—0,25	0,35

из нее по каналам, которые просверлены во всех деталях и прокладках корпуса насоса в их нижней части. Насос поставлен в опорную плиту, которая является частью переднего торца дизеля, поэтому масло из канала сливается в масло-сборник рамы. Между фланцем насоса и опорной плитой ставят уплотнительную прокладку; точность установки насоса в опорной плите насоса фиксируют двумя контрольными штифтами.

Непосредственно на корпусе насоса установлен редукционный клапан, корпус 34 которого расположен внутри отсека управления. Поршень 33 клапана прижат двумя пружинами 31 и 32 к седлу. Нажатие пружин регулируется

нажимной гайкой 30 так, чтобы при повышении давления в нагнетательном патрубке насоса выше допустимого поршень 33, смещаясь влево, открывал бы в корпусе клапана проход для излишков масла, сливающегося в маслосборник дизеля. Производительность масляного насоса при сдаточных испытаниях должна составлять не менее  $96 \text{ м}^3/\text{ч}$  при давлении нагнетания  $5 \text{ кг/см}^2$ , температуре масла  $70\text{--}80^\circ\text{C}$ , разрежении на всасывании  $250 \text{ мм рт. ст.}$  и числе оборотов 1510 в минуту. Редукционный клапан регулируется на давление  $5,5\text{--}5,7 \text{ кг/см}^2$ . В связи с определенной сложностью конструкции описанного насоса изготовлен и проходит испытания насос с рабочими косозубыми шестернями, работающими без синхронных шестерен непосредственно от ведущего вала.

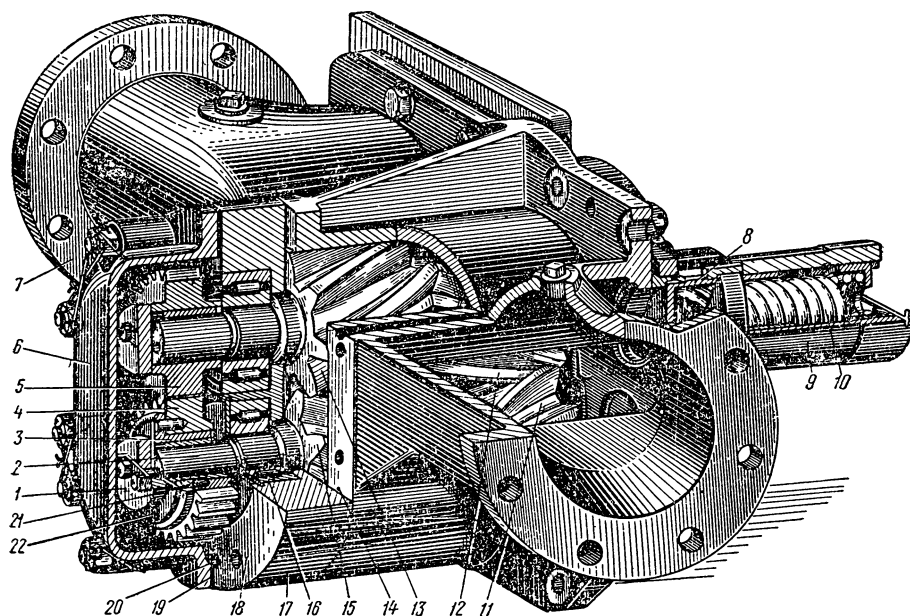


Рис. 122. Общий вид масляного насоса:

1—шайба; 2—вал шевронной шестерни; 3—втулка шестерни; 4—ведомая синхронная шестерня; 5—ведущая синхронная шестерня; 6—крышка насоса; 7—корпус масляного насоса; 8—поршень редукционного клапана; 9—корпус клапана; 10—пружина клапана; 11—ведомая шестерня шевронная (левая половина); 12—ведущая шевронная шестерня (левая половина); 13—ведущая шевронная шестерня (правая половина); 14—шелковая нить; 15—ведомая шевронная шестерня (правая половина); 16—подшипник роликовый; 17—планка подшипника наружная; 18—подшипник; 19—прокладка; 20—отверстие для слива масла в отсек управления дизеля; 21—штифт; 22—стопорная шайба

Также построен и испытан масляный насос повышенной производительности без синхронных шестерен, дающий  $120 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Такое повышение производительности обосновано необходимостью повысить давление масла и обеспечить полное охлаждение головок поршней.

Общий вид масляного насоса, дающий представление о взаимной связи синхронных и шевронных шестерен, форме насоса и размещении редукционного клапана, показан на рис. 122.

Разборка и сборка масляного насоса. После отсоединения от корпуса насоса всасывающей и нагнетательной труб выпрессовывают установочные штифты, фиксирующие положение корпуса относительно опорной плиты, и отвертывают гайки шпилек, на которых установлен насос. Снимают корпус 34 (см. рис. 121) редукционного клапана и крышку 9 вместе с прокладками 7. Производят необходимые измерения зазора между зубьями синхронных шестерен и отвертывают болты 12 шайб 11. Затем приспособлением, подобным приспособлению, применяемому для спрессовки шестерен воздухоудвки, спрессовывают синхронные шестерни, ввернув болты приспособления в резьбовые отверстия шестерни, и удаляют шпонки. Измеряют боковой зазор между зубь-



ями шевронных шестерен. Удаляют зубчатый поводок 27. Отвертывают гайки шпилек крепления наружной подшипниковой планки 6, удаляют два контрольных штифта, фиксирующих взаимное положение планки 6 и корпуса 23, и, пользуясь медной выколоткой, вынимают шевронные шестерни вместе с их валами из корпуса 23. Затем выпрессовывают подшипники из подшипниковых планок 6 и 36.

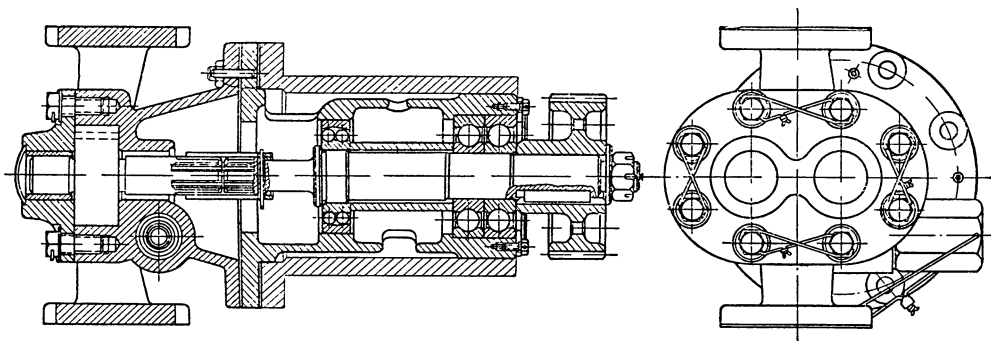


Рис. 123. Масляный насос высокого давления (для центробежного фильтра)

После ремонта или замены отдельных деталей (если это окажется необходимым) насос собирают в порядке, обратном разборке. После сборки насоса шестерни должны свободно проворачиваться от руки.

Масляный насос высокого давления 24 (см. рис. 119) для центробежного фильтра представляет собой шестеренчатый насос, корпус которого соединен со станиной привода (рис. 123) и одновременно с опорной плитой насосов дизеля. Вал привода, получая вращение через шестерню от нижнего коленчатого вала, передает его ведущему валу насоса через соединительную шлицевую втулку, осевое перемещение которой предупреждено шплинтом, проходящим через вал привода. Насос имеет редукционный клапан, отрегулированный на  $8,5 \text{ кг/см}^2$ .

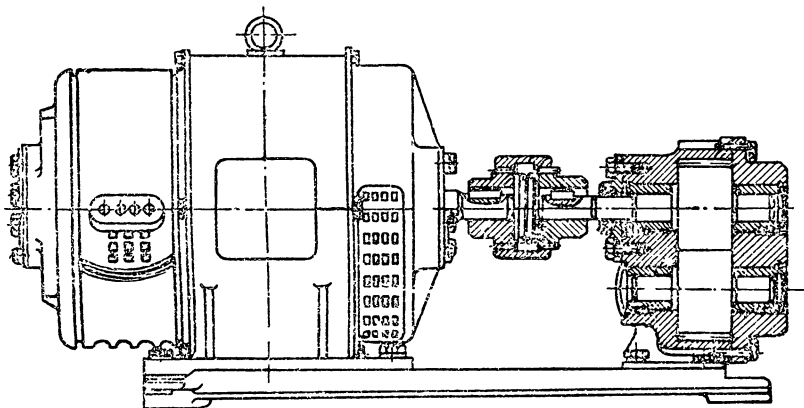


Рис. 124. Маслопрокачивающий агрегат

Прокачивающий масляный насос 26 (см. рис. 119) представляет собой шестеренчатый насос, приводимый во вращение электродвигателем. Он смонтирован как отдельный агрегат на плите (рис. 124) и установлен с правой стороны (по ходу тепловоза) на раме тепловоза. Рассматривается возможность замены соединительной зубчатой муфты эластичной пластинчатой.

**Фильтры.** Масляный фильтр 32 (см. рис. 119) грубой очистки (щелевой) установлен на трубопроводе перед входом масла в дизель. Он имеет корпус, разделенный горизонтальной перегородкой на две части. В пере-

родке, а также в верхнем листе корпуса над перегородкой прорезаны десять отверстий, в которые поставлены десять секций фильтров. Корпус каждой секции (рис. 125) заканчивается фланцем, прикрепляемым к верхнему листу корпуса фильтра четырьмя шпильками. Уплотнительная цилиндрическая часть корпуса входит в отверстие горизонтальной перегородки и отделяет верхнюю часть фильтра от нижней, т. е. полость неочищенного масла (нижнюю) от верхней полости, куда масло проходит после очистки его в фильтрах.

Принцип работы щелевого фильтра заключается в том, что масло пропускается через узкие щели, при этом посторонние частицы, имеющие размеры, большие этих щелей, остаются на поверхности фильтрующего элемента секции. Щели образованы рабочими пластинами 14 толщиной 0,3 мм, между которыми поставлены промежуточные пластины 12; толщина последних 0,15 мм определяет величину щели фильтра. Несколько сотен таких пластин надето на центральный валик 5 секции. В щели между рабочими пластинами 14 входят концы пластин (щеток) 15 толщиной 0,1 мм, надетых на стержень 16 квадратного сечения, неподвижно закрепленный между корпусом 7 и нижним фланцем 13 секции. Эти пластины образуют подобие гребенки. Валик 5 можно вращать рукояткой 1, выходящей наружу корпуса секции фильтра. Вместе с валиком будут поворачиваться рабочие пластины 14 и промежуточные 12, в то время как пластины 15 гребенки, оставаясь неподвижными, будут счищать грязь, застрявшую на гранях и между пластинами фильтра. В корпусе секции фильтра валик 5 уплотнен набивкой сальника 4.

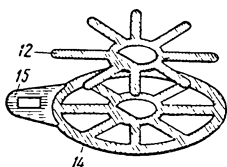
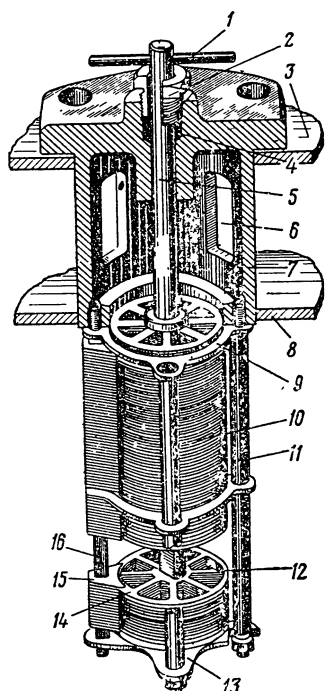


Рис. 125. Секция щелевого фильтра грубой очистки масла:

1—рукоятка; 2—нажимная пробка сальника; 3—верхний лист корпуса фильтра; 4—набивка сальника; 5—валик; 6—окно в корпусе секции; 7—корпус секции; 8—перегородка корпуса фильтра; 9—кольцо; 10—сердечник (набор пластин); 11—стойка; 12—промежуточная пластина; 13—нижний фланец; 14—рабочая пластина; 15—пластина щетки; 16—стержень щеток (квадратного сечения)

Масло, поступающее под давлением из холодильника в нижнюю полость фильтра (под перегородкой 8), проходит в щели между рабочими пластинами по каналам, образованным вырезами в рабочих 14 и промежуточных 12 пластинах, внутрь корпуса 7 и через окна 6 поступает в верхнюю полость фильтра между перегородкой 8 и верхним листом 3, откуда через трубопровод подается к деталям дизеля.

Фильтр тонкой очистки служит для постоянной параллельной очистки масла специальными пакетами, в которых фильтрующим

материалом является фильтровальная бумага. Корпус 4 (рис. 126) фильтра представляет собой сварной цилиндр, имеющий двойное дно. Масло по отверстию 1 поступает в верхнюю полость корпуса, через фильтрующие секции 3 по семи пустотелым стержням 9 проходит в нижнюю полость 7, откуда по трубе, вваренной в верхнее днище корпуса, через отверстие 2 по трубопроводу сливается в маслосборник рамы дизеля. На каждый стержень 9 надеты четыре секции 3, внутренние трубки которых уплотнены в торцах резиновыми и картонными кольцами и сжаты гайками, накрученными на верхние концы стержней 9. Сами стержни 9 ввернуты в приваренные к днищу корпуса штуцеры 10.

Фильтрующая секция состоит из картонной полосы 13 с пробитыми в ней отверстиями. На кромки полосы надевают две ленты фильтровальной бумаги 12, края которых отогнуты и смазаны клеем. Полоса 13 накручивается спирально

на трубку 8 секции, при этом концы фильтровальной бумаги, намазанные клеем, соединяются между собой. Снаружи образовавшийся пакет оклеен дополнительно картоном по цилиндрической поверхности. Таким образом масло проходит только через торцовые плоскости каждой секции, т. е. через фильтровальную бумагу и отверстия в картонной полосе 13, и по трубке 8 поступает в отверстия стержня 9 фильтра, а по радиальным отверстиям в штуцере 10 в полость очищенного масла. Отверстия в трубке 8 выполнены калиброванными для создания подпора масла, чем предотвращается смятие бумажных секций чрезмерным избыточным давлением.

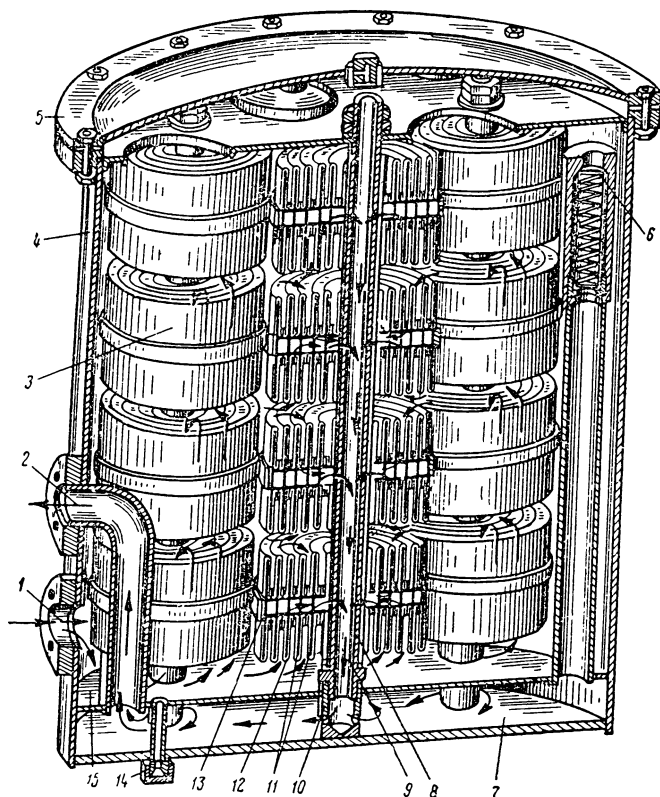


Рис. 126. Фильтр тонкой очистки масла:

1 — вход неочищенного масла в фильтр (фланцевое соединение); 2 — выход фильтрованного масла; 3 — фильтрующая секция фильтра; 4 — корпус фильтра; 5 — крышка; 6 — перепускной клапан; 7 — полость фильтрованного масла; 8 — трубка секции; 9 — пустотелый стержень фильтра; 10 — штуцер; 11 — отверстия в картонной полосе секции; 12 — фильтровальная бумага (лента); 13 — картонная полоса секции; 14 — сливной штуцер; 15 — полость неочищенного масла

Для предупреждения возрастания разности давления в полостях неочищенного и очищенного масла установлен перепускной клапан 6. Недостатком бумажных секций является то, что качество склейки фильтровальной бумаги невозможно проконтролировать, а это необходимо, так как при сворачивании картонной полосы приклеенная фильтровальная бумага сминается, и возможно отклеивание ее в отдельных местах.

**Центробежный масляный фильтр.** С конца 1957 г. на тепловозах ТЭЗ устанавливают центробежные масляные фильтры (рис. 127), действие которых основано на том, что во вращающейся с большим числом оборотов жидкости вследствие возникающей при этом центробежной силы содержащиеся в масле тяжелые посторонние частицы отбрасываются к наружным стенкам вращающегося ротора фильтра и откладываются на них. Для того чтобы ротор фильтра вращался с большим числом оборотов, использовано реактивное действие струй

масла, вытекающих с большой скоростью из двух диаметрально установленных в роторе сопловых наконечников. Получающаяся при этом реактивная сила заставляет ротор вращаться с числом оборотов до 6 000 в минуту. Для придания струям масла необходимой скорости оно подводится насосом высокого давления к фильтру с давлением  $8 \text{ кг/см}^2$ .

Фильтр имеет корпус 12, в который ввернута ось 10, имеющая в нижней части канал с радиально прорезанными окнами, в верхней части она фиксирована цапфой, входящей в крышку 7. На ось двумя бронзовыми втулками-подшипниками 4 и 16 надет свободно вращающийся ротор 11 с двумя трубами 9, ввернутыми в каналы днища ротора и закрепленными гайками 13. В верхней части ротора эти трубы проходят через отверстия коробки 6, плотно поставленной на буртик крышки 5 ротора и притянутой к ней болтами. В нижнюю часть

ротора ввернуты два сопловых наконечника 15. Масло под давлением подводится по штуцеру 17 к каналу оси 10 ротора 11 и через окна в оси 10 и флан-

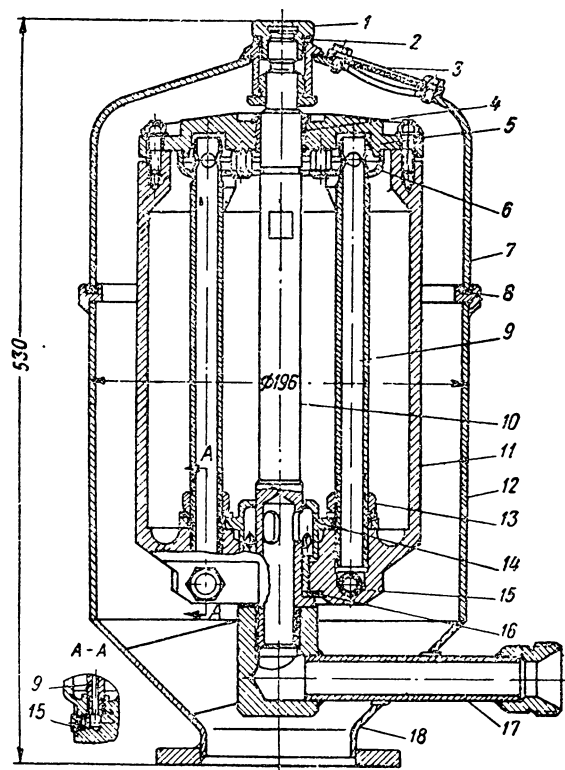


Рис. 127. Центробежный фильтр:

1—пробка; 2—прокладка; 3—крышка смотрового лючка из органического стекла; 4—втулка-подшипник; 5—крышка ротора; 6—коробка; 7—крышка фильтра; 8—прокладка; 9—труба; 10—ось ротора; 11—ротор; 12—корпус фильтра; 13—гайка; 14—фланец; 15—сопловой наконечник; 16—втулка-подшипник; 17—штуцер подвода масла; 18—горловина

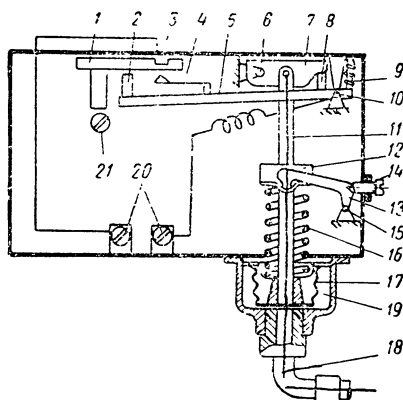


Рис. 128. Реле масляного давления:

1—постоянный магнит реле; 2—ограничительный упор рычага; 3—неподвижный контакт; 4—подвижный контакт; 5—рычаг; 6—ось вращения сухаря; 7—сухарь; 8—упор рычага; 9—пружина (сжатая); 10—ось вращения рычага; 11—стержень; 12—упорная шайба пружины; 13—вилка-рычаг; 14—регулируемый винт; 15—ось рычага; 16—пружина; 17—гофрированная упругая трубка; 18—трубка, подводящая масло от масляной магистрали; 19—масляная камера; 20—клеммы для присоединения проводов от катушки электромагнита регулятора оборотов; 21—регулируемый винт с эксцентриком

це 14 проходит во внутреннюю полость ротора. Через отверстия в верхних концах труб 9 и через сами трубы масло поступает к сопловым наконечникам 15, из которых оно двумя противоположно направленными сильными струями выбрасывается в полость фильтра. Реактивное действие струй, выходящих из тангенциально расположенных отверстий сопловых наконечников 15, заставляет ротор вращаться. Вместе с ротором вращается с такой же скоростью и заполняющее его масло. Очищенное масло, выходящее из сопловых наконечников, сливается через горловину 18 фильтра и далее через сливную трубу в масло-сборник дизеля.

Для очистки фильтра надо снять крышку 7, предварительно отвернув пробку 1, и вынуть ротор 11. Затем снять крышку 5 ротора, удалить осадок

и промыть ротор и корпус фильтра. При сборке ротора и фильтра необходимо следить, чтобы крышка 5 была поставлена на старое место, а гайки на свои шпильки (гайки и шпильки маркированы). Это обязательное требование вызывается тем, что при столь большом числе оборотов, какое развивает ротор, даже небольшой его дисбаланс (неуравновешенность) может вызвать сильную вибрацию и образование вследствие этого трещин в корпусе фильтра и его креплениях. Ротор необходимо балансировать при замене любой его детали, причем дисбаланс не должен превышать 5 Гсм.

Реле, схема которого дана на рис. 128, состоит из системы рычагов и контактов, разрывающих (для реле остановки дизеля РДМ-1) цепь питания катушки электромагнита, и из воспринимающей части, реагирующей на изменение давления масла в масляной магистрали и воздействующей на рычажную систему реле.

Воспринимающая часть реле состоит из корпуса, образующего масляную камеру 19, к которой подведена трубка 18 масляной магистрали. Внутри масляной камеры помещена гофрированная трубка (сильфон) 17, верхний конец которой припаян ко дну корпуса, а нижний — к опорной шайбе вертикального стержня 11. На опорную шайбу давит пружина 16, опирающаяся верхним витком на фасонную упорную шайбу 12, которая в свою очередь опирается на вилку-рычаг 13. Винтом 14 рычаг 13 можно поворачивать на некоторый угол вокруг оси 15, увеличивая или уменьшая тем самым натяжение пружины.

Верхний конец стержня 11 шарнирно соединен с сухарем 7, который может поворачиваться на некоторый угол вокруг неподвижной оси 6. Свободный конец сухаря упирается в упор 8 рычага 5, отжимая последний при своем движении вниз.

На левом конце рычага 5 поставлен подвижной контакт 4, который нормально должен быть замкнут на неподвижный контакт 3. Рычаг 5 изготовлен из немагнитного материала; постоянный магнит 1 воздействует на подвижной контакт 4, удерживая его в замкнутом положении. Упор 2 ограничивает нажатие контакта 4.

Работа реле сброса нагрузки протекает следующим образом. При давлении в масляной магистрали, большем  $1,3 \text{ кг/см}^2$ , усилие, действующее на шайбу стержня 11, преодолевает сопротивление пружины 16 и гофрированной трубки 17 и поднимает стержень 11, поворачивая сухарь 7 против часовой стрелки. Свободный конец сухаря поднимается, освобождая упор 8 рычага 5, и позволяет пружине 9 повернуть рычаг 5 вокруг оси 10 по часовой стрелке. При повороте рычага контактный палец соединяется с неподвижным контактом 3 и замыкает цепь питания катушки электромагнита регулятора, провода которой присоединены к клеммам 20.

При давлении ниже  $1,2 \text{ кг/см}^2$  усилие пружины 16 окажется больше усилия, действующего на шайбу стержня 11, и последний начнет опускаться, заставляя поворачиваться сухарь 7 и рычаг 5 (последний будет теперь поворачиваться против часовой стрелки).

В начальный момент контакт 4, удерживаемый постоянным магнитом 1, несмотря на некоторый поворот рычага 5, не отрывается от контакта 3 и лишь при дальнейшем опускании рычага разрывает цепь питания электромагнита выключения регулятора.

Установка реле на выключение и включение контактов при заданном давлении масла производится при помощи винтов 14 и 21. Поворачивая вправо винт 14, увеличивают этим силу, с которой пружина нажимает на шайбу стержня. Вследствие этого включение реле произойдет при большем давлении масла в трубопроводе. Разрыв контактов будет происходить также при большем давлении. Поворот винта 21 по часовой стрелке приближает магнит 1 к контакту 4 и, следовательно, увеличивает усилие, удерживающее контакт во включенном положении. Вследствие этого разрыв цепи будет происходить при меньшем давлении масла.

Поворот винта 21 против часовой стрелки заставляет контакты разрываться при большем давлении масла в масляном трубопроводе дизеля.

## СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЯ, ВОДЯНОЙ НАСОС

**Система охлаждения дизеля.** Из-за высокой температуры газов, возникающей в цилиндре в процессе работы дизеля, детали его, образующие камеру сгорания, сильно нагреваются. Если бы тепло, передаваемое при этом деталям, не отводилось, то был бы неизбежен перегрев дизеля и резкое ухудшение смазки трущихся частей. Кроме того, неравномерный нагрев деталей вызывает в них тепловые (термические) напряжения и деформации, уменьшает прочность и упругость металла, изменяет рабочие зазоры, вызывает повышенный износ. Поэтому в дизеле 2Д100, кроме охлаждения маслом поршней и подшипников, охлаждаются водой цилиндры и связанные с ними выпускные коробки, а также выпускные коллекторы и выхлопные патрубки. Последние охлаждают для того, чтобы их внешние поверхности не имели слишком высокой температуры, опасной для обслуживающего персонала.

Система охлаждения дизеля 2Д100 циркуляционная, принудительная, открытого типа. Она характерна тем, что постоянно заполнена водой, причем образование воздушных или паровых мешков в трубопроводах исключено благодаря наличию расширительного бака, из которого пополняются утечки. Положительным качеством системы является продолжающееся термосифонное охлаждение дизеля после его остановки, возможное благодаря замкнутому кругу обращения воды в трубопроводах, а также и то, что насос, всегда заполненный водой, начинает нагнетать ее, приводя в действие систему охлаждения с первых же оборотов коленчатого вала дизеля.

В связи с тем, что на всех выпускаемых в настоящее время тепловозах ТЭЗ, а также на тепловозах, поступающих в заводской ремонт, котлы и подогреватели масла не устанавливаются, в книге рассмотрена только схема без дополнительного подогрева.

Насос 37 (рис. 129) подает воду по нагнетательной трубе 35 в охлаждающие полости выпускных патрубков 34, а затем и выпускных коллекторов, откуда она идет в выпускные коробки и гильзы цилиндров. После охлаждения гильз горячая вода проходит в коллектор 19 и далее по трубам 17, соединенным резиновыми рукавами 18, к верхним коллекторам 47 холодильника. Охлажденная в секциях 52 холодильника вода через нижние коллекторы 48 поступает к водяному насосу по трубе 49.

В расширительный бак 8 по тонким трубам 9 и 6 поступает горячая вода, а по трубе 14 большого диаметра из бака пополняется вся система охлаждения. Уровень воды в расширительном баке показывает водомерное стекло 12.

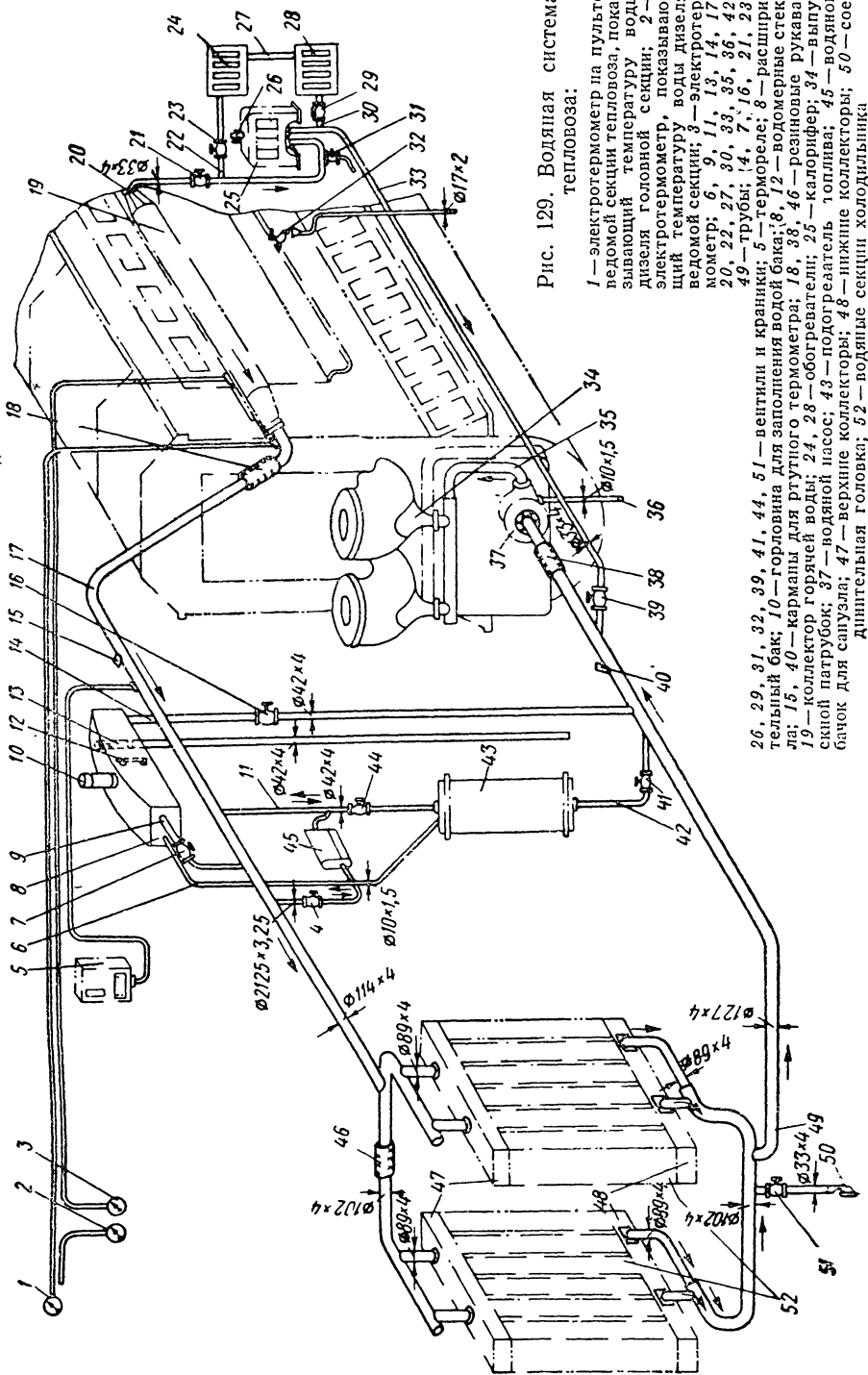
В водяную систему включен подогреватель топлива 43, по внутренним трубкам которого проходит вода, нагревшаяся после охлаждения дизеля. Она поступает в подогреватель из трубы 17 по трубе 11 и, пройдя подогреватель и нагрев топливо, сливается по трубе 42 в трубу 49, идущую к водяному насосу. Для отключения подогревателя служат вентили 41 и 44.

Горячая вода дизеля используется и для обогрева кабины машиниста. Для этого из коллектора 19 по трубе 20 через вентиль 21 вода проходит в калорифер 25, расположенный в передней части кабины, и через трубу 33 и вентиль 39 сливается в трубу 49.

Кроме калорифера 25, находящегося перед помощником машиниста, в будке новых тепловозов устанавливают и дополнительные подогреватели 24 и 28, размещенные внизу (на уровне пола) со стороны машиниста. Подогреватели не имеют вентилятора, продувающего воздух через радиатор, как это происходит в калорифере 25, а отдают тепло свободно циркулирующему воздуху кабины, обогревая в первую очередь ноги машиниста. Включаются и отключаются подогреватели 24 и 28 вентилями 23 и 29 при открытых вентилях 21 и 39. Бачок 45 санузла заполняют через вентиль 4.

Температуру воды дизеля ведущей секции показывает на пульте машиниста электротермометр 3, на этот же пульт выведен электротермометр 2, датчик которого установлен на дизеле ведомой секции (на пульте машиниста ведомой секции имеются соответственно электротермометр дизеля ведомой секции и





электротермометр дизеля ведущей секции). С трубой 17 горячей воды соединено температурное реле, останавливающее дизель при повышении температуры воды выше 90° С.

Система может быть заполнена водой через горловину 10 или же под напором через соединительную головку 50 и вентиль 51. При этом следует открыть краны 26 на калорифере 25 для удаления воздуха. Избыточная вода сливается через атмосферную трубу 13. Заполнение производят до появления воды не менее чем на середине водомерного стекла 12.

В зимнее время систему заполняют водой, подогретой до 40—60° С, при полностью открытых вентилях (кроме спускных). При этом спускной кран 32 держат открытым до тех пор, пока из него не появится теплая вода. После этого его закрывают, добавляя затем в систему воду, подогретую до 70° С.

Добавлять воду во время работы дизеля надо небольшими порциями и по возможности подогретую. Если подогретой воды нет, необходимо снизить тем-

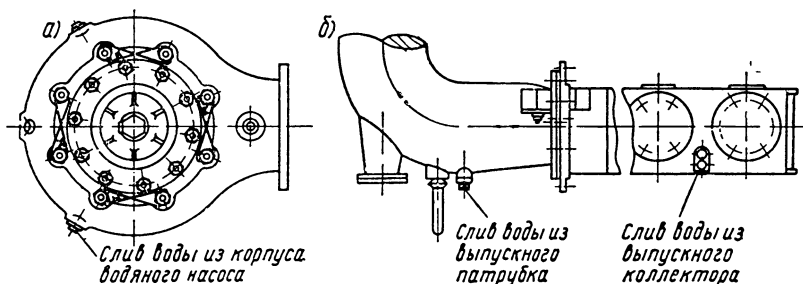


Рис. 130. Схема расположения пробок для спуска воды:  
а — на корпусе насоса; б — на выпускном патрубке и выпускном коллекторе

пературу охлаждающей воды в системе и, добавляя воду небольшими порциями, тщательно следить за тем, чтобы не произошло резкого понижения температуры.

Воду из системы сливают следующим образом: снимают пробку горловины 10 (для сообщения системы с атмосферой) и пробку головки 50, открывают спускной вентиль 51 и все запорные вентили на трубопроводе водяной системы. После того как сольется основное количество воды, открывают сливные 31, 32 и воздушные 26 краны на калорифере 25 и выпускных коллекторах, а затем отвертывают пробки для выпуска остатков воды из корпуса водяного насоса, выпускных патрубков и выпускных коллекторов (рис. 130).

Если необходимо проверить, нет ли течи в местах уплотнения трубопроводов, адаптеров, а также гильз, выпускных коллекторов, выпускных коробок и патрубков, следует закрыть вентили 7 и 16 (см. рис. 129), сообщающие систему с атмосферой, и опрессовать дизель и холодильник (при опрессовке должны быть закрыты также вентили 41, 44 и 28, 39, отключающие систему подогрева от общего водяного трубопровода).

**Водяной насос дизеля 2Д100 центробежный.** В нем при вращении рабочего колеса 15 (рис. 131, 132) вода захватывается лопатками, возникающей при вращении центробежной силой она отбрасывается к наружным стенкам корпуса («улитки») насоса и по нагнетательному патрубку подается в водяной трубопровод дизеля. Поступает вода к колесу 15 по горловине в центральной части всасывающей головки 17, соединенной с трубой 56 (см. рис. 129).

Водяной насос установлен в опорной плите насосов дизеля несколько ниже и правее масляного насоса, если смотреть на торец отсека управления. Насос имеет уплотнительную прокладку и крепится шпильками, ввернутыми в опорную плиту. Вал 6 насоса получает вращение через шестерню 1 от шестерни эластичной муфты привода (см. рис. 11 и 12). Шестерню 1 (см. рис. 131 и 132) ставят на шпонке и укрепляют шайбой и гайкой, которая одновременно прижимает к бурту вала 6 внутренние кольца шарикоподшипников 4 и 7 через распорную втулку 5 и отражательную втулку 8.

Внутренние кольца шарикоподшипников поставлены на вал 6 с натягом *Е* (0,01—0,04 мм); наружные кольца установлены в станину 3 с допуском *Д* (натяг 0,012, зазор 0,038 мм). К торцу станины четырьмя прошпильтованными болтами прикреплена стопорная планка 2. Шестерня 1, а также шарикоподшипники 4 и 7 смазываются масляными брызгами, обильно насыщающими отсек управления дизеля. К шарикоподшипникам масло попадает через окна в станине.

Для предохранения от проникновения излишков масла в открытую полость насоса, выходящую за пределы внутреннего пространства отсека управ-

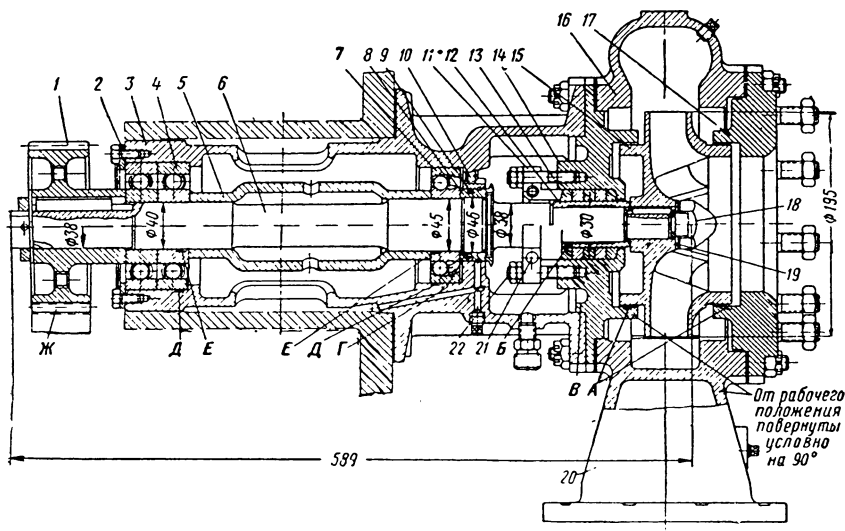


Рис. 131. Водяной насос:

1—шестерня; 2—стопорная планка; 3—станина; 4, 7—шарикоподшипники; 5—распорная втулка; 6—вал; 8—отражательная втулка; 9, 13—уплотнительные кольца; 10—пробка; 11—нажимная сальниковая втулка; 12—втулка; 14—задняя головка; 15—рабочее колесо; 16—корпус насоса; 17—всасывающая головка; 18—гайка; 19—стопорная шайба; 20—нагнетательный патрубок; 21—стяжной болт; 22—шпилька сальниковой втулки; А—Ж—зазоры и натяги в сочленениях деталей

Номер детали (см. рис. №131)	Материал	Обозначение зазора или натяга	Натяг в мм	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
1	Сталь 40Х . . . . .	А	—	0,68—1,085	Менее 0,1, более 1,5
3, 14	Чугун СЧ18-36 . .				
16, 17	Сталь 2Х13 . . . . .	Б	0,00—0,023	—	—
6	(ЭЖ2) . . . . .	В	—	0,01—0,08	—
8	Сталь 2Х13 . . . . .	Г	—	Боковой 0,03—0,118, в замке 0,8—1,2	0,25
	(ЭЖ2) . . . . .			0,038	1,25
12	Сталь 20 . . . . .	Д	0,012	—	—
15	Бронза ОЦСН . . . .	Е	0,01—0,04	—	—
	3-7-5-1 . . . . .	Ж	—	0,2—0,4	1,0

ления и опорной плиты, служит напрессованная на вал отражательная втулка 8, изготовленная из легированной стали. Во втулке поставлено с боковым зазором *Г* (0,03—0,118 мм) уплотнительное кольцо 9, выполненное из специального чугуна. Просочившееся через уплотнительное кольцо масло попадает в кольцевую канавку, проточенную на отражательной втулке, и через канал 24 (см. рис. 132, б) сливается в отсек управления и маслосборник. Для предупреждения попадания воды в масляную полость насоса, а следовательно, и в отсек управления служит кольцевой бурт отражательной втулки 8 (см. рис. 131), попадая на который, капли воды центробежной силой отбрасываются на внутренние стенки станины и сливаются через отверстие в нижней ее части и штуцер 23 (см. рис. 132) наружу. Через этот же штуцер сливается вода, просочившаяся через сальниковое уплотнение насоса.

На противоположный от шестерни конец вала посажено на шпонке рабочее колесо 15 (см. рис. 131), которое вместе с напрессованной на вал втулкой 12 (натяг  $B=0,00-0,023$  мм) прижимается к бурту вала фасонной гайкой 18, фиксируемой стопорной шайбой 19. Левая резьба гайки имеет направление, обратное направлению вращения вала насоса, что предупреждает ее самоотвертывание. К наружной полированной поверхности втулки, зацементированной на глубину 1,3—1,6 мм и закаленной до твердости HRC 52—63, прижимаются охватывающие ее сальниковые кольца (разрезные) из плетеного шнура квадратного сечения, которые уплотняются нажимной сальниковой втулкой 11,

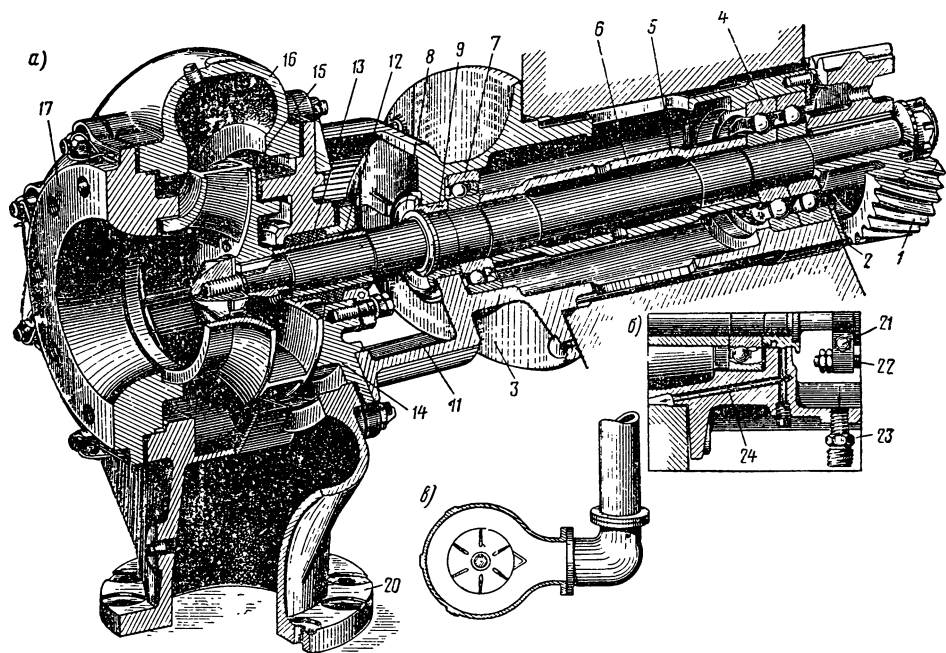


Рис. 132. Общий вид водяного насоса (обозначения см. на рис. 131):

а — разрез насоса; б — сечение по опорному подшипнику; в — размещение насоса на дизеле; 23 — штуцер для слива просочившейся через сальник воды; 24 — канал для слива масла, просачивающегося через уплотнительное кольцо 9

состоящей из двух половин, соединенных двумя болтами 21. Такое соединение позволяет, сдвинув втулку 11 вдоль вала и удалив стяжные болты 21, снять ее обе половины, когда это будет нужно, например, для смены уплотнительных колец.

Торцовая часть нажимной втулки имеет конусную поверхность, что при подтяжке сальника, которая осуществляется гайками шпилек, ввернутых в заднюю головку 14, помогает прижать уплотнительные кольца к втулке 12. Кольцевой бурт задней головки должен входить в соответствующую расточку станины с диаметральным зазором  $B$  (0,01—0,08 мм).

Смазка сальникового уплотнения осуществляется водой, просачивающейся из корпуса 16 насоса. Сальник должен быть поджат так, чтобы через его набивку проходило не более 30—60 капель воды в минуту при полном числе оборотов дизеля. Отсутствие пропуска воды через сальник допускается только на малых числах оборотов, так как чрезмерная затяжка сальника может вызвать нагрев и распрессовку втулки 12.

Станина 3 и задняя головка 14 соединены с корпусом 16 насоса восемью шпильками, между корпусом и задней головкой ставят прокладку. Также на прокладке соединена с корпусом 16 всасывающая головка 17, через отверстие которой к рабочему колесу 15 проходит вода из системы охлаждения. Вода захватывается лопатками колеса и центробежной силой нагнетается в улитко-

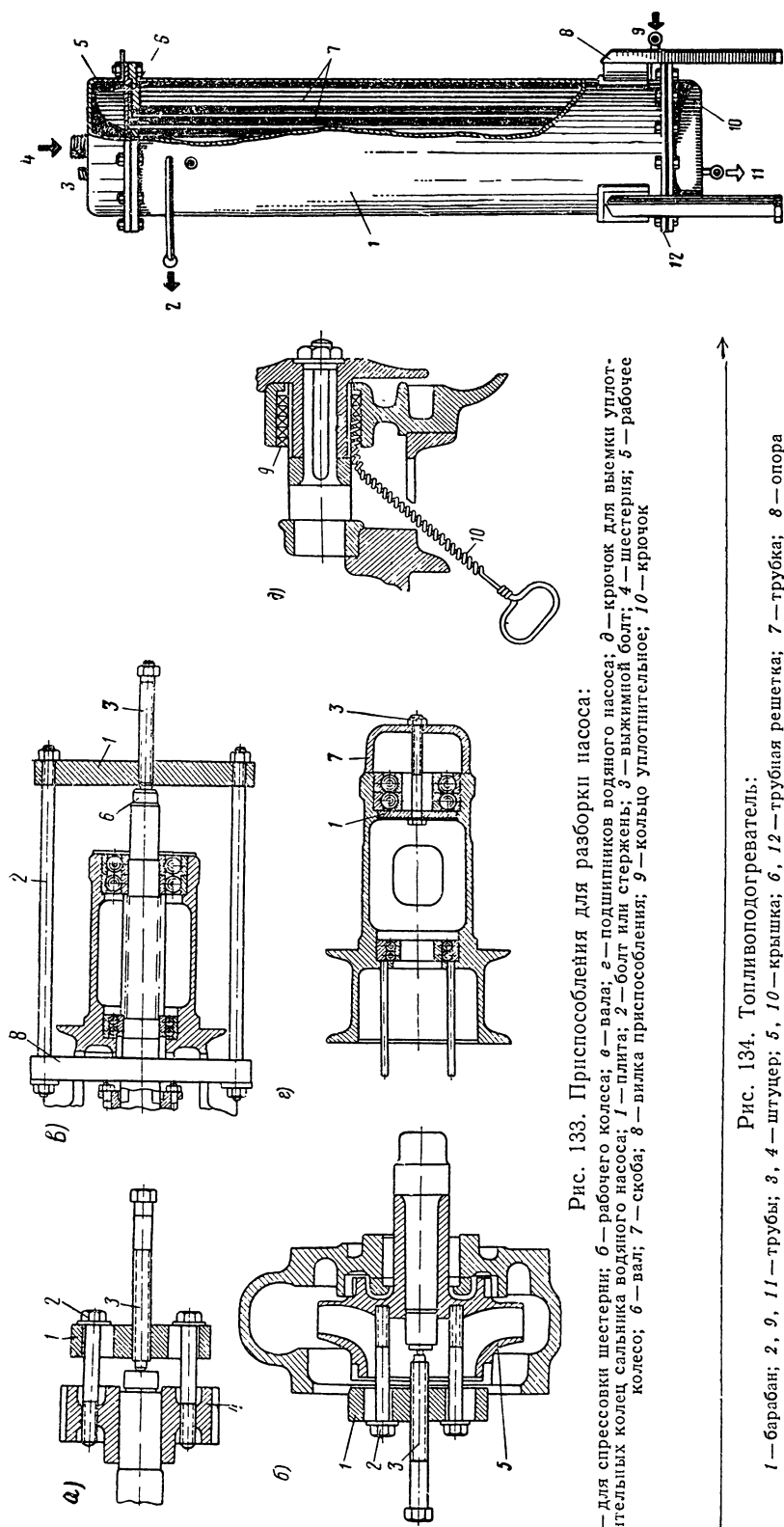


Рис. 133. Приспособления для разборки насоса:

а — для спрессовки шестерни; б — рабочего колеса; в — вала; г — подшипников водяного насоса; д — крючок для выемки уплотнительных колец сальника водяного насоса; 1 — плита; 2 — болт или стержень; 3 — выжимной болт; 4 — шестерня; 5 — рабочее колесо; 6 — вал; 7 — скоба; 8 — вилка приспособления; 9 — кольцо уплотнительное; 10 — крючок

Рис. 134. Топливонагреватель:

1 — барабан; 2, 9, 11 — трубы; 3, 4 — штуцер; 5, 12 — трубная решетка; 6, 7 — крышка; 8 — опора

образную полость корпуса насоса, откуда она по патрубку 20 подается на охлаждение дизеля.

Станина 3, задняя 14 и всасывающая 17 головки изготовлены из чугуна, рабочее колесо 15 выполнено из бронзы. Для обеспечения нормальной работы насоса (его полной производительности и напора) должны выдерживаться диаметральные зазоры  $A$  (0,68—1,085 мм) между рабочим колесом и задней, а также всасывающей головками.

Для разборки снятого с дизеля насоса надо спрессовать при помощи приспособления (рис. 133, а) шестерню 4, снять шпонку и стопорную планку 2 (см. рис. 131), отсоединить всасывающую головку 17, разобрать сальниковое уплотнение и удалить специальным крючком (рис. 133, б) уплотнительные кольца 13 (см. рис. 131). Затем отвернуть с конца вала фасонную гайку и спрессовать рабочее колесо приспособлением, как показано на рис. 133, в. Снять корпус 16 и заднюю головку 14 (см. рис. 131) и приспособлениями (см. рис. 133, в, г) выпрессовать из станины вал и шарикоподшипники.

Насос следует собирать в порядке, обратном разборке; при постановке насоса на дизель между зубьями шестерни насоса и шестерни эластичного привода должен быть установлен зазор  $Ж$  (0,2—0,4 мм).

**Топливодогреватель.** Цилиндрический стальной барабан 1 (рис. 134) подогревателя приварен к торцовым трубным решеткам 6 и 12, в которые вварены стальные трубки 7. Края решеток образуют фланцы, притянутые болтами к фланцам нижней 10 и верхней 5 крышек. Через штуцер 4 в подогреватель поступает горячая вода, через трубу 11 она выходит. От штуцера 3 в компенсационный бачок отходит трубка, через которую из подогревателя удаляется воздух и водяные пары (во время работы частично проходит и горячая вода). Топливо поступает внутрь барабана 1 по трубе 9, проходит, поднимаясь вверх, между трубками 7, подогревается и через трубу 2 сливается в топливный бак.

## ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**Топливная система тепловоза.** Топливо на тепловозе ТЭЗ размещено в баке 30 (рис. 135) емкостью 5 440 кг, подвешенном под рамой тепловоза.

Это количество топлива практически должно обеспечить пробег тепловоза 800—1 000 км с полновесными грузовыми поездами. Бак и весь топливный трубопровод должны быть герметичны, чтобы в топливо не могли попасть пыль или вода, а во всасывающие трубы не мог проникнуть воздух.

Пыль, состоящая из микроскопических мелких твердых частиц, понижает надежность и долговечность работы топливной аппаратуры, так как, проходя в зазоры между трущимися прецизионными деталями плунжерных пар насосов, распылителей форсунок, нагнетательных клапанов, она вызовет их быстрый износ, зависание, задиры и даже прекращение работы.

Вода, попавшая в топливо, может вызвать коррозию этих же деталей топливной аппаратуры, а зимой при недостаточном прогреве фильтров может привести к замораживанию фильтрующих элементов и прекращению вследствие этого подачи топлива к дизелю.

Для защиты от коррозии внутренние стенки бака фосфатированы. Он сварен из стальных листов толщиной 4 мм и приваренными к нему кронштейнами прикреплен болтами к кронштейнам рамы тепловоза. Заполняется бак топливом через горловины 8, расположенные для удобства набора с обеих сторон тепловоза. В горловины вставлены сетки и шелковые мешочки. Уровень топлива в баке замеряется щупами 27, входящими в вертикальную часть трубы 14. Грязное топливо сливается из отстойника через расположенный внизу клапан 15. В бак вварен цилиндрический бачок 12, служащий для сбора топлива, просочившегося через неплотности топливных насосов и форсунок и сливающегося по трубе 9. С 1960 г. топливо, просочившееся из форсунок, сливается непосредственно в бак 30 по отдельному трубопроводу 37.

Топливо засасывается насосом топливopодкачивающего агрегата 17 по трубе 32 через сетчатонабивной фильтр 31 грубой очистки и подается по трубе 10



к фильтру 2 тонкой очистки, откуда, очистившись в фильтрующих секциях, поступает по трубе 3 в коллектор (магистраль) топливных насосов.

Топливоподкачивающий насос подает значительно больше топлива, чем необходимо для обеспечения полной мощности дизеля, поэтому часть его отливается обратно по трубе 36.

Большая производительность насоса необходима для того, чтобы была гарантирована постоянная подача топлива к насосам высокого давления и тем

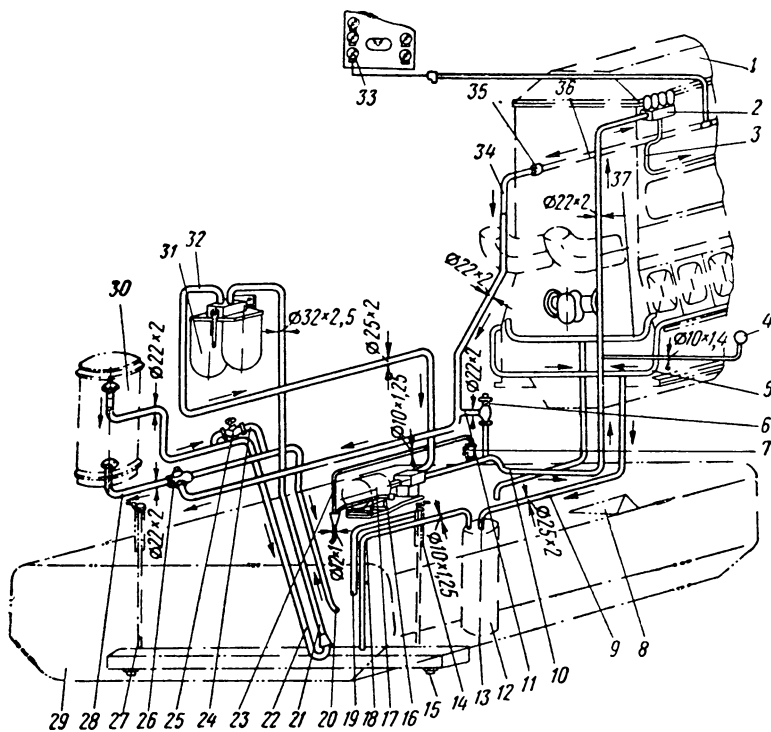


Рис. 135. Топливная система тепловоза:

1—дизель; 2—фильтр тонкой очистки топлива; 3, 5, 9, 10, 11, 16, 18, 24, 28, 32, 34, 36, 37—трубы; 4—манометр; 6—предохранительный клапан, установленный на 2,5 кг/см<sup>2</sup>; 7—кран для выпуска эмульсии; 8—горловина для заполнения бака топливом; 12—бачок для грязного топлива; 13—пробка для слива грязного топлива; 14—труба; 15—клапан для слива отстоя; 17—топливоподкачивающий агрегат; 25—вентиль; 26—кран трехходовой; 27—шуп для замера топлива; 29—топливный бак; 34—котел; 30—подогреватель топлива; 31—фильтр грубой очистки; 33—манометр; 35—разгрузочный клапан

самым их надежная работа. Топливоподкачивающий насос должен также преодолеть сопротивление фильтров, которое может возрасти при загрязнении фильтрующих элементов. Кроме того, давление топлива в подводящем трубопроводе защищает от попадания воздуха в систему при наличии неплотного соединения.

За магистралью топливных насосов установлен разгрузочный клапан 35. Топливо после магистрали проходит через подогреватель 30, откуда часть его при открытом вентиле 25 по трубе 20 может поступать в бак 29, подогревая находящееся в нем топливо, а другая часть сливается по трубе 22, обжатый конец которой частично входит в раструб всасывающей трубы 21, образуя так называемое эжекционное устройство. Сливающееся из трубы 22 подогретое топливо засасывается во всасывающую трубу 21, а с ним из бака поступает дополнительно топливо взамен сжигаемого в дизеле. Как правило, вентиль 25 должен быть закрыт, особенно в холодную погоду, поддерживая в горячем состоянии топливо, окружающее эжекционное устройство. Для дополнительного прогрева всего топлива, находящегося в баке, надо открыть вентиль 25.

Если необходимо отключить подогреватель, то поворотом трехходового крана 26 можно все топливо направить непосредственно в бак.

Давление топлива измеряется двумя манометрами 4 и 33 (последний находится на пульте управления в кабине машиниста), разность показания которых позволяет определить степень загрязнения фильтрующих секций фильтра 2. Через кран 7 по трубе 23 спускается воздух и эмульсия из нагнетательного трубопровода 10 подкачивающего насоса — в сливную воронку; в ту же воронку сливается по трубе 16 топливо, просочившееся через неплотности сальника топливоподкачивающего насоса.

**Вспомогательный топливоподкачивающий насос.** Для подвода топлива к топливным насосам дизеля под давлением применяется вспомогательный топливоподкачивающий насос, расположенный под полом тепловоза около

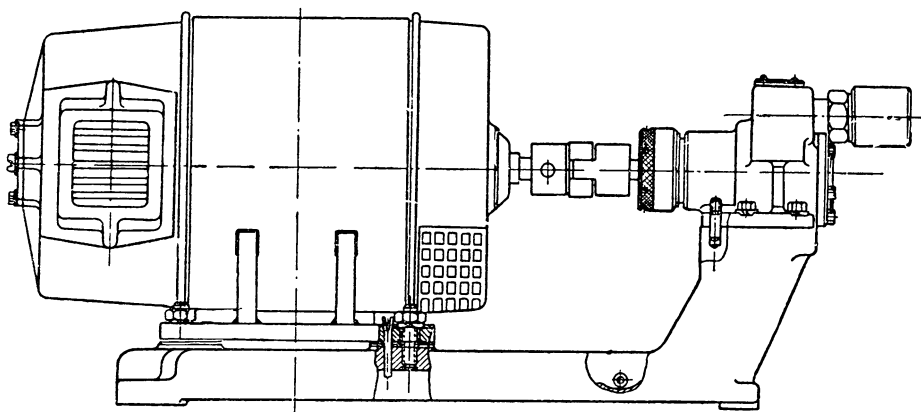


Рис. 136. Топливоподкачивающий агрегат

гидромеханического редуктора. Топливоподкачивающий насос установлен на одной плите с электродвигателем и соединен с ним при помощи кулачковой муфты с крестообразной резиновой проставкой, образуя топливоподкачивающий агрегат (рис. 136); электродвигатель работает от аккумуляторной батареи. Для его пуска необходимо нажать кнопочный выключатель на пульте управления машиниста при включенном рубильнике батареи.

Топливоподкачивающий насос обеспечивает лучшее заполнение рабочего пространства золотниковых насосов дизеля и фильтрацию топлива через сетчатонабивной и фильтр тонкой очистки.

По своей конструкции топливоподкачивающий агрегат одинаков с таким же насосом тепловоза ТЭ2, но имеет иные размеры и производительность. Конец стального вала 3 (рис. 137 и 138) выполнен в виде втулки 11, имеющей зубья с внутренним зацеплением, причем впадины зубьев сквозные (прорезанные). Вал ставят в корпус со стороны крышки 13. Втулка 11 плотно прилегает наружной поверхностью к корпусу 9. С внутренней стороны зубья втулки также плотно прилегают к наружной поверхности выступа 12 крышки, имеющего серповидную форму. К внутренней стороне этого серповидного выступа плотно прилегают зубья малой шестерни 1, сидящей на оси 15, впрессованной в отверстие крышки 13. Ось 15 расположена эксцентрично относительно геометрической оси вала 3 насоса, но так, что зубья ведомой малой шестерни 1 входят в зацепление с зубьями втулки 11. Взаимное расположение шестерни 1 и втулки 11 показано на правой проекции рис. 137; топливо к ним подводится по штуцеру 19 в полость всасывания 20. Оно заполняет впадины зубьев шестерни 1 и втулки 11 и проходит при вращении последних в полость 18. Здесь зубья шестерни и втулки выдавливают из впадин топливо, которое через полость 18 и штуцер 17 выходит под давлением в нагнетательную трубу 37, идущую к фильтру (см. рис. 135). Невозможность обратного протекания топлива из нагнетательной полости насоса во всасывающую обеспечивается точностью

пригонки шестерни и втулки к корпусу 9 (см. рис. 137), крышке 13 и ее серповидному выступу 12.

Уплотнение вала выполнено следующим образом. В корпус вставлена стальная втулка 2, напрессованная на вал 3. На торец втулки 2 опирается

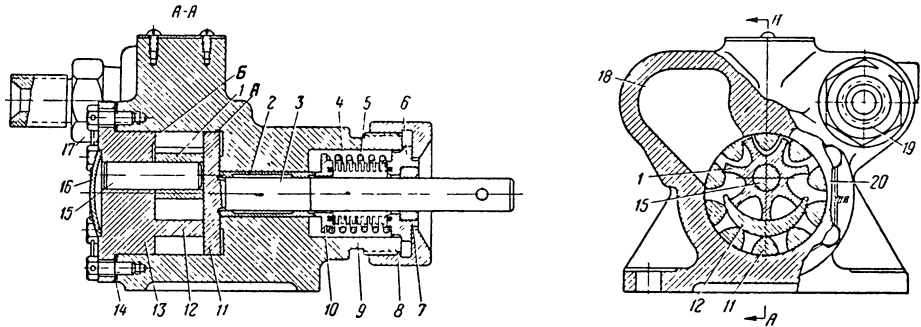


Рис. 137. Топливоподкачивающий насос:

1 — малая (внутренняя) шестерня; 2, 10 — втулки; 3 — вал ведущей втулки 11; 4 — гофрированная трубка сильфона; 5 — пружина сильфона; 6 — уплотнительная втулка; 7 — уплотнительное кольцо; 8 — накидная гайка; 9 — корпус насоса; 11 — ведущая втулка; 12 — серповидный выступ крышки 13; 13 — крышка; 14 — прокладка; 15 — ось малой шестерни; 16 — крышка-пластинка; 17 — штуцер нагнетаемого топлива; 18 — полость нагнетания; 19 — штуцер всасываемого топлива; 20 — полость всасывания; А — В — зазоры

Номер детали	Материал	Обозначение зазора	Номинальный зазор
2, 3, 11	Сталь 12ХНЗА	А	0,03—0,09
6, 10	Бронза ОС 8—12	Б	0,05—0,14

торец бронзовой втулки 10. Торцы эти прошлифованы и проверены по краске. К буртику втулки 10 припаяна латунная гофрированная трубка 4, другая сторона которой припаяна к бронзовой уплотнительной втулке 6. Снаружи.

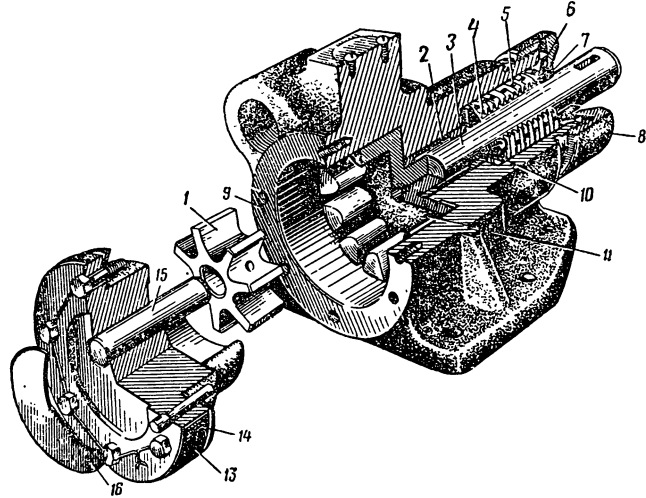


Рис. 138. Общий вид топливopодкачивающего насоса (обозначения см. на рис. 137)

гофрированной трубки поставлена пружина 5, стремящаяся раздвинуть втулки в стороны.

Втулка 6 входит в отверстие накидной гайки 8, которая своим буртиком прижимает конический буртик втулки 6 к пояску корпуса 9. Пружина 5 прижимает торец втулки 10 к торцу втулки 2, тем самым не давая возможности

топливу, просочившемуся через зазор между втулкой 2 и корпусом 9, войти внутрь уплотнительного элемента.

Плотность прилегания обеих уплотнительных поверхностей проверяют при давлении 5 кг/см<sup>2</sup> в течение 2 мин.

Так как между уплотнительной втулкой 6 и валом 3 имеется зазор, то для предупреждения вытекания через этот зазор наружу топлива поставлено дополнительное уплотнительное кольцо 7. Для установки торцового зазора между шестернями насоса и корпусом служат прокладки 14.

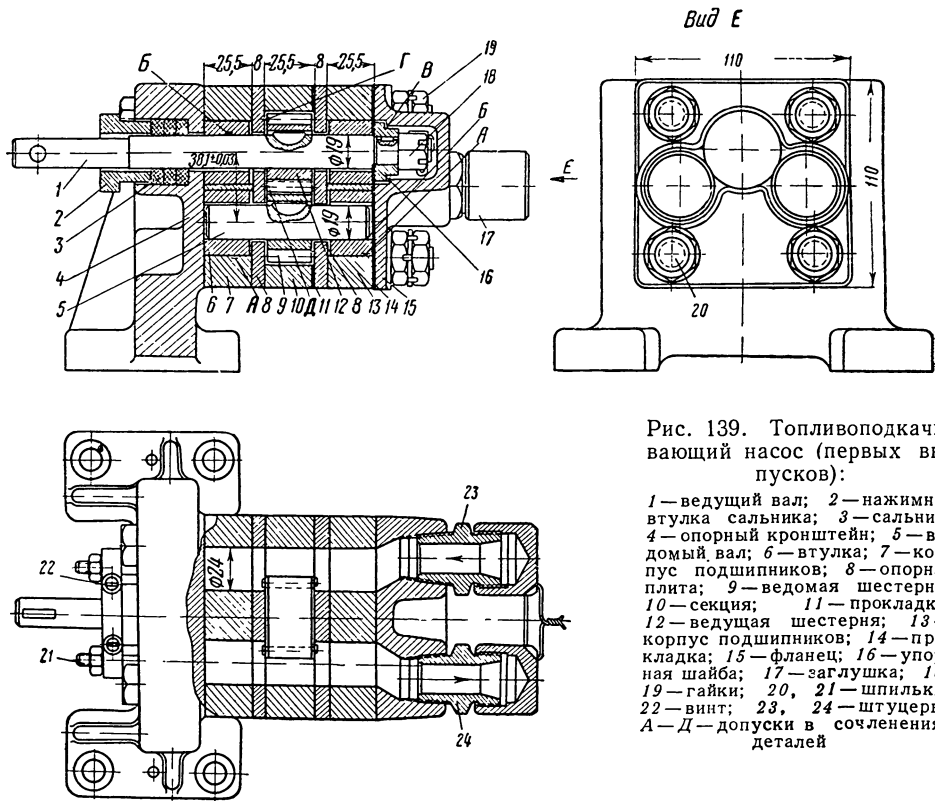


Рис. 139. Топливоподкачивающий насос (первых выпусков):

- 1—ведущий вал; 2—нажимная втулка сальника; 3—сальник; 4—опорный кронштейн; 5—ведомый вал; 6—втулка; 7—корпус подшипников; 8—опорная плита; 9—ведомая шестерня; 10—секция; 11—прокладка; 12—ведущая шестерня; 13—корпус подшипников; 14—прокладка; 15—фланец; 16—упорная шайба; 17—заглушка; 18, 19—гайки; 20, 21—шпильки; 22—винт; 23, 24—штуцеры; А—Д—допуски в сочленениях деталей

Номер детали (см. рис. 139)	Материал	Обозначение зазора	Зазор, в мм	
			номинальный	браковочный
4	Чугун СЧ18-36	Б	0,003—0,015	0,15
6	Бронза АЖМц	В	0,11—0,23	—
8, 9, 12	10—3—1,5	Г	0,06—0,09	—
10	Сталь 20Х	Д	0,05—0,30	0,5
	Бронза ОЦС			
	3—12—5			

Чтобы предупредить просачивание наружу топлива, которое могло бы пройти между осью 15 и крышкой 13, ставится выгнутая крышка-пластинка 16, плотно входящая в расточку на внешнем торце крышки.

Валы насоса и электродвигателя центрируют при помощи прокладок между корпусом насоса и общей плитой насоса и электродвигателя.

На тепловозах первых выпусков установлены топливopодкачивающие насосы другой конструкции (рис. 139). В этих насосах на ведущий 1 и ведомый 5 валы на сегментных шпонках насажены стальные цементованные (HRC 54—62) прямозубые шестерни 9 (ведомая) и 12 (ведущая). Валы 1 и 5 вращаются в бронзовых втулках 6, запрессованных с натягом А (0,02—0,08 мм) в стальные корпуса 7 и 13 подшипников. Валы в подшипниках установлены с зазором В (0,003—0,015 мм). Шестерни 9 и 12 вращаются в бронзовой секции 10, а с бо-

ков ограничены двумя стальными опорными плитами 8. Между торцами шестерен и опорными плитами должен быть суммарный зазор  $\Gamma$  (0,06—0,09 мм); между зубьями шестерен — зазор  $\Delta$  (0,05—0,30 мм). Секции 10, опорные плиты 8 и корпуса 7 и 13 подшипников соединены с опорным кронштейном 4 и фланцем 15 четырьмя болтами. Со стороны фланца 15 на ведущий вал на шпонке поставлена упорная шайба 16 с суммарным осевым зазором  $B$  (0,11—0,23 мм) между торцами корпуса 13 и буртом фланца 15. От пропуска масла по валу 1 при работе насоса предохраняют сальниковые кольца 3 из набивки «Рациональ», уплотняемые нажимной втулкой 2 сальника. Втулка 2 состоит из двух половин (плоскость разъема проходит по горизонтали), соединенных двумя винтами 22, и нажимается гайками шпилек 21, ввернутых в тело опорного кронштейна.

Принцип работы топливоподкачивающего насоса такой же, как и масляного шестеренчатого насоса; по штуцеру 23 топливо проходит к шестерням, во впадинах между зубьями переносится на противоположную сторону насоса и затем, вытесняясь из впадин зубьями парной шестерни, подается под давлением по штуцеру 24 в нагнетательный трубопровод.

При разборке насоса проверяется параллельность плоскостей корпусов опорных плит и опорного кронштейна, площадь прилегания, проверяемая по краске, должна составлять не менее 80%. При сборке сопрягаемые плоскости, кроме плоскостей, между которыми ставят прокладки 11 и 14, покрывают лаком «Герметик». После сборки насос опрессовывают топливом, при этом допускается только просачивание топлива через сальник. Если была заменена набивка, то в течение 10—15 мин допускается течь через сальник в размере 20—70 капель в минуту, после чего через промежутки в несколько минут следует подтягивать сальник до постепенной приработки новой набивки, добиваясь установления нормального пропуска топлива через уплотнение 2—25 капель в минуту.

**Фильтры.** На всасывающей трубе перед топливоподкачивающим насосом поставлен двойной сетчатонабивной фильтр грубой очистки (рис. 140 и 141).

Фильтр состоит из двух цилиндрических сосудов-корпусов 1, в каждом из которых имеются вставленные одна в другую цилиндрические металлические сетки 10 и 14. Снизу и сверху сетки закрыты крышками 9, 11 и 17, а полость между ними заполнена хлопчатобумажными концами 15 (путанка № 60). Посередине сетки 14 проходит пустотелый стержень 13 с прорезанными в нем отверстиями 12.

Топливо поступает в корпус фильтра (полость 8) со стороны наружной сетки 10, проходит через нее, затем через набивку 15, внутреннюю сетку 14 и через отверстия 12 в стержне 13, полость 7 и кран 6 выходит во всасывающую трубу топливоподкачивающего насоса.

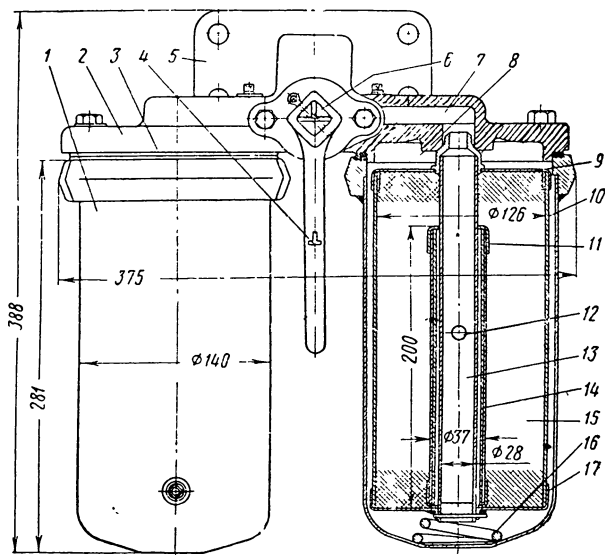


Рис. 140. Двойной сетчатонабивной фильтр для грубой очистки топлива:

1—корпус; 2—крышка фильтра; 3—прокладка; 4—рукоятка крана; 5—фланец крепления фильтра; 6—переключательный кран; 7 и 8—полости в крышке фильтра; 9—крышка; 10—наружная сетка; 11 и 17—крышки; 12—отверстие для прохода профильтрованного топлива; 13—пустотелый стержень; 14—внутренняя сетка; 15—набивка (хлопчатобумажные концы); 16—пружина

Фильтрующий элемент (сетки, набивка и стержень) прижимается к гнезду в крышке 2 пружиной 16.

Корпуса 1 фильтра соединены общей крышкой 2, имеющей посередине общий переключательный кран 6, рукоятка 4 которого может быть поставлена в три положения: горизонтальное левое, горизонтальное правое и вертикальное. При вертикальном положении рукоятки топливо проходит одновременно через оба корпуса фильтра. Если рукоятка повернута вправо, работает левый фильтр; при этом в случае необходимости правый фильтр может быть разобран, сетки его могут быть очищены и промыты, набивка также промыта или сменена.

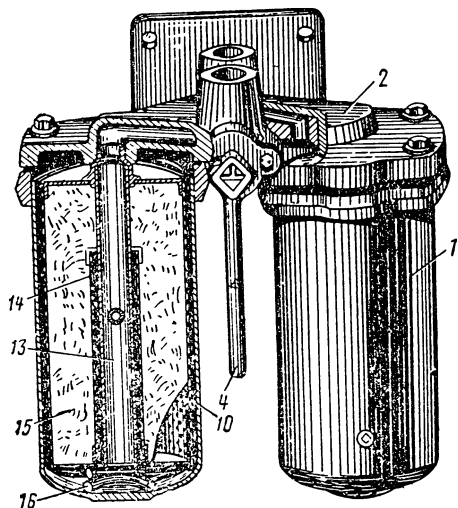


Рис. 141. Общий вид сетчатонабивного фильтра (обозначения см. на рис. 140)

Для разборки фильтра следует отнять от крышки 2 корпус 1 вместе с сетками, снять верхнюю крышку 9 наружной сетки 10, вынуть набивку 15 и внутреннюю сетку 14. После очистки фильтра и установки его на место поворотом рукоятки переключить промытый корпус фильтра в рабочее положение.

Рекомендуется работать сразу на обоих фильтрующих элементах, так как при загрязнении одного элемента топливо будет проходить через второй, не вызывая подсосывания воздуха в топливопровод через уплотнение вспомогательного топливоподкачивающего насоса.

Четырехсекционный фильтр тонкой очистки топлива (рис. 142) установлен на боковой правой стороне дизеля (по ходу тепловоза) в верхней его части.

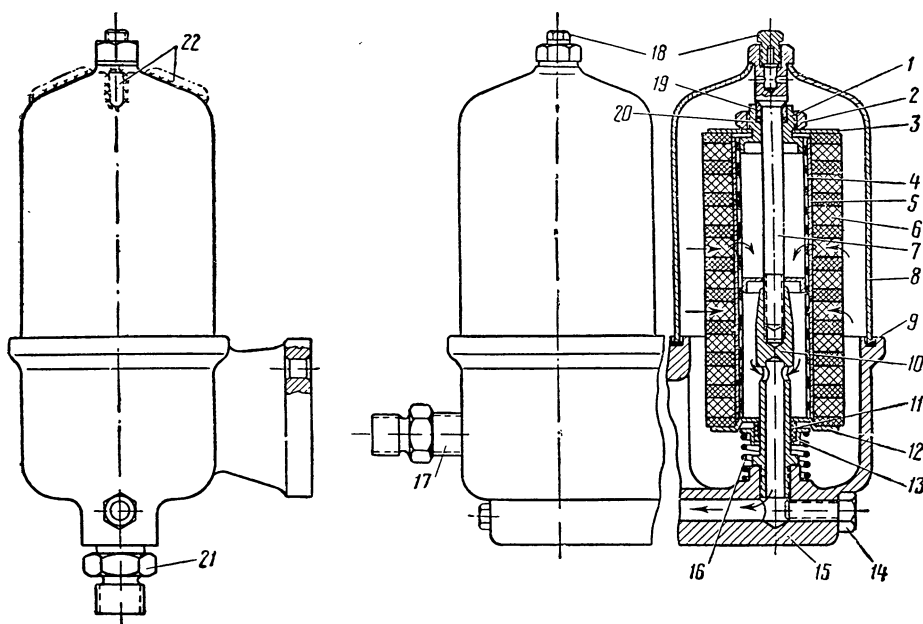


Рис. 142. Топливный фильтр тонкой очистки:

1 — уплотнительное войлочное кольцо; 2 — гайка; 3, 12 — стальные пластины; 4 — труба из сетки; 5 — шелковый чехол; 6 — войлочная пластина; 7 — стержень; 8 — колпак; 9 — паронитовая прокладка; 10 — внутренний штуцер; 11 — уплотнительное войлочное кольцо сальника; 13 — нажимная обойма сальника; 14 и 18 — пробки; 15 — корпус; 16 — пружина; 17, 20, 21 — штуцеры; 19 — нажимная втулка; 22 — ребра жесткости, навариваемые при ремонтах в депо



В чугунном корпусе 15 фильтра помещены четыре секции, состоящие из пластин 6 (из искусственного волокна), надетых на трубу 4, свернутую из сетки, на которую предварительно натянут чехол 5 из шелковой материи. Гайка 2 зажимает пластины 6 каждой секции между двумя стальными пластинами 3 и 12. Собранный таким образом фильтрующий элемент надевают на внутренний штуцер 10, в который ввертывают стержень 7. Пружина 16 прижимает фильтрующий элемент через нажимную обойму сальника 13, уплотнительное кольцо 11 и нажимную втулку 19 к бурту стержня 7.

Снаружи фильтрующий элемент закрыт колпаком 8, торцовая поверхность которого посредством стержня 7 прижимает паронитовую прокладку 9 к кольцевой проточке корпуса фильтра.

Топливо поступает к фильтрующим элементам через штуцер 17, проходит сквозь пластины 6 и по каналам внутреннего штуцера 10 и корпуса 15 идет через штуцер 21 к топливному насосу дизеля.

Чтобы предупредить проникновение неочищенного топлива внутрь фильтрующего элемента, установлены сальник в нижней части и уплотнительное кольцо 1 в верхней части фильтрующего элемента.

Установленная в штуцере 20 нажимная втулка 19 обеспечивает уплотнение кольца 1 благодаря тому, что нижний бурт штуцера 20 (на котором лежит кольцо 1) сжимает это кольцо усилием пружины 13, передаваемым через фильтрующий элемент.

В связи с тем, что нижний торец колпака 8, уплотняющий паронитовую прокладку 9, имеет малую толщину и при необходимости (для прекращения подтекания) дополнительной затяжки прокладки приводит к ее порче, то при ремонтах фильтра наваривают на этот торец валик и протачивают его, образуя бурт шириной 5 мм. Кроме того, для усиления верхней части колпака, зачастую сминающейся при затяжке, на нее наваривают крестообразно четыре пластины жесткости (как указано условным пунктиром на одном колпаке рис. 142).

Для спуска воздуха из фильтра служат пробки 18, а для спуска отстоя — пробки 14.

Хорошая очистка топлива имеет огромное значение для длительной и надежной работы топливной аппаратуры. Поэтому проводятся работы по улучшению существующих фильтров, а также по их удешевлению. В частности, в фильтрах тонкой очистки уже проведена замена натуральной шерсти войлочных пластин искусственным волокном, проверяется возможность использования для фильтров грубой очистки сетчатых элементов. Испытываются на тепловозах в опытной эксплуатации фильтры из древесной массы, специальной бумаги, гидрофобного картона, нетканой ткани и др.; проверяется также возможность центробежной очистки топлива. Все эти работы направлены на уменьшение размеров частиц, пропускаемых фильтрами (не более 1—2 мк), и на максимальное их улавливание (до 98—99% всех частиц). Намечено использование большого количества древесноволокнистых элементов.

### ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР

Воздух, засасываемый воздуходувкой из атмосферы, проходит через фильтры, в которых он очищается от пыли; с каждой стороны воздуходувки дизеля установлены фильтры двух типов: циклонные и сетчатые (рис. 143 и 144). Всасывающие горловины циклонных фильтров вставлены в прорезанные в боковых стенках кузова тепловоза окна и снабжены жалюзи 4.

Корпуса фильтров правой и левой стороны тепловоза соединены патрубками 1 и брезентовыми рукавами 14 с центральной частью всасывающего трубопровода воздуходувки 16. С обеих сторон корпуса 9 фильтра имеются дверцы 5, закрыть которые благодаря наличию блокировочного устройства 6 можно только в том случае, когда рукояткой 7 будут открыты створки жалюзи 4.

При открытых дверцах 5 в фильтр будет поступать нагретый воздух из машинного помещения. Однако очищаться он будет только в сетчатом фильтре, не проходя через циклоны. Корпус 9 внутри разделен на три части верх-

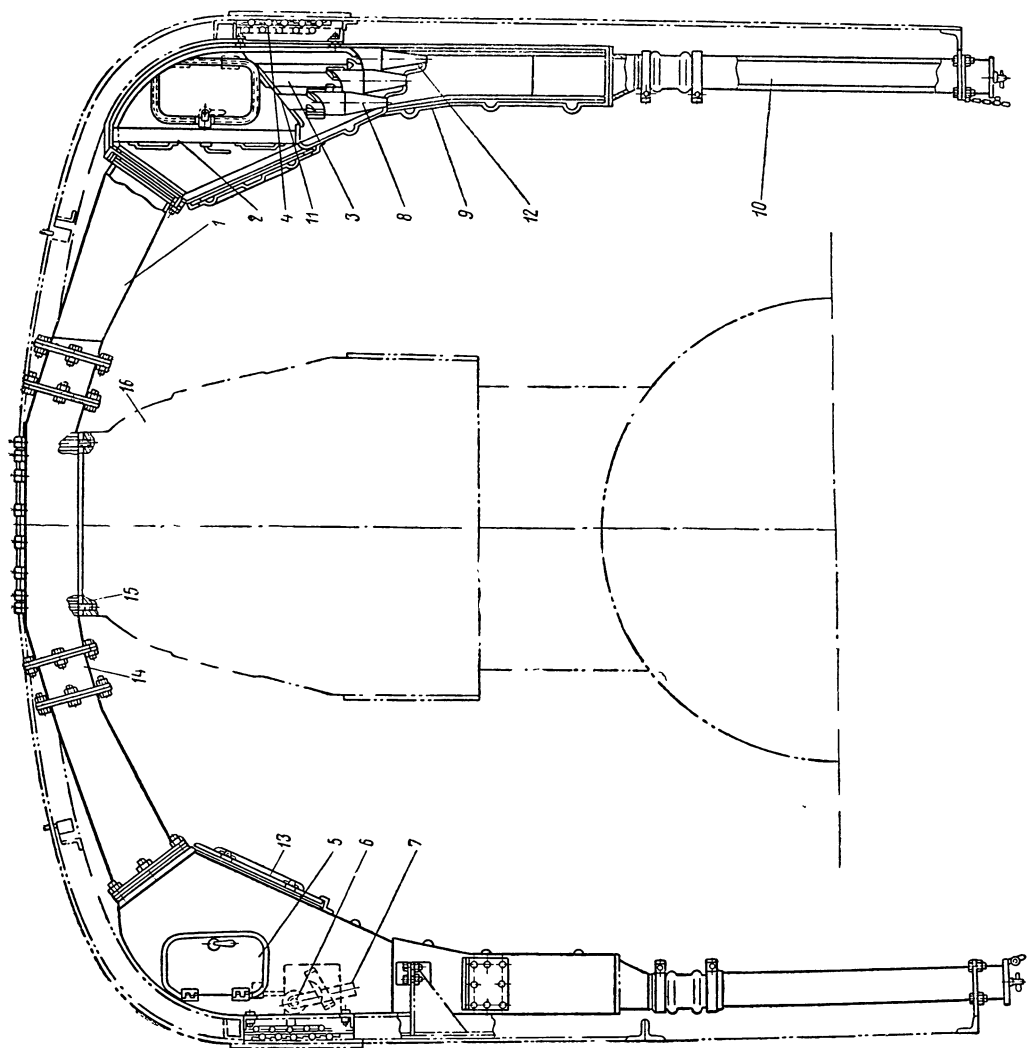


Рис. 143. Размещение воздушных фильтров воздухоуловки на теплообозе:

1 — патрубок; 2 — сетчатая очистительная секция; 3 — труба; 4 — жалюзи; 5 — дверца люка; 6 — блокировочное устройство; 7 — рукоятка привода жалюзи; 8 — конусная труба; 9 — корпус фильтра; 10 — очистительная труба; 11 — верхний лист секции циклонного фильтра; 12 — стенка секции циклонного фильтра; 13 — крышка; 14 — рукав; 15 — фланец соединения с горловиной воздухоуловки; 16 — воздухоуловка; 17, 18 — спирали циклона; а — разрез п. секции циклонного фильтра

ним листом 11 и стенкой 12 секции циклонного фильтра. Воздух через жалюзи поступает в среднюю часть и между наружной конусной 8, а также внутренней 3 трубами каждого циклона проходит вниз. В фильтре (с обеих сторон теплового) 112 циклонов. Спираль 17 и 18 сообщают вращательное движение поступающему в циклоны воздуху. При этом частицы пыли оседают на стенки трубы 8 и опускаются в нижнюю часть корпуса фильтра, а воздух изменяет направление движения и по трубе 3 поступает в верхнюю часть корпуса. Далее он

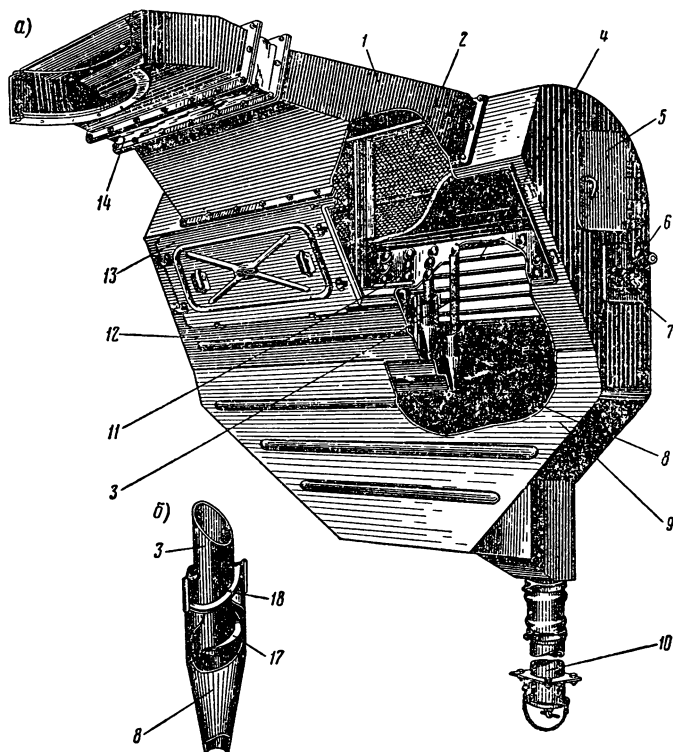


Рис. 144. Общий вид воздушного фильтра (обозначения см. на рис. 142):

а — воздушный фильтр; б — циклон

проходит через съемные сетчатые секции 2, состоящие из нескольких рядов сеток, имеющих ячейки различной величины, и поступает во всасывающую горловину воздухоудовки.

Всего секций 4; каждая секция собрана из 14 сеток; размер ячеек сеток от 1,2 до 0,4 мм. Для предохранения от коррозии сетки оцинкованы. Перед постановкой на место после промывки сетки промасливают (погружают в отработавшее дизельное масло, затем в течение определенного времени дают ему возможность стечь обратно в ванну).

Для осмотра внутренней полости фильтра, а также для выемки сетчатых секций 2 на корпусе фильтра имеются съемные крышки 13. Перед выемкой секции следует удалить через очистительную трубу 10 осевшую внизу корпуса пыль.

Описанный двойной фильтр улучшает очистку воздуха, но разрежение на всасывании доходит до 390 мм вод. ст.

Повышенное сопротивление уменьшает количество засасываемого воздухоудовкой воздуха и увеличивает затрачиваемую на привод воздухоудовки мощность. Поэтому проводится широкая проверка и внедрение новых фильтров. Так разработаны и широко вводятся в серийную эксплуатацию воздухоочистители непрерывного действия, а также были испытаны маслопленочные очистители.

Воздухоочиститель непрерывного действия (системы ЦНИИ) создает значительно меньшее сопротивление проходу воздуха — 80 мм вод. ст., его производительность при этом не менее 3 м<sup>3</sup>/сек, вес всего очистителя около 480 кг. Воздухоочиститель (рис. 145) состоит из корпуса 6, нижнюю часть которого заполняют через горловину 5 маслом так, чтобы уровень масла был ниже оси 2, на которой медленно вращается каркасный диск 7. В каркас диска вставлены

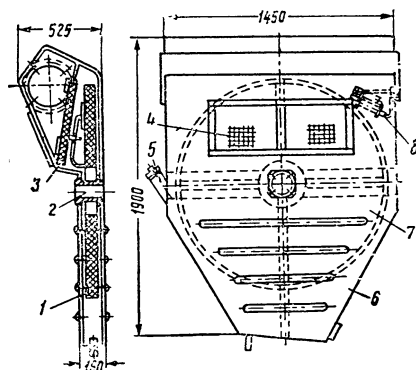


Рис. 145. Воздухоочиститель непрерывного действия:

1 — съемные сетчатые секции (вращающиеся); 2 — ось; 3 — съемная сетчатая секция (неподвижная); 4 — окно; 5 — горловина; 6 — корпус; 7 — каркасный диск; 8 — пневматический привод диска

съемные сетчатые секции 1, изготовленные из проволоки различного диаметра с различными размерами ячеек. Вращается диск 7 пневматическим приводом 8, обеспечивающим 0,5—1,5 оборота в час; мощность, затрачиваемая на привод, в связи с малым числом оборотов не превышает 0,2 квт. В верхней части корпуса 6 прорезано окно 4, через которое поступает наружный воздух, проходящий через сетки той секции диска 7, которая находится против окна. Так как во время работы диск вращается, то секции 1 поочередно опускаются вниз, погружаются в масло, промываются в нем, и снова начинают подниматься вверх, но уже покрытые свежей масляной пленкой. Для того чтобы на сетках секции не осталось слишком много масла, она дополнительно при выходе из масляной ванны обдувается воздухом под небольшим давлением. Кроме вращающихся секций 1, имеется неподвижная сетчатая секция 3, дополнительно очищающая воздух и, кроме того, задерживающая частицы масла, захватываемые воздухом с сеток секции 1.

#### КОМПРЕССОР И СХЕМА ВОЗДУХОПРОВОДА АВТОМАТИКИ ТЕПЛОВОЗА

На тепловозе ТЭЗ установлен трехцилиндровый компрессор типа КТ6 с двухступенчатым сжатием и промежуточным охлаждением воздуха (рис. 146). Компрессор снабжает воздухом системы автотормозов и автоматики тепловоза. Он установлен за гидромеханическим редуктором и соединен с ним зубчатой муфтой, внутренняя шестерня 18 которой посажена на шпонке на конический хвостовик 20 вала и затянута корончатой гайкой. Зубчатая муфта компенсирует некоторое взаимное смещение валов компрессора и гидромеханического редуктора.

Проводится проверка в эксплуатации пластинчатых муфт вместо зубчатых. Они проще по конструкции и практически не имеют изнашиваемых поверхностей, в то время как в зубчатых муфтах зубья истираются, особенно при недостаточной смазке (см. рис. 169). Компрессор имеет два цилиндра низкого давления с диаметром поршней 198 мм и один высокого давления с диаметром поршня 155 мм. Ход поршней 144 мм.

**Корпус и вал компрессора.** Литой чугунный корпус 4 (рис. 147) представляет собой неравнобокую шестиугольную призму, в трех верхних гранях которой прорезаны окна, сообщающие с полостью картера цилиндры первой и второй ступени. Стальной вал 59 вращается в двух шарикоподшипниках 41 и 65, один из которых 41 поставлен в корпус 4, а второй расположен в крышке 66. Чтобы смазка не вытекла наружу, вал в корпусе 4 (со стороны холодильника) уплотнен корпусом масляного насоса 40, а в крышке 66 — самоуплотняющимся сальником. Вал имеет один кривошип, на шатунную шейку 57 которого надета головка 29 шатунов с крышкой 31. Два противовеса 1 закреплены каждый двумя круглыми шпонками 2 и, кроме того, приварены к щекам вала.

**Цилиндры и крышки.** Отлитые из чугуна цилиндры 12 (первой ступени) и 19 (второй ступени) соединены фланцами при помощи шпилек 55 с корпусом 4 компрессора. Оси цилиндров первой ступени установлены под углом  $55^\circ$  к вер-

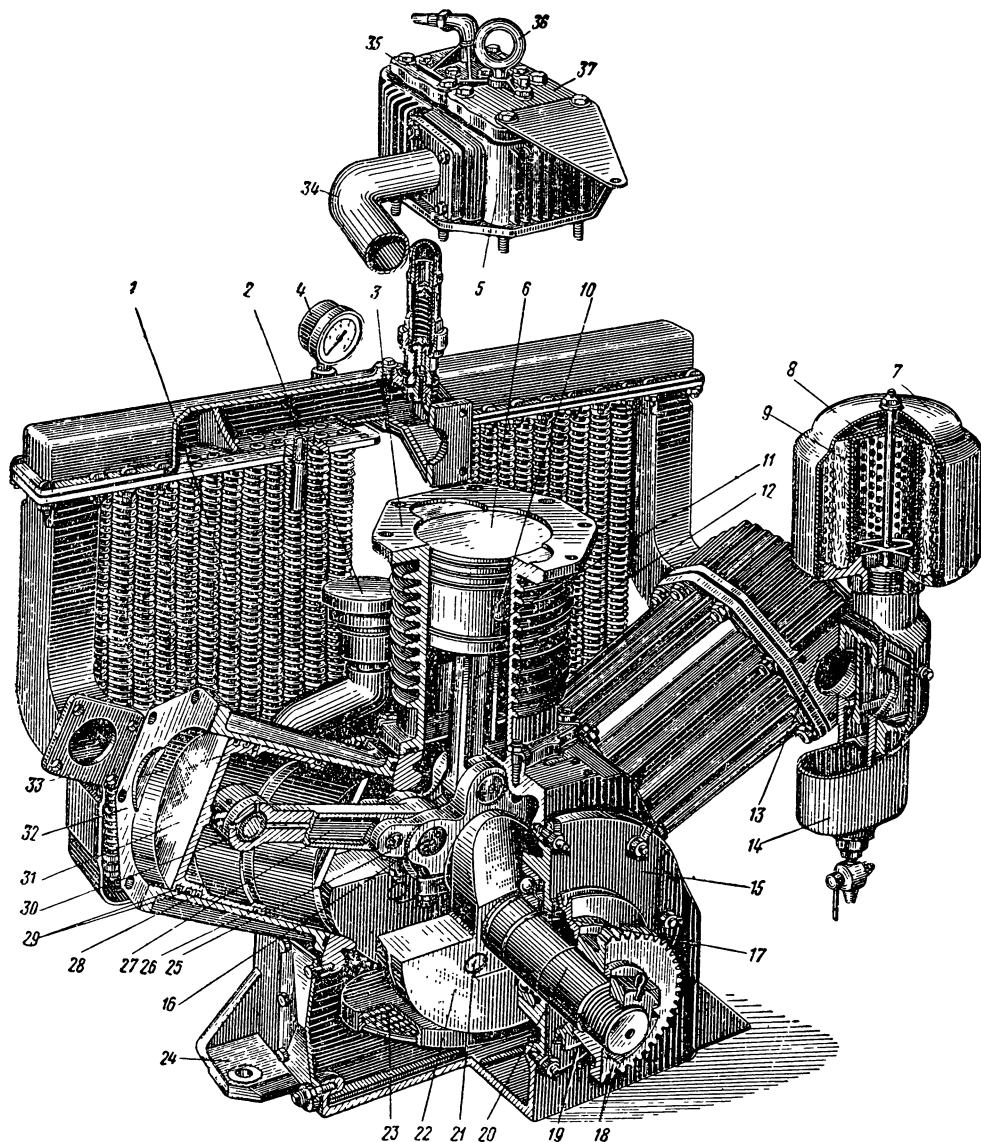
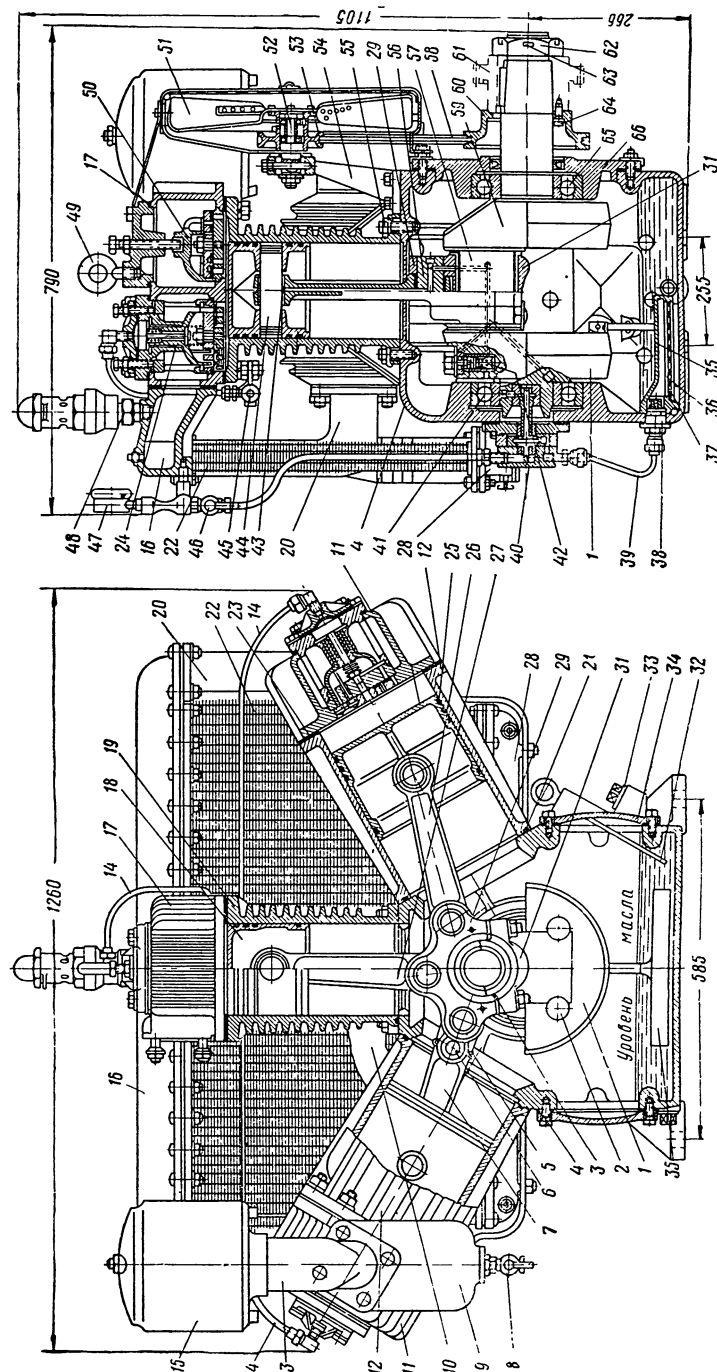


Рис. 146. Компрессор КТ6 (общий вид):

1—холодильник; 2—сапун; 3—цилиндр второй ступени; 4—манометр; 5—крышка цилиндра второй ступени; 6—поршень цилиндра второй ступени; 7—кожух воздушного фильтра; 8—сетка; 9—набивка; 10—поршневой палец; 11—стопорное пружинное кольцо; 12—прицепной шатун; 13—крышка цилиндра первой ступени; 14—маслоотбойник; 15—крышка корпуса; 16—палец шатуна; 17—самоуплотняющийся сальник; 18—шестерня зубчатой муфты; 19—шкив клиноременного привода вентилятора компрессора; 20—хвостовик вала компрессора; 21—круглая шпонка противовеса; 22—противовес; 23—масляный фильтр; 24—корпус компрессора; 25—головка шатунов; 26—маслосрезающее кольцо (нижнее); 27—жесткий шатун; 28—маслосрезающее кольцо (верхнее); 29—уплотнительные кольца; 30—втулка верхней головки шатуна; 31—поршень первой ступени; 32—цилиндр первой ступени; 33—соединительная труба; 34—нагнетательная труба; 35—всасывающий клапан; 36—рым; 37—нагнетательный клапан

тикально расположенной оси цилиндра второй ступени, а оси всех трех цилиндров размещены в одной вертикальной плоскости, что оказалось возможным благодаря применению прицепных и жесткого шатунов с их общей головкой 29. Между фланцами цилиндров и корпусом 4 ставят прокладки 21, изменяя тол-

Рис. 147. Компрессор  
К16:



1 — противовес; 2 — шпонка круглая; 3 — проклад-ки регулировочные; 4 — корпус; 5 — штифт; 6 — палец жесткого шатуна; 7 — жесткий шатун; 8 — спускной кран; 9 — мас-лоотделитель; 10 — труба сапуна; 11 — крышка ци-линдра первой ступени; 12 — цилиндр первой сту-пени; 13 — п а т р у б о к пени; 14 — воздушная трубка выключавшая приспособлений всасывающих клапанов компрес-сора; 15 — воздушный фильтр; 16 — верхний ко-лектор холодильника; 17 — крышка цилиндра второй ступени; 18 — пор-шень цилиндра второй ступени; 19 — цилиндр второй ступени; 20 — со-единительная труба; 21, 23 — прокладки; 22 — хо-лодильник; 24 — всасыва-ющий клапан второй сту-пени; 25 — поршень ци-линдра первой ступени; 26, 27 — прицепные ша-туны; 28 — нижний кол-лектор холодильника; 29 — головка шатунов; 31 — крышка головки ша-тунов; 32 — маслосъемный щуп; 33 — притив с от-верстием для заливки масла; 34 — крышка люка; 35 — диск мас л я н о г о фильтра; 36 — сетка диска фильтра; 37 — пружинное стопорное кольцо сетки фильтра; 38 — шпунцер крепления масляного фильтра; 39 — маслоподводящая трубка к насосу; 40 — масля-ный насос; 41, 65 — шарикоподшипники; 42 — регулирующий клапан масляного давления; 43 — втулка верхней головки шатуна; 44 — поршневой палец; 45 — угольник подвода воздуха к труб-кам; 14; 46 — кран; 47 — манометр давления масла; 48 — предохранительный клапан первой сту-пени; 49 — рым; 50 — шарнирный клапан второй ступени; 51 — вентиль; 52 — ось; 53 — шкив крыльчатки вентилятора; 54 — кронштейн вентилятора; 55, 64 — шпильки и гайки; 56 — палец шатуна; 57 — шатунная шейка кривошипа вала компрессора; 58 — клиновой ремень; 59 — вал; 60 — шкив; 61 — шестерня зубчатой муфты; 62 — гайка; 63 — шплинт; 66 — крышка корпуса

Номер детали	Материал	Номер детали	Материал
4	Чугун СЧ 18-36	12, 19	Чугун СЧ 21-40
11, 17	Чугун СЧ 21-40	59	Сталь 40Х



шину которых, можно регулировать величину камеры сжатия. Линейная величина камеры сжатия должна для всех трех цилиндров находиться в пределах 1—2 мм. Кроме прокладок 21, регулировать величину камеры сжатия можно прокладками 23, устанавливаемыми между торцами цилиндров 12, 19 и крышек

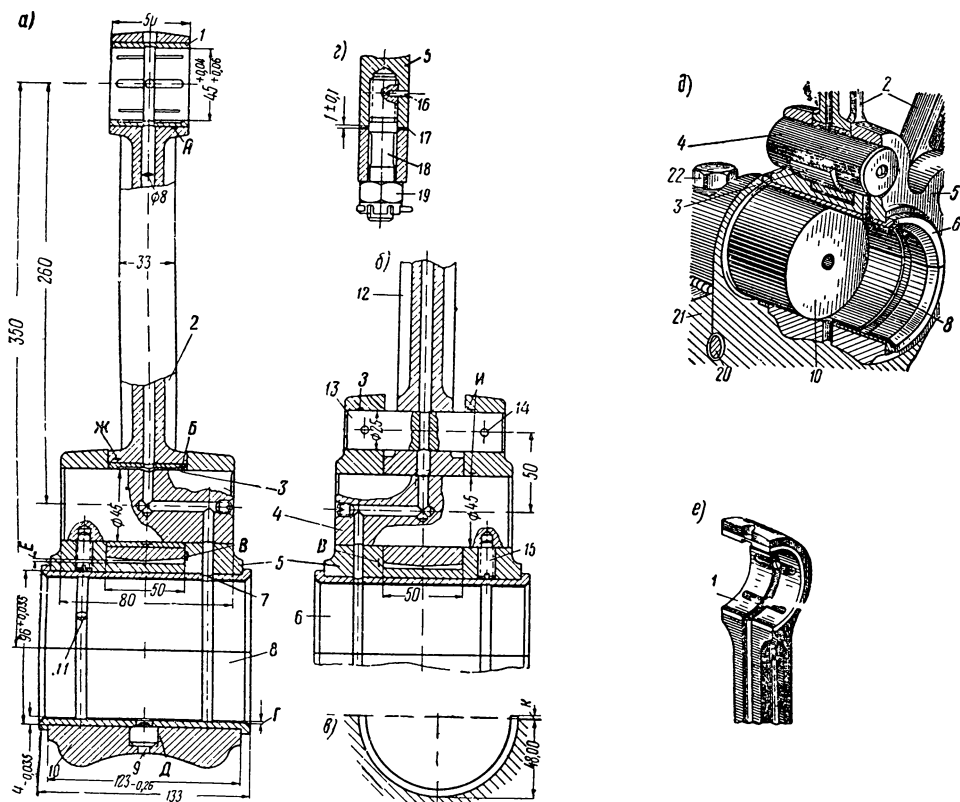


Рис. 148. Прицепной и жесткий шатуны компрессора КТ6:

а—прицепной шатун; б—жесткий шатун; в—схема определения натяга вкладыша в калибре; г—разрез по шпильке головки шатунов; д—разрез по головке шатунов, крышке и прицепному шатуну; е—разрез по верхней головке шатуна; 1—головная втулка; 2—прицепной шатун; 3—втулка шатунной головки; 4—палец шатуна; 5—головка шатунов; 6—верхний вкладыш; 7, 11—отверстия для прохода масла в верхнем вкладыше; 8—нижний вкладыш; 9, 16—штифты; 10—крышка головки шатунов; 12—жесткий шатун; 13—палец жесткого шатуна; 14—штифт крепления пальца жесткого шатуна; 15—винт крепления пальца шатуна; 17—прокладка; 18—шпилька; 19—гайка; 20—круглая шпонка противовеса; 21—противовес вала компрессора; 22—регулирующий клапан масляного давления; А—К—зазоры и натяги в сочленениях деталей

Номер детали (см. рис. 148)	Материал	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
3	Бронза ОЦСН	А	0,003—0,05	—	—
4	3-7-5-1	Б	—	0,04—0,06	0,15
5, 10	Сталь 50	В	—	0,08—0,42	—
6, 8	Сталь 40Х	Д	0,01—0,03	—	—
	Сталь 20	Ж	0,01—0,05	—	—
		З, И	—	0,00—0,02	0,05
		К	0,04—0,06	—	0,01

11, 17. Крышки 11 и 17 отлиты из чугуна и имеют, так же как и цилиндры, ребра для лучшего охлаждения их воздухом. Крышки прикреплены к цилиндрам восемью шпильками.

Выемка поршней и шатунов через цилиндры невозможна, так как узел шатунов устанавливается в корпус в сборе.

**Шатуны.** Шатунную шейку вала компрессора охватывает головка шатунов 5 (рис. 148) с крышкой 10, изготовленные так же, как и сами шатуны и их

шпильки, из стали. Между головкой и крышкой поставлены шлифованные прокладки толщиной  $1 \pm 0,1$  мм, изменяя толщину которых и сшабривая торцы вкладышей на соответствующую величину, можно установить при ремонте необходимую величину зазора «на масло» между шейкой вала и вкладышами. Нормальная величина зазора  $0,03—0,09$  мм, предельная в эксплуатации  $0,18$  мм. Шпильки 18, стягивающие головку 5 с крышкой 10, закреплены в головке штифтом 16, корончатая гайка 19 прошплинтована.

Нижний 8 и верхний 6 вкладыши подшипника, выполненные из стали с заливкой баббитом марки Б83, невзаимозаменяемы. В нижнем вкладыше 8 имеется сквозное отверстие, в которое входит штифт 9, фиксирующий вкладыши в определенном положении и препятствующий их проворачиванию. В верхнем вкладыше просверлены три сквозных отверстия: два отверстия 7 и отверстие 11, сдвинутые между собой на  $55^\circ$  по окружности. Каждое из этих отверстий совпадает с соответствующим отверстием, просверленным в теле головки 5 шатунов, которые в свою очередь совпадают с радиальными отверстиями в пальцах 4 прицепных 2 или жесткого 12 шатунов. Штифт 9 впрессовывают в крышку 10 с натягом  $D$  (0,01—0,03 мм). Нижний и верхний вкладыши ставят с на-

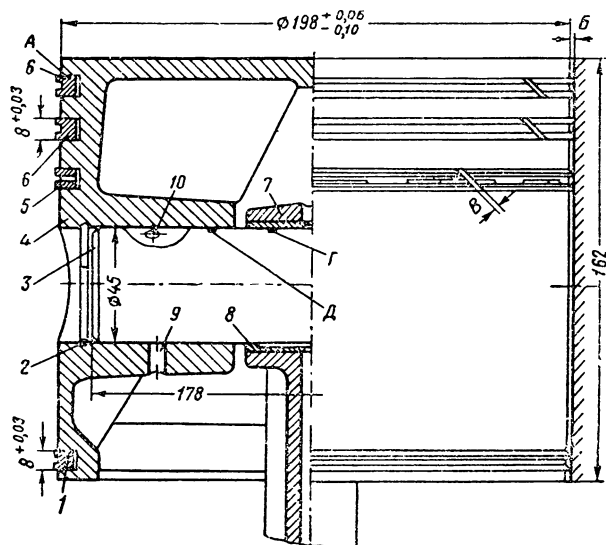


Рис. 149. Поршень первой ступени компрессора:

1—маслосбрасывающее кольцо (нижнее); 2—стороннее пружинное кольцо поршневого пальца; 3—поршневой палец; 4—поршень; 5—маслосбрасывающее кольцо (верхнее); 6—уплотнительные кольца; 7—верхняя головка шатуна; 8—втулка верхней головки шатуна; 9 и 10—отверстия; А—Д—зазоры (на диаметр) в сочленениях деталей

тягом, который определяется превышением  $K$  ( $0,04 - 0,06$  мм) торца вкладыша над торцевой плоскостью калибра.

Разностенность вкладыша допускается не больше 0,02 мм, площадь прилегания обжатого вкладыша к постели — не меньше 85%, толщина  $\Gamma$  баббитовой заливки  $1_{-0,2}$  мм. Оба вкладыша имеют кольцевые проточки, в которые по радиальным отверстиям, просверленным в валу компрессора, подводится масло.

Головка 5 (см. рис. 148) имеет три ушка, в которые входят шатунные головки всех трех шатунов, соединяемые каждый со своим ушком стальным пальцем 4. В отверстия ушка палец входит с зазором  $H$  (0,00—0,02 мм) и от проворачивания стопорится винтом 15. В пальце просверлены осевые и радиальные отверстия для прохода масла.

Прицепные шатуны 2 имеют бронзовые втулки 3, впрессованные в шатунные головки с натягом Ж (0,01—0,05 мм), а в поршневые головки с натягом А (0,003—0,05 мм).

После запрессовки втулки стопорят штифтами, предохраняющими их от

Номер детали (см. рис. 149)	Материал	Твердость	Обозначение размера	Зазор в мм	
				номинальный	браковочный
1, 5, 6	Специальный чугун	HB94—104	A Б	0,02—0,06 Для первой ступени	0,18
3	Сталь 20Х или сталь 20	HRC55—63		0,09—0,20; для второй ступени	0,55
4	Чугун СЧ18-36	HB180—229	В	0,07—0,17 Для первой ступени	0,55
				0,2—0,5; для второй ступени	1,5
			Г Д	0,1—0,3 0,03—0,06 0,01—0,05	1,2 0,15 —

проворачивания, что весьма важно, так как смещение втулок, а следовательно, и их масляных отверстий может вызвать прекращение подачи масла к трущимся поверхностям пальцев и шатунов. Зазор на масло между втулкой 3 и пальцем 4  $B$  (0,04—0,06 мм). Жесткий шатун 12 не качается вокруг пальца 4 и поэтому не имеет втулки. С головкой 5 он соединен пальцем 13, поставленным в отверстия ушка головки и стержня шатуна с таким же допуском  $H$ , и 3 (0,00—0,02 мм), как и палец 4. Палец 13 стопорят двумя штифтами 14, фиксирующими его положение в головке, и, кроме того, обеспечивающими совпадение осевого канала в шатуне с радиальным отверстием, просверленным в пальце. При сборке шатунов следует обращать внимание на то, чтобы между шатуном и телом головки 5 был просвет  $E$  не менее 1,5 мм и торцовый зазор  $B$  составлял 0,08—0,42 мм.

Для удаления узла шатунов из корпуса необходимо снять крышки цилиндров, цилиндры, поршни, отъединив их от шатунов, и крышку головки шатунов вместе с нижним вкладышем. После этого через боковой люк корпуса (со стороны жесткого шатуна) можно вынуть узел шатунов, выводя его жестким шатуном вперед (при сборке вначале вводят в корпус прицепные шатуны).

**Поршни.** Поршни 4 первой ступени (рис. 149) и второй ступени (рис. 150) соединены с шатунами 7 стальными шлифованными пальцами 3, поставленными в отверстия гнезд поршня с зазорами  $D$  (0,01—0,05 мм) и  $G$  (0,03—0,06 мм). От перемещения в осевом направлении пальцы предохранены двумя стопорными пружинными кольцами 2, закладываемыми в кольцевые канавки, проточенные в гнездах поршня.

Палец смазывается через отверстия 10, идущие от маслосбрасывающего кольца 5, а также частично брызгами масла, вылетающими из отверстия в верхней головке шатуна. В поршнях цилиндров первой ступени с нижней стороны гнезда пальца имеется по одному отверстию 9 и в верхней части гнезда по два таких же отверстия 10, через которые брызги масла могут попадать на палец. Допускаемый в эксплуатации зазор между рабочей поверхностью цилиндра и цилиндрической поверхностью поршня первой ступени  $B = 0,09—0,20$  мм, для поршня второй ступени  $B = 0,07—0,17$  мм (зазоры указаны на диаметр).

Поршни первой и второй ступеней имеют по два уплотнительных 6 и по два маслосбрасывающих 1 и 5 кольца, установленных в ручьях (кольцевых канавках). Кольца должны входить в ручьи с зазором  $A$  (0,02—0,06 мм). Все кольца имеют посередине канавку. Кромки маслосбрасывающих колец срезаются под углом 30°, образуя цилиндрический пояс, не превышающий в эксплуатации 1,5 мм. Замок кольца представляет собой косой срез под углом 30° к горизонтальной плоскости и для колец поршня, находящегося в цилиндре, должен иметь зазор  $B$  (для первой ступени 0,2—0,5 мм, для второй ступени 0,1—0,3 мм). Упругость кольца в значительной степени характеризуется расстоянием между кромками замка в свободном состоянии. Для колец поршня первой ступени это расстояние 12 мм, для колец поршня второй ступени — 11 мм, браковочный размер — 8 мм для колец обеих ступеней.

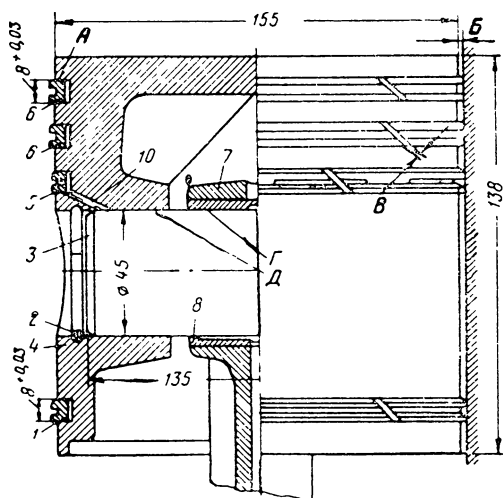


Рис. 150. Поршень второй ступени компрессора (обозначения см. на рис. 149)

**Масляный насос и смазка компрессора.** Масляный насос (рис. 151) состоит из корпуса 1, ограниченного с торцов фланцем 2 и крышкой 7, приштабренными и притертыми к корпусу. Взаимное положение крышки, корпуса и фланца насоса фиксируется контрольными штифтами 14. Стальной ( $HRC \geq 50$ ) ведущий валик 5 насоса вращается в двух бронзовых втулках 4 и 12, впрессованных с натягом  $B$  (0,01—0,03 мм) во фланец и крышку насоса. Между валиком 5 и втулками 4 и 12 устанавливают зазор  $A$  (0,02—0,06 мм).

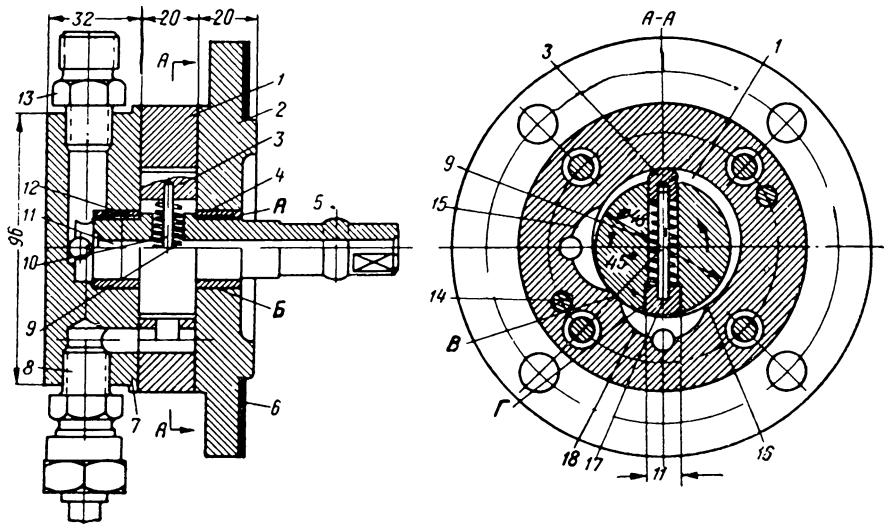


Рис. 151. Масляный насос компрессора КТ6:  
1—корпус насоса; 2—фланец; 3—лопасть; 4, 12—втулки; 5—ведущий валик; 6—проклад-  
ка; 7—крышка; 8—штуцер; 9—пружины; 10—штифт; 11—канал в ведущем валике;  
13—штуцер; 14—контрольный штифт; 15—полость; 16—кромка; 17—лопасть; 18—пол-  
ость;  $A$ — $\Gamma$ —зазоры и натяги в сочленениях деталей

Номер детали (см. рис. 151)	Материал	Обозначе- ние зазора	Зазор в мм	
			номинальный	браковоч- ный
1, 2, 7	Чугун СЧ12	$A$	0,02—0,06	0,12
4, 12	Бронза ОЦС 4-4-17	$B$	0,02—0,05	0,12
5	Сталь 20Х	$\Gamma$	0,016—0,05	0,12

Через диаметрально отверстие в ведущем валике проходит штифт 10, на концах которого свободно сидят лопасти 3 и 17, разжимаемые изнутри пружиной 9. При вращении валика лопасти прижаты к цилиндрической поверхности расточки корпуса 1 насоса. В отверстия валика лопасти поставлены с зазором  $\Gamma$  (0,016—0,05 мм) и могут свободно перемещаться в радиальном направлении.

Между цилиндрической поверхностью валика 5 и расточкой корпуса должен быть зазор  $B$  (0,02—0,05 мм).

Ведущий валик приводится во вращение от вала компрессора (см. рис. 147). Во время работы компрессора масло через сетку фильтра 36 засасывается из масляной ванны и по штуцеру 8 (см. рис. 151) поступает в полость 18 корпуса и серповидную полость (на рис. 151 справа от вертикальной оси симметрии). Как только нижняя лопасть 17 перейдет кромку 16, масло, заключенное в серповидной полости, начнет нагнетаться в полость 15, откуда по каналу будет поступать в полость крышки 7 и по отверстию внутри ведущего валика 5 в масляные каналы и к регулирующему клапану масляного давления, ввернутому в вал компрессора. По штуцеру 13 масло попадает к манометру, показывающему давление масла в смазочной системе компрессора.

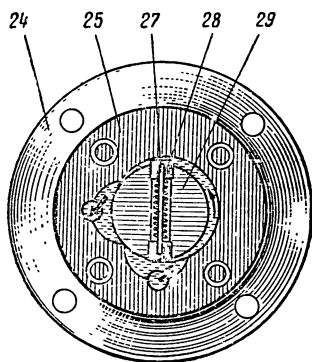
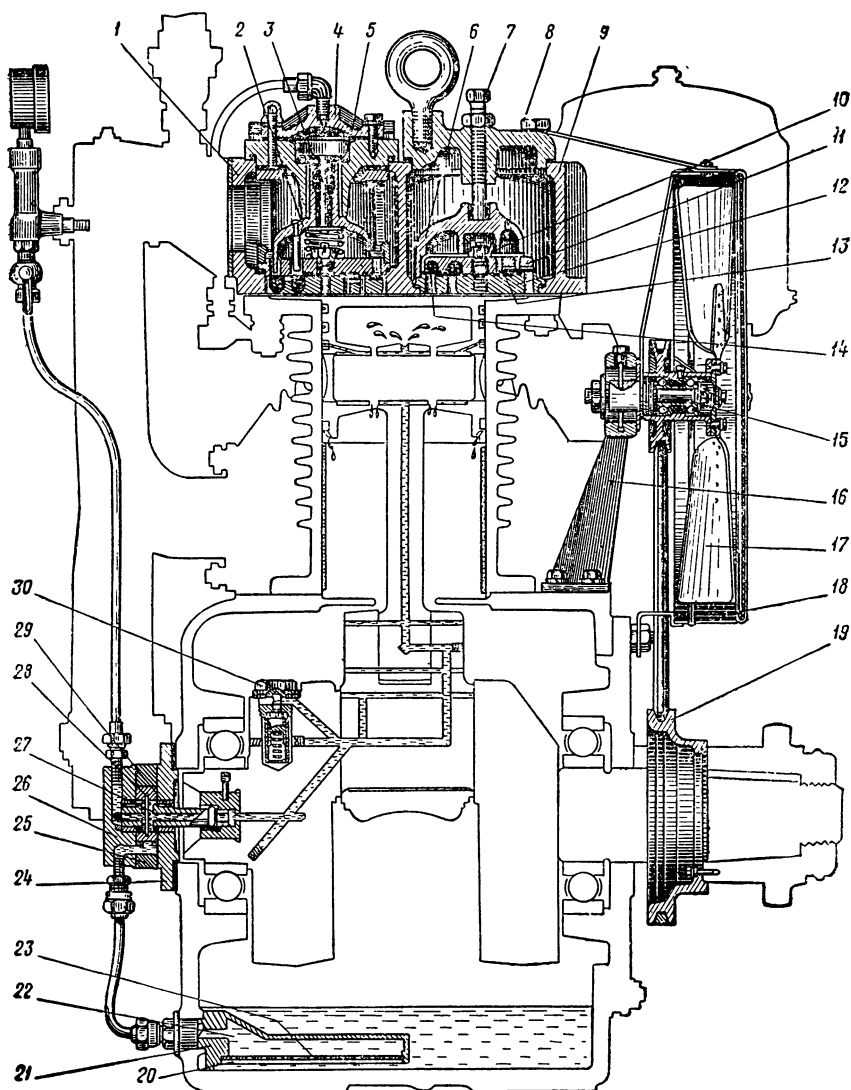


Рис. 152. Схема смазки вентилятора и крышка цилиндра компрессора КТ6:

1—крышка цилиндра; 2—упор всасывающего клапана; 3—стержень; 4—крышка диафрагмы; 5—диафрагма; 6—упор нагнетательного клапана; 7—упорный болт; 8—крышка нагнетательного клапана; 9—крышка цилиндра второй ступени; 10—шпилька; 11—обойма нагнетательного клапана; 12—седло нагнетательного клапана; 13—малая пластина клапана; 14—большая пластина клапана; 15—ось вентилятора; 16—кронштейн; 17—колесо вентилятора; 18—кожух вентилятора; 19—шкив привода вентилятора; 20—кольцо прижимное сетки фильтра; 21—корпус фильтра; 22—масляный фильтр; 23—сетка; 24—фланец; 25—корпус масляного насоса; 26—крышка насоса; 27—штифт; 28—лопасть; 29—валик; 30—регулирующий клапан масляного давления

Регулирующий клапан 30 (рис. 152) состоит из пустотелого корпуса, имеющего кольцевую заточку под верхним уплотнительным буртиком. В верхней части корпуса к гнезду, расположенному ниже заточки, пружиной прижимается клапан. Пружина опирается на тарелку, которая лежит на стопорном кольце, заложенном в кольцевой выточке внизу корпуса.

Наклонный канал в щеке вала соединяет кольцевую заточку со смазочной системой, а радиальные каналы в корпусе — с полостью над клапаном и горизонтальным отверстием в щеке вала. Последнее выходит непосредственно в картер сбоку шарикоподшипника вала компрессора. При давлении в смазочной системе выше допустимого масло отжимает клапан и частично уходит в горизонтальное отверстие, снижая тем самым давление в смазочной системе. Особенность клапана состоит в том, что к усилию, с которым он прижимается пружиной к своему седлу, добавляется усилие от центробежной силы клапана. И так как с увеличением числа оборотов вала это усилие возрастает, то при этом увеличивается и давление, необходимое для открытия клапана. При числе оборотов вала 850 в минуту давление должно быть в пределах  $3,5\text{--}1,5\text{ кг/см}^2$ , при меньших оборотах — не ниже  $1,3\text{ кг/см}^2$ .

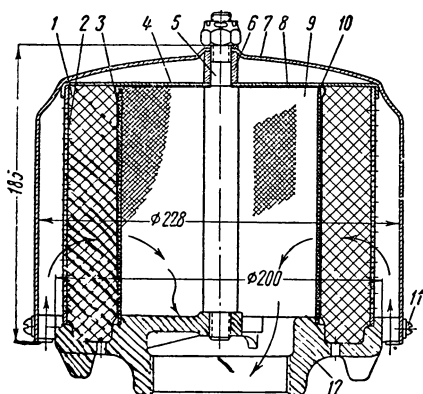


Рис. 153. Фильтр компрессора:

1 — набивка (конский волос); 2 — цилиндр с отверстиями; 3 — войлочный колпак или чехол из фильтровальной материи; 4 — крышка фильтра; 5 — стяжная шпилька; 6 — проставка; 7 — кожух; 8 — днище матерчатого чехла; 9 — сетка; 10 — проволочное кольцо; 11 — шуруп; 12 — днище фильтра

В связи с трудным доступом к клапану конструкция последнего изменена и в настоящее время он представляет собой обычный регулирующий клапан, подсоединенный к нагнетательному каналу масляного насоса, и установлен снаружи компрессора на его торцевой стенке.

Путь смазочного масла хорошо виден на схеме рис. 152 и особых пояснений не требует. Следует только напомнить, что к боковым шатунам через пальцы масло подводится по каналам, показанным на рис. 150, а для компрессора с внешним регулирующим клапаном каналов, ведущих к клапану 30 (см. рис. 152), не делают.

**Всасывающие и нагнетательные клапаны, фильтры.** К всасывающим клапанам воздух проходит через два воздушных фильтра, установленных на входе во всасывающие каналы цилиндрических крышек первой ступени (см. рис. 147).

Фильтр устроен следующим образом. На патрубок, соединенный с маслоотделителем, накручено днище 12 (рис. 153), к которому шурупами 11 прикреплен внешний кожух 7. Между кожухом и днищем фильтра образуется кольцевой проход, через который воздух проходит во внутреннюю полость кожуха, откуда через отверстия в цилиндре 2 поступает к набивке фильтра (набивка из конского волоса или латунной проволоки диаметром  $0,05\text{ мм}$ ; подготавливается введение в серию фильтра на капроновой основе). Пройдя через набивку и предварительно очистившись, воздух подходит к матерчатому чехлу или войлочному колпаку 3. Колпак покрывает проволочную сетку 9, стянутую проволочными кольцами 10. Цилиндр 2, колпак 3 и сетка 9 прижаты к выточке в днище фильтра через крышку 4 и проставку 6 корончатой гайкой стяжной шпильки 5.

Для очистки фильтр следует продувать сжатым воздухом. Если же набивка чрезмерно загрязнена, то необходимо промыть сетку и наполнитель в бензине или керосине. Перед укладкой слегка смазать наполнитель машинным маслом. Для набивки одного фильтра требуется около  $0,15\text{ кг}$  конского волоса.



В каждой цилиндрической крышке компрессора КТ6 установлено по одному всасывающему и одному нагнетательному клапану. Седло 10 (рис. 154) стянуто гайкой шпильки 15 с обоймой 13. К кольцевым буртикам седла притерты большая 11 и малая 12 стальные пластины толщиной  $2_{-0,2}^{+0,2}$  мм (HRC30—45).

Пластины прижаты к посадочным буртам стальными ленточными пружинами 16 и 17 (по три пружины на каждую пластину).

Нагнетательные клапаны (обойма, седло, пластины) имеют примерно такую же конструкцию, как и всасывающие, с той лишь разницей, что седло находится под пластинами. Некоторое различие в креплении всасывающих и нагнетательных клапанов видно на рис. 147. Нагнетательный клапан прижат болтом через упор, причем болт свернут в крышку клапана; всасывающий же клапан второй ступени прижат стаканом, который в свою очередь прижат болтами, ввертываемыми в крышку клапана. Крышки клапанов притянуты каждая четырьмя болтами к крышке цилиндра. Крепление всасывающего клапана первой ступени видно на рис. 154.

Устройство для выключения всасывающих клапанов состоит из подвижного упора 8, цилиндрическая часть которого может перемещаться (с зазором  $B = 0,10 - 0,28$  мм) внутри втулки 7, запрессованной в крышку с натягом  $B$  ( $0,008 - 0,052$  мм), стержня 5 с поршеньком в верхней части, над которой находится диафрагма 2 из резины, упора 8 и пружин 6 и 9. Упор 8 и стержень 5 отжимаются вверх пружинами 6 и 9. При этом всасывающий клапан работает нормально. При давлении в главных резервуарах выше  $8,5 \text{ кг/см}^2$  воздух из регулятора давления будет поступать через штуцер крышки диафрагмы в пространство над диафрагмой 2 и заставит опуститься стержень 5 и упор 8 так, что штифты 19 отождут пластины клапана. Вследствие этого воздух будет засасываться в цилиндры первой ступени компрессора, но сжиматься там не будет, так как он может свободно выходить через отжатые пластины всасывающих клапанов обратно.

Для того чтобы воздух, просочившийся через поршень стержня 5, не создал упругой подушки, в крышке 3 имеется выпускной канал, выходящий внутрь цилиндрической крышки.

**Холодильник.** После первой ступени сжатый воздух попадает в воздушный промежуточный холодильный, состоящий из верхнего 16 и двух нижних 28 коллекторов (см. рис. 147), а также двух рядов тонкостенных трубок холодильника 22, концы которых ввальцованы в отверстия решеток коллекторов. Трубки имеют ребра, выполненные из спиральной медной ленты, и охлаждаются

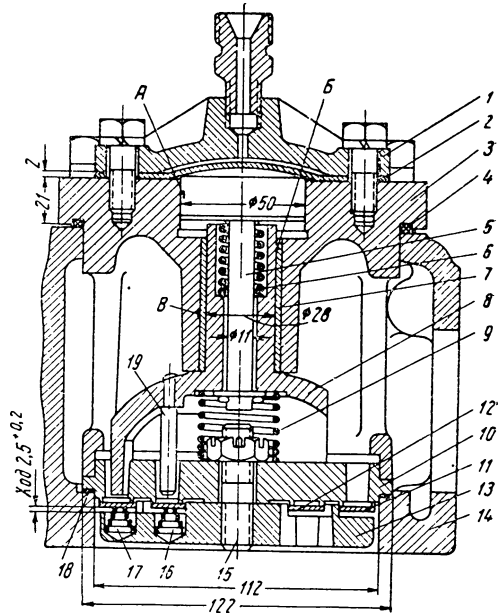


Рис. 154. Всасывающий клапан с выключающим устройством первой ступени компрессора:

1 — крышка диафрагмы; 2 — диафрагма; 3 — крышка; 4 — асбестовый шнур; 5 — стержень; 6 — пружина; 7 — втулка; 8 — упор всасывающего клапана; 9 — распорная пружина; 10 — седло; 11 — большая пластина клапана; 12 — малая пластина клапана; 13 — обойма клапана; 14 — крышка цилиндра; 15 — шпилька; 16 — пружина малой пластины; 17 — пружина большой пластины; 18 — прокладка; 19 — штифт; А — В — зазоры и натяги в сочленениях деталей

Номер детали	Материал	Обозначение зазора	Зазор в мм	
			номинальный	браковочный
11, 12	Сталь 2Х18Н9 (ЭЯ2) или 2Х13 (ЭЖ2)	А	0,01—0,07	0,20
		Б	0,10—0,28	0,55
13, 15	Сталь 45ЛК			
16, 17	Сталь 60С2А			

воздухом, который подается вентилятором 51. Решетки холодильников левого и правого цилиндров объединены коллекторами. Верхний коллектор, соединенный патрубками с нагнетательными каналами крышек цилиндров первой ступени, разделен перегородками на три части. В полости двух крайних частей коллектора входит половина трубок холодильника. Воздух, поступив из цилиндров первой ступени, проходит по этим трубкам в два нижних коллектора, не имеющих перегородок, и по остальным трубкам поднимается снова в верхний коллектор, откуда по патрубку попадает во всасывающую полость крышки цилиндра второй ступени.

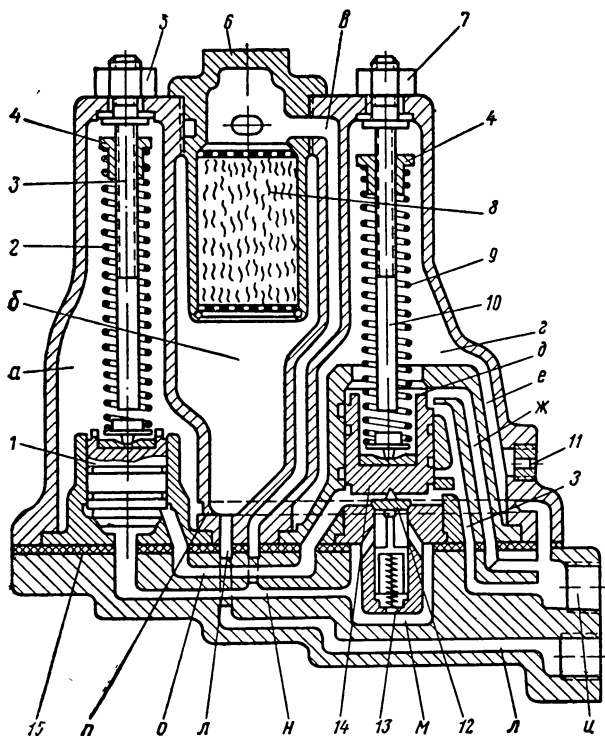


Рис. 155. Регулятор давления (схема):

1 — выключающий клапан; 2 — пружина выключающего клапана; 3 — регулирующий стержень; 4 — гайка пружины 2; 5 — контргайка стержня 3; 6 — корпус фильтра; 7 — контргайка стержня 3; 8 — набивка фильтра (конский волос); 9 — пружина включающего клапана; 10 — стержень пружины включающего клапана; 11 — пробка с калиброванным отверстием; 12 — клапан; 13 — пружина клапана; 14 — включающий клапан; 15 — прокладка; а — полость над выключающим клапаном; б — полость перед фильтром; в — канал; д — и, л — п — каналы

компрессора регулятор давления должен подать воздух в трубопровод выключающего устройства, а для обратного включения освободить этот трубопровод от воздуха, находящегося под давлением.

Регулятор давления (рис. 155) имеет два регулирующих клапана: выключающий 1 и включающий 14. Кроме этих двух клапанов, имеется еще клапан 12, пружина 13 которого стремится поднять его, освобождая проход между уплотнительным пояском клапана 12 и его седлом в корпусе регулятора.

Клапан 12 прижат к седлу клапаном 14, на который действует пружина 9. Нажатие пружины регулируют стержнем 10, вращая который, заставляют опускаться или подниматься гайку 4. Таким же способом регулируют натяжение пружины 2 клапана 1 выключающего компрессора.

Работа регулятора протекает следующим образом. Если давление в главном резервуаре не достигает предельной величины ( $8,5 \text{ кг/см}^2$ ), оба клапана — выключающий 1 и включающий 14 — закрыты. Клапан 12 прижат к своему седлу пружиной 9. Воздух проходит из трубопровода, связанного с главным

цилиндра второй ступени. На трубке перехода поставлен предохранительный клапан 48 первой ступени, отрегулированный на давление  $4,2 \text{ кг/см}^2$ . Для удаления скопившейся влаги и масла необходимо регулярно открывать краны 8 маслоотделителя 9.

**Регулятор давления.** Регулятор давления установлен на трубе, соединяющей главный воздушный резервуар с выключающим приспособлением всасывающих клапанов компрессора. Назначение регулятора — выключать компрессор при давлении в главном резервуаре  $8,5 \text{ кг/см}^2$  и включать его при понижении давления до  $7,5 \text{ кг/см}^2$ .

Конструкция выключающего устройства всасывающих клапанов компрессора рассмотрена нами ранее. Выключение клапанов происходит в том случае, когда к поршням выключающего устройства подводится воздух. Следовательно, для выключения

резервуаром, по каналу *л* в полость *б* и, пройдя через набивку *8*, поступает по каналам *в* и *н* к выключающему клапану *1* и к клапану *12*.

Давление воздуха не в состоянии преодолеть усилие пружины *2*, прижимающей клапан *1* к седлу. Тем более оно не может преодолеть усилия, с которым клапан *12* прижат пружиной *9*. Канал *и*, соединенный с механизмом выключения всасывающих клапанов компрессора, сообщается при этом через каналы *з*, *ж*, *д* и *е* с выпускным калиброванным отверстием в пробке *11*, выходящим в атмосферу. Выключающее устройство на клапанах компрессора в это время не работает и компрессор подает воздух в главный резервуар.

При давлении воздуха на рабочую поверхность клапана *1*, равном  $8,5 \text{ кг/см}^2$ , пружина *2* сожмется и клапан немного приподнимется. При этом воздух начнет давить на большую площадь клапана (так как добавляется кольцевая площадка), в результате чего клапан поднимется и упрется в регулирующий стержень *3*. При этом соединятся каналы *н* и *о* и воздух поступит в полость под клапаном *14*. Клапан *14* быстро поднимется и своей верхней конусной кромкой закроет проход через кольцевой канал *д*, разобшив этим трубопровод механизма выключения всасывающих клапанов компрессора с атмосферой.

Одновременно клапан *14* нижней золотниковой частью соединяет канал *о* с каналами *з* и *и*, по которым воздух полного давления главного резервуара попадает к выключающему устройству всасывающих клапанов компрессора. При этом подача компрессором воздуха в главный резервуар прекращается.

Воздух, попадающий в каналы *з* и *и*, по каналу *п* идет в полость *а*, уравнивая давление с обеих сторон выключающего клапана, и последний под усилием пружины *2* опустится на место. Однако клапан *14* не закроется, так как на него по-прежнему будет действовать полное давление воздуха главного резервуара, который проходит по каналам *н* и *м* через поднятый пружиной *13* клапан *12*. При этом клапан *14* будет поднят, а всасывающие клапаны компрессора выключены до тех пор, пока давление в главном резервуаре снизится до величины, на которую установлен регулятор давления (до  $7,5 \text{ кг/см}^2$ ). В этот момент усилие пружины *9* включающего клапана *14* окажется больше усилия, получающегося от давления воздуха, и клапан *14* сядет на место, посадив одновременно и клапан *12*.

Трубопровод механизма выключения всасывающих клапанов компрессора сообщится через каналы *з*, *д* и *е* с атмосферой и воздух снова начнет нагнетаться в главный резервуар. Через канал *п* сообщится с атмосферой также и полость *а* над выключающим клапаном *1*, в результате чего клапан *1* снова будет находиться, с одной стороны, под давлением пружины, а с другой, — под давлением воздуха, т. е. снова будет готов к выключению компрессора.

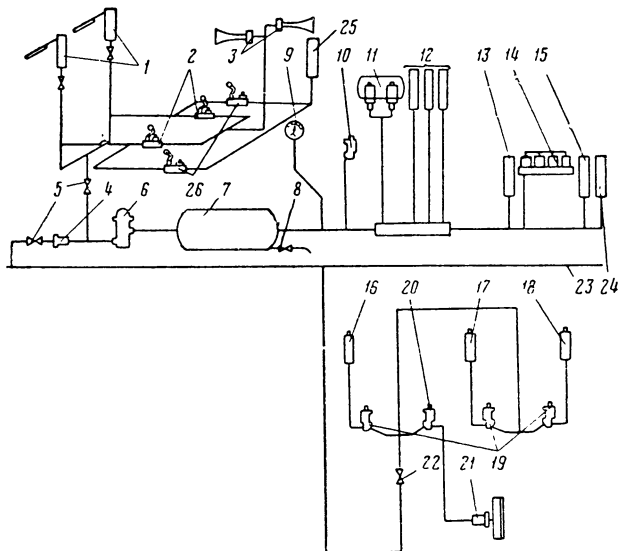
Регулятор устанавливают на давления, при которых происходит выключение и включение компрессора соответствующей затяжкой пружин. Например, для повышения давления, при котором должно происходить выключение компрессора, необходимо отпустить контргайку *5* и отверткой поворачивать стержень *3* в направлении вращения часовой стрелки, зажимая при этом пружину *2* клапана.

Для понижения давления, при котором должен включиться компрессор, следует отпустить контргайку *7* и поворачивать стержень *10* против часовой стрелки, уменьшая затяжку пружины *9*.

Схема воздушного трубопровода системы автоматики. На схеме (рис. 156 и 157) показаны воздушные трубопроводы системы автоматики тепловоза. Трубопроводы автотормозов и системы управления песочницами рассмотрены ниже при описании экипажной части.

Воздух, сжатый во второй ступени компрессора, поступает из питательной магистрали через разобщительные краны *5* и воздушный фильтр *4* к стеклоочистителям *1* кабины машиниста и через клапаны *2* и *26* к звуковым сигналам (тифонам и свистку) тепловоза. Перед каждым стеклоочистителем поставлен вентиль. От питательной магистрали снабжаются воздухом также и электропневматические вентили *19*, управляющие проходом воздуха к воздушным

цилиндрам 16, 17 и 18 привода жалюзи холодильника, и вентиль 20, управляющий проходом воздуха в воздушный цилиндр 21, включающий муфту привода вентилятора холодильника тепловоза.



вентилятора; 22—кран разобшительный; 23—питательная магистраль; 24—электропневматический вентиль выключения пяти топливных насосов правого ряда и перепуска продувочного воздуха; 25—свисток; 26—клапан свистка

Рис. 156. Схема воздушного трубопровода системы автоматики:

1—стеклоочиститель с пусковым вентилем; 2—клапан тифона; 3—тифон; 4—фильтр; 5—кран разобшительный; 6—клапан максимального давления; 7—резервуар низкого давления; 8—краник водоспускной; 9—манометр; 10—электропневматический вентиль песочной системы; 11—реверсор; 12—контакты; 13—электропневматический вентиль ускорителя пуска дизеля; 14—электропневматический механизм управления регулятора числа оборотов дизеля; 15—электропневматический вентиль выключения левого ряда топливных насосов; 16—воздушный цилиндр привода правых жалюзи холодильника; 17—воздушный цилиндр привода верхних жалюзи холодильника; 18—воздушный цилиндр привода левых жалюзи холодильника; 19—электропневматический вентиль воздушных цилиндров; 20—электропневматический вентиль муфты привода вентилятора; 21—воздушный цилиндр включения муфты привода

Через клапан 6, поддерживающий постоянное давление (5,5—6 кг/см<sup>2</sup>) в резервуаре 7, воздух проходит к манометру 9, электропневматическому вентилю песочной системы 10 и в высоковольтную камеру. В последней воздух под-

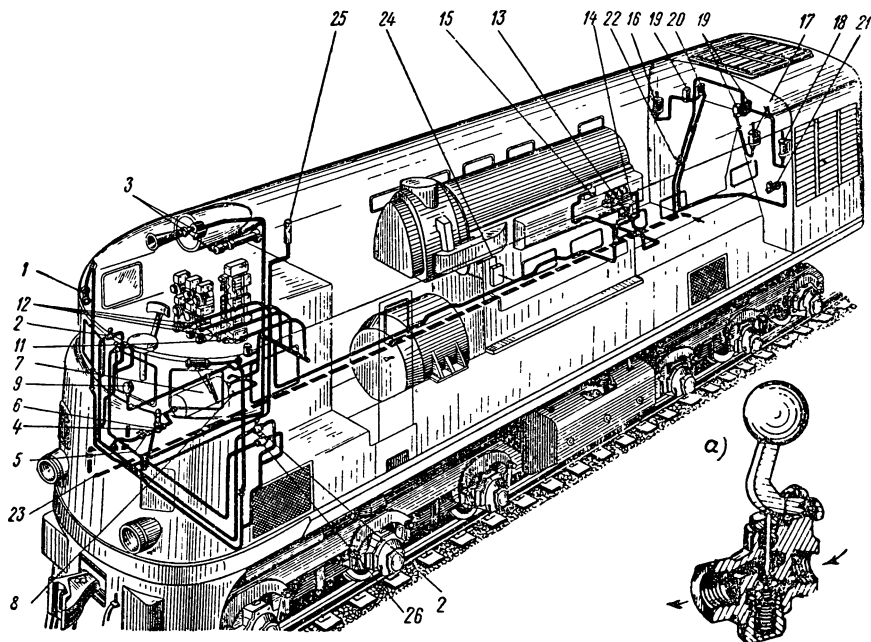


Рис. 157. Схема автоматики тепловоза ТЭЗ (обозначения см. на рис. 156):  
а—клапан тифона

веден к воздушным цилиндрам реверсора 11 и электропневматическим контакторам 12. От магистрали низкого давления воздух проходит также к электропневматическому вентилю 15 цилиндра выключения левого ряда топливных

насосов дизеля и к цилиндрам электропневматического механизма управления регулятором числа оборотов дизеля. При холостой работе дизеля воздух подводится к электропневматическому вентилю 24 выключения пяти насосов первого ряда и включения клапана перепуска воздуха. Краник 8 служит для спуска сконденсировавшейся воды, которую необходимо регулярно удалять из резервуара.

## ГЛАВА V

### **ХОЛОДИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО И ПРИВОДЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗА**

#### **ХОЛОДИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО**

**Расположение частей холодильника и их назначение.** Холодильник предназначен для охлаждения воды и масла, непрерывно циркулирующих в системе дизель — холодильник — дизель.

Принудительная циркуляция и непрерывное охлаждение воды и масла необходимы потому, что количество тепла, переходящего к металлическим частям дизеля от топлива, сгорающего в его цилиндрах, настолько велико (порядка 1 000 000 ккал/ч), что понадобилось бы огромное количество воды и масла для отбора тепла от дизеля при их естественной циркуляции и охлаждении. Примененная на тепловозе ТЭЗ система охлаждения дает возможность устанавливать температуру воды и масла, наиболее выгодную для работы дизеля. Известно, что низкая температура масла снижает мощность дизеля как из-за повышенных потерь на преодоление трения вращающихся и движущихся деталей в условиях возросшей вязкости масла, так и из-за возрастающего отвода тепла (из-за увеличившегося теплоперепада) от газов сгорающего топлива к воде через цилиндрические гильзы и к маслу через поршни. Низкая температура масла увеличивает и износ деталей (из-за увеличенного нагара на рабочей поверхности цилиндрических гильз, ухудшенного сгорания топлива, частично оседающего на стенках гильз и разжижающего смазывающий стенки масляный слой). С другой стороны, чрезмерное повышение температуры воды в системе охлаждения тепловоза ТЭЗ может привести к тяжелым последствиям из-за образования паровых мешков внутри охлаждаемых каналов и полостей дизеля, что вызовет местный перегрев и образование трещин. Перегрев масла приведет к резкому снижению его вязкости, падению давления, ухудшению смазочной способности, возрастанию коррозионного влияния, т. е. в конечном счете к увеличению износа и возможным авариям.

Для холодильной установки тепловоза ТЭЗ в качестве оптимальных рекомендуются температуры порядка  $60 \div 75^\circ$ , а максимальными температурами приняты: для воды —  $90^\circ$  (рассматривается возможность повышения до  $92^\circ$ ), для масла —  $83^\circ$ .

Холодильное устройство состоит из: шахты, в которой размещены трубчатые секции и вентиляторное колесо; привода для передачи вращения и изменения скорости вращения вентиляторного колеса; устройства для включения и выключения вентилятора и устройства для управления режимом работы холодильника (жалюзи с электропневматическим управлением положения их створок).

Шахта холодильника (рис. 158) расположена в задней части каждой секции тепловоза. Водяные и масляные секции холодильника размещены в стенках кузова тепловоза и боковыми плоскостями своих крышек притянуты на шпильках к верхним и нижним коллекторам (водяным и масляным). В шахте имеется 36 секций для охлаждения масла и 24 для охлаждения воды (по два ряда секций с каждой стороны). Вода подводится к верхним коллекторам обеих

сторон шахты тепловоза и отводится от нижних коллекторов, объединяющих водяные секции. Масло поступает к передним сторонам нижних коллекторов (имеющих Г-образную форму), разделенным внутренней перегородкой на две половины, и, пройдя через секции и верхние коллекторы, отводится от нижних же коллекторов (от вторых их половин).

Устроена шахта холодильника следующим образом. От нижних коллекторов наклонные стальные каркасы подходят к горизонтальному листу, образуя как бы арку над проходом к дверям в задней стенке кузова тепловоза.

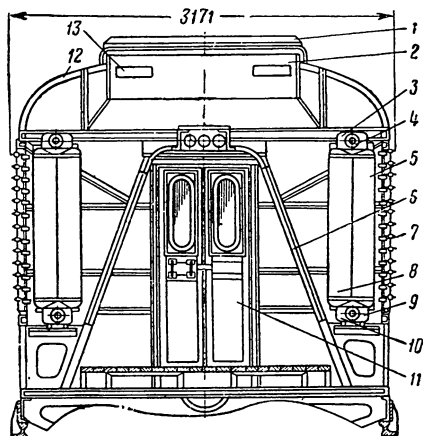


Рис. 158. Поперечный разрез шахты холодильного устройства:

1—верхние жалюзи; 2—диффузор вентилятора; 3—верхний коллектор водяных секций; 4—верхний коллектор масляных секций; 5—масляные секции холодильника; 6—люк внутренней боковой стенки шахты; 7—створки жалюзи; 8—водяные секции холодильника; 9—нижний коллектор масляных секций; 10—нижний коллектор водяных секций; 11—дверь в смежную секцию тепловоза; 12—крышка люка; 13—окна в диффузоре

ниже 8. Промежуточный вертикальный вал заключен в разъемном защитном кожухе.

Вентилятор включают и выключают фрикционной муфтой при помощи пневматического механизма 14 или вручную рукояткой 13. Воздух засасывается вентилятором через секции холодильника и проходит между наклонными листами и листами, идущими от верхних коллекторов к кольцу под вентиляторным колесом. Листы и кольцо образуют замкнутый канал, по которому воздух может пройти только через трубу вентиляторного колеса 10.

Вентилятор холодильника шестилопастный, осевой, работает на двух режимах: летнем и зимнем.

Шахта имеет верхние и боковые жалюзи, которые закрываются и открываются с поста машиниста при помощи электропневматических вентилялей, но могут также управляться вручную рычажными механизмами, установленными непосредственно на передних стенках обеих сторон шахты (см. рис. 2).

Регулирование количества воздуха, просасываемого вентилятором через холодильник, осуществляется поворотом створок жалюзи, связанных между собой тягами, благодаря чему они поворачиваются одновременно вокруг своих осей.

Для регулирования температуры воды и масла в зимнее время могут быть открыты прорезанные в диффузоре 2 (см. рис. 158) четыре прямоугольных окна 13, закрытых летом заслонками. Благодаря этому часть воздуха, нагретого при проходе через секции холодильника, нагнетается вентилятором (при закрытых или частично закрытых верхних жалюзи) через окна 13 в полости над жалюзи 7 и секциями 5 смешивается там с холодным воздухом, поступающим



через открытые при этом крышки люков 12, и подходит к секциям 5 уже прогретой настолько, чтобы не было опасности замерзания секций. Снаружи боковые жалюзи при низких температурах закрывают стегаными матами. Подробнее режимы работы холодильной установки рассмотрены в главе VI.

Для возможности более гибкого регулирования температуры воды и масла разрабатываются холодильники, в которых масло охлаждается не воздухом, а водой: применены так называемые турбулизаторы потока масла в трубках масляных секций, улучшающие отдачу тепла воздуху; проверяется раздельное регулирование температуры воды и масла, для чего выпущены опытные тепловозы с измененным расположением масляных и водяных секций по сторонам шахты (все масляные секции вынесены на одну сторону шахты). Это дает возможность при помощи жалюзи устанавливать раздельно температуру воды и масла [в серийной конструкции, открывая или закрывая жалюзи, одновременно изменяют условия охлаждения как масляных (в первом ряду), так и водяных (во втором ряду) секций].

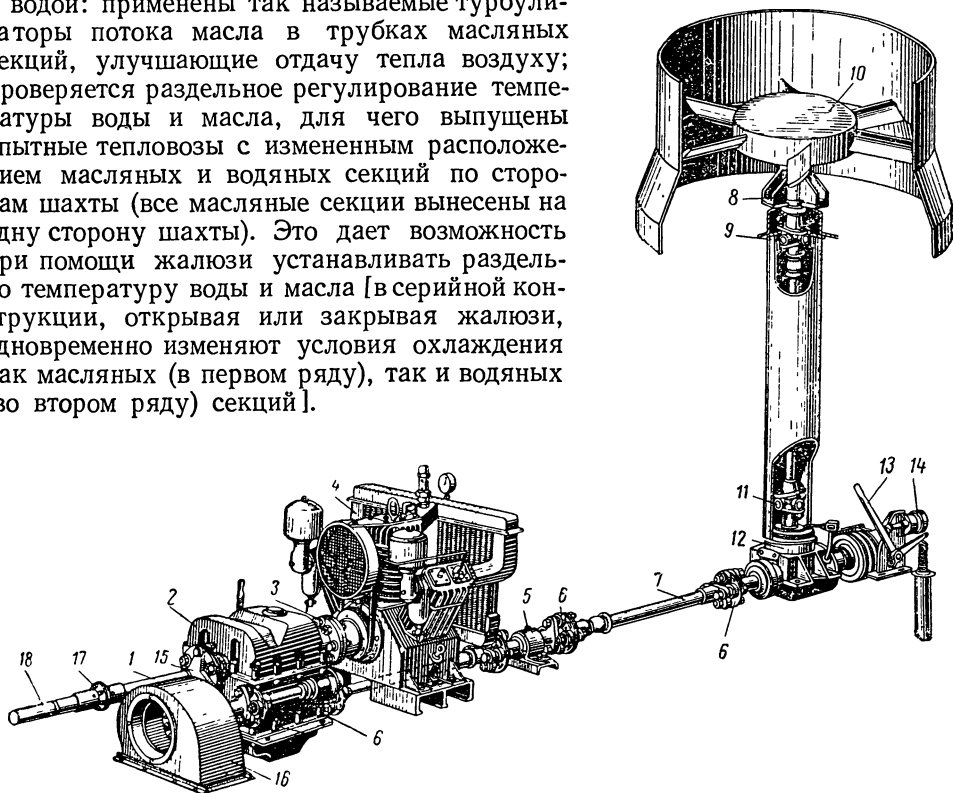


Рис. 159. Привод вентилятора холодильного устройства:

1—промежуточный вал; 2—гидромеханический редуктор; 3—зубчатая муфта; 4—компрессор; 5—опора подшипников; 6—муфта с резиновыми втулками; 7—промежуточный вал; 8—подпятник вентилятора; 9—головка кардана; 10—колесо вентилятора; 11—головка кардана; 12—редуктор вентилятора; 13—рукоятка ручного включения муфты вентилятора; 14—воздушный цилиндр пневматического включения муфты вентилятора; 15—пластинчатая муфта; 16—вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки; 17—муфта; 18—цапфа вилки кардана

**Редуктор вентилятора.** Редуктор вентилятора состоит из чугунного корпуса 5 (рис. 160) и трех стальных валов—ведущего 16, ведомого 2 и полого 17. Корпус 5 опирается лапами на плиту, расположенную на раме тепловоза. Один конец вала 16 лежит в шарикоподшипнике 23, установленном в гнезде 20 с зазором  $E$  ( $0,00—0,065$  мм). Гнездо 20 в свою очередь поставлено на уплотнительной паронитовой прокладке в корпус 5 редуктора. Другой конец вала 16 помещен во втулку 26 с шарикоподшипником 11, внешняя обойма которого поставлена с зазором  $H$  ( $0,00—0,065$  мм) в полый вал 17. На этом же конце вал 16 имеет нарезанные шлицы, в которые с зазором  $M$  ( $0,05—0,135$  мм) заходят шлицы разрезной втулки 35 ведущих дисков фрикционной муфты включения вентилятора. Если муфта не включена, то вал 16 может свободно вращаться в подшипниках, причем конические шестерни — ведущая 18 и ведомая 9 — будут находиться в покое. Полый вал 17 лежит в одном роликовом 19 и одном шариковом 14 подшипниках, напрессованных на него вместе с ведущей конической шестерней 18 и цилиндрической шестерней 15, поставленной на шпонке. Подшипники, как и шестерни, рекомендуется напрессовывать в нагретом состоянии: для подшипников  $80—100^\circ$ , для шестерни не выше  $200^\circ$ .

Подшипник 19 на втулку вала 17 должен ставиться с натягом Д (0,003—0,038 мм), подшипник 14 с таким же натягом Б (0,003—0,038 мм), шестерня 18 на валу с натягом Г (0,07—0,12 мм), втулка на валу с натягом Ж (0,04—0,08 мм). В обойме 13 и в корпусе 5 редуктора подшипники установлены с одинаковыми зазорами З и В (0,00—0,065 мм). Регулировка положения вала 17, а следовательно, и шестерни 18 в горизонтальном направлении производится обоймой 13, между фланцем которой и торцом корпуса 5 устанавливают регулировочные прокладки 10. Пропуск смазки через подшипник наружу устраняет бронзовое лабиринтное кольцо уплотнения 12. Шестерня 18 находится в зацеплении с шестерней 9 ведомого вала 2. Ведомая шестерня имеет 31, а ведущая — 22 спиральных зуба. Шестерню 9 напрессовывают на вал до упора в бурт в горячем состоянии с натягом А (0,055—0,105 мм). Опорные роликовые подшипники 6 и 8 вертикального вала в гнезде 4 установлены с зазором К (0,00—0,065 мм), а на вал посажены с натягом Л (0,003—0,038 мм). Закреплены подшипники корончатой прошплинтованной гайкой.

Зацепление между шестернями и боковой зазор И между зубьями регулируют набором регулировочных прокладок 24, устанавливаемых между фланцем гнезда 4 подшипников вертикального ведомого вала и торцевой поверхностью корпуса редуктора. Зазор И должен быть не менее 0,20 мм при полностью отжатых внутрь корпуса редуктора горизонтальном и вертикальном валах и не более 0,43 мм при полностью разведенных валах. Для регулировки зацепления служат также и прокладки 10. Крышка 3 ставится на уплотнительной прокладке и имеет уплотнительный сальник, охватывающий цапфу вала 2.

Кроме конических шестерен, на полом валу, как уже указывалось, посажена цилиндрическая шестерня 15, подающая смазку к подшипникам вертикального вала редуктора. Дизельное масло, заполняющее корпус редуктора (до метки «уровень масла» на масломерном щупе), захватывается шестерней при ее вращении и центробежной силой забрасывается в раструб и далее в трубку 45, откуда оно проходит через смотровой фонарик 44 и по трубке 43 поступает к подшипникам вертикального вала. Интенсивная подача должна происходить при каждом включении фрикционной муфты или в момент изменения числа оборотов дизеля при включенной муфте, когда и следует проверять подачу смазки в редуктор. Фланец полого вала 17 редуктора соединен шпильками (см.рис. 160) с фланцем 25 фрикционной муфты включения вентилятора. Фланец 25 в свою очередь связан шестью стальными пальцами 49 (рис. 161), установленными на равном расстоянии друг от друга, с средним ведомым и прижимным 39 чугунными дисками муфты. Диски 39 и 40 могут немного передвигаться по пальцам в осевом направлении, но вращаются они вместе с фланцем 25. Между дисками 39 и 40 установлены два тонких стальных ведущих диска 38, к рабочим поверхностям которых с обеих сторон прикреплены заклепки пластины из прессованного асбеста.

Номер детали (см. рис. 160)	Материал	Твердость	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм	
					номинальный	браковочный
2	Сталь 38ХС	—	А	0,055—0,105	—	—
5	Чугун 18-36	—	Б, Д, Л	0,003—0,038	—	—
9	Сталь 12ХНЗА	НRC58 после цементации зубьев	В, Е, З, К, Н	—	0,00—0,065	—
18	Бронза ОЦС 5-5-5	—	Г	0,07—0,12	—	—
12	—	—	Ж	0,04—0,08	—	—
16	Сталь 38ХС	НВ269—321 после термообработки	И	—	0,20—0,43	—
17	Сталь 45	—	М	—	Разность зазоров между зубьями 0,1	Менее 0,1, более 0,77
35	Сталь 38ХС	—			0,05—0,135	Более 0,18
37	Проволока 4,511-1	—				
39	Чугун СЧ12-18	НВ143—229				



С 1962 г. при ремонтах в депо пластины к дискам не приклепывают, а приклеивают клеем ГЭН-150(В) или БФ-2. Оба ведущих диска 38 соединены болтами каждый со своей половинкой разрезной втулки 35, которая посажена на шлицах ведущего вала 16 и может несколько перемещаться вместе с дисками 38 в осевом направлении. К пальцам 49 болтами присоединена стальная штампованная крышка сцепления 32. Внутри крышки установлено 12 спиральных включающих пружин 37, которые, упираясь одним концом в крышку 32, а другим — в прижимной диск сцепления 39, прижимают все диски друг к другу.

Пружины 37 упираются в диск 39 через асбестовое изолирующее кольцо 31 прижимного диска сцепления, закрепленного стальной кольцевой пластиной. Назначение кольца 31 — предохранять пружины от перегрева.

Механизм включения фрикционной муфты состоит из муфты 31 (рис. 162) с упорным шариковым подшипником, посаженным на перемещающейся в осевом направлении втулке. Втулки и подшипник перемещаются вилкой 19, посаженной на шлицевом валике 29, который шпонкой и стяжным болтом соединен с рукояткой 22 и рычагом 27. Пружина 30 стремится оттянуть рычаг 27 вниз и этим выключить сцепление фрикционной муфты. Шток 23, к поршню 24 которого через штуцер крышки 25 подводится сжатый воздух, отжимает рукоятку 22, преодолевая сопротивление пружины 30 и устанавливая фрикционную муфту в положение сцепления всех ее дисков. Рукоятка 22 служит также для ручного включения фрикционной муфты; при этом во включенном положении ее удерживают фиксатором 28.

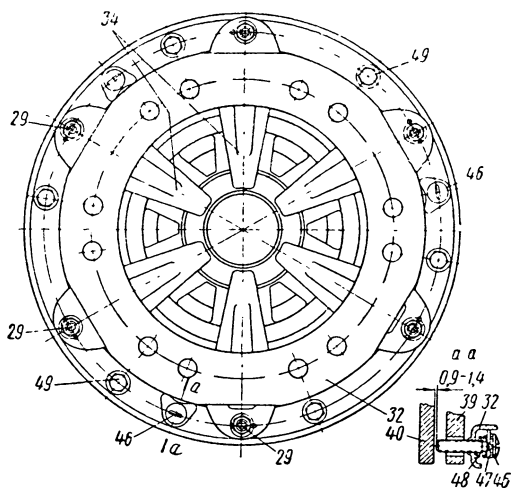


Рис. 161. Фрикционная муфта—вид со стороны крышки сцепления (обозначения см. на рис. 160):

46—упорный регулировочный винт; 47—стопорная шайба регулировочного винта; 48—пружина; 49—пальцы

Муфта выключается так. При перемещении муфты 31 влево наружная обойма подшипника нажимает на шесть рычажков-коромысел 14, входящих в прорези крышки 17. При этом наружные концы рычажков, соединенные при помощи гаек с винтами 16, перемещаются вправо. Так как винты 16 связаны с прижимным диском 13, то последний оттягивается от ведущего фрикционного диска 34, сжимая включающие пружины 32. Вследствие этого между ведущими и ведомыми дисками сцепление нарушится и вращение от ведущего вала 2 на полый вал редуктора передаваться не будет. Для того чтобы при выключении фрикционной муфты средний ведомый диск сцепления 12 не отодвигался слишком далеко, в крышку сцепления 17 ввернуто три регулировочных винта 35, проходящих через отверстия прижимного диска 13. Винты 35 при выключении муфты упираются своими концами в средний ведомый диск 12, ограничивая его ход (нормальная величина хода 0,9—1,4 мм). Поворотом винта можно изменить величину хода дисков. Для фиксации винта служит пружина 48 (см. рис. 161) и стопорная шайба 47. Последняя своим выступом входит в прорези головки. Указанная выше величина хода (зазора) для всех трех винтов не должна отличаться более чем на 0,1 мм.

**Регулировка.** Величину нажатия дисков друг на друга регулируют гайками винтов 16 (см. рис. 162), изменяющими суммарное нажатие пружин на прижимной диск 13. Зазор между торцом обоймы упорного шарикоподшипника муфты 31 и концами рычажков—коромысел 14 при включенной фрикционной муфте должен составлять 1,5—2,0 мм (шарикоподшипник должен свободно вращаться без каких-либо заеданий). Зазор устанавливают поворотом гаек вин-

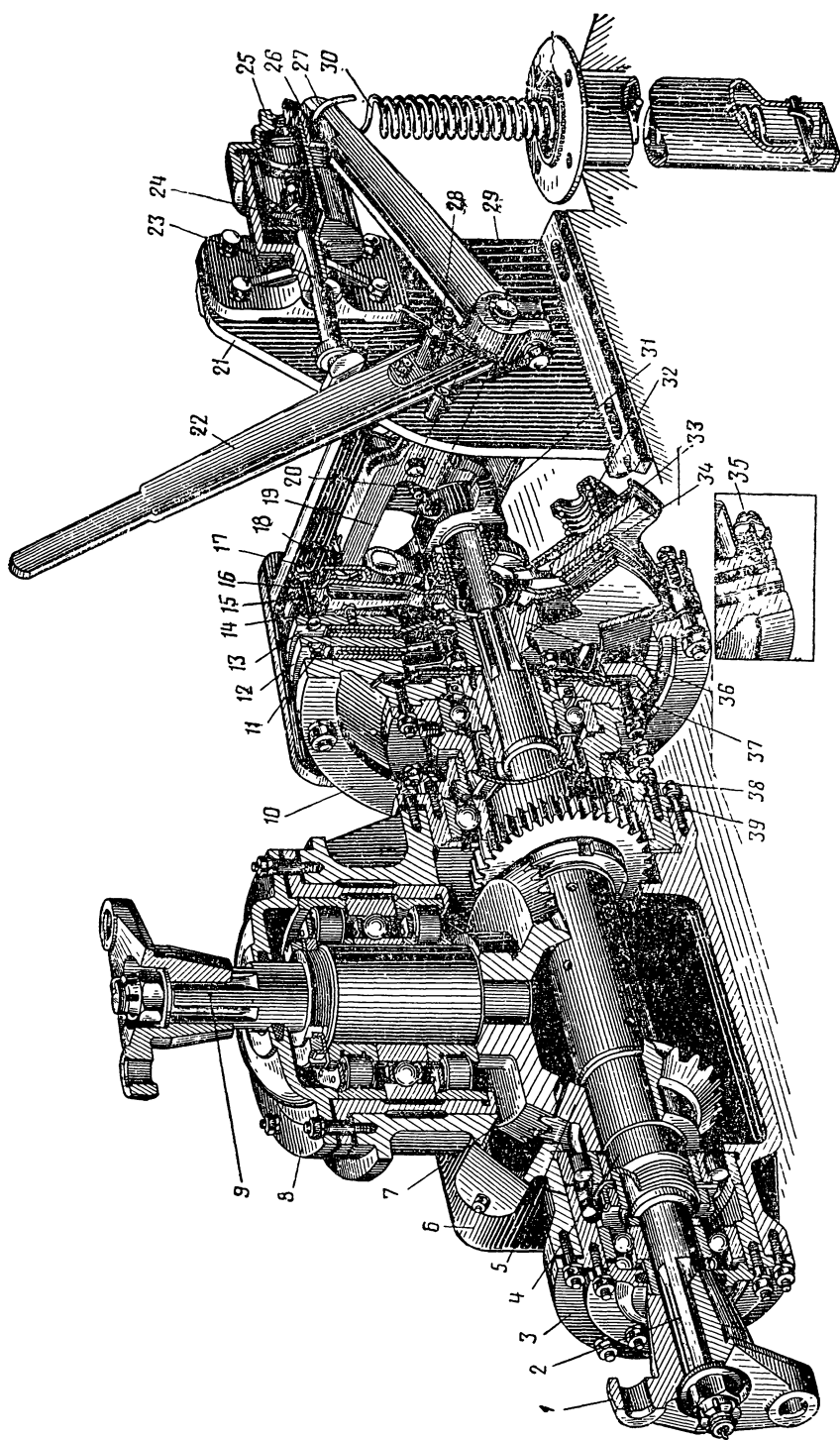


Рис. 162. Общий вид редуктора и фрикционной муфты:

1 — фланец кардана; 2 — ведущий вал; 3 — гнездо подшипника; 4 — полый вал; 5 — ведущая шестерня; 6 — корпус редуктора; 7 — ведомая шестерня; 8 — крышка; 9 — ведомый вал; 10 — фланец муфты; 11 — пружина среднего диска; 12 — ведомый диск сцепления (средний); 13 — прижимной диск сцепления; 14 — коромысло сцепления; 15 — пружина выключающего винта; 16 — винт, выключающий сцепление; 17 — крышка сцепления; 18 — натяжная пружина коромысла; 19 — вилка сцепления; 20 — пружина; 21 — корпус отводки; 22 — рукоятка ручного включения муфты; 23 — валик; 24 — поршень с манжетой; 25 — крышка со штурманом подвода воздуха; 26 — цилиндр включения муфты; 27 — рычаг; 28 — фиксатор; 29 — валик; 30 — выключающая пружина; 31 — муфта выключающего винта; 32 — втулка ведущих дисков; 33 — изолирующее кольцо прижимного диска; 34 — фрикционный диск сцепления; 35 — упорный регулировочный винт; 36 — втулка ведущих дисков; 37 — масляотбойный диск; 38 — лабиринтное уплотнение; 39 — регулировочная прокладка

тов 16. Если поворотом гаек не удастся установить необходимый зазор, то в этом случае допускается регулировка поворотом муфты выключения 31 относительно шлицевого валика 29.

**Разборка и сборка редуктора.** У снятого с тепловоза редуктора вначале разбирают фрикционную муфту, затем спрессовывают фланцы 1 (см. рис. 160) и 22, снимают крышки 3 и 21, вынимают вертикальный ведомый вал 2 вместе с гнездом 4, подшипниками 6, 7, 8 и шестерней 9, удаляют ведущий вал 16 из полого 17, а затем — и полый вал, после чего, если необходимо, полностью разбирают.

Сборку редуктора выполняют по узлам, собирая вначале отдельно полый 17, ведущий 16 и ведомый 2 валы, а затем монтируя их в корпусе 5 редуктора.

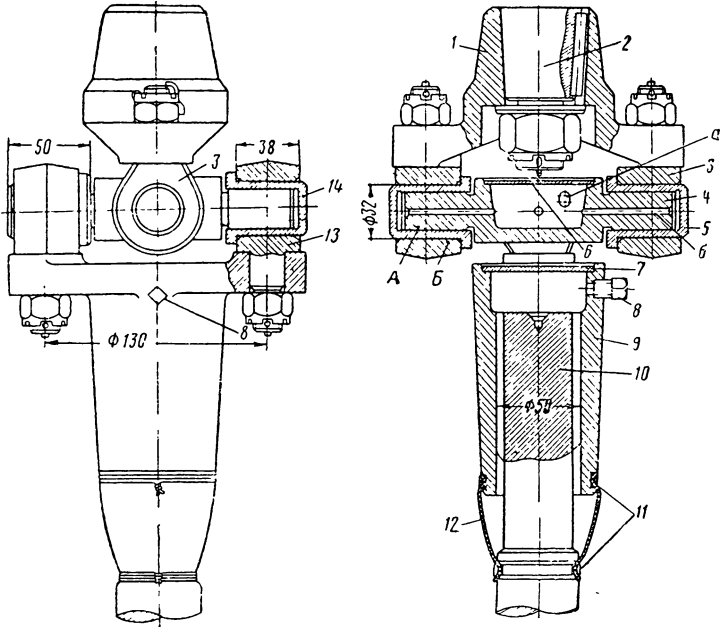


Рис. 163. Карданное соединение промежуточного вала и вала вентилятора:

1 — фланец кардана вертикального вала вентилятора; 2 — вал вентилятора; 3 — ушко кардана; 4 — крестовина кардана; 5 — втулка кардана; 6, 7 — пластинчатые крышки; 8 — пробка; 9 — фланец кардана промежуточного вала; 10 — промежуточный вал (шлицевый конец); 11 — шплинтовальная проволока; 12 — чехол; 13 — ушко фланца кардана промежуточного вала; 14 — втулка кардана; а, б — отверстия; А — натяг 0,0—0,05 мм; Б — зазор 0,06—0,14 мм

Номер детали (см. рис. 163).	Материал	Номер детали	Материал
1, 9 3, 13 4	Сталь 40 Сталь 38ХС Сталь 38ХС	5, 14	Бронза АЖМц 10—3—1,5 или капрон

Полый вал собирают в следующем порядке: надевают на вал 17 лабиринтное уплотнение 12, напрессовывают шарикоподшипник 14, обойму 13 и цилиндрическую шестерню 15, которые закрепляют гайкой со стопорной шайбой. Фланец лабиринтного уплотнения 12 соединяют с обоймой 13 на прокладке, зажимая одновременно наружную обойму упорного шарикоподшипника 14. Нагревают и напрессовывают на вал 17 коническую шестерню 18 и втулку до упора последовательно в борт вала и в торец шестерни. Затем ставят вал 17 в корпус 5 редуктора, напрессовывают на втулку роликоподшипник 19 до упора в торец шестерни и зажимают гайкой со стопорной шайбой.

Сборку ведущего вала начинают с постановки шарикоподшипника 11 на втулку 26 и укрепления последнего гайкой 28 со стопорной шайбой. Затем на-



прессовывают втулку 26 в сборе с шарикоподшипником 11 на вал 16 до упора в бурт. Запрессовывают самоуплотняющийся сальник в гнездо фланца 25 фрикционной муфты и надевают на вал 16. Прикрепляют болтами к втулке 26 маслобонный диск 27. Вставляют вал 16 в полый вал 17, слегка ударяя через оправку по наружной обойме шарикоподшипника 11; надевают кольцо, напрессовывают подшипник 23, ставят распорную втулку. Ставят на шпильки в корпусе 5 гнездо 20 так, чтобы оно своим торцом прижало наружную обойму роликподшипника 19 и в то же время сжало уплотнительную прокладку между фланцем гнезда 20 и торцом корпуса 5. Устанавливают на место крышку 21, надевают на вал 16 и закрепляют корончатой гайкой фланец 22. Шплинтуют гайку. При полной разборке (и сборке) редуктора полый вал удаляют и без предварительной выемки ведущего вала. При сборке узла ведомого вертикального вала 2 вначале насаживают нагретую шестерню 9 на нижний конец вала. Затем, вставив в гнездо 4 подшипники 6, 7, 8 и нагрев вместе с гнездом, напрессовывают их на вал 2, закрепляя гайкой и шайбой. Устанавливают вал в сборе в корпус 5 редуктора, регулируя зазор между зубьями регулировочными прокладками. Ставят на место крышку 3 и фланец карданной головки 1, укрепляют на редукторе фрикционную муфту и устанавливают редуктор на место в холодильной установке тепловоза.

**Карданный вал и подпятник вентилятора.** На нижний конец вертикального вала вентилятора насажен фланец (рис. 163 и 164) с лапами, в отверстия которых входят ушки 3, закрепляемые во фланце корончатыми гайками. Такие же лапы имеет фланец 9 кардана со стороны вала 10, с тем лишь различием, что они повернуты на 90° относительно лап фланца 1.

Во внутренние шлицы ступицы фланца 9 входят шлицы промежуточного вертикального вала 10, а в отверстия лап фланца — ушки 13 фланца кардана. В отверстие каждого ушка вставлены втулки 5 и 14, в которые в свою очередь входят цементованные и закаленные до твердости HRC50 пальцы крестовины 4.

Так как такое же соединение имеется в нижней части вертикального вала, то возможно некоторое смещение осей редуктора и подпятника вала вентилятора без нарушения работы вентиляторной установки.

Ступица фланца 9 соединена с вертикальным валом промежуточным чехлом 12, закрепляемым проволокой 11. Шлицевое соединение смазывается через отверстие, нормально закрытое пробкой 8. Такое же отверстие *a* имеется в крестовине, через него смазка проходит во внутреннюю полость крестовины и по радиальным каналам *b* — во втулки 5 к пальцам крестовины 4. Закрывает внутреннюю полость крестовины стальная пластинчатая крышка 6 или также пластинчатая крышка, но поставленная на четырех болтах с двумя плоскими замковыми шайбами, края которых отогнуты на грани головок болтов.

**Подпятник вентилятора.** Корпус подпятника 4 (рис. 165) лежит на горизонтальных балках верхней части арки холодильника. Вал 1 вентиляторного колеса с напрессованными на него двумя подшипниками 3 и 6 (натяг  $B, \Gamma = 0,0—0,038 \text{ мм}$ ) ставят в корпус подпятника так, что верхний подшипник является упорным, в то время как нижний может свободно перемещаться в вертикальном направлении. Оба подшипника ставят в корпус с зазором  $A, Д (0,0—0,065 \text{ мм})$ , упираются они в буртик вала; верхний — непосредственно, а нижний — через распорную втулку 5.

Внутренние кольца подшипников прижаты круглой гайкой, закрепленной стопорной шайбой с внутренним усом и наружными лепестками. Нижняя часть

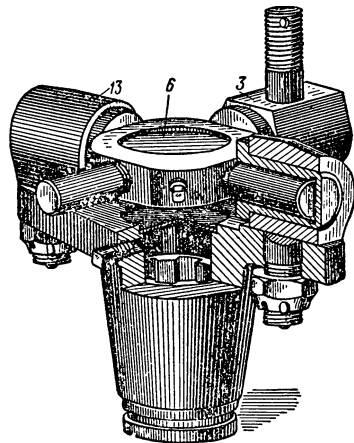


Рис. 164. Общий вид карданного соединения (обозначения см. на рис. 163)

вала 1 несет на себе фланец 9, закрепленный шпонкой и гайкой. Площадь прилегания конусных поверхностей верхнего и нижнего концов вала к фланцу 9 и к ступице вентиляторного колеса должна быть не менее 80% общей площади.

Верхняя часть корпуса подпятника вентилятора закрыта крышкой 2, поставленной на прокладке. Направляющий бурт крышки входит в расточку корпуса с зазором  $E$  ( $0,0—0,08$  мм).

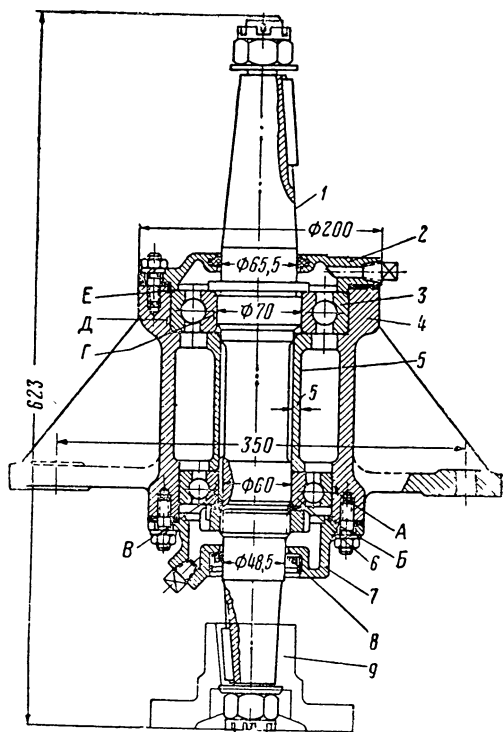


Рис. 165. Подпятник вентилятора холодильника:

1 — вал; 2 — крышка; 3, 6 — шарикоподшипники; 4 — корпус подпятника; 5 — распорная втулка; 7 — нижняя крышка; 8 — самоуплотняющийся сальник; 9 — фланец; А—Е—зазоры и натяги в сочленениях деталей

Обозначение размера	Натяг в мм	Номинальный зазор в мм
А, Д	—	0,0—0,065
Б, Е	—	0,0—0,08
В, Г	0,0—0,038	—

С таким же зазором входит в корпус бурт нижней крышки 7. Верхняя крышка 2 имеет сальниковое уплотнительное войлочное кольцо, нижняя — самоуплотняющийся сальник 8, укрепленный в крышке пружинным кольцом. Смазку для подшипников запрессовывают через отверстие в крышке 2, обычно закрытое пробкой.

В редукторе и передаче к вентиляторному колесу в эксплуатации могут наблюдаться неисправности шестерен, вертикального вала с опорами, вентиляторного колеса, вызванные неточностями, допущенными при ремонте. Чрезмерный износ или поломка зубьев могут быть следствием недопустимой несоосности горизонтального вала редуктора и соединенного с ним промежуточного вала; это же может быть следствием допущенного чрезмерного зазора между зубьями ведущей шестерни 18 (см. рис. 160) и ведомой 9 или в результате поломки подшипников. Так как эти же неисправности могут возникнуть и из-за недостаточной смазки, то необходимо внимательно следить за поступлением масла через фонарик 44 редуктора и за уровнем масла в корпусе по щупу 41. С течением времени может обнаружиться выработка шлицевых соединений, а также трещины в сварных местах вертикального вала и лопастях вентиляторного колеса.

В муфте редуктора из-за невыполнения правил ухода и ремонта бывают случаи отказа в работе по следующим причинам: износ фрикционных дисков; не отжимается ведомый диск из-за поломки отжимных пружин или недостаточной их упругости; чрезмерно нагревается муфта из-за недопустимого проскальзывания фрикционных дисков. Для предотвращения таких случаев необходимо следить за правильностью регулировки: в правильно отрегулированной муфте, если она выключена при работающем дизеле, подшипник отводки не должен вращаться; наоборот, при включенной муфте подшипник отводки должен свободно вращаться от руки. Не рекомендуется слишком часто включать муфту при работе дизеля на максимальном числе оборотов, так как это может послужить причиной быстрого износа фрикционных дисков и отказа их в работе.

**Секции холодильника.** На тепловозе ТЭЗ установлены секции холодильника такие же, как и на тепловозах ТЭ1 и ТЭ2. Отличаются они только допол-

нительным буртом, который облегчает монтаж их на тепловозе. Как водяные, так и масляные секции представляют собой набор плоских трубок 1 (рис. 166), изготовленных из латуни ЛТ-96, концы трубок вставлены в отверстия верхней и нижней решеток 7 трубных коробок, выполненных, как и усилительные пластины 8, из меди МЗ. К решеткам 7 трубки 1 приварены меднофосфористым припоем с содержанием до 2% серебра, причем после приварки концы трубок расширены пуансоном так, чтобы щуп толщиной 0,8 мм и шириной 15 мм для водяных секций и 2,5 × 13 мм для масляных секций проходил на глубину не менее 30 мм.

Стальные крышки секции, установленные соответственно в верхнюю и нижнюю трубные коробки, приварены к последним медноцинковым припоем ПМЦ54 или латунью Л-62. Трубки водяной секции имеют внешние размеры 19 × 2,2 мм при толщине стенки 0,55 мм и расположены в восемь рядов в шахматном порядке по направлению потока воздуха. Каждые четыре ряда труб объединены общими пластинками 2 толщиной 0,1 мм, которые в количестве  $422^{+10}_{-5}$  шт. надеты на трубки для увеличения поверхности охлаждения и припаяны к ним оловянистым припоем ПОС-18. С боков каждая группа трубок, состоящая из четырех рядов, имеет защитные пластины 10. Рабочих трубок 68; восемь дополнительных трубок (крайние с обеих сторон секции) заглушены. Они имеют меньшую длину, чем рабочие трубки, и упираются в усилительные пластины 8 решеток своими торцами. При работе холо-

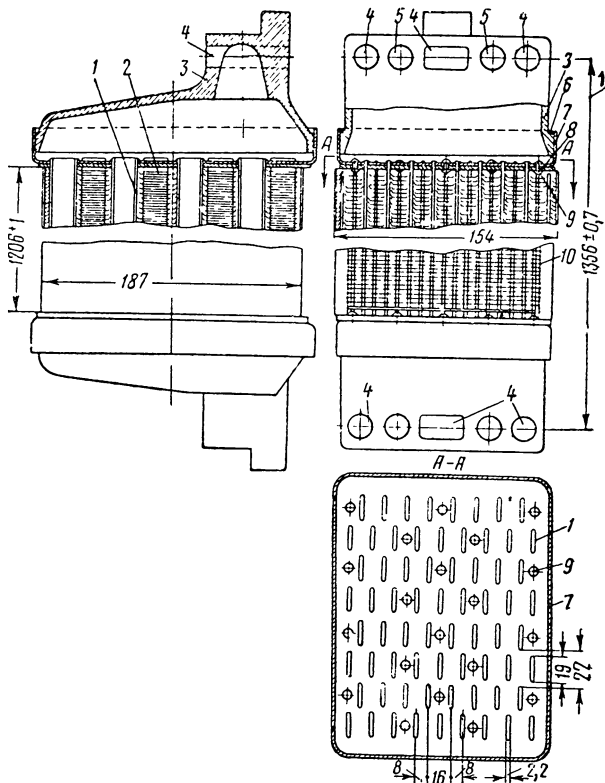


Рис. 166. Водяная секция:

1 — плоская трубка секции холодильника; 2 — пластины; 3 — верхняя крышка; 4 — отверстия для прохода жидкости; 5 — отверстия для шпилек крепления крышки секции к коллектору; 6 — припой решетки секции к крышке; 7 — решетка секции коробчатая; 8 — усилительная пластина решетки; 9 — заклепки; 10 — защитные боковые пластины

дильника они препятствуют деформации трубных решеток, особенно заметной в крайних рядах, не давая краям усилительных пластин прогибаться вниз. Благодаря этому уменьшается возможность разрушения пайки крайних рабочих трубок в решетке и течи секции. На пластинах 2 для улучшения теплоотдачи выдавлены мелкие бугорки, способствующие некоторому завихрению воздуха.

Масляные секции холодильника (рис. 167) отличаются от водяных секций размерами трубок (наружный размер их 17,5 × 4 мм) и количеством их в ряду. В каждом ряду масляного холодильника десять рабочих трубок; расположение их в секции коридорное. Количество пластин на масляной секции уменьшено по сравнению с водяной секцией и составляет  $364 \pm 10$  шт., так как для масляной секции основное значение имеет передача тепла от масла к трубке, в то время как для водяной секции — от трубки к воздуху. Основные технические данные по холодильнику одной секции тепловоза ТЭЗ приведены ниже

# Основные технические данные масляного и водяного холодильника

	Водяной хо- лодильник	Масляный хо- лодильник
Поверхность, омываемая воздухом, в $м^2$ . . . . .	504	694
Внутренняя поверхность, омываемая жидкостью, в $м^2$ . . . . .	72,23	135,83
Число секций . . . . .	24	36
» рабочих трубок в секции . . . . .	68	80
Тип трубок . . . . .	Плоские	Плоские
Расположение трубок в решетке . . . . .	Шахматное	Коридорное
Число рядов трубок по глубине . . . . .	8	8
Число ходов потока жидкости в секции . . . . .	1	1
Внутренние осевые размеры трубок в мм . . . . .	$1,1 \times 17,9$	$2,9 \times 16,2$
Длина трубок секций между решетками в мм . . . . .	1206	1206
Живое сечение трубок одной секции в $м^2$ . . . . .	0,00132	0,00366
Толщина охлаждающих пластин в мм . . . . .	0,1	0,1
» стенки трубки в мм . . . . .	0,55	0,55
» концевых пластин в мм . . . . .	0,6	0,6
Живое воздушное сечение секции в $м^2$ . . . . .	0,1361	0,1135
Число охлаждающих пластин (по чертежу) в одной секции . . . . .	$422 \times 2$	$364 \times 2$

Годность секций при ремонте проверяют гидравлическим испытанием (водой) в течение 5 мин при давлении для водяной секции  $3 \text{ кг/см}^2$ , для масляной —  $8 \text{ кг/см}^2$ ; при этом неплотности не допускаются. Кроме указанного испытания, секцию проверяют при помощи специального приспособления на

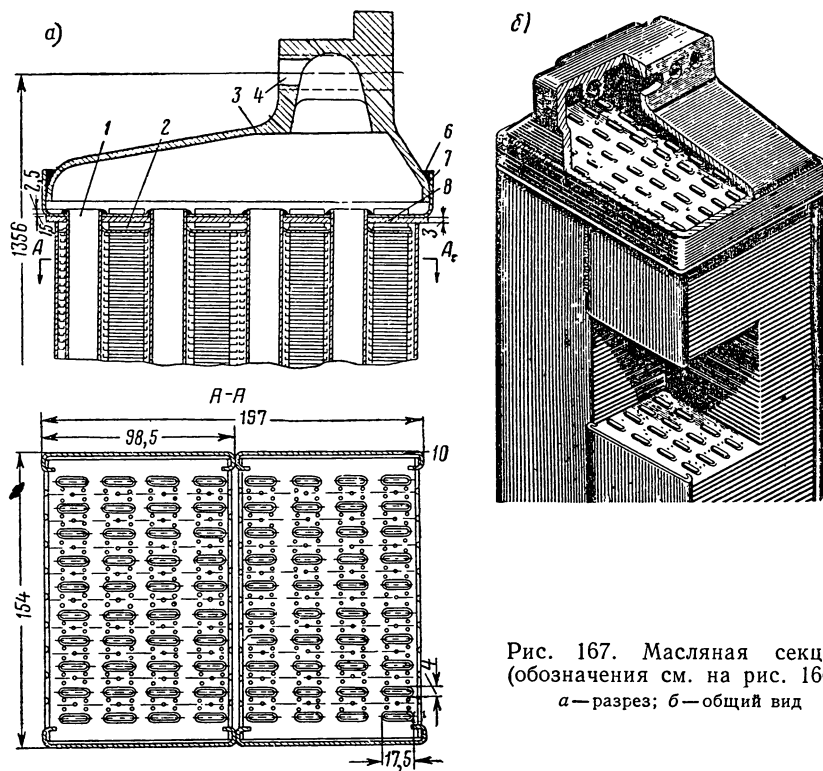


Рис. 167. Масляная секция (обозначения см. на рис. 166): а — разрез; б — общий вид

время протекания через нее определенного количества воды. Для водяной секции это время не должно превышать 65 сек. Для масляной секции в связи с большим проходным сечением трубок время протекания такого же количества воды установлено 25 сек. При ремонте разрешается заглушать до 8 трубок в каждой секции (при трещинах трубок); исправлять некачественную пайку, если имеются трещины в трубках усилительной доски, менять трубную коробку при непременном условии, чтобы высота активной части секции была не менее 145 мм.

Установленные на тепловозах ТЭЗ опытные масляные секции холодильника с турбулизаторами потока масла показаны на рис. 168. Секции значительно короче серийных — длина трубок составляет 550 мм. Всего в каждой секции 60 плоскоовальных трубок с турбулизаторами 2 потока масла. Наружный размер трубки  $27,4 \times 4,5$  мм, толщина стенки — 0,5 мм, материал — мельхиоровая лента (сплав меди и примерно 20% никеля). Турбулизаторы представляют собой мельхиоровую гофрированную (собранную гармошкой) пластинку, имею-

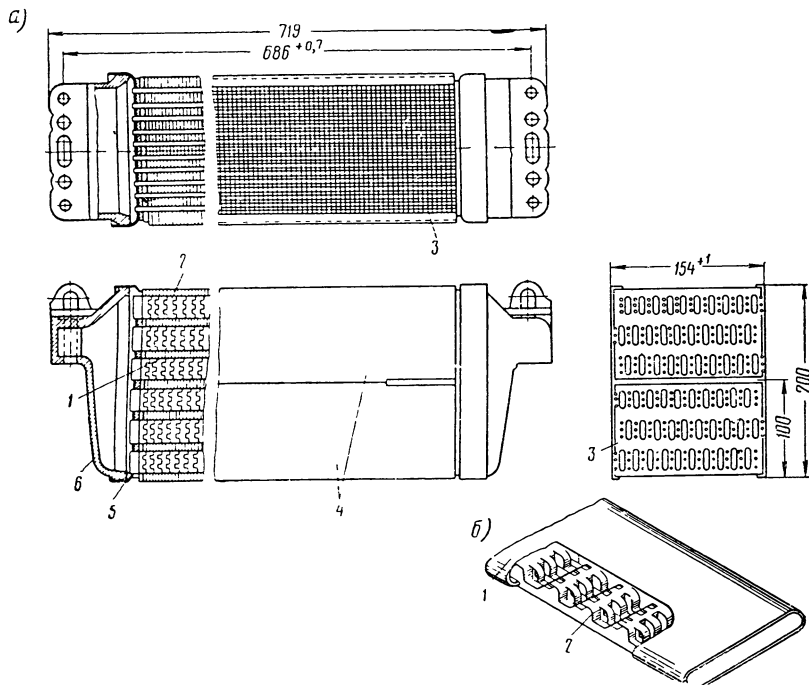


Рис. 168. Секции с турбулизаторами потока масла:  
а — секция; б — трубка в разрезе; 1 — трубка; 2 — турбулизатор; 3 — охлаждающие пластины; 4 — боковые щитки; 5 — трубная решетка; 6 — коллектор секции

щую в каждом выступе прорези для прохода масла, смещенные относительно таких же прорезей другого выступа. Изготовлена трубка из двух штампованных (или прокатанных) пластин, образующих стенки трубки, между которыми укладывают турбулизатор, отделяемый от обеих стенок лентами медной фольги. Собранный трубку с обжатыми краями пластин спекают в печи с нейтральной средой. Температура спекания должна быть выше температуры плавления меди, но ниже температуры плавления мельхиора. При такой температуре медная фольга, расплавляясь, проплавляет все швы трубки, а также и соединяет со стенками трубки выступы турбулизатора, который образует как бы решетку, одновременно являющуюся внутренним оребрением трубки. С наружной поверхности трубки имеют общие охлаждающие пластины (такой же толщины, как и в серийных секциях), припаянные к трубкам. В эксплуатации необходимо обращать внимание на тщательную очистку таких секций из-за отложений в трубках смол и посторонних частиц.

В связи с тем, что при работе холодильника трубки секций нагреваются проходящей через них водой или маслом и, следовательно, должны удлиняться, то при неправильном использовании холодильника (резкие изменения температуры) неизбежно возникнут деформации трубок и трубных решеток. В результате могут образоваться трещины в меднофосфористом припое и трубках, преимущественно масляных секций, особенно в зимних условиях, когда наиболее часто и резко изменяется температура стенок трубок. Зимой могут быть и разрывы трубок из-за повышенного давления при допущенном бригадой пере-

охлаждении, вызывающем сильное возрастание вязкости масла и увеличенное сопротивление вследствие этого его прохождению через секцию. При недосмотре бригады может иметь место размораживание секций.

Холодильная установка должна надежно и безотказно работать в условиях высоких летних температур Средней Азии и низких зимних температур Восточной Сибири. Надежность работы может быть повышена автоматизацией управления холодильной установки с тем, чтобы температура воды и масла поддерживалась без вмешательства машиниста. Желательно иметь конструкции холодильников с наименьшим количеством цветных металлов, особенно меди. Поэтому созданы и испытываются опытные образцы гидростатического привода вентилятора и гидромуфта переменного наполнения, что позволит отказаться от длинных валопроводов и механического редуктора и в то же время получить возможность автоматического регулирования температуры воды и масла путем изменения числа оборотов вентилятора; находятся в опытной эксплуатации секции повышенной теплоотдачи (с турбулизаторами потока масла в трубках); проходит эксплуатационную проверку водомасляный теплообменник, в котором масло охлаждается водой, в свою очередь охлаждаемой в водяных секциях холодильника. Это значительно уменьшит количество секций и исключит трудности зимних условий работы; проверяются в эксплуатационных условиях терморегуляторы, изменяющие в зависимости от температуры количество масла, проходящего через холодильники.

#### **ПРИВОД ВЕНТИЛЯТОРОВ ХОЛОДИЛЬНИКА, КОМПРЕССОРА И ВЕНТИЛЯТОРА ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЗАДНЕЙ ТЕЛЕЖКИ**

**Соединительные валы и муфты.** На рис. 159 изображен привод вентилятора холодильника, состоящий из соединительных валов, муфт, опор и гидромеханического (распределительного) редуктора. Показано также соединение редуктора с компрессором 4 и вентилятором 16. Первичный вал гидромеханического редуктора 2 связан с цапфой 18 вилки кардана промежуточным валом 1 и двумя муфтами 15 и 17. Первая муфта 17 жесткая и состоит из двух половин, соединенных болтами. Ступица правой половины муфты посажена в горячем состоянии на цилиндрический конец промежуточного вала 1, ступица левой половины муфты напрессована внутренней гайкой на конический конец цапфы 18. Вторая муфта 15 пластинчатая.

От гидромеханического редуктора получают вращение компрессор 4, вентилятор 10 холодильника и вентилятор 16 охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки тепловоза. С валом компрессора 4 верхний ведомый вал редуктора 2 соединен зубчатой муфтой 3, с валом вентилятора 16 охлаждения тяговых электродвигателей — муфтой с резиновыми втулками 6, а с редуктором 12 вентилятора холодильника — промежуточными валами 7, объединенными четырьмя муфтами с резиновыми втулками и валом промежуточной опоры подшипников 5.

Пластинчатая муфта 15 состоит из фланца 3 (рис. 169, а) со ступицей 4, имеющей внутренние шлицы и надетой на шлицевой конец промежуточного вала 1 (см. рис. 159) и фланца 6 (см. рис. 159, а), цапфа 6 (рис. 169, а) которого напрессована гайкой на конический конец первичного вала редуктора. Три лапы фланца 3 сдвинуты на 60° относительно соседних лап фланца 5 и соединены с дисками 2 болтами и гайками, под которыми поставлены сферические шайбы, позволяющие немного изгибаться дискам при недостаточно точной центровке соединяемых валов.

Три лапы фланца 5 соединены такими же болтами с дисками 2. Для улучшения работы и снижения износа шлицевого соединения на новых тепловозах фланец 3 и приваренная к нему ступица 4 объединены в одну деталь 3 (рис. 169, б). Для сохранения смазки в шлицах в торцовую часть ступицы фланца 3 (со стороны пластин) ставят пластинчатую крышку, а наружная поверхность другого конца ступицы имеет резьбу, на которую наворачивают накидную гайку. Между буртом гайки и торцом ступицы 3 установлено уплотнительное



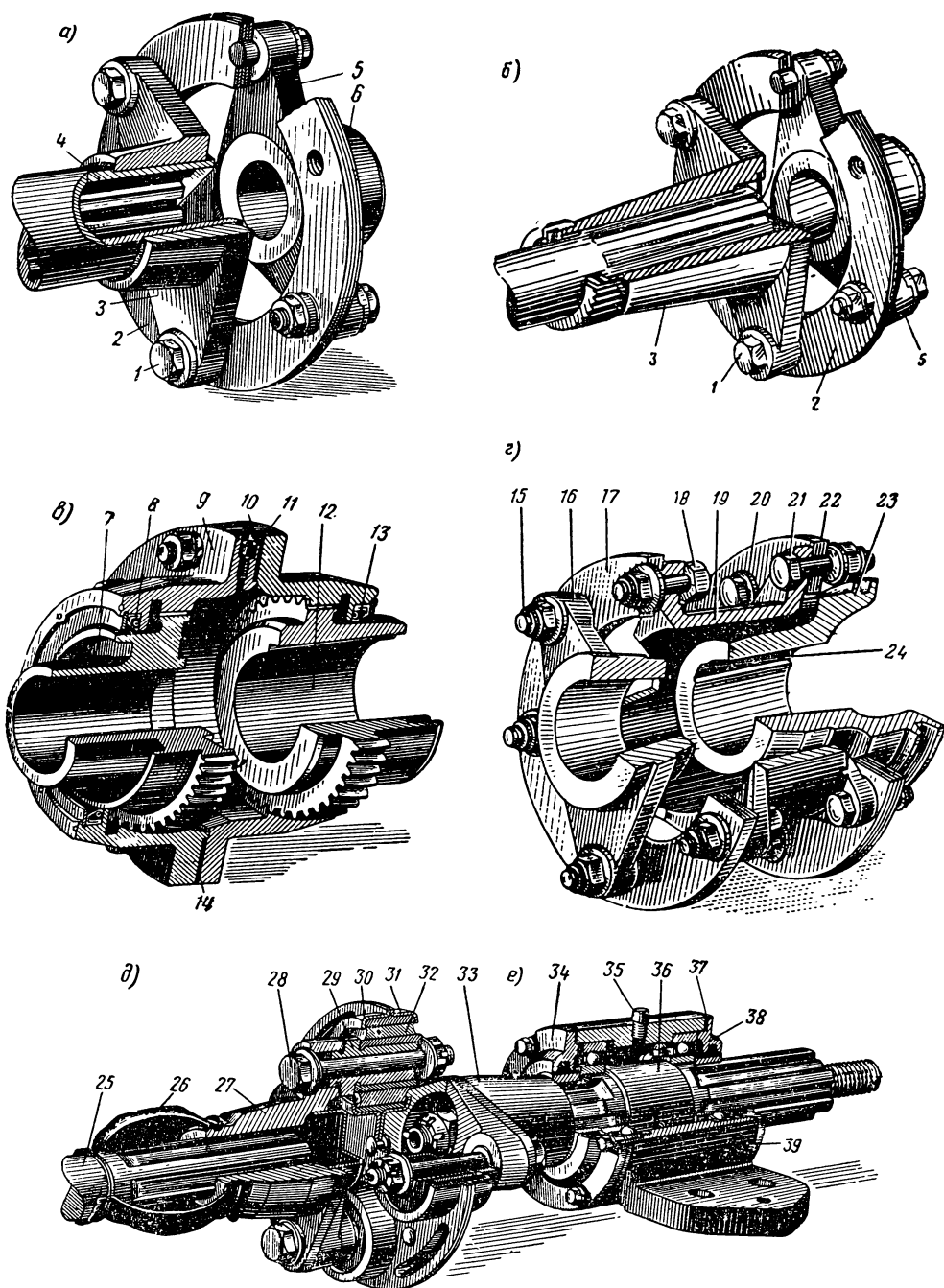


Рис. 169. Соединительные муфты и опора подшипников привода вентилятора и компрессора:

*а, б* — пластинчатые муфты; *в* — зубчатая муфта; *г* — пластинчатая муфта компрессора; *д* — муфта с резиновыми втулками; *е* — опора подшипников; 1 — болт со сферической шайбой; 2 — диски; 3, 5 — фланцы; 4 — ступица; 6 — ступица фланца; 7, 12 — муфта с зубчатым венцом; 8 — самоуплотняющийся сальник; 9, 10 — полу муфты с внутренними зубчатыми венцами; 11 — пробка; 13 — самоуплотняющийся сальник; 14 — прокладка бумажная; 15, 18, 20, 21, 23 — болты; 16 — фланец вала редуктора; 17, 22 — диски; 19 — корпус муфты; 23 — ступица вала компрессора; 24 — шпоночная канавка; 25 — вал кардана; 26 — чехол; 27, 33 — фланцы кардана; 28 — болт муфты; 29 — втулка; 30, 31 — диски муфты; 32 — резиновая втулка; 34 — крышка подшипника; 35 — пробка; 36 — вал подшипника; 37 — паронитовая прокладка; 38 — крышка; 39 — корпус подшипников

кольцо, внутренняя поверхность которого прижата к цилиндрической поверхности вала. Этим предупреждается вытекание смазки, но сохраняется возможность небольшого перемещения вала в осевом направлении во время работы.

Зубчатая муфта (рис. 169, в) состоит из муфты 7, ступица которой так же, как и ступица муфты 12, имеет внутренний конус. Ступицы насаживают соответственно на вал компрессора и ведомый вал редуктора и закрепляют гайками. Муфты 7 и 12 имеют зубчатые венцы, зубья которых входят в зацепление с зубьями внутренних венцов полумуфт 9 и 10. Последние соединены одна с другой болтами, причем между фланцами полумуфт поставлена уплотнительная прокладка 14. Объем внутри полумуфт заполняют смазкой через отверстие, закрываемое пробкой 11. Уплотняют смазку от просачивания наружу самоуплотняющиеся сальники 8 и 13, наружные кольца которых закреплены накерниванием торцовых плоскостей полумуфт 9 и 10. Внешние поверхности зубчатых венцов муфт 7 и 12 обточены по сфере, чем обеспечивается возможность некоторого сдвига (поворота) их относительно полумуфт при небольшом смещении осей ведомого вала гидромуфты и вала компрессора.

Устанавливаемая на новых машинах двойная, пластинчатая муфта компрессора (рис. 169, г) имеет корпус 19 муфты, фланцевые лапы которого соединены тремя болтами 18 с дисками 17 и тремя болтами 21 с дисками 22. Диски 17, в свою очередь соединены тремя болтами 15, сдвинутыми на  $60^\circ$  относительно болтов 18, с лапами фланца 16, который посажен на конусный конец вала гидромеханического редуктора и закреплен корончатой гайкой. Диски 22 соединены болтами 20 с лапами ступицы 23, которая посажена на шпонку вала компрессора, входящую в канавку 24 ступицы 23. В пластинчатой муфте, как указывалось ранее, исключены износ зубьев и увеличение зазоров, имеющих в зубчатой муфте, а также исключена необходимость в постоянном добавлении смазки.

Муфты с резиновыми втулками (рис. 169, д) имеют фланец 27, две лапы которого сдвинуты на  $90^\circ$  относительно двух лап фланца 33. Между фланцами поставлены два штампованных диска 30 и 31, в их цилиндрические чашки установлены стальные втулки 29, армированные резиновыми втулками 32, усиленными проволочными сетками. Каждая втулка поочередно (по окружности) соединена с фланцем кардана 27 или 33 болтами 28, создавая таким образом гибкое соединение двух смежных валов. На рис. 169, г показано соединение вала 25, идущего от гидромеханического редуктора, с промежуточным валом 36, установленным в опоре подшипников. Вал 36 с обеих сторон имеет шлицы, входящие в шлицевые ступицы фланцев муфт с резиновыми втулками. Вал 36 лежит в двух шарикоподшипниках, установленных в корпусе 39 подшипников. Один из подшипников является упорным, так как его наружная обойма прижата к бурту корпуса 39 буртом крышки 38, второй — опорным. Полость внутри корпуса 39 заполняют смазкой через отверстие с пробкой 35. От просачивания смазки наружу предохраняют войлочные уплотнительные кольца в крышках и паронитовые прокладки 37 между торцами корпуса и крышек.

Неисправностями привода, наиболее часто встречающимися в эксплуатации, являются выработка шлицевых соединений фланцев 3, 27 и вала 36, подшипников промежуточной опоры е, обрыв шпилек крепления этой опоры, трещины в ее лапах, выдавливание и надрывы резиновых втулок 32 всех соединительных муфт с такими втулками (см. рис. 159). Причиной этих неисправностей в основном является нарушение предусмотренных правилами ремонта норм соосности соединяемых валов и узлов привода или их неправильная сборка.

**Гидромеханический редуктор.** Мощность, отбираемая редуктором от дизеля, передается на вспомогательные агрегаты через гидромуфту, смонтированную в редуктор. Передавая мощность от дизеля, гидромуфта в то же время как бы разделяет систему валов дизеля от системы валов вспомогательных агрегатов. Это предохраняет дизель от опасных крутильных колебаний, которые могли бы возникнуть при жестком соединении вместо гидромуфты.

Редуктор имеет две ступени числа оборотов вала привода редуктора вентилятора холодильника, которые переключаются рычагом, расположенным с пра-

вой стороны редуктора (по ходу секции тепловоза). Схема работы редуктора представлена на рис. 170, а. Вращение от вала дизеля через пару шестерен передается на гидромуфту и далее через вторую пару шестерен на компрессор. Подвижная шестерня может быть сдвинута по валу привода вентилятора холодильника влево или вправо (соответственно вперед или назад по ходу секции) и тем самым введена в зацепление или с малой шестерней, непосредственно соединенной с гидромуфтой, или с большой шестерней, жестко связанной с валом, передающим вращение компрессору. В первом случае число оборотов вала привода вентилятора холодильника будет равно числу оборотов турбинного колеса гидромуфты и при 850 об/мин коленчатого вала дизеля будет составлять (с учетом проскальзывания колес гидромуфты) 1 940 об/мин. Во втором случае, т. е. при передаче вращения через две пары шестерен, число оборотов этого вала будет равно 1 440 об/мин.

Вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки тепловоза приводится во вращение через промежуточную шестерню и шестерню, которая связана со шлицевым валом и далее с вентилятором.

Гидромеханический редуктор состоит из трех чугунных корпусов-картеров: нижнего 26, среднего 29 и верхнего 31 (рис. 171), соединенных шпильками и болтами, причем два болта из четырех в каждой горизонтальной плоскости соединения являются призонными, фиксирующими взаимное положение картеров. Призонные болты размещены рядом с корпусами шарикоподшипников по диагонали.

Первичный вал 30 лежит в двух роликоподшипниках, один из которых (внешний) является упорным; наружное кольцо его прижато к бурту гнезда роликоподшипника буртом крышки лабиринта, а внутреннее упирается в бурт вала. От просачивания смазки за роликоподшипники предохраняет лабиринт, кольцо которого (так же, как и кольцо 6 лабиринта роликоподшипника ведомого вала 7) посажено на вал с натягом  $E$  (0,033—0,083 мм), а бурт кольца входит в соответствующую проточку крышки 5 лабиринта. Кроме того, в крышку лабиринта 5, как и в две другие крышки валов 14 и 30, входят посаженные на валы лабиринтные кольца, что также предупреждает просачивание масла. Смазка к подшипникам поступает через сверления в корытообразных приливах на стенках верхнего картера, куда масло попадает в виде брызг, слетающих с шестерен редуктора.

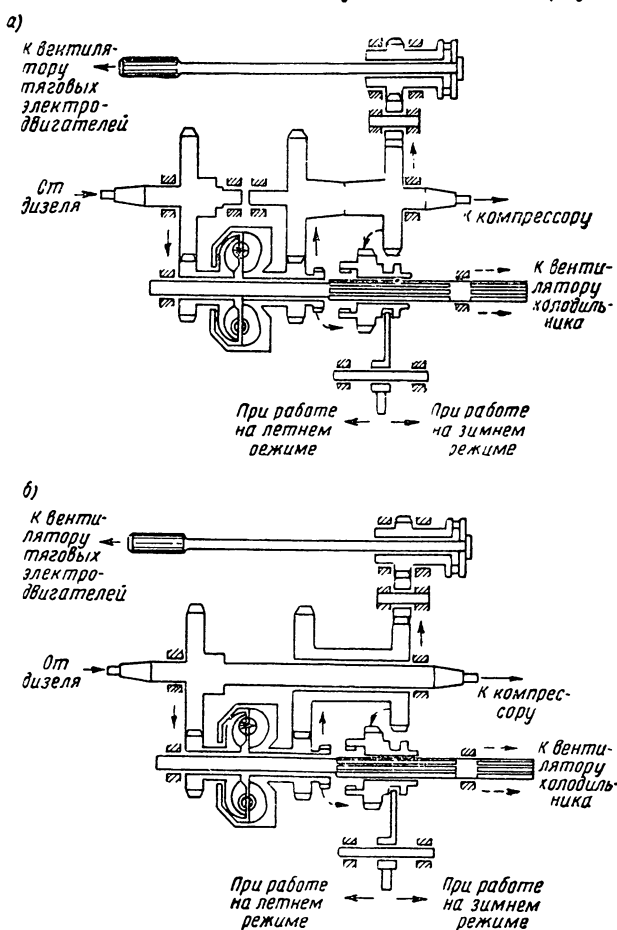


Рис. 170. Схема работы гидромеханического (распределительного) редуктора:

а — при передаче вращения от коленчатого вала дизеля к валу компрессора через гидромуфту; б — при передаче вращения от коленчатого вала дизеля к валу компрессора, минуя гидромуфту

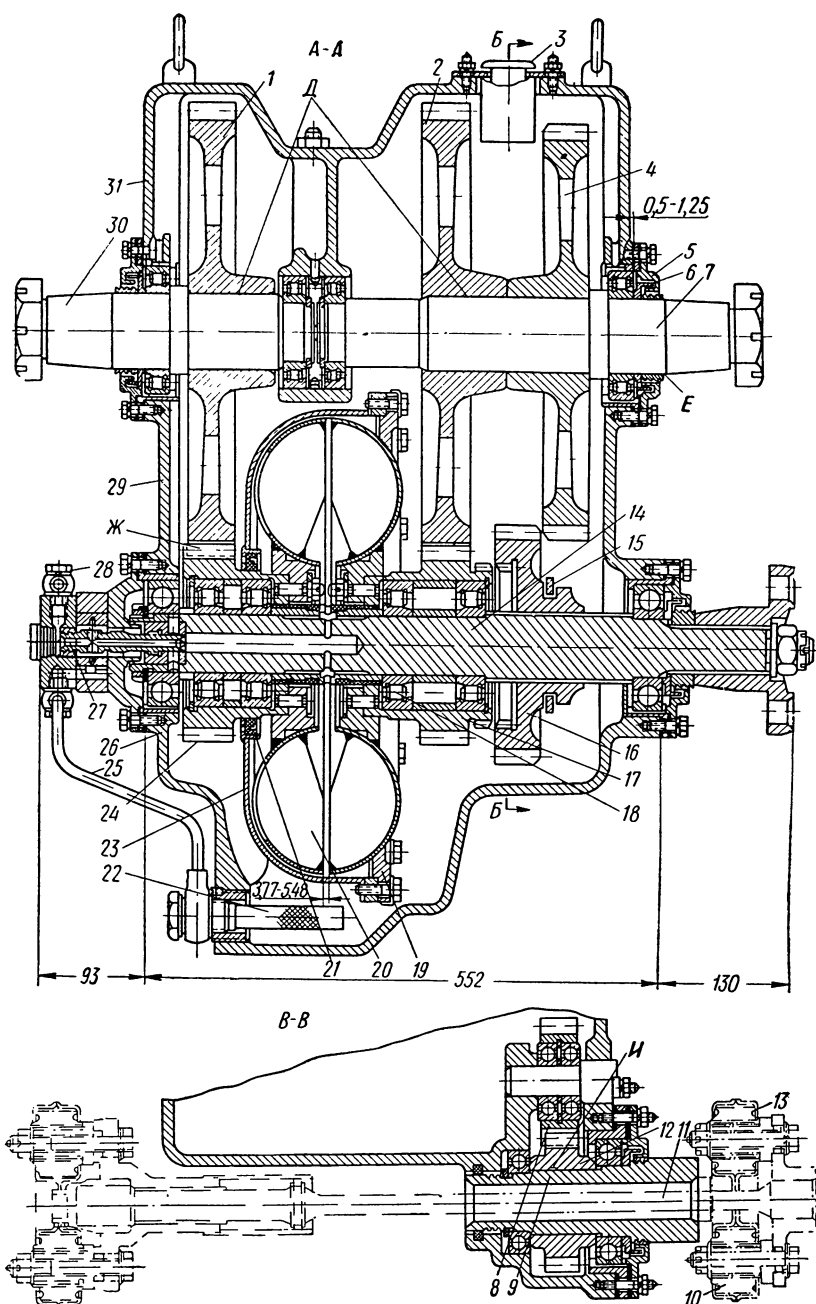
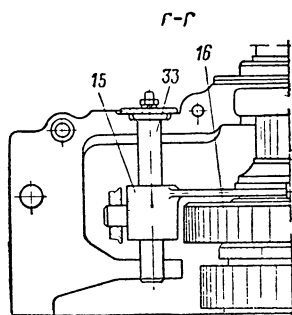
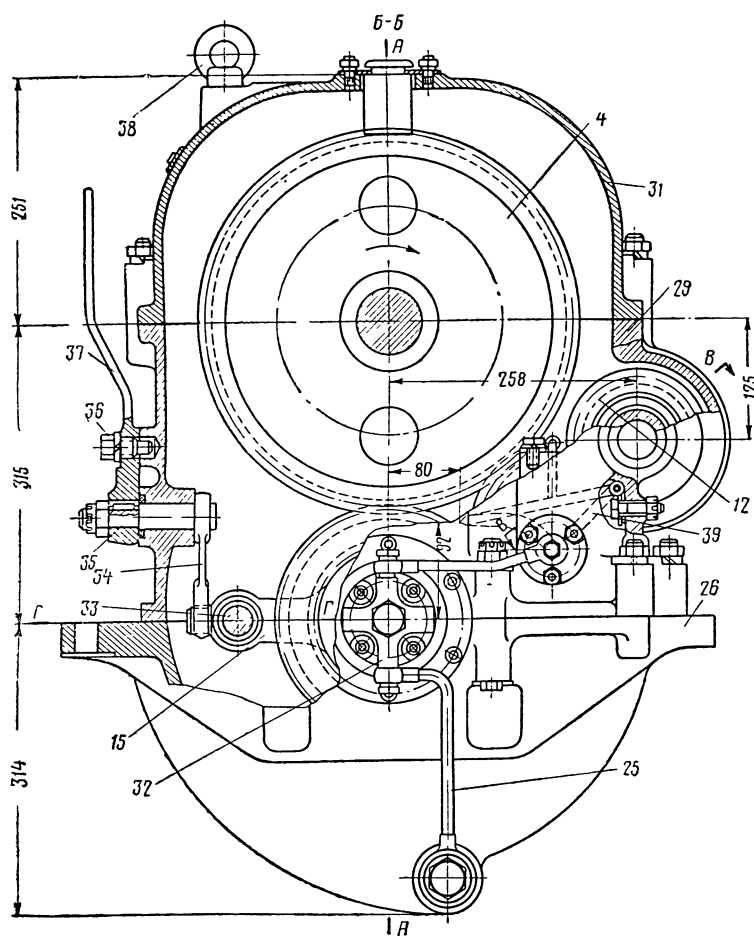


Рис. 171. Гидромеханический редуктор тепловоза ТЭЗ:

1 — ведущая шестерня; 2 — ведомая шестерня компрессора; 3 — сапун; 4 — шестерня второй ступени; 5 — крышка лабиринта; 6 — кольцо лабиринта; 7 — ведомый вал; 8 — промежуточная шестерня; 9 — полый вал; 10 — резиновая втулка муфты; 11, 33, 35 — валики; 12 — шестерня привода вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки тепловоза; 13 — муфта с резиновыми втулками; 14 — вал привода вентилятора холодильника; 15 — вилка переключения ступеней (режимов работы вентилятора холодильника); 16 — подвижная шестерня; 17 — ведущая шестерня турбинного колеса гидромуфты; 18 — распорная втулка с бронзовой заливкой; 19 — турбинное колесо гидромуфты; 20 — насосное колесо гидромуфты; 21 — самоуплотняющийся сальник; 22 — фильтр; 23 — колокол гидромуфты; 24 — ведомая шестерня насосного колеса гидромуфты; 25 — отсасывающая масляная трубка; 26 — нижний картер; 27 — масляный насос; 28 — трубка, подводящая масло к шестерням; 29 — средний картер; 30 — первичный вал; 31 — верхний картер; 32 — крышка масляного насоса; 33 — рычаг; 34 — стопорный болт; 35 — рычаг переключения ступеней; 36 — рым; 37 — трубка, подающие смазку на зубья шестерен (оросители)



Номер детали	Материал	Твердость	Обозначение натяга или зазора	Натяг в мм	Зазор в мм	
					номинальный	браковочный
1	Сталь 12ХНЗА	HRC59 после цементации зубьев	Д	0,06—0,09	—	—
4, 8, 9, 16	Сталь 20Х	HRC56 после цементации зубьев	Ж	0,033—0,083	0,12—0,35	1,0
7, 17, 24, 30	Сталь 38ХС	—	И	—	3,77—5,48	—
18	Бронза ОЦС 4-4-17	Армирование стальной втулки	К	0,025—0,065	—	—
26, 29, 31	Чугун СЧ15-32	—				

Ведущая шестерня 1 посажена на вал 30 с натягом  $D$  ( $0,06—0,09$  мм). На ведомый вал 7 напрессованы две шестерни: ведомая шестерня 2 компрессора с тем же числом зубьев (63), как и шестерня 1, и шестерня 4 второй ступени, имеющая 57 зубьев. Вал 7 лежит в таких же двух роликоподшипниках, как и вал 30.

С ведущей шестерней 1 находится в постоянном зацеплении ведомая шестерня 24 насосного колеса гидромукты, вращающаяся на двух роликоподшипниках, внутренние кольца которых в свою очередь посажены на вал 14 привода вентилятора холодильника. Вал 14 вращается в двух роликоподшипниках, установленных в гнездах стенок нижнего 26 и среднего 29 картеров. Ступица ведомой шестерни 24 соединена с фланцем насосного колеса 20 гидромукты стяжными болтами и призонными штифтами. От выпадания штифты предохранены кольцом, устанавливаемым под головки стяжных болтов, а сами болты имеют две планки, концы которых отогнуты на грани головок болтов. Такое же крепление имеет турбинное колесо гидромукты со ступицей ведущей шестерни 17. Шестерни 17 и 24 имеют по 27 зубьев. Боковой зазор  $Ж$  между зубьями шестерен должен находиться в пределах  $0,12—0,35$  мм.

Подвижная шестерня 16 имеет внутренние шлицы и перемещается вдоль вала 14, занимая нейтральное положение, входя в зацепление с шестерней 17 или с шестерней 4 в зависимости от того, в какое положение будет установлен рычаг 37 редуктора. Рычаг 37 посажен на шпонке на валик 35, с которым связан также и рычаг 34. Прорезь в нижней головке рычага 34 охватывает цапфу вилки 15, пальцы которой входят в кольцевой паз подвижной шестерни 16 (см. также разрез по  $Г—Г$ ). Сама вилка может перемещаться по валику 33, неподвижно установленному в приливах и стенках нижнего и среднего картеров (в плоскости их стыка). Стопорный болт 36 фиксирует необходимое положение рукоятки. Число зубьев наружного венца подвижной шестерни 16 равно 33.

В постоянном зацеплении с шестернями 4 и 12 находится промежуточная шестерня 8, вращающаяся на двух шарикоподшипниках и постоянно соединенная с шестерней 12. На полый вал 9 шестерня 12 ставится с натягом  $K$  ( $0,025—0,065$  мм). Сам полый вал связан муфтой 13 с валиком 11. На противоположный шлицевой конец валика 11 надет фланец такой же муфты, соединяющий валик 11 с колесом вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки.

Гидромукфта редуктора состоит из турбинного колеса 19, соединенного болтами с колоколом 23, передняя торцовая стенка которого имеет самоуплотняющийся сальник 21, скользящий по цилиндрической поверхности ступицы шестерни 24. Внутри колокола размещено насосное колесо 20. Стальные штампованные насосное 20 и турбинное 19 колеса имеют прямые радиальные лопатки толщиной: насосное 4 мм и турбинное 3 мм, приваренные к дискам колес.

Расстояние  $И$  ( $3,77—5,48$  мм) между колесами в собранной гидромукфте определяется распорной втулкой 18, которая выполнена из стали и армирована по наружной поверхности бронзой. В заливке проточены лабиринтные канавки, препятствующие утечке масла из внутренней полости муфты к шарикоподшипникам. Сапун 3 сообщает внутреннюю полость редуктора с атмосферой.

При работе дизеля масло из масляной системы тепловоза через редукционный клапан под давлением  $0,5 \pm 0,1$  кг/см<sup>2</sup> по каналу внутри вала 14 и по радиальным отверстиям в этом валу и в распорной втулке 18 проходит во внутреннюю полость муфты. При вращении насосного колеса масло, отбрасываемое к его периферии, начнет циркулировать между лопатками обоих колес и заставит вращаться турбинное колесо гидромукты, а также связанные с последним шестерни. Часть масла выбрасывается из отверстия в колоколе в картер и попадает на шестерни и подшипники редуктора. При работе гидромукты турбинное колесо проскальзывает относительно насосного. Поэтому всегда имеют место небольшие потери, вызывающие нагревание рабочего тела — масла.

Отводится масло для охлаждения из картера масляным насосом 27 лопастного типа, который по принципу работы аналогичен масляному насосу компрессора. Различие заключается в том, что масляный насос компрессора



нагнетает масло в канал вала, а насос гидромукфы отсасывает масло из картера редуктора. Через канал приводного валика насоса в канал вала 14 масло поступает под давлением из магистрали тепловоза по соответствующим отверстиям в корпусе насоса. Схема прохода масла через насос дана на рис. 172. По трубкам 39 (см. рис. 171) масло подается из магистрали к зубьям всех основных шестерен редуктора.

Редукционный клапан, установленный на трубе, подводящей масло к гидромеханическому редуктору (см. рис. 119, позиция 43), показан на рис. 172, б. Масло под давлением, создаваемым в трубопроводе насосом масляной системы тепловоза, подводится через канал 11 в полость над клапаном 12 и стремится прижать его запорный конус к седлу (этому же способствует и пружина 9). Одновременно на клапан 12 со стороны хвостовика действует давление масла, идущего через канал 7 в гидромеханический редуктор, и усилие пружины 3, передаваемое через поршень 4, мембрану 15, тарелку 14 и шток 13. Противодействует пружине 3 давление масла (проходящего через каналы 6) на тарелку 14 и мембрану 15. Как только давление масла под клапаном 12 становится ниже рабочей величины ( $0,5 \pm 0,1 \text{ кг/см}^2$ ), пружина 3 преодолевает действующие сверху совместные усилия на клапан 12 и мембрану 15, и приподнимает клапан 12, пропуская масло через канал 11 в канал 7. При этом под клапаном давление

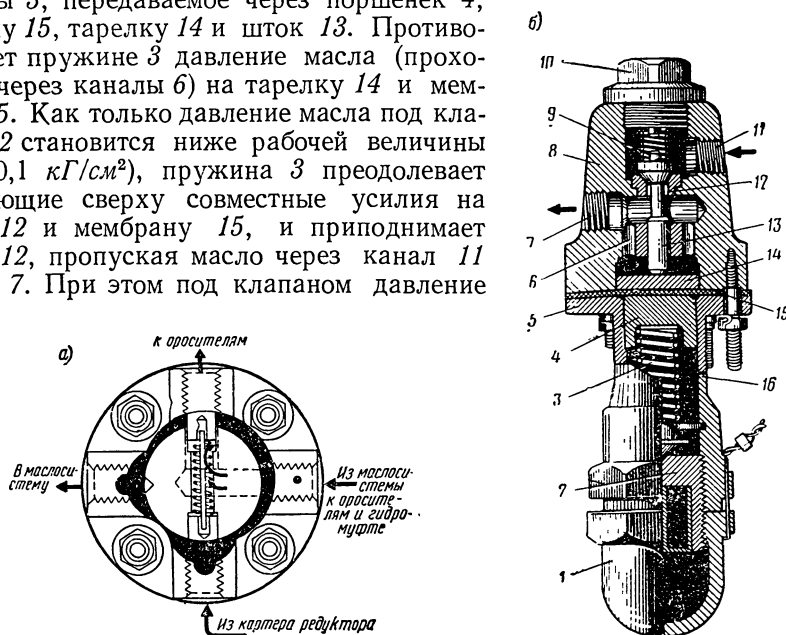


Рис. 172. Масляный насос и редукционный клапан редуктора:

а — схема подачи масла и отбора его из картера масляным насосом гидромеханического редуктора; б — общий вид редукционного клапана; 1 — колпачковая контргайка; 2 — регулировочная пробка; 3, 9 — пружины; 4 — поршень мембраны; 5 — нижний корпус; 6, 7, 11 — каналы; 8 — верхний корпус; 10 — пробка; 12 — клапан; 13 — шток; 14 — тарелка; 15 — мембрана; 16 — атмосферное отверстие

масла возрастает, увеличивается усилие, действующее через мембрану на пружину 3, и клапан 12 снова садится на седло, закрывая проход маслу. Практически клапан 12 занимает некоторое определенное положение, при котором образующаяся между его головкой и седлом кольцевая щель пропускает такое количество масла, которое необходимо для поддержания давления за редукционным клапаном на уровне  $0,5 \pm 0,1 \text{ кг/см}^2$ .

Устанавливается это давление регулировочной пробкой 2 (сжимающей пружину 3) и закрепляемой затем колпачковой контргайкой 1. Осмотреть и притереть клапан 12 можно вывернув пробку 10. Полость в нижнем корпусе 5 клапана сообщена с атмосферой отверстием 16.

На тепловозах первых выпусков колеса гидромукфы отливались из алюминия. Из-за ослабления соединения насосных и турбинных колес с шестернями 17 и 24 были применены стальные штампованно-сварные колеса. Часть гидромеханических редукторов с креплением каждого алюминиевого колеса семью призонными штифтами и семью призонными болтами была оставлена в эксплуатации. Общий вид такого редуктора показан на рис. 173 (в новых

редукторах шарикоподшипники заменяют на роликовые, шлицевые концы валов 30 и 7 на конусные, передача на валик выполнена, как показано на рис. 171). На рис. 174 изображены турбинное и насосное колеса и колокол гидромуфты.

Более 100 редукторов с приводом компрессора непосредственно от коленчатого вала дизеля, минуя гидромуфту, с 1962 г. работают на тепловозах, а в настоящее время изготавливаются и устанавливаются на все новые машины. Это связано с желанием избежать динамических воздействий от частых

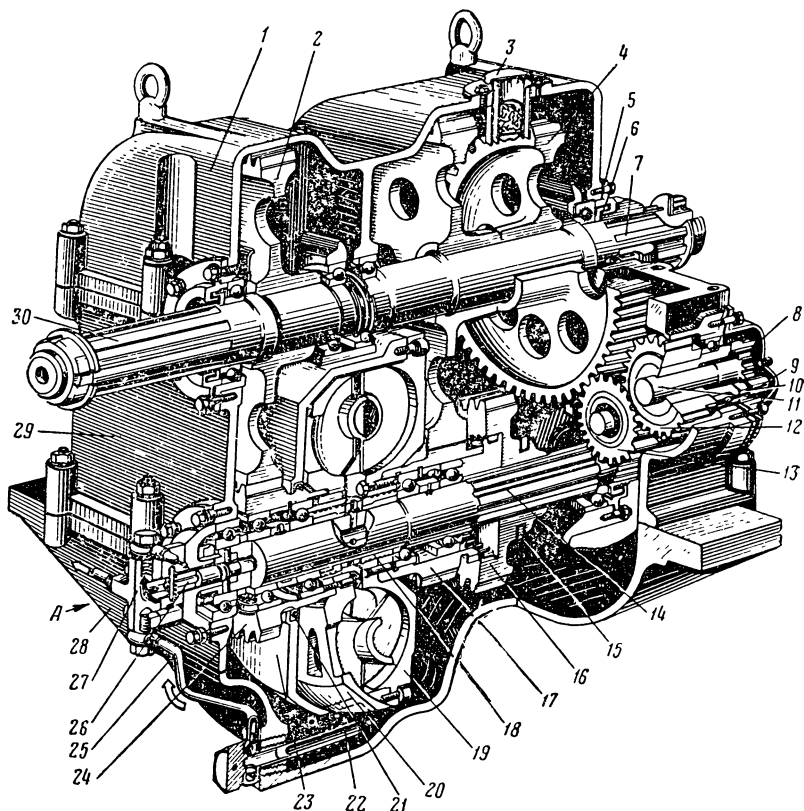


Рис. 173. Гидромеханический редуктор с алюминиевыми колесами гидромуфты:

1 — верхний картер; 2 — ведущая шестерня; 3 — сапун; 4 — шестерни; 5 — крышка; 6 — кольцо; 7 — ведомый вал; 8 — резиновая пластина-буфер; 9 — зубчатая муфта; 10 — уплотнительное резиновое кольцо; 11 — валик; 12 — шестерня; 13 — муфта; 14 — вал; 15 — вилка; 16, 17 — шестерни; 18 — втулка; 19 — турбинное колесо; 20 — насосное колесо; 21 — сальник; 22 — фильтр; 23 — колокол гидромуфты; 24 — шестерня; 25 — трубка; 26 — валик масляного насоса; 27 — трубка, подводящая масло к шестерням; 28 — нижний картер; 29 — средний картер; 30 — первичный вал

включений и выключений компрессора на гидромуфту, шестерни и привод вентилятора охлаждения электродвигателей задней тележки тепловоза. Схема работы редуктора с приводом компрессора напрямую от коленчатого вала дана на рис. 170, б, а общий вид приведен на рис. 175.

Первичный и ведомый валы в этом редукторе выполнены в виде одного вала, проходящего через редуктор и соединяющего коленчатый вал дизеля с компрессором без гидромуфты. Шестерня привода насосного колеса муфты закреплена на валу, как и в других вариантах редукторов, а шестерни, передающие вращение вентилятору холодильника при работе его на зимнем режиме, выполнены за одно целое и свободно вращаются на роликовых подшипниках на верхнем валу. Дополнительные изменения, внесенные в редуктор, достаточно ясно видны на рисунке.

**Разборка и сборка редуктора.** Разборку редуктора можно начинать со снятия верхнего картера, отвернув предварительно гайки и выбив два призонных болта. Для подъема картера используют рымы, ввернутые в верхнюю его часть, затем вынимают валы 7 и 30 с их шестернями. Однако в большинстве случаев требуется осмотр гидромуфты; поэтому следует, не снимая верхнего картера, сразу же разъединить средний и нижний картеры по плоскости их разъема. Для этого разъединяют все фланцы соединительных муфт, закрыв вентиль на масляном трубопроводе, снимают масляный насос, фланец которого поставлен на прокладке и притянут болтами к нижнему картеру; отвертывают гайки шпилек и сдвигают на фланец крышку лабиринта вала 14. Затем отвертывают гайки восьми шпилек и четырех болтов. Выбивают два призонных болта и вынимают вал 14 с гидромуфтой и шестернями.

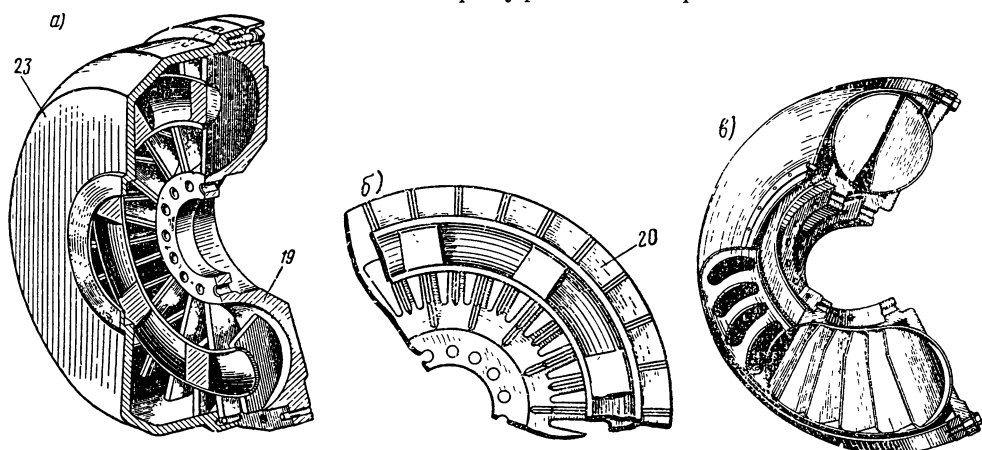


Рис. 174. Турбинное и насосное колеса и колокол гидромуфты (обозначения см. на рис. 173):

а, б — турбинное и насосное колеса, литые из алюминия; в — турбинное и насосное колеса стальные с приваренными лопатками, колокол — стальной

При разборке гидромуфты вначале удаляют круглую гайку и спрессовывают подшипник с вала со стороны масляного насоса, удаляют болты, соединяющие турбинное колесо 19 с колоколом 23, и, ввернув четыре отжженных болта во фланец колеса 19, выпрессовывают из гидромуфты вал 14 в сторону его шлицевого конца, отъединяя одновременно колокол 23 от турбинного колеса 19. Отвернув стяжные болты, соединяющие колеса гидромуфты с шестернями, снимают колеса, выпрессовывают подшипники, удалив предварительно стопорные пружинные кольца.

Сборка гидромуфты и редуктора ведется в порядке, обратном разборке. В шестерни 17 и 24, нагретые в масле (не выше 200°), устанавливают роликоподшипники и стопорные пружинные кольца; соединяют шестерню 17 штифтами и болтами с турбинным колесом 19; надевают на шестерню 24 колокол вместе с сальником 21 и соединяют шестерню болтами и штифтами с турбинным колесом 19 (под болты обоих колес устанавливают стопорные кольца). На вал 14 надвигают подвижную шестерню 16 и напрессовывают до упора в шлицы роликоподшипник, нагретый до 200°. Надевают проставочное кольцо, шестерню 17 в сборе с турбинным колесом 19 и запрессованным ранее роликоподшипником, распорную втулку, шестерню 24 в сборе с насосным колесом 20 и колоколом 23 (шестерню 24 ставят, стягивая одновременно болтами колокол с турбинным колесом), распорное кольцо и роликоподшипник, через внутреннюю обойму которого круглой гайкой стягивают все перечисленные выше детали, установленные на валу 14.

После этого ставят вал в сборе в нижний картер, промасливают плоскости разъема картеров и укладывают на нижнюю плоскость тонкую шелковую нить, устанавливают средний и верхний картеры на нижний, следя за правиль-

ным зацеплением зубьев шестерен и установкой вилки 15 рычага переключения режимов, ставят призонные болты и, установив правильно вал 14, затягивают гайки всех болтов и шпилек. Затем проверяют постановку квадратного хвостовика приводного валика масляного насоса в квадратное гнездо втулки, закрепленной в торцовом отверстии вала 14 (люфт должен составлять 10 мм на плече 180 мм), и устанавливают насос на место. Ставят на место крышку лабиринта, соединяют фланцы с фланцами соответствующих муфт.

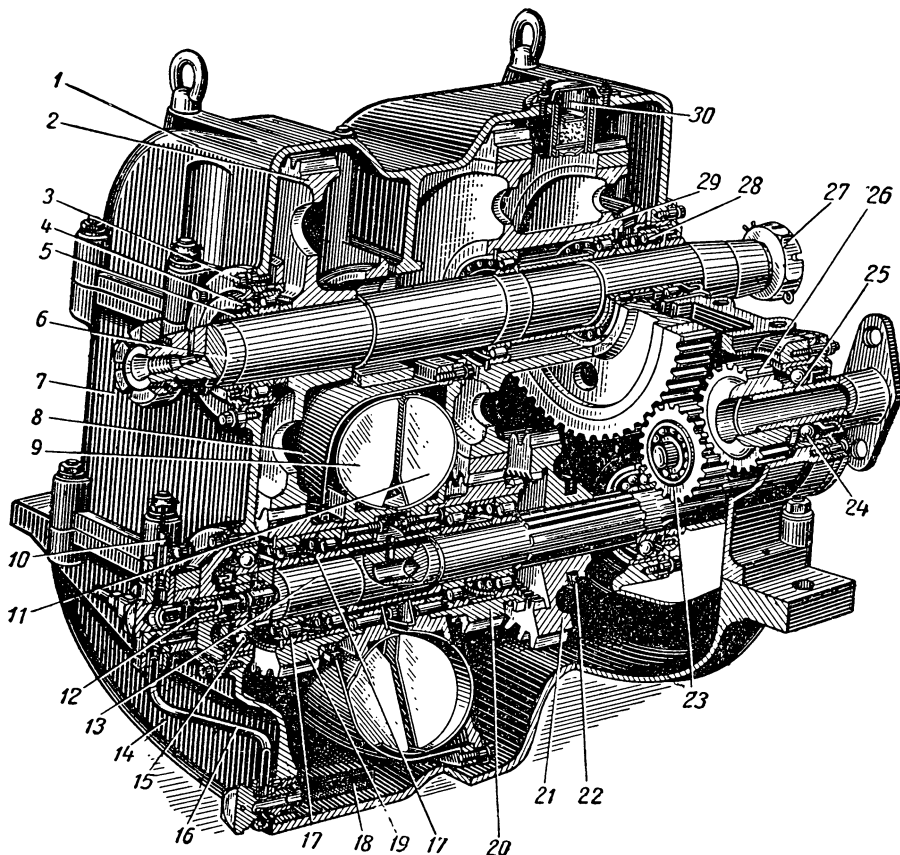


Рис. 175. Общий вид гидромеханического редуктора с приводом компрессора непосредственно от коленчатого вала дизеля:

1—верхний картер; 2—ведущая шестерня; 3—крышка лабиринта; 4—крышка лабиринта; 5—кольцо лабиринта; 6—первичный вал; 7—средний картер; 8—колокол гидромукты; 9—насосное колесо гидромукты; 10—нагнетательная трубка; 11—турбинное колесо гидромукты; 12—масляный насос; 13—вал привода вентилятора; 14—нижний картер; 15, 24—шарикоподшипники; 16—откачивающая трубка; 17, 28—роликоподшипники; 18—масляный фильтр; 19—ведомая шестерня насосного колеса; 20—ведущая шестерня турбинного колеса; 21—подвижная шестерня; 22—вилка переключения режимов работы вентилятора холодильника; 23—паразитная шестерня; 25—полый вал привода вентилятора тяговых электродвигателей; 26—шестерня полого вала; 27—гайка; 29—блок шестерен; 30—сапун

Следует иметь в виду, что после ремонта или длительной стоянки дизеля может иметь место пробковка гидромукты вследствие слива масла (опорожнения муфты). Быстрое же заполнение может быть затруднено из-за образования воздушных мешков. Для устранения пробковки рекомендуется, открыв вентиль на маслоподводящем трубопроводе, пустить дизель на 3—5 мин, доводя число оборотов до 600 в минуту, затем, если муфта проскальзывает, остановить дизель и снова пустить его на 3—5 мин.

Неисправности, наблюдаемые при эксплуатации гидромеханического редуктора, и, как правило, вызываемые неудовлетворительным монтажом и недостаточной смазкой, заключаются: для шестерен — в выкрашивании зубьев, их коррозионных повреждениях, увеличенных зазорах; для валов — в раз-

работке шлицевых соединений, трещинах, износе лабиринтных колец; для гидромуфты — в трещинах лопаток, колокола, ослаблении посадки болтов и штифтов насосного и турбинного колес, разработке сальника и распорной муфты (последняя срабатывается по торцам, а бронзовая наплавка ее скалывается). В масляном насосе встречаются задиры на притирочных местах фланца и крышки и на валике, увеличивается зазор между шейками валика и втулками.

### ПРИВОД ДВУХМАШИННОГО АГРЕГАТА, ТАХОГЕНЕРАТОРОВ И ВЕНТИЛЯТОРА ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕДНЕЙ ТЕЛЕЖКИ

**Соединительные валы и муфты.** От вала главного генератора 8 (рис. 176 и 177) через две муфты с резиновыми втулками, описанными выше, и шлицевый карданный вал 7 приводится во вращение ведущий вал переднего редуктора 5,

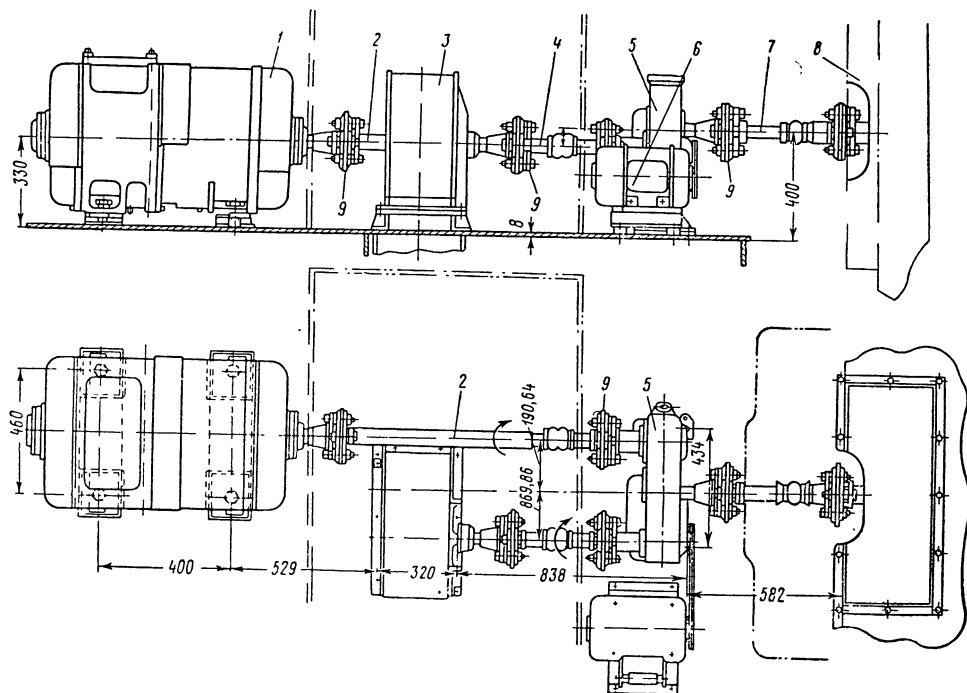


Рис. 176. Привод двухмашинного агрегата, тахогенераторов и вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки тепловоза:

1 — двухмашинный агрегат; 2 — карданный вал к двухмашинному агрегату; 3 — вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей; 4 — карданный вал к вентилятору охлаждения тяговых электродвигателей; 5 — передний редуктор; 6 — тахогенератор; 7 — карданный вал от генератора к редуктору; 8 — генератор; 9 — муфта с резиновыми вставками

от которого через шестерни вращение передается на два ведомых вала. Один из них через две муфты и карданный вал 2 соединен с двухмашинным агрегатом, второй также через две муфты с резиновыми втулками и карданный вал 4 — с валом вентилятора 3 охлаждения тяговых электродвигателей. Карданные валы состоят из двух частей, связанных между собой подвижным шлицевым соединением, закрытым брезентовым чехлом. Тахогенератор 6 получает вращение от ведомого вала с редуктора через клиноремennую передачу.

**Передний редуктор.** Передний редуктор имеет картер 6 (рис. 178 и 179), в котором на шарикоподшипниках поставлены три вала: ведущий 8, ведомый 2 привода вентилятора и тахогенераторов, ведомый 10 привода двухмашинного агрегата. На шлицах ведущего вала поставлена шестерня 9. В средней части

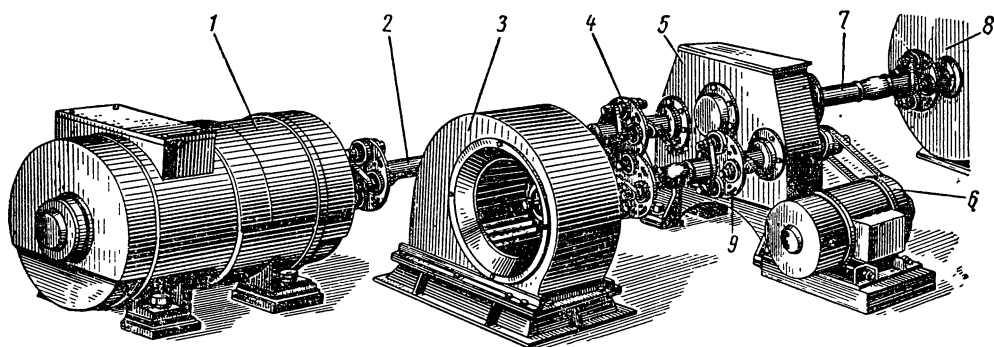


Рис. 177. Общий вид привода от переднего редуктора (обозначения см. на рис. 176)

ведомых валов нарезаны зубчатые венцы, находящиеся в постоянном зацеплении с ведущей шестерней 9. В зацеплении зубьев шестерен должен устанавливаться зазор  $A$  (0,12—0,35 мм; браковочный в эксплуатации — 1 мм). От просачивания масла, заполняющего картер редуктора, в местах выхода валов предохраняют глухие крышки 7 или лабиринтные крышки 4 с лабиринтными кольцами 3 и 5.

Картер редуктора заполняют маслом через горловину до уровня верхней метки маслоизмерительного щупа, отверстие для которого имеется в боковой стенке картера с правой стороны (по ходу тепловоза). Сапун 17 служит для со-

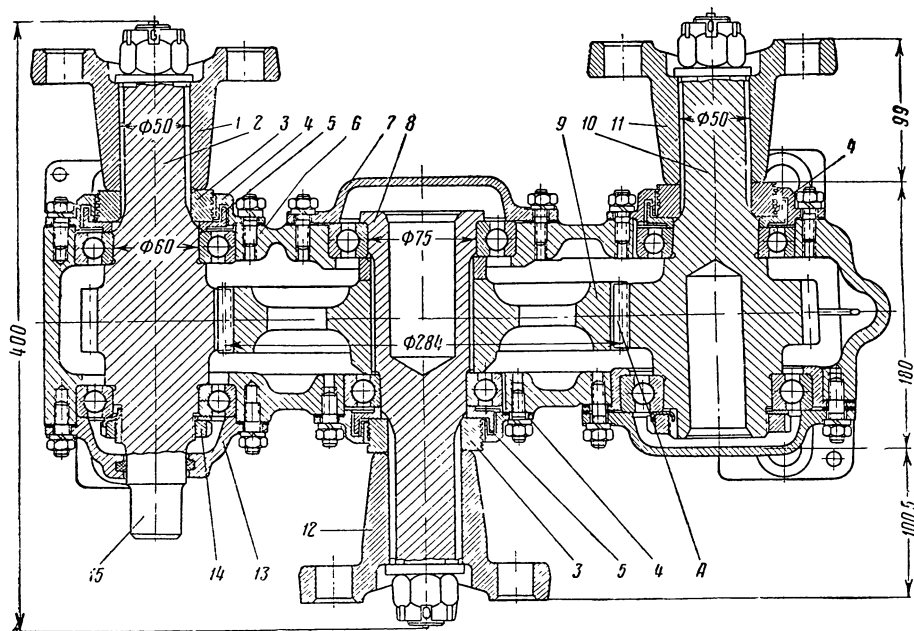


Рис. 178. Передний редуктор:

1—фланец; 2—ведомый вал с шестерней привода вентилятора и тахогенератора; 3, 5—лабиринтные кольца; 4—крышка лабиринта; 6—картер редуктора; 7—крышка; 8—вал ведущей шестерни; 9—ведущая шестерня; 10—ведомый вал с шестерней привода двухмашинного агрегата; 11, 12—фланцы; 13—крышка с сальниковым уплотнением; 14—гайка; 15—цапфа вала 2 для шкива привода тахогенератора;  $A$ —зазор 0,12—0,35 мм (браковочный зазор—1,0 мм)

Номер детали	Материал	Твердость
2, 9, 10	Сталь 20Х	HRC56 после цементации
8	Сталь 38ХС	HRC45 после закаливания шлиц



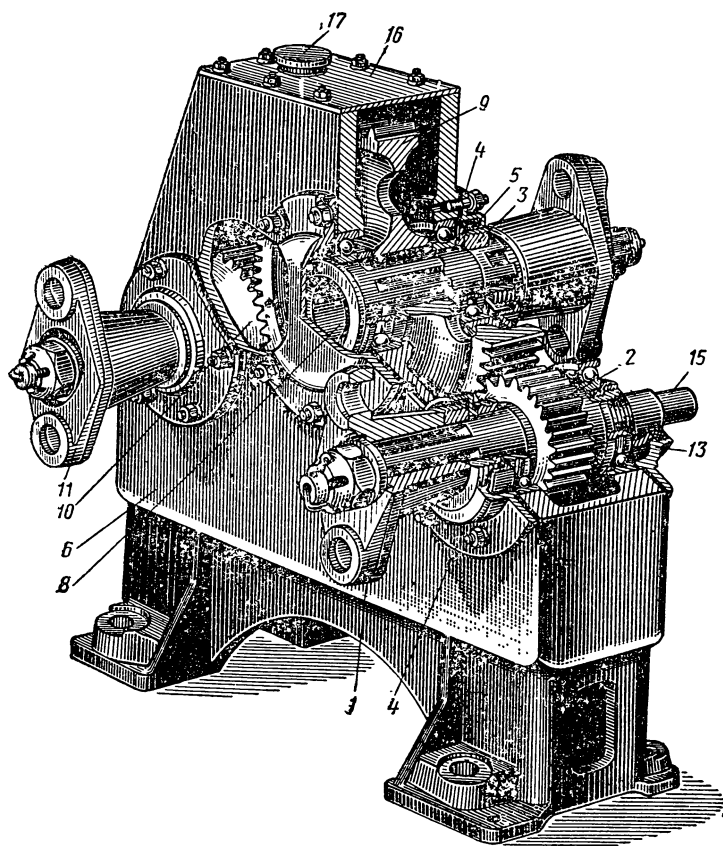


Рис. 179. Общий вид переднего редуктора (обозначения см. на рис. 178):

16 — крышка редуктора; 17 — сапун

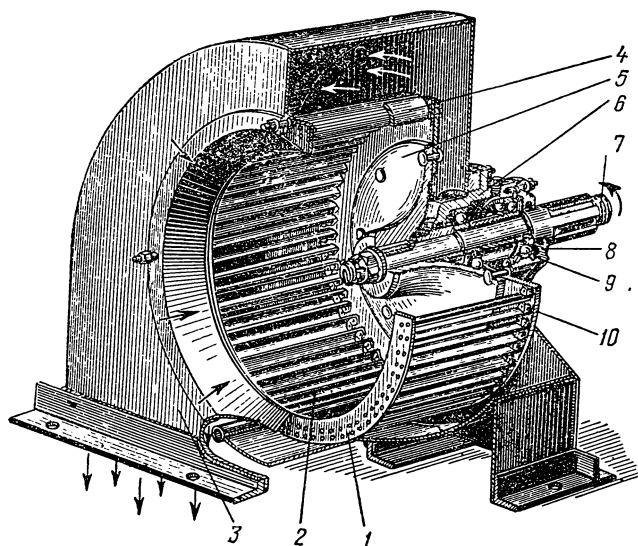


Рис. 180. Вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки:

1 — покрывающий диск; 2 — вентиляторное колесо; 3 — корпус вентилятора; 4 — лопатка; 5 — ступица вентиляторного колеса; 6 — корпус подшипника; 7 — вал; 8 — крышка подшипника; 9 — пружинное кольцо; 10 — диск

общения внутренней полости редуктора с атмосферой: он заполнен конским волосом. Слить масло из редуктора можно через спускную пробку, расположенную под отверстием для маслоизмерительного щупа.

### **ВЕНТИЛЯТОР ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

Вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки тепловоза (рис. 180) состоит из корпуса 3, в котором вращается вентиляторное колесо 2. Лопатки 4 закреплены в диске 10 и покрывающем диске 1. Диск 10 прикреплен к ступице 5 вентиляторного колеса заклепками. Вал 7, на котором на шпонке посажена ступица 5, вращается в двух шарикоподшипниках, установленных в корпусе 6. Внутренние кольца подшипников через проставочные кольца и ступицу 5 вентиляторного колеса прижаты к бурту вала 7 корончатой гайкой; наружное кольцо внешнего подшипника имеет стопорное пружинное кольцо, фиксирующее положение подшипника и вала 7. Воздух засасывается через центральное отверстие и нагнетается лопатками колеса вентилятора в улитку корпуса и далее в каналы, подводящие воздух к электродвигателям тележки. Новые вентиляторы изготовляют с более прочными колесами; ведется проверка вентиляторов с алюминиевыми ступицами колес.

## **ГЛАВА VI**

### **УХОД ЗА ДИЗЕЛЕМ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ, НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ РАБОТЕ**

Исправность действия тепловоза во время эксплуатации зависит главным образом от правильного технического обслуживания всех его агрегатов. За тепловозом необходим тщательный уход. В процессе работы следует своевременно предупреждать и устранять малейшие неисправности. Кроме того, для обеспечения нормальной эксплуатации после определенного пробега проводятся технические и профилактические осмотры и периодические ремонты тепловозов.

Знание и своевременное выполнение правил по обслуживанию и эксплуатации, умение обнаружить и предупредить возможную неисправность являются обязательными для работников тепловозной тяги.

Ниже изложены основные сведения по уходу за дизелем и вспомогательным оборудованием и рассмотрены причины возможных неисправностей в работе. Способы предупреждения или исправления неисправностей не приводятся, так как из описания этих неисправностей нетрудно установить, какие меры необходимо предпринять в каждом из описанных случаев.

### **ПУСК И ОСТАНОВКА ДИЗЕЛЯ**

Перед пуском дизеля, находившегося в ремонте, или после длительной его остановки необходимо произвести внешний осмотр дизеля и механического оборудования, убрать все лишние предметы.

При открытых индикаторных кранах провернуть вручную на несколько оборотов вал дизеля, открыть люки и проверить крепление всех его узлов, а также вспомогательных механизмов, состояние поршневой группы, подтянуть разъемные соединения трубопроводов, убедиться в том, что все спускные вентили, краны и пробки на трубопроводах масла, воды и топлива закрыты, а остальные вентили и краны находятся в рабочем положении.

Проверить, достаточно ли топлива в топливном баке. Из отстойников топливных баков спустить накопившуюся воду и грязь. При необходимости долить через горловину нужное количество масла так, чтобы уровень его на

масломерном щупе был бы посередине между метками с отклонением  $\pm 5$  мм. Уровень масла в регуляторе числа оборотов дизеля должен находиться посередине маслоуказателя с отклонением  $\pm 5$  мм. Рукоятки масляных пластинчатых фильтров провернуть на два-три оборота по часовой стрелке.

Убедиться, что уровень воды по водомерному стеклу находится не менее чем на 50 мм выше гайки водомерного стекла; червяк валоповоротного механизма выведен из зацепления с зубчатым венцом дизель-генераторной муфты; фрикционная муфта вентилятора холодильника выключена, уровень масла по масломерному щупу в компрессоре, гидромеханическом и переднем редукторах и в редукторе вентилятора нормальный (масло на щупе находится между верхней и нижней метками).

Пустив топливоподкачивающий насос, проверить плотность топливного трубопровода, спустить воздух из топливного фильтра тонкой очистки масла и конденсат из воздухоудовки, проверить легкость перемещения реек топливных насосов и сцепление их поводковых втулок с поводками регулирующей тяги, проследить за правильностью последовательных включений поршеньков электропневматического механизма управления регулятором. После проверки электрической части оборудования выключить подачу топлива кнопкой аварийного выключения и провернуть генератором коленчатые валы дизеля вначале при открытых, а затем при закрытых индикаторных кранах.

Перед пуском убедиться, что подача топлива не выключена кнопкой аварийного выключения на дизеле и кнопкой аварийной остановки в кабине машиниста.

При пуске необходимо следить за работой дизеля и отдельных агрегатов, прослушивая, нет ли необычных стуков или других ненормальностей, при обнаружении которых следует немедленно остановить дизель, не пуская его повторно до выяснения причин неисправностей. После пуска нужно следить, чтобы дизель работал равномерно с нормальным числом оборотов, а также чтобы отсутствовали утечки в местах соединений трубопроводов, давление масла соответствовало норме и через сальники водяного и топливоподкачивающего насосов было нормальное каплепадение (для водяного насоса в пределах 30—100 капель в минуту, для топливного насоса до 25 капель в минуту). Необходимо внимательно следить, не появились ли прогар или трещины в поршнях, что сопровождается выделением масляных паров белого цвета из заправочной горловины дизеля и появлением давления в картере вместо разрежения, которое должно быть в пределах 10—60 мм вод. ст. (контроль по U-образному манометру); проверить, нет ли в цилиндрических гильзах и их рубашках трещин, вызывающих подъем воды в стекле расширительного бака и появление масляной эмульсии в этом стекле. Следует проверять работу компрессора и давление выключения и включения, при котором срабатывает регулятор давления. Периодически спускать воду из промежуточного холодильника (между первой и второй ступенью), маслоотделителей, а также следить за чистотой фильтров.

Перед остановкой дизеля нужно дать поработать ему несколько минут на 8-м положении рукоятки контроллера без нагрузки, пока температура воды и масла снизится до 50—70°, затем выключить кнопку топливоподкачивающего насоса. После того как давление в масляной системе упадет до нуля, но не позднее чем через 3 мин после остановки дизеля, надо выключить кнопку управления и провернуть генератором коленчатый вал дизеля на 3—5 оборотов, вытолкнув тем самым масло из верхней части цилиндрических гильз для предупреждения его просачивания внутрь цилиндров при стоянке.

#### **НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ДИЗЕЛЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ; ИХ ПРИЧИНЫ**

Неисправности при работе дизеля могут вызываться различными причинами. Ниже описаны наиболее серьезные из этих неисправностей и основные причины их возникновения, зависящие от механической части силовой установки тепловоза.

**Дизель не пускается.** Причины: засорение топливного трубопровода; загрязнение фильтров (тонкой очистки или сетчатонабивных); наличие воздуха в топливной системе; недостаточное давление топлива, создаваемое топливоподкачивающим насосом; низкая температура топлива (топливо загустело, не проходит через набивку сетчатонабивных фильтров); засорение отверстий в большинстве сопловых наконечников форсунок; слишком холодный дизель; низкая вязкость масла в регуляторе; заедание или тугой ход реек топливных насосов или силового поршня регулятора числа оборотов дизеля; не включен (не восстановлен) регулятор предельного числа оборотов; валоповоротный механизм не выведен из зацепления с зубчатым венцом дизель-генераторной муфты; неисправна цепь блокировочного устройства валоповоротного механизма; перегорел предохранитель пусковой кнопки или кнопки цепи управления; неисправен электромагнит (соленоид) регулятора числа оборотов (заедание сердечника или разрыв цепи).

**Дизель пускается с трудом.** Причины: наличие воды в топливе или воздуха в топливной системе; засорение отверстий в сопловых наконечниках форсунок; холодный дизель; неисправен топливоподкачивающий насос и топливо не поступает в достаточном количестве к топливным насосам; тугой ход реек топливных насосов.

**Дизель пускается, но после первых оборотов останавливается.** Причины: срабатывание реле масляного давления вследствие неправильной регулировки реле или низкого давления масла, что может быть вызвано разжижением масла, недостаточным количеством его в системе или засорением щелевых фильтров; наличие воздуха в топливной системе.

**Дизель не развивает полной мощности.** Причины: низкое давление или высокая температура масла, неисправность реле «сброса нагрузки» — дизель сбрасывает нагрузку при переводе рукоятки контроллера с 8-й на 9-ю позицию; попадание воздуха в топливную систему; неисправность форсунок; зависание плунжеров топливных насосов или заедание реек; недостаточная плотность плунжерных пар; утечка топлива вследствие трещины в нагнетательной трубке или из-за неплотно подтянутых накидных гаек или нажимных штуцеров; засорение воздушных фильтров, вызывающее понижение давления продувочного воздуха; чрезмерное сопротивление на выпуске, вызываемое засорением выпускного трубопровода или глушителей, а также чрезмерным отложением нагара на выпускных окнах цилиндров; недостаточная компрессия; недостаточное давление топлива в топливном коллекторе из-за засорения топливных фильтров; недостаточное давление воздуха в электропневматическом механизме управления регулятором; пропуск воздуха и заедание манжет в цилиндрах электропневматического механизма; разрегулировка дизеля; сдвиг нижнего коленчатого вала относительно верхнего.

**Дизель стучит.** Причины: стук в в. м. т. в момент вспышки топлива может происходить из-за низкого давления распыливаемого топлива, вызываемого неисправностью форсунки, вследствие слишком большого угла опережения подачи топлива (резкий звенящий стук при высоком давлении вспышки и относительно низкой температуре отработавших газов), из-за слишком большой подачи топлива в одном из цилиндров, вызванной нарушением соединения рейки с поводком, из-за низкой температуры дизеля; стук в момент перемены направления хода поршня может происходить из-за увеличенных зазоров в коренных шатунных или головных подшипниках вследствие нагрева или заедания одного из поршней или подшипников.

**Дизель дает дымный выхлоп.** Причины (при темном цвете отработавших газов): неисправность форсунок, перегрузка дизеля, малый угол опережения подачи топлива, завышенное сопротивление на всасывании воздухоподогревателя или на выпуске отработавших газов, недостаточность компрессии (при белом или голубом цвете отработавших газов), попадание масла в продувочный ресивер из-за большого количества масла в маслосборнике дизеля, плохой работы маслораспределителя, большого разрежения на всасывании воздухоподогревателя вследствие износа маслосрезающих колец поршней; из-за длительной работы дизеля

на холостом ходу (при выбрасывании несгоревшего топлива с отработавшими газами на холостом ходу); неисправность устройства выключения одного ряда топливных насосов.

**Дизель работает неустойчиво.** Причины: неисправность регулятора числа оборотов дизеля вследствие загрязнения масла в регуляторе, недостаточного количества масла или его перегрева, чрезмерного или недостаточного открытия регулировочной иглы регулятора, чрезмерной затяжки компенсирующей пружины золотника регулятора, поломки рессорных пластин привода; ослабление оттягивающей пружины вертикальной тяги регулятора; наличие воздуха в топливной системе; отказ в работе одного или нескольких цилиндров, вызванный неисправностью форсунок, топливных насосов, отсутствие компрессии; тяжелое перемещение или заклинивание реек топливных насосов; увеличенные зазоры в системе управления.

**Дизель идет вразнос.** Причины: неисправность регулятора числа оборотов дизеля вследствие заклинивания поршней сервомотора или заедания золотника в буксе регулятора; тугой ход реек топливных насосов или заклинивание одной из них; отсоединение одной из реек от поводка регулирующей тяги; неправильная установка выхода реек после разборки; попадание масла в продувочный ресивер.

**Дизель не останавливается.** Причины: заедание сердечника электромагнита выключения регулятора дизеля; заедание золотника автоматического выключения регулятора; заедание реек топливных насосов; отсутствие зазора между винтом-ограничителем и сердечником электромагнита автоматического выключения регулятора.

**Дизель останавливается при переводе рукоятки контроллера машиниста в нулевое или первое положение.** Причины: тугой ход реек топливных насосов; увеличенное открытие иглы регулятора; недостаточная затяжка компенсирующей пружины золотниковой части регулятора; недостаточное давление масла в масляной системе дизеля; заниженное число оборотов дизеля на холостом ходу.

**Дизель сбрасывает нагрузку при переводе контроллера с 8-й на 9-ю позицию.** Причины: низкое давление масла в системе дизеля, неисправность реле масляного давления (РДМ2).

**Низкое давление масла и срабатывание реле масляного давления.** Причины: разжижение масла топливом; высокая температура масла; засорение щелевого масляного фильтра; недостаточное количество масла в масляной системе; неплотности в нагнетательном трубопроводе, вызывающие утечку масла, или неплотности на всасывании, что вызывает подсос воздуха; неправильная регулировка байпасного или разгрузочного клапанов; засорение трубопровода; засорение заборной сетки масляного трубопровода; малая производительность масляного насоса, не закрыт сливной вентиль, открываемый при подогреве масла котлом-обогревателем; большие зазоры в подшипниках; возможно неверное показание манометра; разрушение резинового уплотнения между подводящей трубой и нижним масляным коллектором.

**Высокая температура масла.** Причины: недостаточное количество масла в системе; неудовлетворительное качество масла; загрязнение масляных секций холодильника, закупорка отдельных секций (в зимнее время замерзание); возможно неверное показание термометра.

**Высокая температура воды.** Причины: недостаточное количество воды в системе охлаждения; неисправен водяной насос, недостаточное охлаждение воды, (не работает вентилятор, закрыты жалюзи холодильника, заниженное число оборотов вентилятора из-за проскальзывания дисков фрикционной муфты); прорыв газов в водяную полость цилиндрической гильзы через уплотнение переходника форсунки или индикаторного крана; в зимнее время замерзание секций.

**Малое разрежение или появление давления в картере.** Причины: при разрежении, меньшем 10 мм вод. ст., и появлении давления — попадание воздуха из воздушного ресивера или воздухоудовки, прорыв газов в отсеки

через поршневые кольца, прогар или трещина в поршне; при разрезении, большем 60 мм вод. ст., — засорен воздушный фильтр или загустело масло на его сетках; отсутствует прокладка с калиброванным отверстием диаметром 22 мм между фланцами трубы отсоса и блока дизеля.

**Чрезмерный нагрев гидромеханического редуктора.** Причины: масло не проходит из колокола гидромуфты в картер редуктора из-за засорения выходного отверстия в колоколе; проскальзывает турбинное колесо гидромуфты вследствие отсутствия подачи масла; нагрев редуктора, сопровождающийся течью масла, может быть вызван неисправностью маслооткачивающего насоса или трубопровода из-за подсоса воздуха или засорения фильтра, избыточной подачей масла в редуктор, пропуском сальника.

**Проскальзывание фрикционной муфты включения вентилятора холодильника.** Причины: сработались фрикционные диски; потеряли упругость включающие пружины; на трущиеся поверхности попало масло; заедает на валу втулка ведущих дисков; нет зазора между подшипником отводки выключения муфты и коромыслами.

**Вращение ведомой части фрикционной муфты при выключении.** Причины: увеличился зазор между подшипником отводки и коромыслами муфты (проверить при включенной муфте); провернулась на оси вилка включения; ослабла пружина механизма включения; не возвращается шток воздушного цилиндра в крайнее положение; заедает на валу втулка ведущих дисков; покоробились фрикционные диски; увеличилось трение самоуплотняющегося сальника; неправильно установлен зазор между торцами упорных регулировочных болтов и диском.

**Течь водяных или масляных секций холодильника.** Причины: пробита прокладка между секцией и коллектором холодильника; лопнула трубка или образовалась течь в припайке трубки.

**Утечки воздуха из компрессора через атмосферное отверстие регулятора давления.** Причины: при работе компрессора под нагрузкой пропускает воздух выключающий или обратный клапаны или заедание этих клапанов и проход воздуха через включающий клапан; при холостой работе компрессора пропуск воздуха по притирке включающего клапана или заедание последнего.

**Пониженная производительность компрессора.** Причины: неплотность или малый подъем всасывающих и нагнетательных клапанов цилиндров первой и второй ступени; пропуск воздуха уплотнительными кольцами цилиндров первой и второй ступени, при этом воздух интенсивно выходит из сапуна; загрязнение воздушных фильтров.

**Пропуск воздуха через предохранительный клапан компрессора.** Причины: при работе компрессора под нагрузкой — неплотность всасывающего клапана цилиндра второй ступени; малое открытие всасывающего или нагнетательного клапанов второй ступени; при работе вхолостую — неисправность нагнетательного клапана цилиндра второй ступени, вследствие чего воздух из главных резервуаров попадает в холодильник компрессора; неисправность разгрузочного устройства цилиндра первой ступени или малое открытие всасывающих клапанов.

**Повышение давления в главном резервуаре выше нормального.** Причины: неисправность регулятора давления; неисправность разгрузочного устройства цилиндров второй ступени; обрыв соединительного шланга магистрали блокировки компрессоров между секциями.

**Повышенный нагрев компрессора.** Причины: загрязнение промежуточного холодильника; повышенная нагрузка компрессора вследствие утечки воздуха из трубопроводов; слабое натяжение ремня или обрыв ремня привода вентилятора компрессора; включены оба регулятора давления.

**Наличие масла в нагнетательном трубопроводе.** Причины: износ масло-срезающих колец; завышен уровень масла в картере; засорен сапун.

**Недостаточное давление масла в системе компрессора.** Причины: неисправность разгрузочного клапана; большие зазоры в шатунных подшипниках; подсос воздуха в масляную систему; засорение фильтра в картере компрессора.

## ОСМОТРЫ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ДИЗЕЛЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Для того чтобы силовая установка и вспомогательное оборудование тепловоза находились в исправном состоянии, обеспечивая экономичную, длительную и надежную работу всех агрегатов, установлены, кроме повседневного тщательного наблюдения и ухода, технические (через 500—800 км пробега тепловоза при экипировке, а также при выезде тепловоза из основного депо), профилактические (через 4 000 км пробега) осмотры, малый периодический (через 25 000—30 000 км пробега) и большой периодический (через 100 000—125 000 км пробега) ремонты, а также более крупные ремонты — подъемочный и заводские.

**Обслуживание дизеля и вспомогательного оборудования.** Обслуживание дизеля и вспомогательного оборудования заключается в повседневном уходе и наблюдении за их состоянием и в строгом соблюдении правил эксплуатации.

Указания по содержанию в рабочем состоянии отдельных узлов дизеля и вспомогательного оборудования даны ранее в соответствующих главах и параграфах второго раздела; ниже приведены общие указания по обслуживанию.

**Масло.** Для смазки дизеля 2Д100 применяют в основном масла двух марок: 1) моторное масло М 12В дизельное из сернистых нефтей восточных месторождений (ДСП-12) с присадкой ВНИИ НП-360, обладающей антиокислительными и моющими свойствами (добавляемой в количестве 8 % от веса масла), и антипенной присадкой ПМС-200А (добавляемой в количестве 0,003 %); 2) масло М-12Б с присадкой ВНИИ НП-360, добавляемой в количестве 4 %. Кроме того, в ограниченном количестве используется без присадки масло Д11 и в одном из депо — масло М-12. Как правило, масло с 8 % присадки ВНИИ НП-360 дают для машин, работающих на топливе с содержанием серы до 1 %; масло с 4 % присадки — при содержании серы в топливе до 0,5 %, без присадки — с серой в топливе до 0,2 %. Этим же маслом заполняют картеры гидромеханического и переднего редукторов, а также редуктора вентилятора холодильника и масленку подшипника отводки его фрикционной муфты; для смазки регулятора применяется авиационное масло марки МК-22 или МС-20 ГОСТ 1013—49 (с изменением № 1), зимой дизельное масло; для смазки компрессора — компрессорное масло Т (летнее) и М (зимнее), ГОСТ 1861—54 или авиационное масло МК-22 в смеси с индустриальным маслом 50 (ГОСТ 1707—51); для шариковых и роликовых подшипников применяется смазка 1ЛЗ по ВТУ НП-21-58 или 1-13 УТВ (ГОСТ 1631—52); эта же смазка применяется для карданов вертикального вала вентилятора, зубчатой муфты привода компрессора, шлицевых соединений горизонтальных соединительных валов, вентилятора компрессора. Для пропитывания жиром манжет пневматических цилиндров включения жалюзи и муфты редуктора вентилятора применяют технический вазелин УН всех марок (ГОСТ 782—59), а для шарниров жалюзи — смазку УС всех марок (ГОСТ 1033—51); кроме того, для цилиндров электропневматического механизма регулятора числа оборотов дизеля используется масло вазелиновое марки МВП (ГОСТ 1805—51) или незамерзающая смазка № 2Б ТУ 601 и специальное масло МТС ВТУ-616-57.

Перед каждой поездкой и в пути следования следует проверить и поддерживать необходимый уровень масла по маслоизмерителю в картере дизеля, редукторе вентилятора холодильника, редукторе привода двухмашинного агрегата, регуляторе числа оборотов дизеля, компрессоре; заполнять масленку подшипника отводки фрикционной муфты вентилятора холодильника.

На профилактическом осмотре добавляют смазку (20—50 г) в карданы вертикального вала вентилятора холодильника и в подвижные шлицевые соединения горизонтальных карданных валов. Через один профилактический осмотр заменяют масло в регуляторе числа оборотов дизеля, добавляют 2—3 см<sup>3</sup> смазки в цилиндры электропневматического управления регулятором, а также в полость зубчатой муфты привода компрессора.



На каждом малом периодическом ремонте производят смену масла в дизеле (через 25 000 км) \*, браковочные нормы установлены по температуре вспышки масла и его вязкости. Так, температура вспышки, определяемая в открытом тигле, допускается не ниже 180° для масел М12 всех индексов и 170° для масла Д11; соответственно вязкость при 100° должна быть не ниже 9,4 и 9 сст; содержание механических примесей не выше 0,08% \*\*; в масле не должно быть следов воды, кислотное число в мг КОН на 1 г масла не должно превышать 0,5; пробу масла следует брать при каждом профилактическом осмотре после остановки дизеля.

Также на каждом малом периодическом ремонте добавляют смазку в пневматические цилиндры жалюзи и включения муфты вентилятора холодильника, добавляют 20—30 г смазки в подпятник вентилятора холодильника, смазывают шарниры жалюзи, заменяют масло в компрессоре (анализ масла в компрессоре производят после пробега тепловозом 6 000—8 000 км).

Через один малый периодический ремонт заменяют масло в редукторах вентилятора холодильника и привода двухмашинного агрегата, в подшипниках вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей (150—170 г), добавляют 10—20 г смазки в промежуточную опору вала привода редуктора вентилятора холодильника, в шарикоподшипники.

Маслосборник рамы дизеля заполняют маслом через заливную горловину при остановленном дизеле; разрешается производить заполнение маслом под давлением через сливную масляную трубу в картере дизеля. Для обеспечения пуска дизеля в зимнее время разрешается предварительный подогрев масла до 60—90° (нагревать масло выше 120° не разрешается). Регулятор числа оборотов дизеля после промывки заполняют маслом, причем масло должно быть предварительно профильтровано через шелковое полотно.

Температура масла в дизеле во время эксплуатации не должна опускаться ниже +40°, если же она опустится до +20° и невозможно почему-либо пустить дизель, то необходимо слить масло и воду из дизеля и трубопроводов.

**Вода.** Для охлаждения дизеля применяют пресную прокипяченную и отстоявшуюся воду с обязательным добавлением хромпика и соды (на 1 м<sup>3</sup> воды 1,3 кг хромпика, ГОСТ 2652—48, предварительно размельченного и размешанного в ведре воды, 0,8 кг соды, ГОСТ 5100—49). Заливать воду можно под напором через сливную трубу или через горловину расширительного бака. При этом нужно держать открытыми краники на калорифере. В зимнее время следует заполнять систему подогретой водой, проверяя на ощупь нагрев трубопроводов, холодильников, выхлопных патрубков, коллекторов и цилиндров дизеля.

**Топливо.** Для дизеля 2Д100 применяется топливо марок З (зимнее) и Л (летнее) по ГОСТ 305—58 и соответственно марок ДЗ и ДЛ по ГОСТ 4749—49 (с изменением № 1). С конца 1963 г. должно применяться топливо по ГОСТ 305—62, вводимому взамен ГОСТ 305—58, а с 1964 г. устанавливается новый ГОСТ 10489—63 на топливо для транспортных (тепловозных и судовых) дизелей марок ТЗ (зимнее) и ТЛ (летнее) с некоторыми уточнениями по фракционному составу и содержанию серы (не более 0,5%). Заполнение бака производят через сетки горловин; для лучшей очистки рекомендуется дополнительно ставить в горловину мешочек из шелкового полотна.

**Регулирование температуры воды и масла.** Максимальная температура воды во время работы дизеля не должна превышать 90° и опускаться ниже 40°; при понижении температуры до +20° воду следует слить. Если для летних условий работы тепловоза регулирование температуры воды и масла осуше-

---

\* Проверяется возможность продления срока работы масла.

\*\* При наличии в дизельном масле механических примесей более 0,08% и пробеге от замены масла менее 22 000—25 000 км необходимо на тепловозах ТЭЗ и ТЭ7 произвести досрочную замену бумажных элементов фильтров тонкой очистки (ФТО) и промывку секций грубой очистки.

ствляется при всегда открытых верхних жалюзи и полностью или частично открытых жалюзи левой и правой стороны холодильника тепловоза и включенном или выключенном вентиляторе, то зимой для выполнения указанных выше требований необходимо умело использовать холодильное устройство, так как полностью открытые жалюзи при низкой температуре окружающего воздуха могут привести к замерзанию воды и застыванию масла в секциях.

На тепловозах, имеющих вырезы в стенках диффузора, т. е. оборудованных перепуском горячего воздуха к фронту секции холодильника, регулирование температуры воды и масла в зимних условиях рекомендуется производить следующим образом. При понижении температуры окружающего воздуха до плюс 5—0° устанавливают на войлочных прокладках деревянные рамки по контуру боковых жалюзи и навешивают чехлы, закрывая ими по высоте  $\frac{2}{3}$  фронта секций и уплотняя чехлы специальными рейками внизу и до половины по высоте. Открывают заслонки, закрывающие отверстия в стенках диффузора.

Одновременно отключают масляные секции второго ряда, устанавливая для этого между привалочными фланцами секций и коллекторов глухие металлические прокладки толщиной около 1 мм.

Для улучшения доступа горячего воздуха к секциям ограничивают величину открытия створок боковых жалюзи примерно в два раза установкой ограничительного штыря в 4-е или 5-е отверстие сектора привода. Необходимую температуру воды и масла поддерживают периодическим включением и выключением жалюзи и вентилятора. Вначале открывают верхние, затем боковые жалюзи одновременно с обеих сторон холодильника и включают вентилятор. Для уменьшения количества включений вентилятора температуру стараются поддерживать регулированием величины открытия створок верхних жалюзи, изменяя место ограничительного штыря в секторе привода верхних жалюзи. При боковом ветре уменьшают со стороны направления ветра величину открытия створок боковых жалюзи (при скорости ветра 5—7 м/сек угол открытия створок уменьшают примерно в два раза).

При температуре ниже минус 10° боковые жалюзи зачехляют полностью. Открывают на необходимую величину верхние монтажные люки (в зависимости от условий погоды). Температуру воды и масла поддерживают периодическим включением и выключением вентилятора, стараясь уменьшить количество включений подбором наиболее подходящей величины открытия створок верхних жалюзи. Боковые жалюзи должны быть закрыты, так как при открытых створках из-за небольшого расстояния между жалюзи и секциями был бы затруднен доступ воздуха через люки к секциям. Для уменьшения разницы между температурами воды и масла периодически закрывают верхние жалюзи при включенном вентиляторе.

При температуре минус 35° и ниже дополнительно закрывают масляные секции первого хода охлаждения (первые шесть секций, считая от дизеля) с обеих сторон холодильника щитами из фанеры, картона или толя, устанавливая их между жалюзи и секциями вплотную к последним.

При каждом открытии жалюзи или включении вентилятора необходимо следить за температурой воды и масла, с тем чтобы она не понижалась более чем на 4—5° за один период охлаждения. Температуру воды на выходе из дизеля поддерживать в пределах 80—85°.

Если после включения вентилятора температура воды снижается, а масла растет, то это указывает на застывание масла в секциях. Для отогревания этих секций следует закрыть верхние и боковые жалюзи и монтажные люки и включить вентилятор. Благодаря этому возникнет усиленная циркуляция горячего воздуха через окна в диффузоре и через секции холодильника. На нормальную регулировку температуры переходить можно только после полного отогревания застывших секций.

Если температуры воды и масла в обеих секциях тепловоза будут разные, то следует на секции с более низкими температурами уменьшить открытие створок верхних жалюзи перестановкой ограничительных штырей на секторе привода.

Для выравнивания температур масла и воды рекомендуется использовать при сбросе нагрузки на дизель более быстрое возрастание температуры масла по сравнению с температурой воды. Для этого следует закрывать боковые жалюзи, а температуру регулировать верхними жалюзи при выключенном вентиляторе.

Температуру масла следует поддерживать не ниже  $55^{\circ}$ , так как застывание масла в секциях наблюдается в основном при температуре его за холодильником ниже  $40^{\circ}$ .

При стоянке тепловоза менее 20 мин в зимнее время и при боковом ветре дизель, как правило, не следует останавливать. При остановке дизеля, для того чтобы не допустить застывания масла в трубках секций, надо выключить вентилятор, закрыть боковые и верхние жалюзи (и монтажные люки); поднять температуру масла до  $55-60^{\circ}$  работой дизеля на холостом ходу; остановить дизель и немедленно открыть краны 6 и 8 (см. рис. 119), сообщающие верхние масляные коллекторы с атмосферой, вентиль 19 на общей сливной трубе и вентили 11 и 12 для сливания масла из секций второго хода охлаждения. Перед пуском дизеля закрывают вентили 11 и 12 и краны 6 и 8, а сразу же после пуска — вентиль 19.

В начале каждой стоянки тепловоза продолжительностью свыше 1 ч полностью закрывают чехлами обе стороны холодильника; открывают на необходимую величину секции только перед отправлением поезда.

При длительных стоянках в пути в основных и оборотных депо необходимо температуру воды и масла поддерживают периодическими пусками дизеля.

Перед каждой поездкой следует проверить, все ли вилки штоков воздушных цилиндров соединены с тягами привода жалюзи и не закрыты ли штифтами в своих секторах рычаги ручного привода; убедиться, что защелка ручного привода муфты вентилятора поставлена в положение, при котором работает электропневматический привод, а ручка отключающего краника воздушной магистрали установлена вдоль оси трубы, сообщая воздушную систему тепловоза с пневматическим управлением.

**Уход за гидромеханическим редуктором.** При температуре окружающего воздуха ниже плюс  $15^{\circ}$  производят перестановку рычага редуктора на зимний режим, фиксируя это положение стопорным болтом. При работе гидромеханического редуктора на тепловозах, на которых не установлен клапан, автоматически поддерживающий давление масла равным  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , давление устанавливают и регулируют вентилем на подводящей масляной трубе в пределах  $0,4-0,6 \text{ кг/см}^2$ .

**Уход за фильтрами.** Чистота фильтров имеет большое значение для обеспечения надежной работы тепловоза. Поэтому необходимо тщательно следить за их состоянием и выдерживать сроки очистки, промывки и замены фильтрующего материала.

В сетчатонабивном топливном фильтре промывают и затем продувают сжатым воздухом все его детали; фильтрующий материал (хлопчатобумажная путанка № 60), который должен быть однородным, сухим, без примесей плотных мотков и толстых нитей, закладывают в количестве  $0,5 \text{ кг}$  в каркас фильтра, распределяя его равномерно, без местных уплотнений и пустот. Топливный фильтр тонкой очистки сначала очищают снаружи металлической щеткой, затем погружают пластины на 15—20 мин в ванну с керосином, после чего надевают на оправку. Оправку закрепляют во вращающийся патрон станка центробежной очистки пластин. Процесс очистки продолжается не менее 1 мин 2—3 раза. Сетку фильтра с шелковым чехлом обмывают только снаружи, чтобы не загрязнить сетку изнутри. Добавив одну-две пластины, собирают фильтр и ставят его на место. В фильтре грубой очистки масла (щелевой фильтр) перед снятием фильтрующих секций спускают масло из корпуса через вентиль или, где последний не поставлен, удалив пробку; фильтрующие секции промывают последовательно в двух ваннах с керосином, пользуясь мягкой волосяной щеткой и проворачивая во время промывки рукояткой секций для очистки ра-

бочих поверхностей элементов от загрязнения. После промывки секции продувают сухим сжатым воздухом.

В фильтре тонкой очистки перед промывкой спускают масло через вентиль или пробки, разбирают фильтр, вынимая бумажные секции тонкой очистки, промывают керосином внутренние полости корпуса и устанавливают новые секции.

Для промывки масляного центробежного фильтра его надо разобрать, вынуть ротор, снять крышку ротора, скребком тщательно очистить стенки ротора от грязи, промыть все детали в керосине и собрать фильтр. Устанавливать детали нужно по имеющимся меткам и цифрам: не допускается использование деталей с других фильтров.

Очистку кассет воздушных фильтров воздухоудувки рекомендуется выполнять следующим способом: выварить в специальном растворе, имеющем температуру  $90-95^{\circ}$ , в течение 15—20 мин; продуть, просушить в печи с температурой  $90-100^{\circ}$  в течение 3—5 мин; погрузить на 2—3 мин в смесь, состоящую из девяти частей дизельного масла и одной части кулисной смазки, нагретую до  $40-50^{\circ}$ , после чего кассеты держать в горизонтальном положении не менее 30—60 мин, давая стечь лишнему маслу; просушить кассеты после промасливания в сушильном шкафу в течение 2—3 мин. Очистив корпус фильтра, установить кассеты на место.

Воздушный фильтр и сапун компрессора очищают и промывают от грязи и продувают сжатым воздухом, набивочный волос промывают в керосине или бензине, просушивают и слегка промасливают дизельным маслом. Так же поступают с сапунами гидромеханического и переднего редукторов.

## ГЛАВА VII

### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

#### ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

**Понятие об электрической передаче.** Электрическое оборудование устанавливается на тепловозах для выполнения нескольких задач:

- 1) передачи мощности от дизеля к движущим колесам;
- 2) привода вспомогательных механизмов: вентиляторов, насосов, компрессора и других, если они не приводятся от вала дизеля;
- 3) питания цепей освещения тепловоза, прожектора и сигнальных (буферных) ламп, электрических печей и т. д., а также для обеспечения электрического пуска и остановки дизеля, защиты оборудования (в том числе дизеля) от ненормальных режимов и т. д.

Электрической схемой обычно называют условное изображение электрических машин, аппаратов и приборов и соединений между ними. Нередко термин «схема» относят к самой электрической установке, элементы которой соединены определенным образом. Поэтому часто говорят «собрать схему» или «проверить схему», имея в виду соединения на самой установке.

Исполнительная схема тепловоза включает все элементы электрооборудования и электрические соединения между ними, включая промежуточные зажимы, к которым присоединены провода. Исполнительная схема используется при монтаже электрооборудования на тепловозе, а также при проверке и ремонте его в эксплуатации.

Для изучения принципа действия схемы удобнее пользоваться принципиальными схемами, на которых могут быть изображены не все элементы, а только те, которые нужны для понимания принципа действия установки. Отдельные элементы и соединения располагают на принципиальной схеме так, чтобы облегчить понимание схемы независимо от их действительного расположения. Например, обмотка возбуждения машины или контакты аппарата могут быть изображены в одной части схемы, а обмотка якоря машины или втягивающая катушка аппарата — в другой или могут совсем отсутствовать на схеме.

Все обозначения элементов на принципиальных схемах, приведенных в книге, выполнены в соответствии с новым стандартом ГОСТ 7624—62. Исполнительные схемы тепловоза, приложенные к книге в виде вклеек, представляют копии официальных заводских схем, выполненных и утвержденных до введения нового стандарта, изображены в соответствии с ГОСТ 7624—55 (см. приложение).

На тепловозе ТЭЗ и на других тепловозах с электропередачей главной задачей электрооборудования является передача мощности от дизеля к движущим колесам.

Известно, что дизель по своим свойствам резко отличается от паровой машины и электродвигателя. Если паровоз или электровоз с поездом движутся по какому-то участку, то при переходе на более трудный участок пути (например, крутой подъем) скорость поезда снижается, при этом автоматически увеличивается сила тяги, и локомотив продолжает работать примерно с той же мощностью (или даже несколько большей за счет допустимой перегрузки). Если бы дизель был постоянно соединен с движущими колесами, как паровая машина на паровозе или электродвигатель на электровозе, то тепловоз не мог бы работать таким же образом.

При переходе на более крутой подъем снизилась бы скорость движения, а следовательно, и число оборотов дизеля. Однако сила тяги не увеличится. Более того, ее нужно даже уменьшить, потому что в современных дизелях, в частности в двигателе 2Д100, при уменьшении скорости вращения вала повышается тепловая напряженность и для понижения ее следует уменьшить подачу топлива. А это вызовет падение крутящего момента дизеля и силы тяги тепловоза. Можно, конечно, выбрать такой дизель, который будет создавать крутящий момент, достаточный для ведения поезда на наиболее крутом подъеме. Но в этом случае двигатель был бы очень громоздким и тяжелым, а его полная мощность могла бы использоваться только на самом крутом подъеме при движении с максимальной скоростью.

Во всех остальных случаях мощность дизеля недоиспользовалась бы, что, конечно, нерационально.

На тепловозе с электрической передачей дизель приводит во вращение главный генератор. Генератор питает током тяговые электродвигатели, валы которых связаны с движущими осями постоянной зубчатой передачей. Такая система автоматически приспособляется к условиям движения поезда; сила тяги, создаваемая электродвигателями, возрастает при увеличении сопротивления движения и уменьшении скорости и, наоборот, уменьшается при росте скорости. Особенностью электрической передачи является независимость величины силы тяги от крутящего момента и мощности дизеля, т. е. на тепловозе с электропередачей можно получить большую силу тяги при малой мощности и малом крутящем моменте дизеля и малую силу тяги при большой мощности. Величина силы тяги ограничивается нагреванием электродвигателей, но одновременно они допускают значительную перегрузку, которую можно использовать для трогания поезда с места и преодоления крутых подъемов небольшой длины. Дизель при этом не перегружается.

**Схема электропередачи тепловоза ТЭЗ.** В схему тепловозов ТЭЗ за годы их серийного выпуска вносились многочисленные изменения для улучшения работы тепловоза. Однако принципиальная схема силовой цепи и цепи возбуждения генератора (рис. 181) почти не изменялась и приведенное ниже описание принципа ее действия относится к тепловозам, выпускавшимся в различные годы. На рис. 181 изображены лишь машины и аппараты, служащие для передачи мощности, остальные аппараты и цепи объяснены при описании исполнительной схемы. Шесть тяговых электродвигателей 1—6 образуют три группы, включенные параллельно. В каждой группе два электродвигателя соединены последовательно, причем отдельно соединены обмотки якорей и обмотки возбуждения. Нумерация электродвигателей соответствует их расположению по отношению к переднему торцу тепловоза.

Для электродвигателей предусмотрены две ступени ослабления магнитного поля путем шунтировки обмоток возбуждения сопротивлениями. Первая ступень ослабления поля получается при включении контакторов Ш1—Ш3. При этом часть тока цепи якоря ответвляется в сопротивления и ток в обмотках возбуждения уменьшается. Коэффициентом ослабления поля называется отношение тока возбуждения к току в якорной обмотке. Оно несколько изменяется в зависимости от нагревания обмоток возбуждения, так

как при этом изменяется сопротивление обмоток возбуждения. На первой ступени ослабления поля коэффициент ослабления поля изменяется от 0,58 (при температуре 15° в обмотках) до 0,48 (при обмотках, нагретых до 140° С).

Если оставить включенными контакторы *Ш1—Ш3* и включить<sup>1</sup> контакторы *Ш4—Ш6*, получится вторая ступень ослабления поля. Ток возбуждения электродвигателей станет еще меньше. Коэффициент ослабления поля для второй ступени составляет 0,25—0,33 в зависимости от температуры обмоток возбуждения. До 1960 г. тепловозы выпускались с большими коэффициентами ослабления поля: при нагретых обмотках для первой ступени он составлял 0,53 и для второй ступени 0,35. Уменьшение коэффициента ослабления поля позволило повысить использование мощности дизеля при высоких скоростях движения. При нагретых обмотках полная мощность используется до 100 км/ч. При коэффициенте ослабления поля 0,35 использование полной мощности было возможно до скорости 70—75 км/ч. Контакторы *Ш1—Ш6* включаются и выключаются автоматически под контролем двух реле перехода, не показанных на рис. 181.

Тяговый генератор *Г* получает независимое возбуждение от возбудителя *В*, имеющего шесть обмоток возбуждения: независимую *НВ*, дифференциальную *ДВ*, серийную *СВ*, шунтовую *ШВ*, регулировочную *РВ* и ограничения тока *ОВ*.

Конструкция возбудителя и схема включения обмоток *НВ*, *ДВ*, *СВ* и *ШВ* выполнены таким образом, что при изменении в некоторых пределах тока нагрузки автоматически изменяется напряжение возбудителя и генератора, при этом обеспечивается сохранение мощности дизель-генератора. Изменение напряжения генератора, определяемое собственными характеристиками генератора и возбудителя (без участия каких-либо внешних регулирующих устройств), называется саморегулированием генератора.

Обмотка *РВ* вместе с тахогенератором *Т1* служит для более точного поддержания постоянной мощности дизеля, и в дальнейшем эта цепь называется узлом автоматического регулирования мощности дизеля (АРМ).

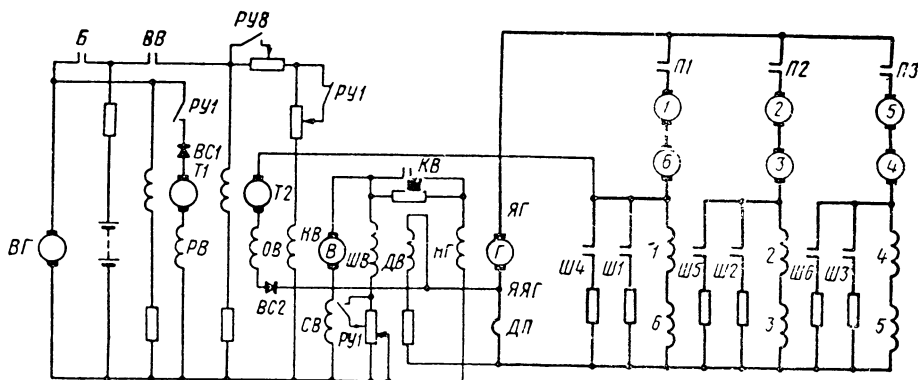


Рис. 181. Принципиальная схема электрической передачи тепловоза ТЭЗ:

*Г*—тяговый генератор; *НГ*—обмотка независимого возбуждения генератора; 1—6—тяговые электродвигатели; *Б*, *ВВ*, *КВ*, *П1—П3*, *Ш1—Ш6*—контакторы; *В*—возбудитель; *ДВ*, *НВ*, *ОВ*, *РВ*, *ШВ*, *СВ*—обмотки возбуждения возбудителя; *Т1*, *Т2*—тахогенераторы; *РУ1*, *РУ8*—реле управления; *ВС1* и *ВС2*—селевальные вентили; *ВГ*—вспомогательный генератор; *ДП*—обмотка дополнительных полюсов

Обмотка *ОВ* вместе с тахогенератором *Т2* обеспечивает поддержание приблизительно постоянной величины тока при трогании поезда, а также ограничение тока генератора. Эта цепь называется узлом автоматического регулирования пускового тока (АРТ).

Таким образом, автоматическое управление тепловозом осуществляется посредством четырех узлов: саморегулирования генератора с возбудителем, автоматического регулирования мощности, автоматического регулирования пускового тока и автоматического управления возбуждением тяговых двигателей.



На тепловозе можно изменять величину мощности, вырабатываемой дизелем. Для этого служит контроллер управления, главная рукоятка которого имеет 16 положений. На 16-м положении реализуется номинальная мощность дизеля 2 000 л. с. при 850 об/мин коленчатого вала. На остальных положениях рукоятки контроллера число оборотов вала дизеля меняется и, кроме того, на втором положении изменяется возбуждение возбудителя (с помощью реле РУ8). Вспомогательный генератор ВГ служит для питания обмоток возбудителя и тахогенераторов, вспомогательных цепей, цепей управления и освещения, а также для зарядки аккумуляторной батареи. Он имеет общий корпус и вал с возбудителем, составляя вместе с ним двухмашинный агрегат.

Саморегулирование генератора осуществляется с помощью шестиполусного дифференциального возбудителя особой конструкции, принципиальная схема которого показана на рис. 182. Возбудитель имеет шесть полюсов. Четыре полюса НН имеют слабое магнитное насыщение (ненасыщенные полюсы), на них расположены обмотки возбуждения НВ, СВ, РВ и ОВ. Два полюса Н выполнены с уменьшенным сечением в верхней части (магнитный мостик) и имеют при некоторых режимах значительное насыщение (насыщенные полюсы). На этих полюсах расположены обмотки ШВ и ДВ.

Основной является обмотка независимого возбуждения НВ, которая через добавочное сопротивление включена на напряжение вспомогательного генератора. Напряжение последнего поддерживается постоянным, независимо от его нагрузки и скорости вращения якоря, регулятором напряжения. Серийная обмотка СВ действует согласно с независимой и служит для компенсации размагничивающего действия реакции якоря. Обмотка ШВ включена через добавочное сопротивление на напряжение возбудителя. Дифференциальная обмотка ДВ с добавочным сопротивлением присоединена параллельно обмотке дополнительных полюсов тягового генератора, поэтому протекающий по ней ток пропорционален току нагрузки. Обмотка ДВ действует навстречу обмотке ШВ.

Магнитный поток каждого из ненасыщенных полюсов определяется алгебраической суммой намагничивающих сил (н. с.) обмоток НВ, СВ, РВ и ОВ. Н. с. обмотки равна произведению числа витков на ток, протекающий в ней. Магнитный поток насыщенных полюсов определяется разностью намагничивающих сил (н. с.) обмоток ШВ и ДВ. Приближенно можно считать, что магнитные потоки ненасыщенных и насыщенных полюсов не зависят друг от друга и представляют две отдельные системы потоков.

Якорь возбудителя имеет волновую обмотку. Это означает, что каждая параллельная ветвь обмотки последовательно проходит под всеми полюсами. Следовательно, э. д. с., наводимая в каждой ветви, представляет собой алгебраическую сумму э. д. с., наводимых магнитными потоками всех полюсов. Смысл такого устройства возбудителя заключается в том, чтобы напряжение генератора  $U_r$  автоматически изменялось обратно пропорционально току нагрузки  $I_r$ , т. е. чтобы мощность генератора

$$P_r = U_r I_r$$

оставалась приблизительно постоянной на всех режимах. На графике такая зависимость, при которой произведение двух переменных величин остается

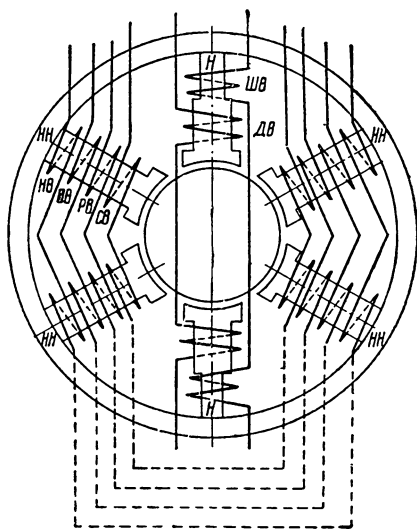


Рис. 182. Принципиальная схема возбудителя:

Н — полюс с магнитным мостиком (насыщенный); НН — ненасыщенный полюс; ДВ, НВ, ОВ, РВ, СВ, ШВ — обмотки возбуждения

постоянным, изображается кривой, называемой гиперболой. Следовательно, для сохранения мощности тягового генератора постоянной необходимо, чтобы его внешняя характеристика (зависимость напряжения от тока) была гиперболической. Примерно такой же должна быть и характеристика возбудителя, так как ток возбуждения генератора пропорционален напряжению возбудителя, а напряжение генератора (пока его магнитная цепь не насыщена) пропорционально току возбуждения. Рассмотрим работу схемы в предположении, что цепь обмотки *PB* разомкнута, а в цепи обмотки *ОВ* ток отсутствует. Одновременное действие обмотки *НВ* на ненасыщенных полюсах и обмоток *ШВ* и *ДВ* на насыщенных полюсах придает характеристике возбудителя вид, близкий к гиперболическому при больших токах генератора. Н. с. обмотки *ШВ* пропорциональна напряжению возбудителя. Включена эта обмотка так, что при отсутствии тока в обмотке *ДВ* э. д. с., создаваемая в обмотке якоря магнитным потоком насыщенных полюсов, складывается с э. д. с., создаваемой потоками ненасыщенных полюсов. При этом напряжение возбудителя имеет наибольшее значение.

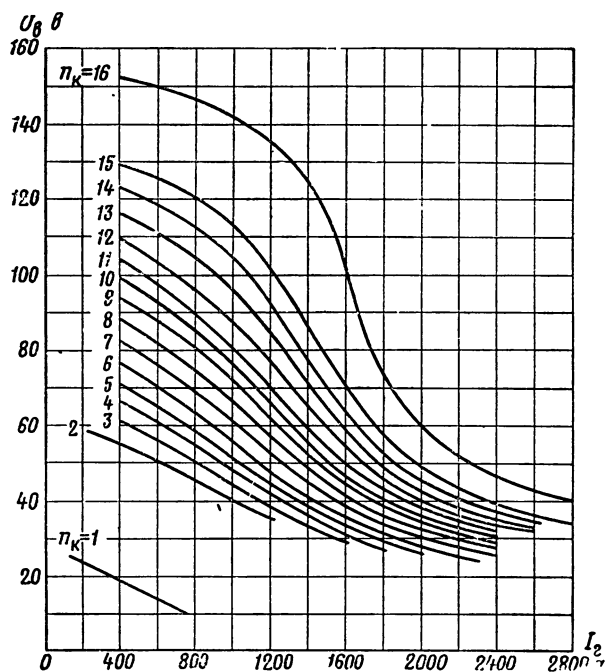


Рис. 183. Характеристики возбудителя;  $n_k=1-16$  — положения рукоятки контроллера

Если ток тягового генератора увеличивается, то растет также ток в дифференциальной обмотке, а так как она действует навстречу шунтовой, то суммарная н. с. насыщенных полюсов уменьшается. Пока магнитный мостик полюса насыщен, поток при увеличении тока нагрузки мало меняется, следовательно, мало изменяется и напряжение возбудителя. Графические зависимости напряжения возбудителя от тока тягового генератора (рабочие характеристики возбудителя) показаны на рис. 183. По характеристике, соответствующей 16-му положению рукоятки контроллера, видно, что при увеличении тока от 0 до 1 200 а напряжение возбудителя меняется сравнительно медленно.

При дальнейшем возрастании тока генератора магнитные мостики полюсов *Н* перестают быть насыщенными и магнитный поток в них падает более резко. Когда величина тока нагрузки достигает значения, равного приблизительно 1 650 а (на 16-м положении контроллера), дифференциальная обмотка (с учетом реакции якоря, влияния дополнительных полюсов и других факторов) полностью компенсирует действие шунтовой обмотки, и магнитный поток насыщенных полюсов становится равным нулю. В этом случае напряжение возбудителя определяется только магнитным потоком ненасыщенных полюсов. Если ток генератора продолжает увеличиваться, то н. с. дифференциальной обмотки растет, а н. с. шунтовой обмотки падает, первая становится больше второй и магнитный поток насыщенных полюсов меняет направление. Э. д. с., создаваемая им, направлена против э. д. с., создаваемой ненасыщенными полюсами. Поэтому напряжение возбудителя продолжает уменьшаться, сначала быстро, пока магнитные мостики не насыщены, а затем (по мере насыщения мостиков) — медленнее. На остальных положениях рукоятки контроллера

напряжение возбудителя понижается вследствие уменьшения скорости вращения вала, а также тока в шунтовой обмотке.

Рассматриваемые характеристики получаются при замкнутых контактах реле  $PY1$  и  $PY8$  в цепи обмотки  $HВ$ , выключенных обмотках  $PВ$  и  $ОВ$  и разом-

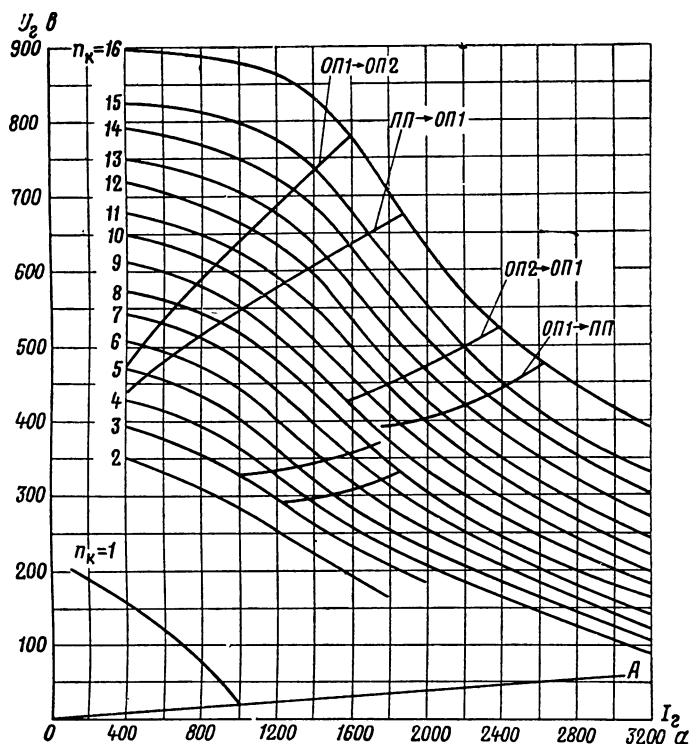


Рис. 184. Внешние характеристики тягового генератора и характеристики срабатывания и отпадания реле перехода:

ПП  $\rightarrow$  ОП1 — переход с полного поля на первую ступень ослабления поля;  
ОП1  $\rightarrow$  ОП2 — переход с первой на вторую ступень ослабления поля;  
ОП2  $\rightarrow$  ОП1 — переход со второй на первую ступень ослабления поля;  
ОП1  $\rightarrow$  ПП — переход с первой ступени ослабления на полное поле;  
 $n_k=1-16$  — положения рукоятки контроллера

кнутых контактах реле  $PY1$  в цепи обмотки  $ШВ$ . На 1-м положении контакты реле  $PY8$  разомкнуты, что дополнительно снижает напряжение возбудителя. Это сделано с целью уменьшения тока генератора и силы тяги тепловоза на 1-м положении контроллера для плавного пуска тепловоза без поезда и для возможности движения его с малой скоростью при маневрах.

На рис. 184 изображены внешние характеристики генератора тепловоза ТЭЗ, а также характеристики срабатывания реле перехода. Характеристики, представленные на рис. 183 и 184, получены во Всесоюзном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта при испытании тепловоза ТЭЗ-154 с некомпенсированным генератором.

Прямая  $OA$  на рис. 184 показывает падение напряжения в цепи тяговых двигателей, когда их якоря не вращаются (тепловоз стоит).

На рис. 185 приведены графические зависимости мощности, развиваемой генератором, от тока нагрузки, подсчитанные по характеристикам, которые даны на рис. 184. На 16-м положении рукоятки контроллера при изменении тока от 1 600 до 3 000  $a$  мощность поддерживается в пределах 1 340—1 310  $квт$ .

Некоторое снижение мощности генератора при увеличении тока объясняется тем, что при этом возрастают потери мощности в нем.

При меньших скоростях вращения якоря мощность генератора с изменением тока меняется больше. Настройка характеристик возбудителя и тягового генератора описана в главе XI.

Автоматическое регулирование мощности дизеля. Применение специального возбудителя не может, однако, обеспечить полностью использование номинальной мощности дизеля при различных режимах работы. Вследствие ряда причин дизель может перегружаться или недогружаться.

Наиболее важной причиной является изменение температуры обмотки возбуждения генератора, в результате чего меняется ее сопротивление. При постоянном напряжении возбудителя это приводит к изменению тока возбуждения, а следовательно, и напряжения генератора. Таким образом, для одного

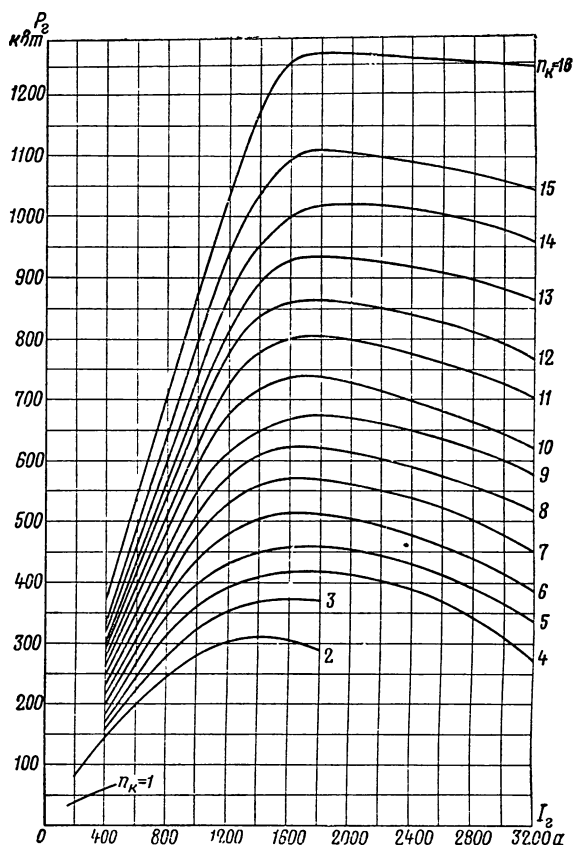


Рис. 185. Зависимости мощности тягового генератора от тока нагрузки;  $n_k=1-16$ —положения рукоятки контроллера

и того же тока мощность генератора будет различной при разной температуре его обмоток возбуждения. Температура обмоток меняется вследствие изменения как температуры наружного воздуха, так и тока возбуждения.

Кроме того, напряжение и мощность генератора изменяются также вследствие явления гистерезиса в магнитных цепях генератора и возбудителя. Известно, что магнитная характеристика электрической машины, т. е. зависимость магнитного потока и напряжения от н. с. обмоток возбуждения, при увеличении н. с. расположена ниже, чем при уменьшении ее. Чем меньше машина по мощности, тем сильнее сказывается гистерезис, поэтому в возбудителе влияние его больше, чем в генераторе.

На рис. 186 представлены характеристики генератора тепловоза ТЭЗ-002. Характеристика 1 получена при температуре обмотки возбуждения, равной  $33-53^\circ$ , сначала при возрастании тока нагрузки до 3 200 а, а затем при его уменьшении. Так как в первом случае н. с. насыщенных полюсов понижалась, а во втором — увеличивалась, первая ветвь кривой 1 из-за явления гистерезиса лежит выше второй.

При увеличении тока до 1 600—2 000 а генератор из-за несовершенства характеристики перегружает дизель, и число оборотов вала падает; в случае уменьшения тока генератор не догружает дизель. Такие же зависимости были сняты при температуре обмотки возбуждения генератора, равной 100—122°. Вследствие гистерезиса прямая ветвь характеристики (рост тока нагрузки) лежит выше обратной, но мощность генератора ввиду большего сопротивления обмотки снизилась.

Мощность, получаемая генератором от дизеля, несколько меняется также вследствие изменения мощности, расходуемой на вспомогательные нужды (компрессор, вентилятор холодильника, вспомогательный генератор). Кроме

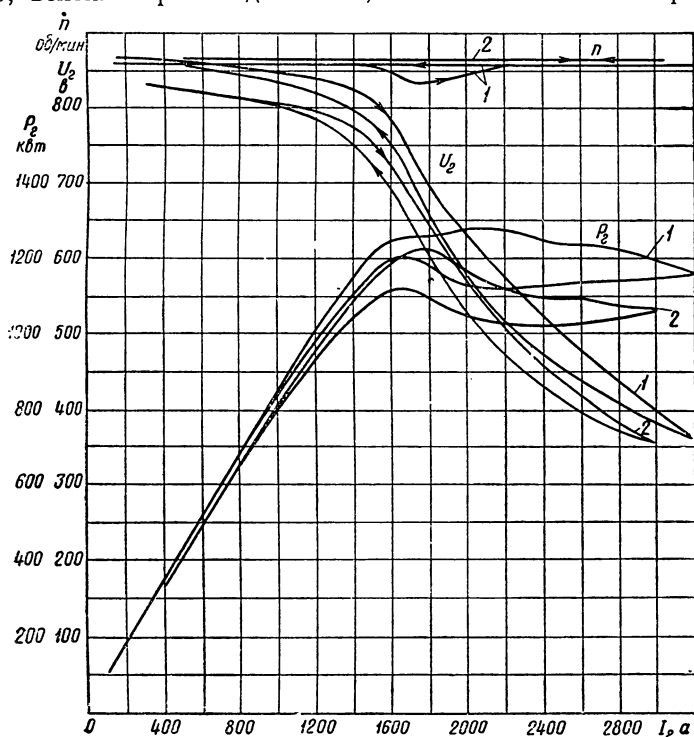


Рис. 186. Характеристики генератора при выключенном узле автоматического регулирования мощности дизеля (АРМ) и различных температурах обмоток возбуждения: 33—53° (1); 100—122° (2);  $n$ —скорость вращения якоря;  $U_g$ ,  $I_g$ ,  $P_g$ —напряжение, ток и мощность генератора

того, мощность, развиваемая дизелем, зависит от температуры и давления нагнетаемого воздуха. Поэтому при любой настройке возбuditеля в эксплуатации встречаются условия, когда дизель развивает мощность большую, чем может реализовать генератор (тогда мощность дизеля недоиспользуется), или генератор перегружает дизель. Наибольшая подача топлива в цилиндры ограничена упором в системе регулирования дизеля, поэтому перегрузка его вызывает снижение числа оборотов вала, что также приводит к недоиспользованию мощности двигателя и, кроме того, ухудшает тепловые процессы в его цилиндрах.

Чтобы мощность дизеля могла полностью использоваться независимо от указанных выше факторов, нужно, чтобы какой-то регулирующий орган следил за режимом работы силовой установки; всякий раз, когда возникает недогрузка или перегрузка дизеля, этот орган должен изменять возбуждение генератора таким образом, чтобы обеспечить использование всей мощности, которая может быть передана генератору в данных условиях.

На тепловозе ТЭЗ таким устройством является узел автоматического регулирования мощности дизеля (АРМ), состоящий из тахогенератора Т1,

регулирующей обмотки *PВ* возбуждителя и селенового вентиля *BC1* (см. рис. 181). Тахогенератор приводится от вала дизеля и, следовательно, его напряжение пропорционально скорости вращения вала последнего. Обмотка *PВ* при замкнутых контактах реле *PУ1* включена на разность напряжений тахогенератора и вспомогательного генератора. Напряжение вспомогательного генератора поддерживается постоянным с помощью регулятора напряжения. Если напряжение тахогенератора ниже напряжения вспомогательного генератора, цепь «запирается» селеновым вентилем *BC1* и ток в обмотке *PВ* отсутствует (не считая незначительного обратного тока, пропускаемого вентилем). Когда же напряжение тахогенератора становится выше напряжения вспомогательного генератора, то в обмотке *PВ* появляется ток, при этом н. с. данной обмотки складывается с н. с. обмотки независимого возбуждения *НВ*. Обмотка возбуждения тахогенератора питается током от вспомогательного генератора через контакты аппаратов, не показанные на схеме. Во время настройки узла АРМ сопротивления в цепях этой обмотки и обмотки *НВ* подбирают так, чтобы на 16-м положении рукоятки контроллера при всех условиях работы установки по обмотке *PВ* проходил ток и, следовательно, напряжение тахогенератора всегда превышало напряжение вспомогательного генератора на величину падения напряжения в вентиле *BC1* и обмотке *PВ*. Вследствие малого сопротивления обмотки *PВ* разница составляет несколько вольт.

Реле *PУ1* включено только на 16-м положении рукоятки контроллера; при этом его контакты в цепях обмоток *PВ* и *ШВ* замкнуты, а в цепи обмотки *НВ* — разомкнуты. Таким образом, узел АРМ действует только на 16-м положении, при этом ток в обмотке *НВ* уменьшен вследствие включения в ее цепь сопротивления, которое накоротко замыкается контактами реле *PУ1* на всех других положениях рукоятки контроллера. Уменьшение тока в обмотке *НВ* на 16-м положении контроллера компенсируется током в обмотке *PВ*, который появляется после включения реле *PУ1*. Для того чтобы мощность дизеля поддерживалась приблизительно постоянной как при включенном, так и при выключенном реле *PУ1*, предусмотрено уменьшение сопротивления в цепи обмотки *ШВ* при включении реле *PУ1* (о регулировке сопротивлений см. в главе XI).

Посмотрим, как действует узел АРМ, когда рейки топливных насосов дизеля находятся в положении максимальной подачи топлива, определяемой ограничительным упором в системе регулирования.

Предположим, что генератор полностью потребляет всю «свободную» мощность дизеля (т. е. мощность на валу, за вычетом мощности, расходуемой на вспомогательные механизмы, которые приводятся от дизеля).

Если в данном случае нагрузка на дизель увеличится, например, вследствие включения компрессора или понижения температуры обмоток возбуждения генератора, то в результате перегрузки число оборотов вала дизеля начнет падать. При этом будет уменьшаться напряжение тахогенератора и, следовательно, ток в обмотке *PВ*, что в свою очередь вызовет снижение напряжения возбуждителя, тока возбуждения и напряжения генератора, а значит, и его мощности. Этот процесс будет происходить до тех пор, пока не наступит равновесный режим, т. е. пока мощность генератора вновь не станет равной «свободной» мощности дизеля и перегрузка устранилась.

Если, наоборот, нагрузка на дизель уменьшится, например, вследствие перевода вентилятора холодильника на зимний режим работы или другой причины, то скорость вращения вала дизеля начнет возрастать, увеличится ток в обмотке *PВ* и, следовательно, повысится мощность, потребляемая генератором, дизель снова полностью нагружается.

На некоторых режимах работы установки полностью нагрузить дизель невозможно. Например, при токе меньше 1 400—1 500 а (см. рис. 185) тяговый генератор из-за ограничения по напряжению не может потреблять полную мощность дизеля. В этом случае скорость вращения вала достигает величины, на которую настроен регулятор числа оборотов дизеля. Регулятор не допустит дальнейшего повышения числа оборотов и будет поддерживать его постоянным, устанавливая подачу топлива в соответствии с мощностью, потребляемой ге-

нератором. Ток в обмотке  $PB$  имеет при этом наибольшее значение и тоже остается постоянным. Таким образом, при токах генератора менее 1 400—1 500  $a$  регулятор числа оборотов дизеля изменяет подачу топлива в цилиндры, приспособлявая дизель к мощности, которую может реализовать генератор. При больших токах узел АРМ меняет возбуждение генератора, приспособлявая его к мощности, развиваемой дизелем.

Иногда говорят, что узел АРМ перегружает дизель и поэтому число оборотов вала понижено. Это неправильно. Перегрузка или недогрузка дизеля вызывается внешними причинами (изменением вспомогательной нагрузки, нагрузки генератора и т. д.), не зависящими от того, работает узел АРМ или нет. Узел же АРМ, наоборот, устраняет перегрузку (или недогрузку) дизеля, воздействуя на возбуждение генератора. Но скорость вращения вала, снизившаяся в результате перегрузки, не восстанавливается полностью после устранения последней, а остается пониженной, так как для уменьшения тока в обмотке  $PB$  требуется снижение напряжения тахогенератора, что и имеет место вследствие некоторого падения числа оборотов вала. Этим описываемая схема отличается от других систем (например объединенного регулятора), которые обеспечивают поддержание постоянной скорости вращения вала дизеля.

Наибольшее число оборотов вала дизеля при работе узла АРМ получается в случае максимальной температуры обмоток возбуждения генератора и минимальной вспомогательной нагрузки; при этом ток в обмотке  $PB$  близок к максимальному. При холодных же обмотках генератора и наибольшей вспомогательной нагрузке ток в обмотке  $PB$  и скорость вращения вала дизеля достигают минимальных значений. Если узел АРМ настроен и работает правильно, то число оборотов вала понижается не более чем на 25—30 об/мин.

На рис. 187 приведены характеристики генератора тепловоза ТЭЗ-002, снятые на последнем положении рукоятки контроллера при включенном узле АРМ. Кривые 1 соответствуют холодным обмоткам возбуждения генератора и работе вентилятора холодильника на летнем режиме, кривые 2 — нагретым обмоткам генератора и работе вентилятора на зимнем режиме.

В первом случае свободная мощность дизеля, подводимая к валу генератора, меньше, чем во втором случае, вследствие того, что мощность, потребляемая вентилятором, больше. Нагрузка генератора (если не учитывать действия узла АРМ) в первом случае была бы выше, так как при холодных обмотках ток возбуждения больше, чем при нагретых. Однако благодаря действию узла АРМ генератор в обоих случаях потребляет всю свободную мощность дизеля, но в первом случае ток в регулирующей обмотке  $i_{PB}$  меньше, чем во втором. Поэтому и скорость вала дизеля в первом случае меньше, чем во втором. Влияние магнитного гистерезиса и отклонения характеристики генератора от кривой

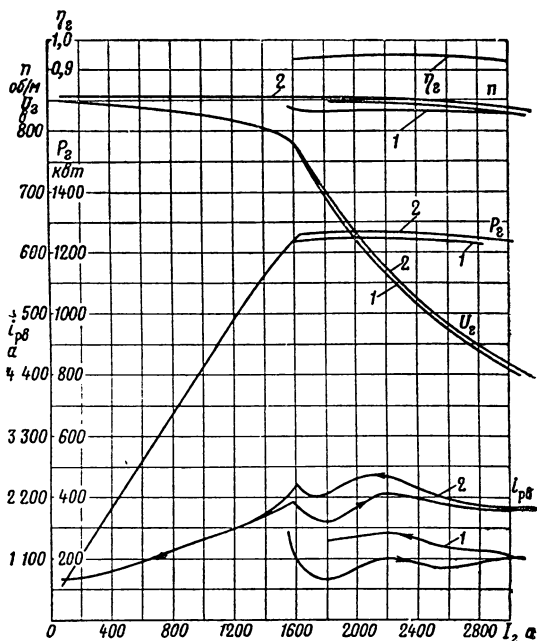


Рис. 187. Характеристики генератора при включенном узле АРМ:

1 — летний режим вентилятора холодильника, температура обмоток возбуждения равна 15—30°; 2 — зимний режим вентилятора, температура обмотки возбуждения составляет 80—97°;  $\eta_g$  — к. п. д. генератора;  $i_{PB}$  — ток в обмотке  $PB$  возбуждителя (остальные обозначения см. на рис. 186)



постоянной мощности, в результате которых графические зависимости на рис. 186 образовывали петлю и имели неправильную форму, также компенсируется действием узла АРМ и проявляется в этом случае в петлеобразности и искривлении кривых тока  $i_{рв}$ , что почти не отражается на величине выходной мощности.

Снижение мощности  $P_r$  по кривой 1 (см. рис. 187) приблизительно на 20 *квт* определяется увеличением мощности, потребляемой вентилятором. Некоторая кривизна зависимостей 1 и 2 (кривые  $P_r$ ) объясняется в основном не действием узла АРМ, а изменением к. п. д. генератора  $\eta_r$ .

Кривые мощности  $P_r$  (см. рис. 186) показывают, что мощность генератора меняется не только вследствие изменения температуры и гистерезиса, но и при изменении тока генератора. Это является следствием не вполне удовлетворительной характеристики возбудителей, установленных на первых тепловозах. Для тепловозов с некомпенсированным генератором МПТ 99/47А в возбудителе был изменен магнитный мостик в насыщенных полюсах и получена более совершенная характеристика возбудителя. Поэтому на характеристиках, приведенных на рис. 186, мощность меньше изменяется при изменении тока. При правильной настройке характеристика генератора для 16-го положения контроллера при выключенном реле  $PY1$  и холодной обмотке возбуждения и характеристика при включенном реле  $PY1$ , т. е. при действии узла АРМ, должны быть приблизительно одинаковыми. Влияние гистерезиса на рис. 185 не показано (проведены средние линии).

В эксплуатации узел АРМ нередко работает неудовлетворительно и не поддерживает заданную мощность. Одной из причин этого может быть неудачная настройка характеристик возбудителя и узла АРМ. Второй причиной может явиться наличие остаточного магнетизма в тахогенераторе ПН5. На тепловозе ТЭ3-002 станина и сердечники полюсов тахогенератора были подвергнуты отжигу, поэтому узел АРМ работал стабильно. На последующих тепловозах отжиг не производился. Магнитный поток тахогенератора по разным причинам (в частности, в результате изменения тока в силовых кабелях, над которыми установлен тахогенератор) меняется, и вследствие значительного гистерезиса в остовах и сердечниках магнитный поток может быть различным при том же токе возбуждения. Ввиду этого изменяется напряжение тахогенератора, ток в регулирующей обмотке и, следовательно, мощность тягового генератора. Для компенсации изменения мощности генератора требуется изменение числа оборотов вала дизеля, и настройка узла АРМ нарушается.

В настоящее время завод «Электротяжмаш» им. В. И. Ленина поставляет для тепловозов ТЭ3 тахогенераторные двухмашинные агрегаты А703, в которых влияние гистерезиса резко уменьшено благодаря выполнению сердечников и ярма из листовой электротехнической стали. Поэтому стабильность настройки АРМ увеличилась.

Нарушение нормальной работы узла АРМ может быть также следствием нарушения работы регулятора дизеля, например, если снижается число оборотов, на которое он настроен.

**Автоматическое регулирование пускового тока.** Узел автоматического регулирования пускового тока (АРТ), состоящий из тахогенератора Т2, обмотки ОВ возбудителя и селенового вентиля ВС2 (см. рис. 181), служит для улучшения пусковых характеристик тепловоза и ограничения тока генератора.

При трогании поезда с места важно обеспечить плавное увеличение силы тяги тепловоза при повороте рукоятки контроллера. Из характеристик генератора при выключенном узле АРТ (см. рис. 184) видно, что только на 1-м положении рукоятки контроллера ток генератора при трогании поезда, величина которого определяется точкой пересечения внешней характеристики генератора и прямой ОА падения напряжения силовой цепи, невелик. На 2-м положении контроллера ток достигает уже значительной величины.

При быстром переводе рукоятки контроллера на 3-е и последующие положения может начаться боксование колес и искрение на коллекторе генератора.

Поэтому требуется большое внимание со стороны машиниста во время трогания; неосторожный перевод рукоятки на более высокую позицию может вызвать повреждение тяговых электродвигателей или генератора.

Узел АРТ предназначен для устранения этого недостатка. Принцип действия его заключается в следующем. Цепь, состоящая из вентиля  $BC2$ , тахогенератора  $T2$  и обмотки  $OB$ , присоединена одним концом к минусовому зажиму  $ЯЯГ$  генератора, а другим к минусовому зажиму  $Я6$  обмотки якоря электродвигателя 6 (см. рис. 181).

Когда в силовой цепи протекает ток, то вследствие падения напряжения в обмотках возбуждения двигателей 1 и 6 и обмотке ДП дополнительных полюсов генератора между точками  $Я6$  и  $ЯЯГ$  создается разность потенциалов, которую обозначим  $U_n$ . Эта разность потенциалов стремится вызвать ток в цепи узла АРТ от точки  $Я6$  к точке  $ЯЯГ$ . Напряжение  $U_2$  тахогенератора  $T2$  направлено против напряжения  $U_n$  и стремится вызвать ток обратного направления. Однако вентиль  $BC2$  препятствует протеканию тока в обратном направлении. Поэтому, когда напряжение  $U_2$  больше  $U_n$ , по цепи узла АРТ ток не проходит. Если же ток генератора увеличивается настолько, что напряжение  $U_n$  становится больше  $U_2$ , по обмотке  $OB$  начинает протекать ток. Обмотка  $OB$  действует навстречу обмотке  $HВ$  независимого возбуждения, поэтому при появлении тока в обмотке  $OB$  напряжение возбuditеля понижается и, следовательно, уменьшается ток возбуждения и напряжение генератора; рост тока нагрузки прекращается.

Если по какой-либо причине, например вследствие снижения скорости движения тепловоза, ток генератора опять увеличится, то еще больше возрастет ток в обмотке  $OB$  и уменьшится напряжение генератора; при этом рост тока генератора опять прекратится. Так создается ограничение тока нагрузки. Чем выше напряжение  $U_2$  тахогенератора, тем больший ток генератора требуется для того, чтобы напряжение  $U_n$  превысило  $U_2$ . Напряжение  $U_2$  пропорционально скорости вращения вала дизеля, следовательно, при переводе рукоятки контроллера с 1-го положения на последующие ток генератора, при котором начинает действовать узел АРТ (ток «отсечки»), возрастает.

На рис. 188 изображены характеристики генератора тепловоза ТЭ3-002 в зоне действия узла АРТ (на этом тепловозе рукоятка контроллера имеет восемь положений). На 1-м и 2-м положениях контроллера узел АРТ не работает. Наиболее эффективно узел АРТ действует на 7-м и 8-м положениях рукоятки; на кривых видны резкие «отсечки» тока, и напряжение генератора изменяется при почти постоянном токе нагрузки. При меньших числах оборотов вала эффективность действия АРТ снижается. Петли у кривых объясняются влиянием магнитного гистерезиса в тахогенераторе Г-25. В случае использования двухмашинного тахоагрегата эти петли незначительны.

Если рукоятка контроллера на тепловозе имеет 16 положений, то зависимости получаются по форме такими же, но располагаются чаще. Характеристики, приведенные на рис. 188, показывают, что максимальный ток генератора ограничивается величиной 3 100—3 250 а, но посредством изменения тока возбуждения тахогенератора  $T2$  можно настроить узел АРТ на другой ток ограничения (см. главу XI).

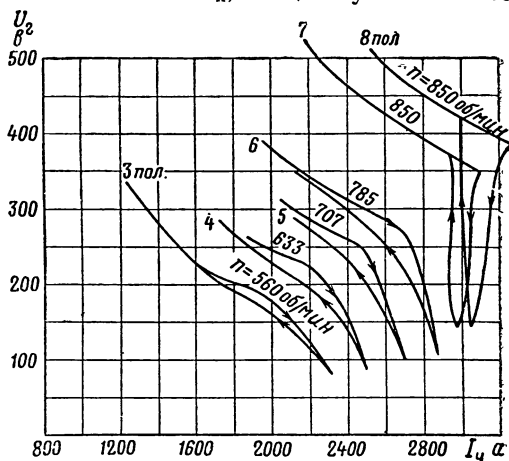


Рис. 188. Характеристики генератора при включенных узлах АРМ и АРТ



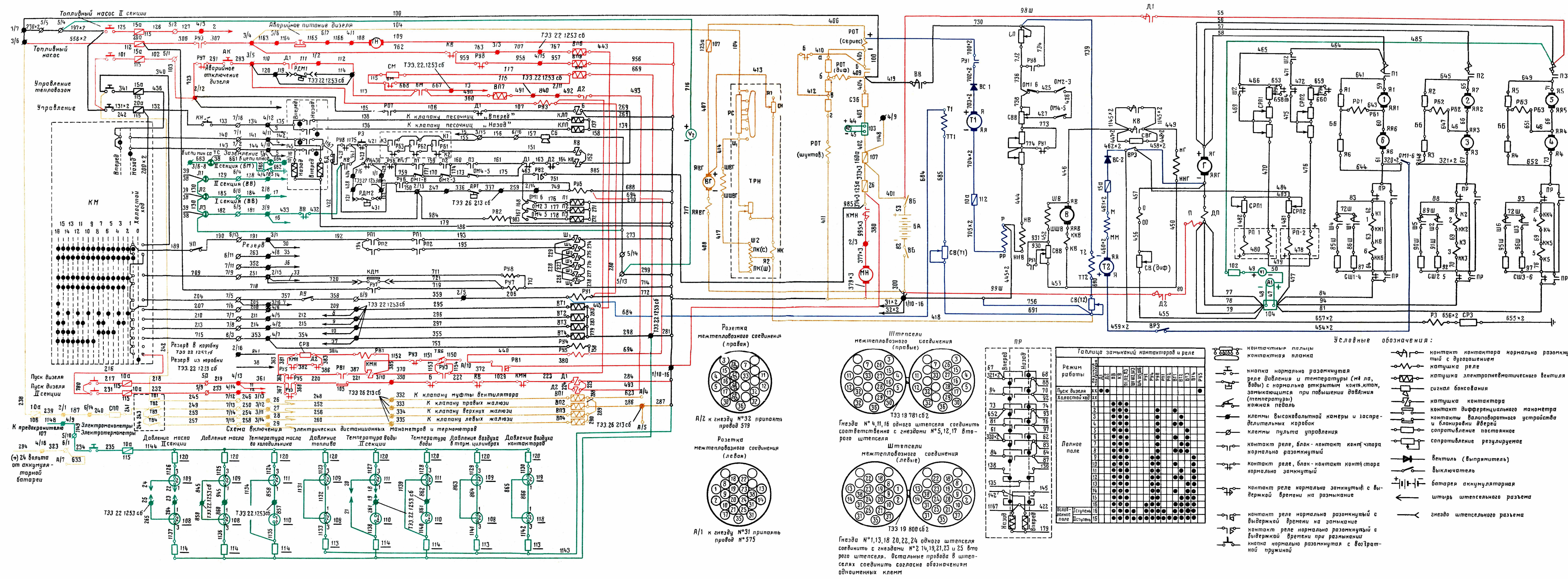


Рис. 189. Исполнительная схема электрических соединений тепловоза ТЭЗ (главные цепи и цепи управления)





Таким образом, при движении тепловоза с поездом узел АРТ защищает генератор от чрезмерного увеличения тока нагрузки, а при трогании поезда с места позволяет постепенно увеличивать ток генератора и силу тяги посредством поворота рукоятки контроллера без опасения вызвать боксование колес или недопустимое искрение на коллекторе генератора.

Недостатком рассмотренной схемы является нестабильность пускового тока при изменении температуры обмоток возбуждения тяговых электродвигателей. При низкой температуре сопротивление обмоток мало и требуется большой ток, чтобы падение напряжения в обмотках стало больше напряжения тахогенератора. По мере нагревания обмоток сопротивление их увеличивается и узел АРТ действует при меньших токах генератора.

**Автоматическое управление возбуждением тяговых электродвигателей.** Автоматическое управление электродвигателями заключается в изменении их возбуждения посредством шунтирования обмоток возбуждения сопротивлениями. По схеме предусмотрена работа двигателей при полном возбуждении (ПП), первой ступени ослабления магнитного поля (ОП1), когда замкнуты контакторы Ш1—Ш3, и второй ступени ослабления поля (ОП2), когда замкнуты все контакторы Ш1—Ш6. Переключения совершаются автоматически под действием двух одинаковых реле: реле РП1 управляет переходом с ПП на ОП1 и обратно, реле РП2 — переходом с ОП1 на ОП2 и обратно.

Схема включения реле перехода показана на исполнительной схеме (рис. 189, см. вклейку в конце книги). Рассмотрим, как изменяется режим работы электрической передачи при срабатывании реле.

Каждое из этих реле имеет две катушки, которые включены так, что ток в одной из них (шунтовой) пропорционален напряжению генератора, а в другой (серийной) — току генератора. Замыкание контактов реле, вызывающее включение контакторов ослабления поля, происходит при определенном соотношении напряжения и тока генератора. На рис. 184 приведены характеристики срабатывания реле РП1 и РП2. Точки пересечения этих кривых с характеристиками генератора указывают режимы работы, при которых происходит переход на каждом положении рукоятки контроллера. Например, на 16-м положении контроллера переход с ПП на ОП1 совершается при напряжении генератора 670 в и токе 1 860 а, а переход с ОП1 на ОП2 — при напряжении 775 в и токе генератора 1 600 а. Реле РП2 настроено на срабатывание при большем напряжении, чем реле РП1, чтобы сразу после перехода с ПП на ОП1 не произошел переход с ОП1 на ОП2.

Когда поезд увеличивает скорость движения, напряжение генератора растет. Если рукоятка контроллера стоит на 16-м положении, то при токе 1 860 а реле РП1 срабатывает и контакторы Ш1—Ш3 замыкаются (см. рис. 181). При этом часть тока якоря каждого электродвигателя ответвляется в шунтирующее сопротивление. В результате уменьшаются ток возбуждения и э. д. с. двигателя. Так как ток в силовой цепи зависит от разности напряжения генератора и э. д. с. электродвигателей, то понижение э. д. с. вызывает рост тока в силовой цепи. При этом вновь увеличивается и ток возбуждения двигателей, однако он достигает меньшего значения, чем до перехода, а ток якоря становится больше, чем был до перехода. Сила тяги при переключении практически остается постоянной, так как уменьшение магнитного потока в двигателе компенсируется увеличением тока, а скорость движения за время перехода не успевает измениться.

Вследствие возрастания тока нагрузки после переключения напряжение генератора снижается в соответствии с его внешней характеристикой.

Если скорость поезда продолжает расти, напряжение генератора вновь увеличивается. Когда ток достигнет 1 600 а, срабатывает реле РП2, в результате чего замыкаются контакторы Ш4—Ш6 (см. рис. 181). Снова уменьшается ток возбуждения электродвигателей и увеличивается ток генератора, а напряжение генератора после перехода на ОП2 вновь снижается при практически неизменной силе тяги и скорости движения поезда. Если имеются условия для повышения скорости (когда сила тяги больше, чем требуется для

движения с установившейся скоростью), то скорость будет возрастать при уменьшении тока и увеличении напряжения генератора.

Таким образом, двухступенчатое ослабление магнитного поля двигателей позволяет использовать одну и ту же часть характеристики генератора три раза (учитывая и полное поле), но каждый раз при все большей скорости движения за счет уменьшения возбуждения электродвигателей при одинаковых токах генератора.

На рис. 184 показаны также кривые отпадания реле *РП1* и *РП2*. Характеристики отпадания различны для положения рукоятки контроллера от 1-го до 8-го и от 9-го до 16-го. Это осуществляется с помощью реле *РУ4* (более подробно см. ниже). Такое изменение характеристик осуществлено (с 1957 г.) потому, что в эксплуатации наблюдались случаи «звонковой» работы реле перехода на первых положениях рукоятки контроллера. Так как перемещение вниз кривых отпадания на высоких позициях опасно (возможна перегрузка генератора), введено смещение их только на первых восьми положениях контроллера.

Отпадание реле *РП1* и *РП2* происходит при понижении скорости движения и увеличении тока генератора. Например, если тепловоз движется по подъему на 16-м положении контроллера и второй ступени ослабления поля и скорость его снижается, то ток генератора растет, а напряжение уменьшается. Когда напряжение генератора понизится до 520 в при токе 2 400 а, реле *РП2* отпадет и контакты контакторов *Ш4—Ш6* разомкнутся. Ток возбуждения электродвигателей возрастет, вследствие чего ток генератора уменьшится, а напряжение его после перехода увеличится при сохранении практически неизменными силы тяги и скорости движения. Если скорость продолжает падать, то ток генератора возрастает, и при напряжении 475 в и токе 2 640 а отпадет реле *РП1*; электродвигатели перейдут на работу с полным магнитным полем, что в свою очередь вызовет снижение тока и повышение напряжения генератора. Чтобы при отпадании реле *РП2* не отпало сразу и реле *РП1*, характеристики последнего смещены вниз от характеристик реле *РП2* (см. рис. 184).

#### ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ТЕПЛОВОЗА

**Общие сведения.** На исполнительной электрической схеме показаны все электрические машины, аппараты и приборы, установленные на тепловозе, и соединения между ними, кроме цепей слабого тока — радиосвязи, сигнализации и др. Электрические цепи, изображенные на исполнительной схеме, можно разбить на три большие группы: 1) главные цепи, 2) вспомогательные цепи и 3) цепи управления.

К главным цепям относятся цепи: силовая (цепь тяговых электродвигателей), реле перехода, реле боксования, реле заземления и измерительных приборов, присоединенные к силовой цепи; обмоток возбуждения генератора и обмоток возбуждения возбудителя. Эти цепи служат для регулирования силы тяги тепловоза и скорости движения поезда, а также для защиты генератора и тяговых электродвигателей от аварийных режимов.

К вспомогательным цепям относятся цепи: пуска дизеля, заряда аккумуляторной батареи, электродвигателей топливного и масляных насосов и вентиляторов, освещения и сигнальных фонарей, возбуждения вспомогательного генератора.

К цепям управления относятся цепи катушек электрических аппаратов, предназначенных для управления главными и вспомогательными цепями.

Главные цепи и цепи управления изображены на рис. 189, вспомогательные цепи частью также на рис. 189, остальные — на рис. 190. Монтажные схемы электрических аппаратов представлены на рис. 191\*. Отмеченные выше группы цепей не изолированы друг от друга, они связаны между собой электрическими соединениями.

\* Рис. 189, 190 и 191 см. в конце книги.

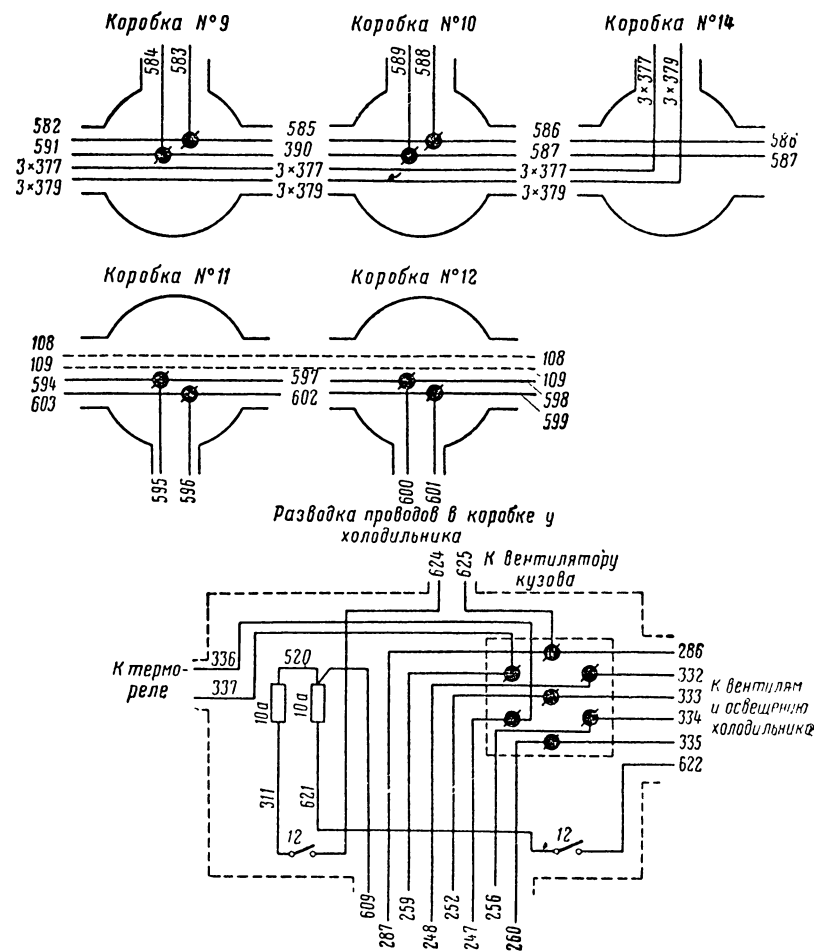
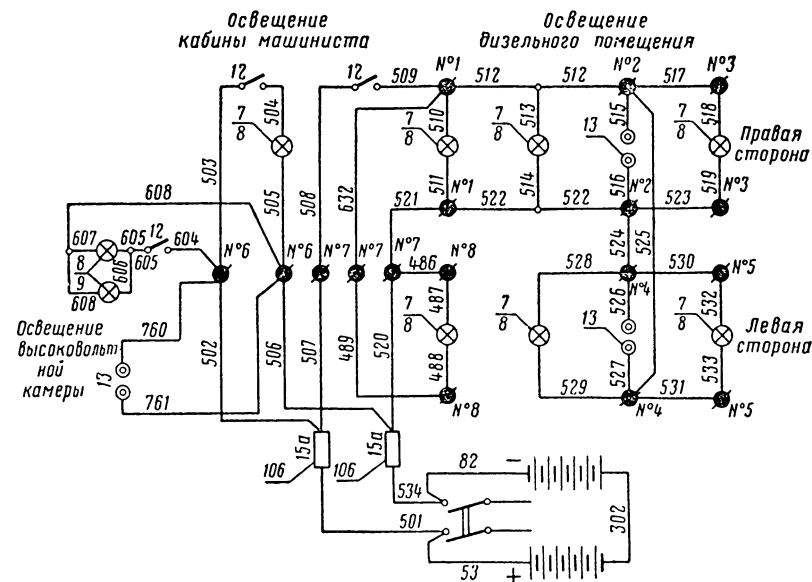
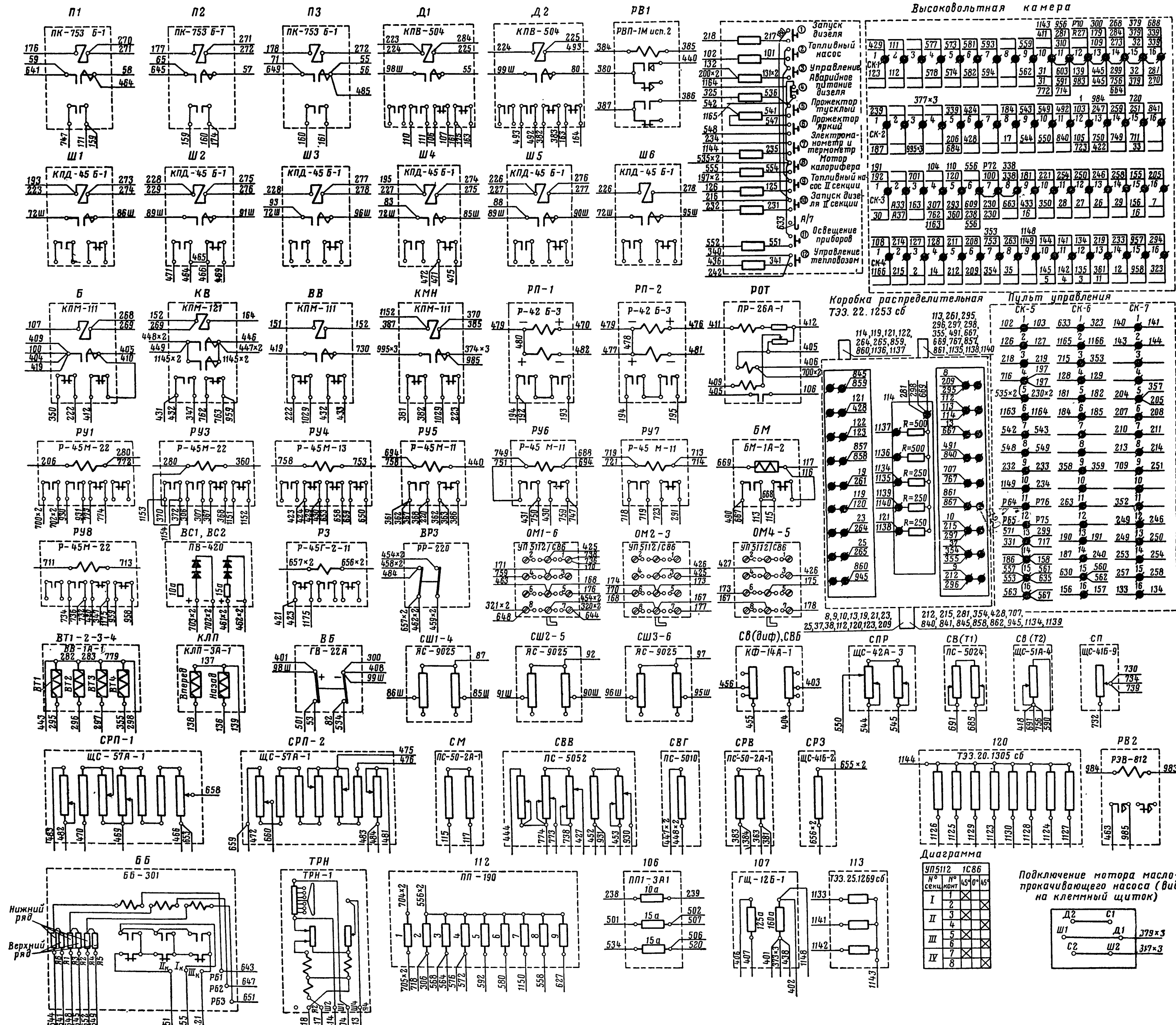


Рис. 190. Исполнительная схема вспомогательных цепей

Обозначение на схеме	Наименование	Количество	Тип
2	Электродвигатель . . . . .	2	П-11
1, 3	Электродвигатель . . . . .	1	П-21
4, 5, 6	Электродвигатель . . . . .	3	МВ-75
7	Светильник потолочный . . . . .	8	—
8	Электролампа 75 в, 50 вт . . . . .	22	Ж-11
9	Патрон фланцевый . . . . .	5	Б-27
10	Фонарь буфетный . . . . .	4	ПБ-24С
11	Арматура подкузовного освещения . . . . .	4	№ 1541
12	Тумблер . . . . .	13	ТВ1-2
13	Розетка штепсельная . . . . .	5	РЗ-8А
14	Электролампа прожектора . . . . .	1	ПЖ-23
17	Спираль зажигания . . . . .	1	—
19	Кнопка с возвратной пружиной . . . . .	1	Из комплекта ВК-2
20, 24	Кнопки на пульте управления . . . . .	—	ВК-2
25	Ручная арматура переносной лампы . . . . .	1	№ 1240
26	Штепсель с проводом и броней ШРП12Х X1:6е=10 м . . . . .	1	ШУ 51
27	Светильник ультрафиолетовый транспортный . . . . .	1	ЧФО-4
28	Лампа газоразрядная . . . . .	1	УФО-4А
30	Светильник . . . . .	1	5 вт, 28 в
31	Лампа одноконтактная . . . . .	1	КЛСТ-39
41	Щиток предохранительный (холодильной камеры) . . . . .	1	5 вт, 28 в
44	Автоматический выключатель . . . . .	2	ПП 121
106	Предохранители (в высоковольтной камере) . . . . .	—	А-3161
112	Предохранители (в высоковольтной камере) . . . . .	—	ПП1-3А 1
115	Предохранители (пульта управления) . . . . .	—	ОТХ303, 138
120	Предохранитель котла обогрева . . . . .	1	ПП11А 1
СПР	Сопротивление прожектора . . . . .	1	ПР-1
СВ	Сопротивление вентиляторов . . . . .	1	ШС42А 3
СС	Сопротивление в цепи светильника . . . . .	1	ПС-50-2А 1
РВИ	Розетка внешнего источника питания . . . . .	1	ПС-50-1А 1
			ТЭ3.26
			506 с6,







Обозначение на схеме	Наименование	Количество	Тип
Г	Генератор главный	1	МПТ-99/47А
Г-6	Тяговый электродвигатель	1	ЭДТ-200Б
В	Возбудитель	1	ВТ-275/120
ВГ	Вспомогательный генератор	1	ВГТ-275/150
ТН	Электродвигатель топливного насоса	1	П-21
Т1	Тахогенератор автоматической регулировки	1	Т1-831100
Т2	Тахогенератор ограничения тока	1	Т1-83145
П1-П3	Контакты электромеханический	3	ПК-753Б-1
Д1-Д2	Контакты электромагнитный	2	КПД-45Б-1
КВ	Контакты электромагнитный	1	КПВ-504
Б-ВВ, КМН	Контакты электромагнитный	3	КМН-220А-10
КМ	Контакты электромагнитный	1	КМН-220Б-10
ПР	Реле времени	1	КВ16А-17
ТРН	Регулятор напряжения	1	ТРН-1
РОТ	Панель реле обратного тока	1	РП26А-1
РП1, РП2	Реле переключения	2	Р42Б-3
РЗ	Реле заземления	1	К45Г2-12
ББ	Блок блокировки	1	ББ-301
РУ1, РУ3, РУ4	Реле управления	3	Р45М-22
РУ5, РУ7	Реле управления	2	Р-45М-13
РВ	Реле времени	1	Р-45М-11
РДМ1, РДМ2	Реле давления масла	2	РВТ-1М (исп. 2)
Арт	Термореле	1	ТРК-55
МН	Электродвигатель масляного насоса	1	ПН-28,5
БМ	Магнит блокировочный	1	БМ-1А-2
ВТ1-ВТ4, ВПБ, ВП7	Вентиль привода регулятора, выключения ряда топливных насосов и ускорит. зап. дизеля	6	ВВ-1А-1
ВВ-3	Вентиль электропневматический	9	ВВ-3
КЛП	Клапан песочницы	1	КЛП-3А-1
ВБ	Батарея аккумуляторная (64 а.)	1	ТН-450
ВБ	Разъединитель батарей	1	ГВ22А
ОМ1-ОМ4	Отключатель тяговых двигателей	3	УП5112/086
ОМ2-ОМ4-5	Отключатель реле заземления	1	ГВ-27А
ВРЗ	Выключатель перехода	1	ВУ-213Б
ВК	Выключатель ключевой	1	КВ-2
КН	Ножная педаль песочницы	1	КН-2А
АВ	Выключатель автоматического регулирования	1	ТВ1-2
ТВ1-ТВ4	Тумблер	4	ТВ1-2
АК	Кнопка без возвратной пружины (аварийная кнопка)	1	Из комплекта ВК-2
105	Блок-контакт механического поворота дизеля	1	ПС-3
КДМ	Контакты дифференциального манометра	1	ПВ-1А, ПВ-1Б
ВС1, ВС2	Выпрямитель селеновый	2	С-58
С1	Звуковой сигнал блокировки	1	ТЭ3, 26.500сб.
РЗУ	Розетка межтепловозного соединения	2	ТЭ3, 26.504сб.
ШУ	Штепсель межтепловозного соединения	1	СК-1А
СК1-СК7	Соединительные зажимы	7	ПП-410
26	Предохранитель 125А (штук)	1	ПП-3А-А
106	Предохранитель (штук)	1	ПП-12Б-1
107	Предохранитель (штук)	1	ПП-11-10
112	Предохранитель (штук)	1	ПП-11-1А-1
115	Предохранитель (штук)	1	ПП-11-1А-1
СВВ	Соппротивление возбуждения возбудителя	1	ПС-5052
СВГ	Соппротивление в цепи возбуждения генератора	1	ПС-5010
СВ (Диф)	Соппротивление в цепи дифференциальной обмотки и зарядки батарей	1	КФ-14А-1
СВБ	Соппротивление ослабления поля	3	КВ-24Б
СП	Соппротивление плавного пуска	1	ЩС-41Б-9
СВ (Т1)	Соппротивление в цепи возбуждения тахогенератора Т1	1	ПС-5024
СВ (Т2)	Соппротивление в цепи возбуждения тахогенератора Т2	1	ЩС-51А-4
СПП	Соппротивление поездного провода	1	ЩС-51А-2
СРП1, СРП2	Соппротивление в цепи реле перехода	2	ЩС-57А-1
СРЗ	Соппротивление в цепи реле заземления	1	ЩС-42Б-7
СМ, СРВ	Соппротивление в цепи блокировочного магнита и реле времени	2	ПС-50-2А1
СО8	Электроманометр масла (измеритель)	2	ЭДМУ-6
109	Электротермометр воды (указатель)	1	ТУЭ 48Т
110	Электротермометр воды (указатель)	1	—
111	Амперметр на 4 000 а, 75 мв	1	М-358
А1	Амперметр 100—0—100 а, 75 мв	1	М-358
А2	Вольтметр на 1 000 в	1	М-358
У1	Вольтметр на 150 в	1	М-358
У2	Шунт к амперметру на 100 а, 75 мв	1	100 75 ШС
103	Шунт к амперметру на 4 000 а, 75 мв	1	ГОСТ 8042-56
104	Добавочное сопротивление вольтметру на 1 000 в	1	4000 75 ШС
102	Электrolапа пальцевая 110 в, 25 вт	1	ГОСТ 8042-56
—	Патрон электроламп с фланцем, электролапа пальцевая 110 в, 25 вт	3	Р-103
—	Патрон электроламп с фланцем	3	ГОСТ 5011-49

Рис. 191. Монтажные схемы электрических аппаратов



Электрические машины и аппараты, показанные на схеме, имеют буквенные и цифровые обозначения. Если различные элементы одного и того же аппарата входят в разные цепи, то обозначения повторяются. Например, силовые контакты контактора *Ш2* показаны в силовой цепи, его катушка — в цепи управления, а блок-контакты — в цепи катушек реле перехода, но все эти элементы имеют обозначение *Ш2*. На монтажной схеме контактора *Ш2* (см. рис. 191) изображены все названные элементы и указаны номера проводов, которые подведены к ним.

Каждый провод, соединяющий две какие-либо точки схемы, имеет свой номер. Аппараты, расположенные близко друг к другу, связывают непосредственно одним проводом. При значительных расстояниях между ними соединение выполняется через промежуточные контактные зажимы, размещенные в распределительных коробках или на зажимных рейках. Провод, соединяющий контактный зажим с элементом аппарата, имеет отдельный номер. Контактные зажимы реек обозначены на схеме в виде дроби, числитель которой показывает номер рейки, а знаменатель — номер зажима на рейке. Расположение зажимов на рейках и в распределительных коробках с указанием присоединенных проводов приведено на рис. 190 и 191. Провода, связывающие элементы схемы, изображенной на рис. 189, с элементами схемы, представленной на рис. 190, обозначены одинаковыми номерами на обеих схемах, а точки соединения их условно названы *A/1*, *A/2* и т. д. В реальной электрической схеме тепловоза ТЭЗ этих точек нет, а есть один провод, соединяющий элементы обеих схем.

Провода, оканчивающиеся на схемах стрелками, присоединены к розеткам межтепловозных соединений. Когда работает одна секция тепловоза, ток в этих проводах отсутствует. При работе двух секций провода первой секции через межтепловозные соединения соединены с проводами, имеющими тот же номер на второй секции (за исключением некоторых проводов, которые «перекрещиваются», о чем сказано ниже). Таким образом, при управлении тепловозом с поста первой секции включаются одновременно соответствующие аппараты на обеих секциях.

Марки и сечения проводов даны в таблице (см. рис. 189). Римские цифры, которыми в таблице обозначены провода различных сечений, указаны и около соединений на схеме. Некоторые соединения выполнены из двух проводов для увеличения сечения проводки (например, соединение  $459 \times 2$ ).

Все аппараты на схеме изображены в нормальном положении. Нормальным считается положение, занимаемое аппаратом, когда к нему не подведено напряжение. Рукоятки, если имеется ручное управление, поставлены в начальное положение, защелки находятся в освобожденном положении. Реверсор для которого оба положения являются рабочими, изображается в положении «Вперед». Контакты реле, контакторов и других аппаратов называются *н о р м а л ь н о р а з о м к н у т ы м и* (или замыкающими), если они разомкнуты в нормальном положении аппарата, и *н о р м а л ь н о з а м к н у т ы м и* (или размыкающими), если в нормальном положении аппарата они замкнуты.

Как указывалось выше, в электрическую схему тепловоза ТЭЗ многократно вносились различные изменения. Поэтому тепловозы, изготовленные в разное время, несколько отличаются друг от друга по схеме. Схемы электрических соединений, изображенные на рис. 189, 190, 191, даны с изменениями, внесенными до 1 августа 1964 г.

**Силовая цепь.** Силовая цепь уже рассматривалась выше при разборе принципиальной схемы электрической передачи, поэтому остановимся лишь на тех элементах, которые ранее не освещались.

К минусовому зажиму генератора тремя кабелями 77, 78, 79 (см. рис. 189) присоединен шунт 104 амперметра *A1*, установленного на пульте управления. Каждая цепь, состоящая из двух тяговых двигателей, соединена отдельными кабелями с плюсовым зажимом генератора (через контакты контакторов *П1*, *П2* и *П3*) с шунтом амперметра. Обмотки возбуждения каждой пары электродвигателей присоединены к пальцам реверсора *ПР*. Показанное на схеме сое-

динение обмоток возбуждения и якорей соответствует движению секции тепловоза постом управления вперед. При этом электродвигатели 1, 2 и 4 расположены сзади соответствующих осей и их якоря вращаются в одном направлении (принимая за направление «Вперед»). Электродвигатели 3, 5 и 6 расположены впереди осей (считая по ходу тепловоза) и их якоря должны вращаться в обратном направлении. Соответственно выполнено включение обмоток якорей и возбуждения электродвигателей. При замкнутых контакторах П1—П3 ток от плюсового зажима генератора протекает в направлении от начала Я1 обмотки якоря электродвигателя 1 к ее концу ЯЯ1, от конца ЯЯ6 обмотки якоря электродвигателя 6 к ее началу Я6, затем через контакты реверсора от начала К1 обмотки возбуждения электродвигателя 1 к ее концу КК1 и далее от начала К6 обмотки возбуждения 6 к ее концу КК6. Таким образом, в обмотках якоря и возбуждения электродвигателя 1 ток протекает в одном направлении (от начала к концу) и якорь вращается в направлении «вперед»; в обмотках якоря и возбуждения электродвигателя 6 ток протекает в разных направлениях, следовательно, якорь вращается в обратном направлении. Токи в обмотках якорей и возбуждения электродвигателей 2 и 3 протекают аналогично описанному выше, поэтому якорь электродвигателя 2 вращается в направлении «Вперед», а якорь электродвигателя 3 — в обратном направлении.

Обмотки якорей 5 и 4 включены так же, как и обмотки остальных якорей, а обмотки возбуждения включены иначе. Поэтому ток в обмотках якоря и возбуждения электродвигателей 5 имеет различное направление (в якоря — от начала обмотки к ее концу, а в обмотке возбуждения — от конца ее к началу), и якорь вращается в обратном направлении «Назад». В обмотках якоря и возбуждения электродвигателя 4 ток направлен от конца обмотки к началу. Одновременное изменение направления тока в обеих обмотках не меняет направления вращения якоря. Поэтому якорь 4 вращается в том же направлении, что и якоря 1 и 2, т. е. «Вперед».

Для перемены направления движения тепловоза обмотки возбуждения всех электродвигателей реверсируются, т. е. переключаются так, что направление тока в них меняется на обратное. Переключение осуществляется реверсором ПР. На барабане реверсора имеются «перекрещивающиеся» контактные сегменты. Провода подведены к пальцам, которые соприкасаются с сегментами. На монтажной схеме реверсора, приведенной на рис. 189, ниже силовой схемы, показано присоединение кабелей к пальцам реверсора. Зачерненный кружок около каждого пальца условно обозначает, при каком положении данные контакты замкнуты. Например, при положении «Вперед» замкнуты верхние левые контакты, которые соединяют провод 67 с проводом 68. При повороте барабана в положение «Назад» замыкаются верхние правые контакты и провод 67 соединяется с проводом 70. Таким же образом изменяется при повороте барабана присоединение провода 94. Если при положении «Вперед» ток от якорей двигателей 2 и 3 протекал через обмотки возбуждения от зажима К2 к зажиму КК3, то при повороте в положение «Назад» ток от якорей протекает в обмотках возбуждения от зажима КК3 к К2. В результате направление магнитного потока меняется, и сила тяги также изменяет свое направление.

К зажиму Я6 проводом 320 через отключатель ОМ1-6 присоединена цепь автоматического регулирования пускового тока (АРТ), принцип действия которой описан выше. Отключатель ОМ1-6 введен в эту цепь для того, чтобы в случае неисправности электродвигателя 1 или 6 одновременно с их отключением переключить узел АРТ на зажим Я3 электродвигателя 3. Другой конец цепи АРТ присоединен к зажиму ЯЯГ генератора. В эту цепь введены также контакты ВРЗ выключателя реле заземления, который разрывает цепь АРТ при отключении реле заземления (см. ниже). Монтаж цепи АРТ выполняется двумя параллельными проводами для уменьшения электрического сопротивления цепи. Вольтметр  $V_1$ , служащий для измерения напряжения генератора и установленный на посту управления, вместе с добавочным калиброванным сопротивлением 102 присоединен через провод 485 к зажиму контактора П3 и к шунту 104 амперметра.

**Цепи катушек реле перехода.** К зажимам контактора *П1* присоединена цепь шунтовых катушек реле перехода *РП1* и *РП2* вместе с добавочными сопротивлениями *СРП1* и *СРП2*. Цепь серийных катушек этих реле с добавочными сопротивлениями, входящими в те же щитки *СРП1* и *СРП2*, подключена проводами *464* и *458* к зажиму *ЯЯГ* генератора. С другой стороны, серийные и шунтовые катушки проводом *477* присоединены к шунту *104*. Управление переходами и работа реле рассмотрены ниже.

**Цепи катушек реле боксования.** Параллельно обмоткам якорей каждой группы электродвигателей подключены сопротивления, а между средними точками сопротивлений и кабелями, соединяющими обмотки якорей в группе двигателей, включены катушки реле боксования *РБ1*, *РБ2* и *РБ3*. Назначение и работа этих реле описаны ниже. Все три реле и шесть сопротивлений смонтированы на одной панели, называемой блоком боксования *ББ*.

**Цепь реле заземления.** Катушка реле заземления *РЗ* последовательно с добавочным сопротивлением *СРЗ* и контактами выключателя *ВРЗ* проводом *458* подсоединена к зажиму *ЯЯГ* генератора, а проводом *655* — к корпусу тепловоза, который через колесные пары соединен с землей.

**Цепь возбуждения тягового генератора.** Обмотка *НГ-ННГ* возбуждения генератора через контакты двухполюсного контактора *КВ* подключена к зажимам *ЯВ* и *КВ* возбудителя. Сопротивление *СВГ* служит для того, чтобы облегчить гашение электрической дуги, возникающей между контактами *КВ* при их размыкании, и уменьшить величину э. д. с. самоиндукции в обмотке возбуждения, появляющейся при разрыве цепи контактором *КВ*.

**Цепи обмоток возбуждения возбудителя** были рассмотрены при описании принципиальной электрической схемы тепловоза. Здесь укажем лишь на те второстепенные элементы цепи, которые выше ради простоты изложения были опущены. В цепь *АРТ* включен, кроме упомянутых выше контактов *ВРЗ* и *ОМ1-6*, плавкий предохранитель на *15 а* для защиты цепи от перегрузки, которая может произойти при пробое вентиля *ВС2*. Для этой же цели в цепь узла *АРМ* включен предохранитель *112* на *10 а*. Цепь *АРМ* через провод *700* подключена к зажиму реле обратного тока *РОТ*, который через предохранитель в щитке *107* присоединен к вспомогательному генератору *ВГ*.

В цепи независимой обмотки *НВ-ННВ* возбудителя, кроме сопротивлений, показанных на рис. 181, имеется сопротивление, включенное между проводами *738* и *427*. Оно при нормальной работе тепловоза накоротко замкнуто ножами отключателей *ОМ1-6*, *ОМ2-3* и *ОМ4-5* и вводится в цепь при размыкании любого из них для понижения мощности генератора, что необходимо в случае отключения одной из групп электродвигателей. Отрицательные зажимы регулирующей обмотки и обмотки независимого возбуждения возбудителя через провод *445*, соединительный зажим *1/10-16*, провод *300* и выключатель *ВБ* присоединены к минусовому зажиму аккумуляторной батареи. К этому же зажиму проводами *691* и *756* подключены минусовые концы сопротивлений *СВ (Т1)* и *СВ (Т2)*, установленных в цепях обмоток возбуждения тахогенераторов *Т1* и *Т2*. Положительный зажим *Т1* обмотки возбуждения тахогенератора *Т1* через провод *684* присоединен к катушке реле *РУ1*. Положительный зажим *Т2* обмотки возбуждения тахогенератора *Т2* проводами *739* и *730* подключен к подвижному контакту контактора *ВВ* и далее при замкнутом контакторе *ВВ* — к плюсовому зажиму аккумуляторной батареи.

Добавочные сопротивления в цепях обмоток возбуждения возбудителя выполнены регулируемыми, чтобы можно было настраивать характеристики возбудителя и узлов *АРМ* и *АРТ* на тепловозе.

**Цепь пуска дизеля.** Для приведения во вращение коленчатого вала дизеля при пуске используется главный генератор, который подключается к аккумуляторной батарее и работает в режиме электродвигателя. В это время цепь обмотки независимого возбуждения генератора разомкнута и генератор возбуждается пусковой обмоткой *П*, которая не включена в цепь тяговых электродвигателей, а включается в цепь пуска последовательно с якорем.

При замыкании контакторов *Д1* и *Д2* генератор получает питание от ак-

кумуляторной батареи по цепи; контакты выключателя ВБ, кабель 98Ш, контакты Д1, кабели 55 и 56, якорь, обмотка дополнительных полюсов, пусковая обмотка, кабель 80, контакты Д2, кабель 99Ш, контакты ВБ. Таким образом, генератор в период пуска дизеля работает как серийный электродвигатель и доводит скорость вращения коленчатого вала до 100—120 об/мин, что достаточно для воспламенения топлива в цилиндрах. После этого контакторы Д1 и Д2 выключаются и цепь пуска размыкается. Максимальное («пиковое») значение тока в момент включения пусковых контакторов Д1 и Д2 достигает 1 800—2 000 а, установившийся ток при прокручивании вала дизеля равен 700—900 а.

**Цепь зарядки батареи.** К аккумуляторной батарее присоединены цепи возбуждения возбудителя и тахогенераторов, цепи управления, цепи освещения, сигнализации, вспомогательных электродвигателей, возбуждения вспомогательного генератора. При неработающем дизеле эти цепи питаются от батареи. Во время работы дизеля они получают питание от вспомогательного генератора, который одновременно заряжает аккумуляторную батарею.

Включение и отключение вспомогательного генератора производятся автоматическим реле обратного тока и контактором Б.

Реле обратного тока РОТ, установленное на панели ПР-26-1, имеет три катушки: шунтовую, серийную и дифференциальную. Шунтовая катушка присоединена к положительному зажиму вспомогательного генератора через добавочное сопротивление (на панели ПР-26-А-1), провод 412, нормально замкнутые блок-контакты контактора Б, провода 410, 405, серийную катушку РОТ, провод 406, предохранитель на 125 а на щитке 107 и провод 407. Отрицательный зажим шунтовой катушки подключен через провод 411 к общему минусу вспомогательных цепей. Ток в шунтовой катушке пропорционален напряжению вспомогательного генератора.

Дифференциальная катушка через провода 409 и 404, зарядное сопротивление СЗБ, шунт 103 амперметра, предохранитель на 160 а на щитке 107 и выключатель ВБ присоединена к положительному зажиму батареи. Другим концом она последовательно с секцией аб сопротивления подключена аналогично шунтовой катушке к положительному зажиму вспомогательного генератора. Таким образом, ток в дифференциальной катушке пропорционален разности напряжений вспомогательного генератора и аккумуляторной батареи. Серийная катушка РОТ включена в цепь нагрузки вспомогательного генератора.

При неработающем дизеле контактор Б выключен. Дифференциальная катушка РОТ получает питание от батареи по цепи: выключатель ВБ, провод 401, предохранитель на 160 а, провод 402, шунт 103, провод 403, сопротивление СЗБ, провода 404 и 409, дифференциальная катушка. Далее цепь разветвляется: а) секция аб сопротивления, серийная катушка; б) секция бв сопротивления, провод 412, блок-контакты Б, провод 410, серийная катушка РОТ. Отсюда ток через провод 406, предохранитель на 125 а, провод 407, якорь вспомогательного генератора ВГ, провод 408 поступает к отрицательному зажиму батареи.

От провода 412 имеется также цепь тока через секцию вг сопротивления, шунтовую катушку РОТ и провод 411 к минусовому зажиму батареи. Сопротивление этой цепи во много раз больше, чем сопротивление цепи якоря ВГ при неработающем двигателе, когда э. д. с. вспомогательного генератора равна нулю, и ток в ней незначителен по величине.

Усилие, создаваемое дифференциальной катушкой и пружиной реле, удерживает его контакты в разомкнутом состоянии. После пуска дизеля на зажимах вспомогательного генератора появляется напряжение, которое уже при числе оборотов холостого хода становится больше напряжения батареи. При этом ток в дифференциальной катушке меняет направление: он течет теперь от вспомогательного генератора к батарее. Кроме того, шунтовая катушка получает питание от вспомогательного генератора по цепи: провод 407, предохранитель на 125 а, провод 406, серийная катушка, провода 405 и 410, блок-



контакты *Б*, провод *412*, секция *в<sub>2</sub>* сопротивления, шунтовая катушка, провод *411*, минусовой зажим *ВГ*. Усилия, создаваемые дифференциальной и шунтовой катушками, складываются и действуют против усилия пружины. При разнице 2—3 *в* между напряжениями вспомогательного генератора и батареи реле *Р<sub>ОТ</sub>* включается и контакты его замыкаются, включая контактор *Б*, который присоединяет батарею к вспомогательному генератору. Начинается зарядка батареи через буферное зарядное сопротивление *СЗБ*, которое введено в цепь, чтобы уменьшить толчок тока при подключении вспомогательного генератора на разряженную батарею. Большой ток зарядки создает значительное падение напряжения на сопротивлении, чем снижается доля напряжения, подводимая к аккумуляторной батарее. По мере зарядки ток уменьшается, становится малым падение напряжения на сопротивлении *СЗБ* и, следовательно, повышается напряжение, подводимое к батарее. Это улучшает условия зарядки батареи. Одновременно вспомогательные цепи и цепи управления, присоединенные к батарее, переходят на питание от вспомогательного генератора.

При включении контактора *Б* его блок-контакты размыкаются, и шунтовая катушка питается от генератора *ВГ* по цепи: провод *407*, предохранитель на 125 *а*, провод *406*, серийная катушка. Далее цепь разветвляется: а) секция *а<sub>б</sub>* сопротивления; б) провод *405*, контакты *Б*, провод *409*, дифференциальная катушка. Затем ток течет по секциям *б<sub>в</sub>* и *в<sub>2</sub>* сопротивления, проходит по шунтовой катушке и поступает по проводу *411* к отрицательному зажиму *ВГ*. Таким образом, в цепь шунтовой катушки вводится большое дополнительное сопротивление, состоящее из секции *б<sub>в</sub>* и параллельно соединенных секции *а<sub>б</sub>* и дифференциальной катушки. В результате ток в шунтовой катушке резко уменьшается. Однако реле *Р<sub>ОТ</sub>* не отпадает, так как серийная катушка, через которую протекает зарядный ток, а также ток, питающий другие цепи, создает усилие, совпадающее по направлению с усилием шунтовой катушки. В дифференциальной катушке ток незначителен, так как ее сопротивление намного больше сопротивления секции *а<sub>б</sub>*.

При остановке дизеля напряжение вспомогательного генератора снижается. Когда оно становится меньше напряжения батареи, направление тока в серийной катушке меняется, и теперь ее усилие стремится выключить реле. При обратном токе, равном примерно 8 *а*, якорь реле отпадает, разрывая своими контактами цепь катушки *Б*. Вспомогательный генератор отключается и восстанавливается положение, описанное выше.

Вольтметр *V<sub>2</sub>* присоединен проводом *717* к общему минусу, а через провод *716*, зажим *5/4*, провода *230* и *100* к неподвижному контакту *Б*. Когда контактор *Б* включен, вольтметр измеряет напряжение вспомогательного генератора, к плюсовому зажиму которого он оказывается присоединенным через провод *405*, серийную катушку *Р<sub>ОТ</sub>*, провод *406*, предохранитель на 125 *а* и провод *407*. При разомкнутых контактах *Б* вольтметр включен на батарею через выключатель *ВБ*, провод *401*, предохранитель на 160, провод *402*, шунт *103*, провод *403*, сопротивление *СЗБ*, провода *404*, *100*, *230* и *716* и, следовательно, показывает напряжение аккумуляторной батареи за вычетом падения напряжения на сопротивлении *СЗБ*.

Амперметр *A<sub>2</sub>*, присоединенный к шунту *103*, имеет шкалу с нулем посередине и служит для измерения тока как при зарядке батареи, так и при ее разрядке (за исключением тока при пуске дизеля, так как этот ток через шунт *103* не протекает).

**Цепь возбуждения вспомогательного генератора.** Обмотка возбуждения вспомогательного генератора питается от аккумуляторной батареи или вспомогательного генератора по цепи (начиная от подвижного контакта контактора *Б*): провод *100*, контактные зажимы *3/7* и *3/6*, провод *556*, предохранитель на 20 *а*, провод *306*, контакты реле *Р<sub>УЗ</sub>*, провод *307*, контактный зажим *3/4*, провод *104*, сопротивление *РС* регулятора *ТРН-1*, провод *414*, обмотка возбуждения *ШВГ-ШШВГ*, провод *417*, серийная катушка *ПК(С)* регулятора, провод *418*, общий минус вспомогательных цепей.

Регулятор напряжения *ТРН-1* служит для поддержания постоянного напряжения вспомогательного генератора при изменении его нагрузки и скорости вращения якоря. Регулятор имеет неподвижную катушку *НК* и подвижную катушку *ПК* с двумя обмотками: шунтовой *ПК(Ш)* и серийной *ПК(С)*. Неподвижная катушка питается током от вспомогательного генератора по цепи: положительный зажим *ВГ*, провод *413*, сопротивление *СН*, катушка *НК*, провод *418*, общий минус. Шунтовая обмотка *ПК(Ш)* вместе с частью сопротивления обратной связи *ОС* включена в цепь параллельно неподвижной катушке *НК*. Серийная обмотка *ПК(С)* включена последовательно с обмоткой возбуждения *ВГ*. Часть сопротивления обратной связи соединяет положительные зажимы обмотки возбуждения *ВГ* и шунтовой обмотки *ПК(Ш)*.

Принцип действия регулятора *ТРН-1* заключается в следующем. При отклонении напряжения вспомогательного генератора от заданного значения изменяется ток в шунтовой обмотке и неподвижной катушке регулятора, вследствие чего меняется положение его контактной планки. Если напряжение генератора увеличилось, то планка отходит от пальцев и размыкает часть их, вводя дополнительные секции сопротивления *РС* в цепь обмотки возбуждения *ВГ*. В результате ток возбуждения уменьшается и восстанавливается заданное напряжение. При понижении напряжения вспомогательного генератора контактная планка приближается к пальцам и дополнительно замыкает часть их, увеличивая тем самым ток возбуждения и повышая напряжение до заданной величины. Подробное описание устройства и работы регулятора напряжения дано в главе IX.

**Цепь электродвигателя маслопрокачивающего насоса.** Электродвигатель *МН* питается от аккумуляторной батареи по цепи: выключатель *ВБ*, провода *401* и *373*, предохранитель на *125 а*, провод *374*, контакты контактора *КМН*, провода *995* и *377*, электродвигатель *МН*, провод *379*, общий минус вспомогательных цепей. Электродвигатель включается контактором *КМН* при пуске дизеля (см. ниже «Цепи управления»).

**Цепи управления.** Цепи управления получают питание от аккумуляторной батареи или вспомогательного генератора по проводу *100*, который связывает неподвижный контакт контактора *Б* с зажимами *3/7* и *3/6* в высоковольтной камере. Общим минусом цепей управления являются контактные зажимы *1/10 ÷ 16*.

От некоторых контактных зажимов отходят провода, обозначенные номером и оканчивающиеся стрелкой. Концы этих проводов подведены к штепсельным розеткам и присоединены к контактам, которые имеют те же номера, что и сами провода. Через штепсельные межтепловозные соединения большинство этих проводов одной секции связано с проводами, обозначенными теми же номерами другой секции. Некоторые же пары проводов перекрещиваются. Например, провод *1* первой секции соединяется с проводом *2* второй секции, а провод *2* первой секции — с проводом *1* второй секции. Под изображением штепселей на схеме (см. рис. 189) указаны номера перекрещивающихся проводов.

Ниже цепи управления описываются в соответствии с порядком включения их на тепловозе, учитывая последовательность операций, выполняемых машинистом и его помощником.

**Пуск дизеля.** Перед пуском дизеля нужно включить разъединитель батареи *ВБ*, вставить ключ в кнопочный выключатель и повернуть его вниз, чтобы отпереть кнопки «Топливный насос», «Топливный насос II секции» и «Управление».

В зависимости от того, на какой секции должен быть пущен дизель, включают кнопку «Топливный насос» или «Топливный насос II секции».

При включении кнопки «Топливный насос» подается питание к катушке реле *РУЗ I* секции по цепи: зажим *3/7*, провод *230*, зажимы *5/5* и *5/4*, провод *197*, контакты кнопки, провод *101*, предохранитель на *15 а*, провод *102*, зажим *5/1*, провод *103*, зажим *2/12*, провод *723*, нормально замкнутые контакты реле *РУ7*, провод *291*, контакты *АК* кнопки аварийного отключения дизеля, провод *293*,

зажим 3/5, провод 360, катушка реле РУЗ, провод 280, 772 и общий минус.

Если включена кнопка «Топливный насос II секции», то получает питание катушка реле РУЗ II секции по цепи: I секция — зажим 5/4, провод 197, контакты кнопки, провод 125, предохранитель на 15 а, провод 126, зажим 5/2, провод 127, зажим 4/3, провод 2, штепсельное межтепловозное соединение; II секция — провод 1, провод 723. Далее ток поступает в катушку реле РУЗ II секции по пути, описанному для I секции. Электрические схемы обеих секций совершенно одинаковы, поэтому работу любой из них можно проследить по схеме, изображенной на рис. 189.

При включении реле РУЗ замыкаются его контакты 306—307 и 370—372 и размыкаются контакты 367—368. Контакты 306—307 замыкают цепи возбуждения вспомогательного генератора ВГ, электродвигателя ТН топливopодкачивающего насоса и катушки вентиля ВП6. Цепь возбуждения ВГ была описана выше. Электродвигатель ТН получает питание через контакты реле РУЗ, провод 307, зажим 3/4, провод 1163, зажим 5/6, провод 1164, кнопка «Аварийное питание дизеля», провод 1165, зажим 6/2, провод 1166, зажим 4/1 и провод 108, топливopодкачивающий насос начинает работать, подавая топливо из бака к топливным коллекторам. От того же зажима 3/4 по проводу 762, нормально замкнутым контактам контактора КВ, проводам 763, 707, 767 подается питание к катушке вентиля ВП6, с помощью которого выключается один ряд топливных насосов дизеля.

Кнопка «Аварийное питание дизеля» введена в 1964 г. для отключения двигателя ТН в случае его неисправности или неисправности топливного насоса. При этом дизель получает топливо из верхнего бачка.

С апреля 1960 г. в схему введен вентиль ВП9, выключающий также половину топливных насосов второго ряда, что улучшает работу дизеля без нагрузки. Катушка вентиля ВП9 включена параллельно катушке ВП6: контакты КВ, провод 959, контакты реле РУ8 (замкнутые на нулевом и 1-м положении рукоятки контроллера), провода 958 и 957, катушка ВП9, провод 956, общий минус.

Для пуска дизеля I секции нужно включить кнопку «Управление», а затем нажать кнопку «Пуск дизеля». При этом получает питание катушка реле времени РВ1 по цепи: зажим 5/4, провод 197, контакты кнопки «Управление», провод 131, предохранитель на 20 а, провод 200, нижний палец контроллера (замкнутый на нулевом положении его рукоятки), провода 216 и 780, контакты кнопки «Пуск дизеля», провод 217, предохранитель на 10 а, провода 218, 219, 361, 362 и 363, контакты КМН и Д2, замкнутые при отключенных контакторах, провода 383 и 384, катушка РВ1, провода 385 и 370, замкнутые контакты реле РУЗ, провод 372, общий минус. Реле времени РВ1 имеет четыре пары контактов. Две пары, одна из которых нормально разомкнутая, а другая нормально замкнутая, срабатывают сразу. Другие две пары контактов, из которых также одна нормально замкнутая, а другая — нормально разомкнутая, приводятся в действие после срабатывания пневматического механизма выдержки времени. Контакты 386—387 реле РВ1 замыкаются без выдержки времени и при замкнутых контактах реле РУ5 включают цепь катушки контактора КМН. Последний, включаясь, замыкает цепь электродвигателя МН маслопрокачивающего насоса, создающего давление в масляной системе. Одновременно размыкаются блок-контакты КМН в цепи катушки РВ1, которые вводят в эту цепь сопротивление СРВ для уменьшения тока в катушке.

В 1964 г. добавлен двухполюсный выключатель ТВ6, который позволяет включить маслопрокачивающий насос без нажатия кнопки «Пуск дизеля». Катушка контактора КМН получает питание от аккумуляторной батареи по проводу 1150, через контакты ТВ6, провод 1151, нормально замкнутые контакты реле РУЗ, провод 1152, катушка КМН и далее, как описано выше. Такое включение маслопрокачивающего насоса может потребоваться перед пуском дизеля после длительной стоянки тепловоза, когда обычное опережение включения маслопрокачивающего насоса оказывается недостаточным.

Через 50—60 сек после подачи напряжения к катушке *PВ1* замыкаются контакты 440—380 реле *PВ1* и получает питание катушка реле *PУ5* по цепи: выключатель *ВБ*, провода 401 и 373, предохранитель на 125 а, провод 380, контакты реле *PВ1*, провод 440, катушка *PУ5*, провода 694 и 688, общий минус. Контакты 363—386 реле *PУ5* разрывают цепь катушки контактора *КМН*, и электродвигатель маслопрокачивающего насоса выключается. Контакты 361—220 реле *PУ5* замыкают цепь катушек контакторов *Д1* и *Д2* и к ним подводится напряжение по цепи: кнопка «Пуск дизеля», предохранитель на 10 а, провода 218, 219 и 361, контакты реле *PУ5* (контакты 367—368 реле *PУ3* разомкнуты, так как оно включено), провод 220, контакты 105 валоповоротного механизма дизеля (замкнутые, когда червячное колесо выведено из зацепления), провода 221 и 350, замкнутые контакты *Б* и *ВВ*, провод 1029, замкнутые контакты *КМН*, провод 223, катушки контакторов *Д1* и *Д2*, провод 284, общий минус. Контакторы *Д1* и *Д2* подключают цепь главного генератора на аккумуляторную батарею и генератор начинает работать в режиме двигателя последовательного возбуждения, приводя во вращение вал дизеля.

Одновременно блок-контакты контакторов *Д1* и *Д2* замыкают цепь катушки электромагнита *БМ* регулятора числа оборотов дизеля и катушки вентиля *ВП7* ускорителя пуска. Катушка *БМ* получает питание по цепи: кнопка «Топливный насос», провод 101, предохранитель на 15 а, провода 102, 103 и 723, контакты *PУ7*, провод 291, контакты кнопки *АК*, провода 293 и 110, контакты *Д1*, провода 111, 112, 113 и 668, нормально замкнутые контакты *БМ*, провод 116, катушка *БМ*, провода 669 и 281, общий минус. После включения электромагнита *БМ* регулятор дизеля устанавливает рейки топливных насосов в рабочее положение. При срабатывании электромагнита *БМ* блок-контакты 115—116 размыкаются и вводят в цепь катушки *БМ* сопротивление *СМ*, чтобы избежать чрезмерного нагревания катушки. Вторая пара блок-контактов 668—667 электромагнита *БМ* замыкается, подавая питание к катушке вентиля *ВП7* ускорителя пуска по цепи: провод 490, катушка *ВП7*, провода 491, 840 и 492, блок-контакты *Д2*, провода 493 и 284, общий минус.

Блок-контакты контакторов *Д1* и *Д2*, установленные в цепях катушек контакторов *КВ* и *Б*, предотвращают возможность включения последних во время пуска дизеля.

После пуска скорость вращения коленчатого вала дизеля увеличивается до 400 об/мин, что соответствует холостому ходу. Кнопка «Пуск дизеля» выполнена с возвратной пружиной, и ее надо держать нажатой до тех пор, пока давление в масляном трубопроводе не поднимется до 0,5—0,6 кг/см<sup>2</sup> и замкнутся контакты реле давления масла *РДМ-1*. После этого кнопку можно отпустить. При этом контакторы *Д1* и *Д2* размыкаются и отключают главный генератор от аккумуляторной батареи; разрывается также цепь катушки вентиля *ВП7* ускорителя пуска. Если кнопку «Пуск дизеля» отпустить раньше, чем давление в маслопроводе достигнет 0,5—0,6 кг/см<sup>2</sup>, то блок-контакты контактора *Д1* разорвут цепь катушки электромагнита *БМ* регулятора, и дизель остановится.

К обмотке возбуждения вспомогательного генератора, как указывалось выше, напряжение подводится еще до пуска дизеля, и контактная планка регулятора напряжения замыкает накоротко сопротивление *РС* в ее цепи. Поэтому в период пуска дизеля вспомогательный генератор имеет наибольшее возбуждение, и его напряжение быстро повышается. Когда оно становится на 2—3 в больше, чем напряжение батареи, срабатывает реле обратного тока *РОТ*, контакты которого замыкают цепь катушки контактора *Б*: кнопка «Топливный насос», провод 101, предохранитель на 15 а, провода 102, 103 и 105, контакты реле *РОТ*, провод 106, блок-контакты *Д1* (замкнутые, так как контактор в это время отключен), провод 107, катушка контактора *Б*, провод 268, общий минус. Контактор *Б* присоединяет вспомогательный генератор к клеммам батареи, и он начинает питать током цепи управления, вспомогательных электромашин, возбуждения возбудителя, освещения и др., а также заряжать аккумуляторную батарею.

Если нужно произвести не пуск дизеля, а только прокрутку вала его, то выполняют те же операции (т. е. включают кнопки «Управление» и «Пуск дизеля»), но при отключенной кнопке «Топливный насос». В этом случае реле *РУЗ*, электродвигатель *ТН* топливopодкачивающего насоса, электромагнит *БМ*, вентили *ВП6* и *ВП7* остаются выключенными. Так как при этом блок-контакты *367—368* реле *РУЗ* замкнуты, то контакторы *Д1* и *Д2* включаются сразу после нажатия кнопки «Пуск дизеля» и коленчатый вал начинает вращаться, однако топливо в цилиндры дизеля не подается.

Для пуска дизеля второй секции нужно после включения кнопки «Управление» нажать на кнопку «Пуск дизеля II секции». При этом до кнопки «Пуск дизеля II секции» ток пойдет по тому же пути, что и при пуске дизеля I секции, а далее по проводу *231*, через предохранитель на *10 а*, провода *232*, *233* к проводу *12*. Последний соединен с гнездом *12* штепсельной розетки, которое через межтепловозное соединение связано с гнездом *12* штепсельной розетки и проводом *11* II секции (перекрещивающееся соединение). Провод *11* II секции, как и на I секции, соединен с проводом *361*. Далее цепь пуска на II секции совпадает с той, которая была описана выше для I секции (ее можно проследить по той же схеме), так же происходит включение реле времени *РВ1*, контактора *КМН* и электродвигателя *МН* маслопрокачивающего насоса (реле *РУЗ* срабатывает после нажатия кнопки «Топливный насос II секции»), а затем после выдержки времени включаются реле *РУ5* и контакторы *Д1* и *Д2*.

**Приведение тепловоза в движение и регулирование скорости.** Для трогания поезда с места необходимо поставить на место реверсивную рукоятку контроллера и повернуть ее в одно из рабочих положений — «Вперед» или «Назад» в зависимости от требуемого направления движения, включить кнопку «Управление тепловозом» и затем поставить главную рукоятку контроллера в 1-е положение.

Рассмотрим трогание поезда в направлении «Вперед». При переводе рукоятки контроллера в 1-е положение катушка вентиля «Вперед» реверсора получает питание по цепи: кнопка «Управление», провод *131*, предохранитель на *20 а*, провод *200*, два последовательно соединенных верхних пальца контроллера, замкнутые на всех рабочих положениях рукоятки, провод *340*, контакты кнопки «Управление тепловозом», провод *341*, предохранитель на *15 а*, провод *436*, верхний палец реверсивного барабана (замкнутый в положении «Вперед» реверсивной рукоятки контроллера), провода *140*, *141*, *142*, катушка вентиля «Вперед», провод *179*, общий минус. Если реверсор находится в положении «Назад», он повернется в положение «Вперед». Если же реверсор и был в положении «Вперед», то он в этом положении останется. Когда реверсор занимает положение «Вперед», его силовые контакты так включают обмотки возбуждения тяговых электродвигателей, чтобы тепловоз двигался вперед, а блок-контакты соединяют провод *142* с проводами *1167*, *420* и *422*. При этом подводится напряжение к катушке контактора *ВВ* по цепи: провод *1167*, замкнутые контакты *БД* блокировки дверей, провод *420*, нормально замкнутые контакты реле *РУ8* и *РЗ*, провод *421*, нормально замкнутые контакты реле боксования *РБЗ*, *РБ2* и *РБ1*, провод *151*, катушка *ВВ*, провода *152*, *269* и *268*, общий минус. Контактор *ВВ* включается и замыкает цепи обмотки *НВ* независимого возбуждения возбудителя и обмотки *Т2-ТТ2* возбуждения тахогенератора *Т2*.

Контакты *БД* блокировки дверей высоковольтной камеры введены в 1964 г. Эти контакты замкнуты при закрытых дверцах камеры. Пока дверцы открыты, контакторы *ВВ* и *КВ* не могут быть включены и, следовательно, напряжение в аппаратах отсутствует. Это устраняет опасность работы в камере при наличии высокого напряжения.

Одновременно с включением *ВВ* получает питание катушка реле времени *РВ2* от контактов *БД* по проводам *422* и *984*. Контакты реле *РВ2* замыкают без выдержки времени цепи катушек пневматических контакторов *П1*, *П2* и *П3*. Они получают питание от вспомогательного генератора по той же

цепи, как электродвигатель *МН*, до контактов *КМН* и отсюда по проводу *985*, контакты *РВ2* и провод *463* по трем параллельным цепям: а) контакты отключателя *ОМ1-6*, провод *176*, катушка *П1*; б) провод *168*, контакты *ОМ2-3*, провод *177*, катушка *П2*, провод *271*; в) провода *168* и *167*, контакты *ОМ4-5*, провод *178*, катушка *П3*, провода *272* и *271*, а затем по проводу *270* ток направляется к общему минусу. Контактторы *П1*, *П2* и *П3* включаются и соединяют тяговые электродвигатели с главным генератором. После этого напряжение подается к катушке контактора *КВ*: провод *420*, контакты *РУ8* и *РЗ*, провод *423*, нормально замкнутые контакты реле *РУ4* и *РУ6*, замкнутые блок-контакты *П1*, *П2* и *П3*, нормально замкнутые контакты *Д1* и *Д2*, провод *164*, катушка *КВ*, провода *269*, *268*, общий минус.

Реле *РВ2* добавлено в схему в 1964 г. с целью задержать выключение пневматических контакторов при сбросе рукоятки контроллера в нулевое положение или размыкании контактов *БД*. Контакты *РВ2* размыкают цепь катушек с выдержкой 30—50 сек, вследствие чего до размыкания пневматических контакторов напряжение и ток в силовой цепи снижаются почти до нуля после выключения контакторов *ВВ* и *КВ*. Этим устраняется опасность приваривания или оплавления контактов *П1*, *П2* и *П3*.

Таким образом, на 1-м положении рукоятки контроллера тяговые электродвигатели включаются на главный генератор и получает питание цепь возбуждения генератора и цепь обмотки независимого возбуждения возбудителя, причем в последнюю введено сопротивление *СП*, поэтому ток в ней невелик. Дизель работает на наименьшем числе оборотов, вследствие чего ток генератора и сила тяги тепловоза на 1-м положении контроллера малы. Это положение предусмотрено главным образом для маневровых передвижений. Уже на 1-м положении от верхнего пальца контроллера по проводу *189* подается напряжение к цепи катушек контакторов *Ш1-Ш6*. Контакты выключателя переходов *УП* нормально должны быть замкнуты. Их размыкают лишь в том случае, когда необходимо движение с низкой скоростью, и поэтому переход на ослабленное поле нежелателен.

На 1-м положении рукоятки контроллера напряжение генератора недостаточно для срабатывания реле перехода. Практически переход на ослабленное поле возможен, начиная с 3-го положения контроллера.

На 2-м положении рукоятки контроллера замыкаются пальцы, соединенные с проводами *207* и *709*. По проводам *207*, *208*, *209* и *295* подается питание к катушке вентиля *ВТ1* электропневматического привода управления регулятором числа оборотов дизеля, вследствие чего скорость вращения вала увеличивается.

Катушка реле *РУ8* получает питание по цепи: провода *709*, *251*, *711*, катушка *РУ8*, провода *713*, *714*, общий минус. Контакты *732—734* реле *РУ8* замыкают накоротко сопротивление *СП* в цепи обмотки независимого возбуждения возбудителя и ток в ней возрастает до нормальной величины, которая сохраняется на всех положениях контроллера (кроме 16-го положения). Одновременное увеличение числа оборотов дизеля и возбуждения возбудителя приводит к значительному росту силы тяги тепловоза; 2-е положение контроллера является основным пусковым положением.

При включении реле *РУ8* его контакты *420—1175* в цепи катушек контакторов *ВВ* и *КВ* размыкаются. Однако эти контакторы, включившиеся на 1-м положении контроллера, не разомкнутся, так как их катушки могут питаться через блок-контакты *431—347* контактора *КВ*. Если рукоятку контроллера быстро перевести из положения «Холостой ход» на 2-е или последующее положение, то реле *РУ8* включится быстрее, чем контактор *КВ*, контакты *РУ8* разомкнут цепь катушек *ВВ* и *КВ* раньше, чем замкнутся блок-контакты *КВ*, и контакторы останутся невключенными. Таким образом, реле *РУ8* предупреждает большие «толчки» тока и силы тяги, которые могли бы иметь место при очень быстром переводе рукоятки контроллера на высокие позиции. Для правильной работы схемы машинист должен на некоторое время (около 1 сек) остановить рукоятку контроллера в 1-м положении. В отдельных случаях,

однако, контактор *КВ* может включиться быстрее, чем реле *РУ8*, и тогда указанная защита не действует.

На последующих положениях рукоятки пальцы контроллера включают в различных сочетаниях вентили электропневматического механизма регулятора дизеля. На 3-м положении контроллера цепь катушки вентиля *ВТ1* разрывается и подается питание к катушке вентиля *ВТ2* по цепи: палец контроллера, провода 210, 211, 212, 296, катушка *ВТ2*, провода 283, 779, 298, 281, общий минус.

На 4-м положении контроллера вентиль *ВТ2* остается включенным, и снова включается вентиль *ВТ1*. На 5-м положении отключаются вентили *ВТ1* и *ВТ2* и подводится напряжение к катушке вентиля *ВТ3* по цепи: провода 213, 214, 215, 297, катушка вентиля *ВТ3*, провода 779, 298, 281, общий минус. На положениях 6—8 вентили *ВТ1* и *ВТ2* срабатывают в той же последовательности, что и на положениях 2—4 контроллера, но при включенном вентиле *ВТ3*.

На 9-м положении рукоятки контроллера цепи катушек электропневматических вентилях *ВТ1*, *ВТ2* и *ВТ3* размыкаются и получает питание катушка вентиля *ВТ4* по цепи: провода 715, 353, 354, 355, катушка *ВТ4*, провода 298 и 281, минус вспомогательного генератора. Одновременно от того же пальца контроллера ток течет к катушке реле *РУ4* по проводам 715, 353, 753, а затем по проводам 758, 694, 688 возвратится на общий минус. В схеме использованы три пары нормально замкнутых контактов реле *РУ4*. Контакты 423—430 вводят в действие реле давления масла *РДМ-2*. На первых восьми положениях контроллера эти контакты замыкают цепь катушки контактора *КВ* независимо от состояния контактов реле *РДМ-2*. С 9-го по 16-е положение рукоятки контроллера контакты реле *РУ4* разомкнуты, и катушка *КВ* может получить питание только по цепи: провода 423, 424, 428 и 121, контакты реле *РДМ-2*, провода 122, 123, 429, 430 и далее, как описано выше. Если контакты *РДМ-2* разомкнутся, то контактор *КВ* отключится и разорвет цепь обмотки возбуждения генератора, т. е. снимется нагрузка с дизеля. Реле настроено так, что контакты его размыкаются, когда давление масла становится ниже  $1,2 \text{ кг/см}^2$ . На первых восьми положениях контроллера такое давление не всегда достигается, и допускается работа дизеля при более низком давлении. На высоких же числах оборотов вала работа при давлении в маслопроводе менее  $1,2 \text{ кг/см}^2$  недопустима, поэтому введена защита посредством реле *РДМ-2*. Назначение остальных контактов реле *РУ4* указано ниже при описании переключений тяговых двигателей на ослабленное магнитное поле. С 10-го по 16-е положения рукоятки контроллера вентили *ВТ1*, *ВТ2* и *ВТ3* срабатывают в той же последовательности, что и на 2—8-м положениях, но при включенном вентиле *ВТ4*.

Такое переключение вентилях обеспечивает увеличение затяжки пружины центробежного регулятора и, следовательно, постепенное повышение скорости вращения вала дизеля с 400 об/мин на 1-м положении до 850 об/мин на 16-м положении контроллера. Провода 8, 9, 10 и 37 через межтепловозные соединения соответственно связаны с проводами, обозначенными теми же номерами, на 2-й секции. Таким образом, одновременно с электропневматическими вентилями 1-й секции включаются аналогичные вентили на 2-й секции, и скорости вращения валов обоих дизелей возрастают одинаково. Реле *РУ4* и *РУ8* срабатывают на обеих секциях также одновременно.

На всех положениях контроллера, начиная с 3-го (а в некоторых случаях со 2-го), возможно автоматическое переключение тяговых электродвигателей на ослабленное поле, если выключатель *УП* включен.

Как указывалось выше, силовые катушки реле перехода *РП1* и *РП2* вместе с добавочными сопротивлениями присоединены параллельно обмотке дополнительных полюсов тягового генератора, и ток, следовательно, в них пропорционален току генератора. Шунтовые катушки с добавочными сопротивлениями включены на зажимы генератора, поэтому ток в них пропорционален его напряжению.



При отсутствии тока в катушках контакты реле перехода разомкнуты благодаря усилию пружины (см. главу IX). При протекании тока по шунтовой катушке создается сила, направленная против усилия пружины и стремящаяся замкнуть контакты. Усилие серийной катушки действует согласно с силой пружины, т. е. стремится разомкнуть контакты реле. Таким образом, положение контактов определяется соотношением между токами в катушках, а токи эти зависят соответственно от напряжения и тока генератора. При некотором значении напряжения генератора сила, создаваемая шунтовой катушкой, преодолет совместное усилие пружины и серийной катушки и контакты реле замкнутся. Это называется срабатыванием реле. Чем больше ток генератора, тем сильнее противодействие серийной катушки и тем большее напряжение генератора требуется для включения реле. На внешние характеристики генератора, приведенные на рис. 184, нанесены линии  $ПП \rightarrow ОП1$  и  $ОП1 \rightarrow ОП2$ , показывающие, при каком напряжении и токе срабатывают реле  $РП1$  и  $РП2$ . Эти линии называются характеристиками срабатывания реле.

Если ток генератора увеличивается, а напряжение его снижается, то усилие, создаваемое серийной катушкой, растет, а усилие шунтовой катушки уменьшается и при некотором соотношении тока и напряжения контакты реле разомкнутся. Это называется отпаданием реле. Чем больше напряжение генератора, тем больший ток требуется для отпадания. Линии  $ОП2 \rightarrow ОП1$  и  $ОП \rightarrow ПП$  называются характеристиками отпадания реле.

При увеличении скорости движения поезда ток генератора падает, а его напряжение возрастает. Когда эти величины достигают значений, при которых срабатывает реле перехода  $РП1$ , включаются контакторы  $Ш1$ ,  $Ш2$  и  $Ш3$ , катушки которых получают питание по цепи: первый сверху палец контроллера, провод 189, контакты УП, провода 190, 191, 192, две пары контактов  $РП1$ , провод 193, катушки  $Ш1$ ,  $Ш2$ ,  $Ш3$ , провод 273, минус вспомогательного генератора. Контактторы  $Ш1$ ,  $Ш2$  и  $Ш3$  присоединяют параллельно обмоткам возбуждения тяговых электродвигателей соответственно сопротивления  $СШ1$ ,  $СШ2$  и  $СШ3$ . До включения реле  $РП1$  его шунтовая катушка питается током по цепи: провода 58, 464, 465, нормально замкнутые блок-контакты контактора  $Ш2$ , провод 469, секция сопротивления  $СРП1$ , провод 470, шунтовая катушка, провода 479, 478, 477, шунт амперметра, минус генератора. Установка последовательно двух пар контактов реле  $РП1$  в цепи катушек  $Ш1—Ш3$  сделана для того, чтобы облегчить размыкание тока контактами и повысить надежность их работы.

После срабатывания реле  $РП1$  и включения контакторов  $Ш1$ ,  $Ш2$ ,  $Ш3$  блок-контакты  $Ш2$  размыкаются и вводят в цепь шунтовой катушки дополнительное сопротивление. На 1—8-м положениях контроллера реле  $РП4$  отключено и его контакты в цепи шунтовой катушки реле  $РП1$  замкнуты. На 9—16-м положениях контроллера реле  $РП4$  включено, контакты его разомкнуты. Следовательно, на первых положениях после срабатывания реле  $РП1$  в цепь его шунтовой катушки вводится меньшее сопротивление, чем на последних положениях. Это позволяет переместить вниз характеристику отпадания реле  $РП1$  на первых восьми положениях контроллера.

Отпадание реле и отключение контакторов  $Ш1—Ш3$ , т. е. обратный переход тяговых электродвигателей на полное поле, осуществляется также автоматически, когда скорость поезда уменьшается, например, при следовании по подъему. В этом случае ток генератора увеличивается, а напряжение падает. Следовательно, ток в шунтовой катушке, которая стремится удержать реле во включенном положении, уменьшается, а ток в серийной катушке, усилие которой старается разомкнуть контакты реле, возрастает. При определенных значениях тока и напряжения генератора происходит отпадание реле. Чем больше сопротивление в цепи шунтовой катушки, тем меньше ток в ней при том же напряжении. Следовательно, на 9—16-м положениях рукоятки контроллера, при которых сопротивление в цепи катушки больше, отпадание реле совершается при более высоком напряжении генератора, чем на первых восьми положениях контроллера, поэтому характеристики отпадания для

9—16-го положений расположены выше. Смещение вниз характеристик отпадания на 1—8-м положениях сделано для того, чтобы избежать «звонковой» работы реле (повторных срабатываний и отпадания).

Аналогично работает и реле перехода *РП2*. Его шунтовая катушка включена в цепь: плюс генератора, провода 58, 464, блок-контакты *Ш2*, провод 471, нормально замкнутые блок-контакты *Ш4*, секция сопротивления *СРП2*, провод 476, шунтовая катушка реле, провода 478, 477, шунт амперметра, минус генератора. Блок-контакты 464—471 контактора *Ш2* замыкаются после перехода на первую ступень ослабления поля; они введены в схему, чтобы избежать одновременного срабатывания обоих реле. По той же причине реле *РП2* настроено на срабатывание при большем напряжении, чем реле *РП1*. Настройка осуществляется изменением величин сопротивлений 465—470 для *РП1* и 475—476 для *РП2*.

После переключения с полного поля на первую ступень ослабления поля ток генератора возрастает вследствие уменьшения возбуждения электродвигателей, а напряжение его снижается. Реле *РП2* срабатывает, когда напряжение вновь повышается до характеристики *ОП1—ОП2* при увеличении скорости движения.

После срабатывания реле *РП2* катушки контакторов *Ш4—Ш6* получают питание по цепи: палец контроллера, провод 189, контакты *УП*, провода 190, 191, 192, 194, контакты *РП2*, провод 195, катушки *Ш4*, *Ш5*, *Ш6*, провода 274, 273, общий минус. Контактors включаются и присоединяют параллельно обмоткам возбуждения электродвигателей соответственно сопротивления *СШ4*, *СШ5* и *СШ6*. Блок-контакты *Ш4* размыкаются и вводят в цепь шунтовой катушки дополнительное сопротивление, регулируя которое можно изменить характеристику отпадания реле. Характеристики отпадания следует настраивать так, чтобы сначала отпадало реле *РП2*; при этом вследствие увеличения возбуждения тяговых электродвигателей ток генератора уменьшается. Если скорость продолжает снижаться и ток возрастает до величины, соответствующей характеристике отпадания *ОП1 → ПП*, реле *РП1* отключается и электродвигатели переходят на работу с полным магнитным полем.

На 16-м положении контроллера замыкается цепь катушки реле *РУ1*: палец контроллера, провода 204, 357, контакты выключателя *АВ*, провода 358, 359 и 206, катушка *РУ1*, провод 772, общий минус. При включении реле *РУ1* его контакты 700—702 замыкают цепь узла автоматического регулирования мощности (*АРМ*), контакты 930—931 шунтируют часть сопротивления в цепи шунтовой обмотки возбудителя, а контакты 773—774 размыкаются и вводят дополнительное сопротивление в цепь обмотки независимого возбуждения возбудителя. Изменение сопротивления в цепи шунтовой обмотки требуется для улучшения характеристики генератора, как указывалось выше, при разборе принципиальной схемы электрической передачи. Дополнительное сопротивление включается в цепь обмотки независимого возбуждения, чтобы часть возбуждения взяла на себя регулирующая обмотка. Одновременно с включением катушки *РУ1* по той же цепи и проводу 684 подается питание к обмотке возбуждения *Т1-ТТ1* тахогенератора *Т1*.

Для подачи песка на рельсы машинист должен нажать ножную педаль *КН*. При этом срабатывает один из клапанов *КЛП* песочниц, к катушке которого подводится напряжение по цепи: кнопка «Управление», провод 131, предохранитель на 20 а, провод 132, контакты педали *КН*, провода 133, 134, 135, блок-контакты реверсора, провод 138 (или 136 в зависимости от направления движения), катушка *КЛП* клапана «Вперед» (или «Назад»), провод 139, минус вспомогательного генератора.

Таким образом, при нажатии педали *КН* всегда действуют те песочницы, которые подают песок впереди колес.

Для измерения давления в масляном трубопроводе, топливном трубопроводе, давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах и пневматических аппаратах, а также для измерения температуры охлаждающей воды предусмотрены дистанционные электроманометры и электротермометры. Измерители

(датчики) 108 электроманометров и 110 электротермометров установлены в соответствующих трубопроводах, а их указатели 109 и 111—на постах управления. Указатели на посту управления первой секции соединены с соответствующими датчиками той же секции непосредственно проводами и через штепсельные соединения—с датчиками на второй секции. Таким же образом соединены указатели на посту управления второй секции. Напряжение к цепям электроманометров и электротермометров подается от аккумуляторной батареи по цепи: положительный полюс батареи, контакты ВВ, провод 401, предохранитель 107 на 160 а, провод 1148, зажим 4/9, провода 1149, 234, контакты кнопки «Электроманометры и электротермометры», предохранитель 115 на 10 а, провод 1144 и далее к приборам.

Рассмотрим для примера цепи манометров давления масла: 1) от провода 1144 через сопротивление в щитке 120 по проводу 1126 ток протекает к указателю 109 (на данной секции) давления масла второй секции, далее по проводам 22 и 24 и штепсельные соединения попадает на провода 23 и 264, 25 и 265 на второй секции к датчику 108 на второй секции, провод 1137, сопротивление в щитке 114 на общий минус; 2) от провода 1144 через сопротивление в щитке 120 по проводу 1125 ток протекает к указателю 109 давления масла данной секции, отсюда по проводам 845 и 859, 945 и 860 — к датчику 108 на той же секции, по проводу 1136 и сопротивлению в щитке 114 на общий минус.

Цепи остальных приборов аналогичны.

На тепловозах ранних выпусков отсутствуют манометры топлива и воздуха, а цепи приборов питались от отвода 24 в аккумуляторной батарее без добавочных сопротивлений. При напряжении 24 в загрязнение контактов или слабое нажатие их приводило к искажению показаний или к прекращению их.

Повышение питающего напряжения повышает надежность измерений. Кроме того, подключение нагрузки к части элементов батареи вызывает разницу в степени разрядки элементов, что ухудшает работу батареи.

Катушка клапана ВП1 муфты вентилятора холодильника может быть включена пакетным выключателем или выключателем типа «Тумблер» ТВ1 при рабочем положении контроллера управления по цепи: кнопка «Управление», предохранитель 20 а, провод 200, пальцы контроллера, провода 340, 242, контакты ТВ1, провода 245, 246, 26, 248, 332, катушка ВП1, провода 288, 286, на общий минус. При включении клапана муфта соединяет вентилятор с валом привода.

Электропневматические клапаны ВП2, ВП3 и ВП4 служат для управления жалюзи холодильника. Эти клапаны получают питание от зажима 3/6 по проводу 238, предохранителю на 10 а, проводам 239, 187, 240, сопротивлению СПП, проводу 241. Отсюда ток идет в параллельные цепи:

1) контакты ТВ2 выключателя, провода 249, 250, 27, 252, 333, катушка клапана ВП2, управляющего правыми жалюзи;

2) контакты ТВ3 выключателя, провода 253, 254, 28, 256, 334, катушка клапана ВП3, управляющего верхними жалюзи, провода 289 и 288;

3) контакты ТВ4 выключателя, провода 257, 258, 29, 260, 335, катушка клапана ВП4, управляющего левыми жалюзи, провода 290, 289, 288. Далее ток, прошедший по всем этим ветвям, по проводам 286, 287 возвращается на минусовую клемму.

Провода 26—29 одной секции связаны через межтепловозное соединение с проводами, имеющими те же номера на 2-й секции. Поэтому одноименные клапаны включаются одновременно на обеих секциях. Катушки электропневматических клапанов питаются током от вспомогательного генератора (или батареи) 1-й секции. Однако, если на 2-й секции один из выключателей ТВ1-ТВ4 оказался включенным, то он присоединяет к цепи катушки клапана и вспомогательный генератор 2-й секции. В результате через выключатели и межтепловозное соединение вспомогательные генераторы обеих секций окажутся включенными параллельно. Вследствие неизбежной разницы в настройке регуляторов напряжения по соединительным проводам может про-

текать значительный уравнильный ток. Чтобы уменьшить его величину, в цепь введено сопротивление поездных проводов СПП.

**Действие защитной аппаратуры и работа схемы при аварийных режимах.** При потере сцепления колес какой-либо оси с рельсами срабатывает соответствующее реле боксования, которое размыкает цепь катушки ВВ. Контакт ВВ отключается, разрывая цепь возбуждения возбудителя. Вследствие этого напряжение и ток генератора уменьшаются. Одновременно через контакты реле боксования по проводам 155, 156 и 157 дается питание к звуковому сигналу СБ, а по проводу 15 через межтепловозное соединение — к звуковому сигналу, установленному на 2-й секции. Блок-контакты ВВ при выключении контактора замыкают цепь красной сигнальной лампы: кнопка «Управление тепловозом», провод 341, предохранитель на 15 а, провод 436, палец реверсивного барабана контроллера, провода 143, 144, 145 (или 140, 141, 142), блок-контакты реверсора и БД, провода 422, 750, 431 и 432, блок-контакты ВВ, провода 433, 181 и 182, сигнальная лампа ЛЗ, провод 186, минусовой зажим. По проводу 16, связанному через межтепловозное соединение с проводом 17 другой секции, и далее по проводам 184 и 185 подается питание к сигнальной лампе, установленной на 2-й секции.

Если при уменьшении тока генератора и, следовательно, силы тяги электродвигателей сцепление колес с рельсами восстанавливается, то реле боксования отключается, контактор ВВ снова замыкает цепь возбуждения возбудителя, а цепи звукового сигнала и сигнальных ламп разрываются. Если же условия сцепления колес с рельсами таковы, что боксование их возобновляется, то реле боксования срабатывает повторно. Для прекращения боксования колес нужно перевести рукоятку контроллера на несколько положений назад и привести в действие песочницы.

Дуга, возникающая на коллекторе генератора или какого-либо тягового электродвигателя, обычно замыкается на корпус машины, вызывая срабатывание реле заземления РЗ, контакты которого при этом размыкают цепи катушек контакторов КВ и ВВ. Реле включается также при замыкании на корпус в обмотках электрических машин, высоковольтных аппаратах или проводке. В случае срабатывания реле РЗ снимается возбуждение с возбудителя и генератора; одновременно загораются красные сигнальные лампы на обоих постах управления. Если это произошло, надо поставить рукоятку контроллера в нулевое положение и осмотреть генератор. При отсутствии признаков повреждения нужно освободить ручную механическую защелку реле заземления и вернуть его, таким образом, в рабочее состояние и снова, соблюдая осторожность, привести тепловоз в движение. В случае повторного срабатывания реле заземления необходимо выяснить причину и устранить неисправность.

Если поврежден генератор, следует остановить дизель и продолжать движение на другой секции. При этом должны быть выключены отключатели ОМ1-6, ОМ2-3, ОМ4-5, УП, АВ, кнопка «Топливный насос» и др. на поврежденной секции. То же должно быть сделано в случае неисправности дизеля, возбудителя или других устройств, не допускающих работу данной секции.

При повреждении одного из тяговых двигателей можно отключить цепь, в которую входит этот двигатель, и продолжать движение на остальных четырех электродвигателях. Для этого нужно разомкнуть соответствующий отключатель ОМ, при этом разрывается цепь катушки контактора данной цепи двигателей (П1, П2 или ПЗ) и шунтируются блок-контакты этого контактора в цепи катушки КВ (чтобы контактор КВ мог включиться). Одновременно вводится дополнительное сопротивление СВВ в цепь обмотки независимого возбуждения возбудителя, чтобы уменьшить мощность генератора. Последняя должна снизиться приблизительно на одну треть, чтобы каждый из работающих двигателей был нагружен примерно так же, как двигатели 2-й секции. Отключать поврежденные электродвигатели нужно при остановленном тепловозе на нулевом положении рукоятки контроллера. Отключатель АВ при работе с неполным числом двигателей обязательно должен быть разомкнут,

иначе узел АРМ будет стремиться увеличить мощность генератора. В остальных схемах действует так же, как при работе всех электродвигателей.

В случае неисправности тахогенератора *Т1* или вентиля *ВС1* нужно разомкнуть отключатель *АВ*; при этом цепь узла АРМ разрывается контактами *РУ1*. Ток в обмотке независимого возбуждения возбuditеля несколько увеличивается, чтобы компенсировать отключение регулирующей обмотки *РВ*. Схема при отключенном узле АРМ работает, как обычно, но мощность, реализуемая генератором, изменяется в более широких пределах в зависимости от тока нагрузки, температуры обмоток и т. д. Узел регулирования пускового тока продолжает действовать нормально.

Если устранить заземление в силовой цепи в пути не удалось, а генератор и электродвигатели не повреждены, допускается движение до депо при разомкнутом отключателе *ВРЗ*. Нужно лишь соблюдать осторожность при трогании поезда и внимательно следить за режимом работы генератора, не допуская больших токов, так как, разомкнув отключатель *ВРЗ*, мы снимаем обе защиты от перегрузки: выключаются реле заземления и узел регулирования пускового тока *АРТ*.

Уменьшение давления масла в системе дизеля ниже  $1,2 \text{ кг/см}^2$  приводит к отключению реле *РДМ2*, контакты которого размыкают цепь катушки *КВ* (если рукоятка контроллера находится на 9—16-м положениях). С дизеля снимается нагрузка, но он продолжает работать на холостом ходу и силовая цепь остается замкнутой. Когда давление масла становится менее  $0,5\text{—}0,6 \text{ кг/см}^2$  срабатывает реле *РДМ1*, контакты которого разрывают цепь катушки блокировочного электромагнита *БМ* регулятора числа оборотов дизеля; при этом подача топлива в цилиндры прекращается и дизель останавливается. Если электромагнит *БМ* выключился на 2-й секции, то на пульте управления 1-й секции гаснет зеленая сигнальная лампа, получавшая питание от контактов *БМ* электромагнита 2-й секции по цепи: провод 667, провод 13, межтепловозное соединение, провод 14 1-й секции, провода 128, 129, сигнальная лампа *Л1*, провода 130, 186, общий минус. Перед повторным пуском дизеля необходимо выяснить причину неисправности и устранить ее.

При выключении из работы одного цилиндра дизель может работать на остальных цилиндрах. Узел автоматического регулирования мощности (АРМ), если он правильно настроен, уменьшит мощность, потребляемую генератором, в соответствии с пониженной мощностью дизеля. Никакой перестройки схемы в этом случае не требуется.

Если температура охлаждающей воды дизеля превысит  $85^\circ$ , контакты температурного реле *АРТ* замкнут цепь катушки реле *РУ6*: блок-контакты реверсора, провода 422, 247, 336, контакты реле *АРТ*, провода 337, 259, 749, катушка реле *РУ6*, провод 688, минусовая клемма. Контакты 430—747 реле *РУ6* разрывают цепь катушки контактора *КВ*, который отключается, размыкая цепь возбуждения генератора и, следовательно, снимая нагрузку с дизеля. Контакты 431—751 реле *РУ6* замыкают цепь катушки *РУ6*, шунтируя контакты *АРТ*. Поэтому снижение температуры воды и размыкание контактов *АРТ* не приводит к включению контактора *КВ*. Чтобы продолжать движение, нужно вывести рукоятку контроллера в нулевое положение (тогда катушка реле *РУ6* потеряет питание) и снова переместить ее в рабочее положение, при этом схема будет работать нормально. Сделано это для того, чтобы нагрузка не могла включиться при высоком числе оборотов вала дизеля, что привело бы к большому толчку тока и силы тяги тепловоза.

В случае «пробоя» газов в картер дизеля замыкаются контакты *КДМ* дифференциального манометра и создается цепь питания катушки реле *РУ7*: палец контроллера, провода 709, 251, 720, контакты *КДМ*, провод 721, катушка *РУ7*, провод 714, минусовой зажим. Контакты 723—291 реле *РУ7* разрывают цепь катушки электромагнита *БМ*, и дизель останавливается. Контакты 718, 719 реле *РУ7* замыкают цепь катушки *РУ7*, шунтируя контакты *КДМ*. Поэтому блокировочный магнит *БМ* не может включиться даже после снижения давления газов в картере.

**Исполнительная схема вспомогательных цепей** (см. рис. 190). На этой схеме показаны те вспомогательные цепи, которые непосредственно не связаны с работой силовой установки и управлением тепловозом. Лампы освещения высоковольтной камеры кабины машиниста и дизельного помещения питаются непосредственно от аккумуляторной батареи, минуя ее выключатель *ВВ* и другие аппараты. От положительного зажима батареи ток течет по проводам *53*, *501*, по предохранителю *106* и далее по проводам *502*, *503*, *604*, *507* и *508* к выключателям *12*. Провод *504* подводит ток к лампе в кабине машиниста, провод *509* — к шести лампам и двум штепсельным розеткам дизельного помещения, провод *605* — к лампам высоковольтной камеры. Затем ток по проводам *506* и *520* подходит к предохранителю *106* на *15 а* и по проводам *534* и *82* возвращается к отрицательному зажиму батареи.

От зажима *5/5* по проводу *535* получает питание через кнопку *21* провод *541*, предохранитель на *15 а*, сопротивление *СПР*, лампа прожектора *14*, который при этом светит тускло; при включении кнопки *22* часть сопротивления *СПР* шунтируется и прожектор светит ярко. При нажатии кнопки *24* включается электродвигатель *4* калорифера, служащего для обогрева кабины машиниста, с помощью кнопки *23* загорается лампа освещения приборов. От зажима *5/5* получают также питание электродвигатели *5* и *6* вентиляторов в кабине машиниста по цепи: провода *535*, *536*, предохранитель *115*, провод *525* через добавочные сопротивления *СВ* и выключатель *12*.

Цепи управления и вспомогательные цепи, описанные выше, могут получать питание от внешнего источника (находящегося вне тепловоза). Для этой цели предусмотрена розетка *РВИ*, которая проводом *338* соединена с зажимом *3/6* (см. рис. 189) и проводом *339* с общим минусом (зажим *1/10-16*).

От провода *556*, соединенного проводом *100* с аккумуляторной батареей, через предохранители на щитке *112* и выключатели *12* получают питание лампы бокового освещения, лампы передних и задних буферных фонарей и подкузовного освещения. От зажима *3/6* подводится питание к лампе освещения холодильника и электродвигателю *2* вентилятора кузова.

В электрическую схему тепловоза ТЭЗ в различное время вносились многочисленные изменения. Отметим некоторые наиболее существенные отличия схемы ранее выпущенных тепловозов от описанной схемы.

На первых тепловозах ТЭЗ не допускалась длительная работа дизеля при мощности *2 000 л. с.*, поэтому на них был установлен клапан *ВП5*, с помощью которого переставлялся упор реек топливных насосов. На *15-м* положении рукоятки контроллера при скорости вращения вала *850 об/мин* упор реек устанавливался в положении, соответствующем мощности *1 800 л. с.* На *16-м* положении контроллера включался клапан *ВП5*, который переставлял упор реек так, чтобы мощность дизеля составляла *2 000 л. с.* при том же числе оборотов вала. Одновременно замыкались секции сопротивлений в цепях шунтовой обмотки и обмотки независимого возбуждения возбuditеля, чтобы повысить мощность, потребляемую генератором.

Отсутствовали на первых тепловозах реле *РУ4*, маслопрокачивающий насос *МН* и аппараты управления им, аппараты защиты от превышения допустимой температуры воды и «пробоя» газов в картер. В связи с этим были другими число, назначение и тип реле управления.

Ранее в схеме предусматривались две ступени плавного пуска, для чего использовались реле *РУ7* и *РУ8*, замыкавшие двумя ступенями секции сопротивления в цепи обмотки независимого возбуждения возбuditеля. В дальнейшем была оставлена одна ступень, а реле *РУ7* включено в цепь защиты от «пробоя» газов в картер дизеля.

**Регулятор мощности системы ЦНИИ.** Для тепловозов ТЭЗ во Всесоюзном научно-исследовательском институте ж.-д. транспорта (ЦНИИ) разработана конструкция регулятора мощности с принудительной вибрацией контактов, приведенная на рис. 191, *а*. Регулятор может быть установлен на тепловозе взамен тахометрического узла *АРМ* и имеет то же назначение.



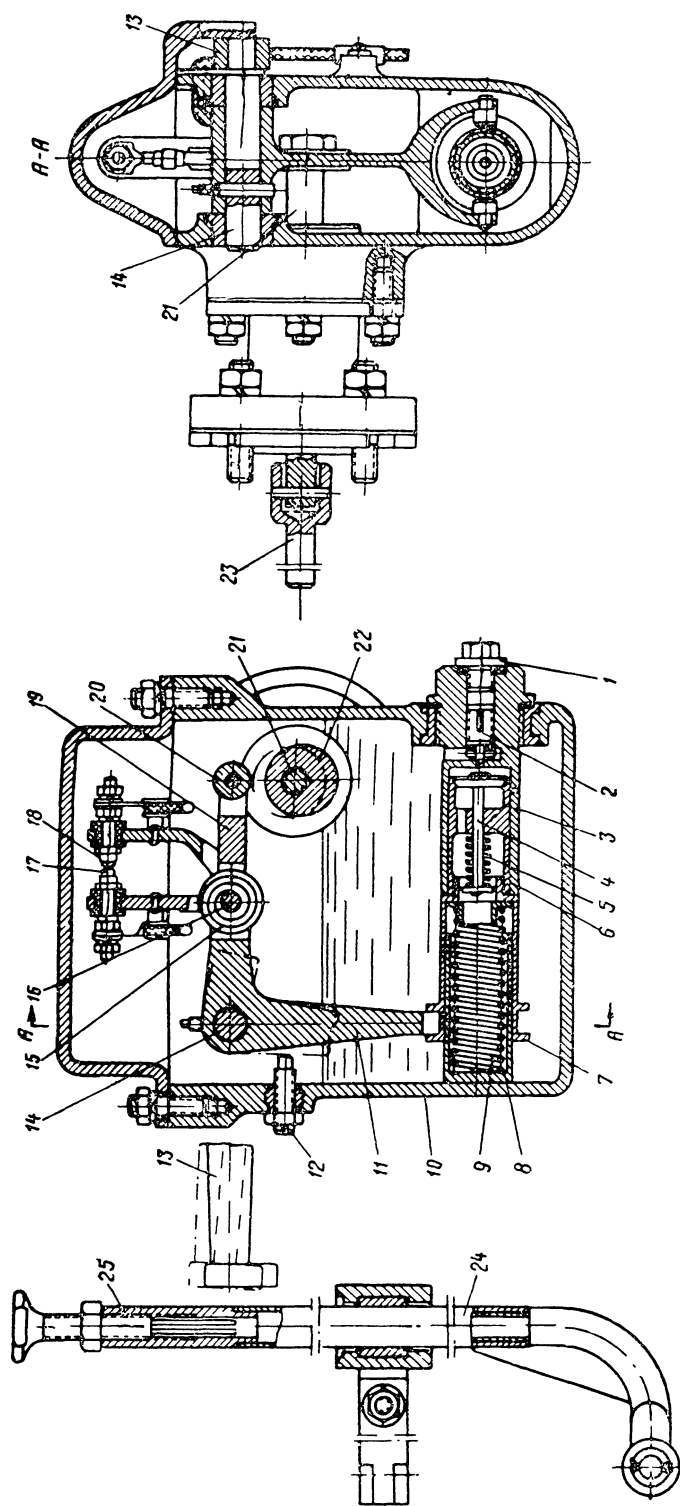


Рис. 191а. Устройство регулятора мощности ЦНИИ:

1 — пробка; 2 — игла; 3 — плунжер; 4 — клапан; 5, 9, 15 — пружины; 6 — цилиндр; 7 — направляющая плунжера; 8 — стакан; 10 — корпус; 11, 13, 19 — рычаги; 12 — винт регулировочный; 14, 16 — ось; 17 — подвижный контакт; 18 — неподвижный контакт; 20 — ролик; 21 — валик эксцентрика; 22 — эксцентрик; 23 — валик приводной; 24 — штанга; 25 — толкатель

Регулятор имеет два контакта. Контакт 18, который условно называется неподвижным, укреплен на фигурном рычаге 11. Рычаг закреплен с помощью конического штифта на оси 14, которая может поворачиваться в подшипниках, установленных в стенках алюминиевого литого корпуса 10. К этой же оси снаружи корпуса приварен рычаг 13.

Подвижной контакт 17 укреплен на рычаге 19. Рычаг 19 может поворачиваться относительно оси 16, впрысванной в рычаг 11. Спиральная ленточная пружина 15, закрепленная одним концом на оси 16 и другим на рычаге 19, стремится замкнуть контакты 17 и 18. На горизонтальном конце рычага 19 установлен ролик 20.

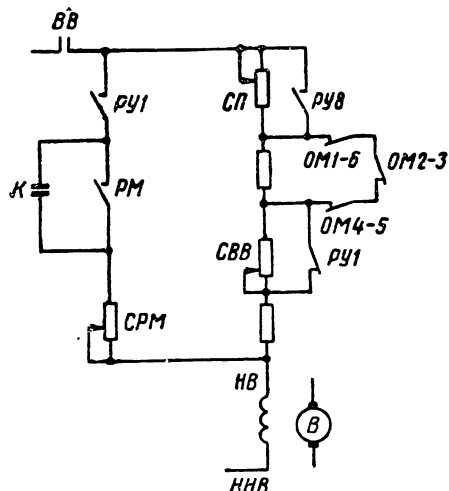


Рис. 1916. Схема включения регулятора мощности ЦНИИ:

РМ — контакты регулятора; ВВ — контактор; РУ1-РУ8 — реле управления; К — конденсатор; СРМ, СВВ, СП — сопротивления; ОМ1-6, ОМ2-3, ОМ4-5 — отключатели тяговых электродвигателей; В — возбуждатель; НВ-ННВ — обмотка возбуждения

Приводной валик 23, соединяемый механически с валом топливных насосов, передает вращение валику 21, на котором насажен эксцентрик 22.

В нижней части корпуса расположен масляный демпфер. Плунжер 3 демпфера соединен с направляющей 7, которая в свою очередь связана с рычагом 11. В плунжере 3 расположен клапан 4, который пружиной 5 прижимается к седлу плунжера. Плунжер может скользить внутри цилиндра 6, в правом конце которого имеется отверстие, прикрываемое иглой 2, и пробка 1.

Рычаги 11 и 13 поворачиваются при перемещении штока регулятора дизеля посредством штанги 24 и ввернутого в него толкателя 25. При движении штока регулятора в сторону увеличения подачи топлива толкатель соприкасается с пяткой рычага 13, после того как рейки топливных насосов достигают положения упора, соответствующего максимальной подаче топлива. Для поворота рычагов 11 и 13 используется дальнейший, оставшийся неиспользованным для перемещения реек ход штока («свободный» ход).

Схема включения контактов регулятора мощности приведена на рис. 1916. Контакты РМ регулятора мощности, соединенные последовательно с сопротивлением СРМ, включены параллельно добавочным сопротивлениям в цепи обмотки НВ-ННВ независимого возбуждения возбуждателя В. Так же, как цепь тахометрического узла АРМ, цепь контактов РВ включается контактами РУ1 только при 16-м положении рукоятки контроллера машиниста, на остальных положениях регулятор мощности не действует. При замкнутых контактах РУ1 и РМ ток в обмотке НВ-ННВ равен сумме токов, протекающих в сопротивлениях СВВ и СРМ. Эта величина тока является наибольшей, которая может потребоваться для получения максимальной мощности генератора (1 300 квт) при нагретых обмотках возбуждения генератора и возбуждателя. При разомкнутых контактах РМ ток в обмотке возбуждателя уменьшается до величины тока, протекающего через сопротивления СВВ. Ток при этом является минимально возможным, он должен быть на 25% меньше максимального тока.

Принцип действия регулятора мощности заключается в следующем.

Когда генератор не нагружает дизель полностью, регулятор дизеля устанавливает подачу топлива в соответствии с нагрузкой генератора. Толкатель 25 (рис. 191а) не соприкасается с рычагом 13. Направляющая 7 под действием пружины 9 упирается в цилиндр 3. Контакты 17 и 18 замкнуты усилием пружины 15. Ролик 20 находится в самом верхнем положении, при котором эксцентрик 22 при вращении не соприкасается с роликом. Таким образом, пока

дизель не догружен, в обмотке возбуждителя, а следовательно, и в обмотке возбуждения генератора протекает наибольший возможный ток. Если мощность генератора становится больше свободной мощности дизеля (например, при включении компрессора или вентилятора холодильника), скорость вращения вала дизеля снижается, регулятор дизеля увеличивает подачу топлива и в том случае, когда мощность генератора больше, чем свободная мощность дизеля при полной подаче топлива, т. е. когда дизель перегружается, шток регулятора перемещается дальше, толкатель 25 поворачивает рычаги 11 и 13 по часовой стрелке. Ролик 20 опускается и эксцентрик на некоторой части каждого оборота поднимает его и размыкает контакты *РМ*. Следовательно, цепь сопротивления *СРМ* периодически замыкается и размыкается, ток возбуждения и напряжение возбуждителя пульсируют, увеличиваясь при замыкании и уменьшаясь при размыкании контактов. Вследствие большой индуктивности обмотки возбуждения генератора пульсации тока возбуждения незначительны, а средняя за оборот эксцентрика величина тока является промежуточной между максимальной и минимальной величиной. Чем больше часть оборота, в течение которой контакты разомкнуты, т. е. больше отношение времени разомкнутого состояния к времени оборота эксцентрика, тем меньше ток возбуждения генератора. Следовательно, при плавном повороте рычагов 11 и 13 по часовой стрелке ток возбуждения генератора плавно уменьшается. Когда рычаги занимают положение, при котором контакты остаются постоянно разомкнутыми, ток возбуждения генератора является наименьшим (для заданного тока его нагрузки). Когда нагрузка дизеля уменьшается, рычаги 11 и 13 поворачиваются в обратную сторону, относительное время разомкнутого состояния уменьшается и ток возбуждения растет.

Индуктивность обмотки возбуждения вызывает значительное отставание изменения тока возбуждения во времени от изменения положения штока. В результате при повороте рычага 13 по часовой стрелке в тот момент, когда положение рычага соответствует току возбуждения, необходимому для равновесия дизеля и генератора, ток еще не успевает измениться до нужной величины, следовательно, шток регулятора движется дальше. Когда же ток уменьшится до равновесной величины, шток переходит требуемое положение. Ток продолжает уменьшаться, дизель разгружается, что вызывает обратное движение штока. Так возникают незатухающие колебания регулятора. Для их устранения служит демпфер, который задерживает поворот рычагов против часовой стрелки. Скорость движения плунжера 3 определяется скоростью протекания масла через отверстие между иглой 2 и цилиндром 6. Если плунжер движется быстрее, чем заполняется маслом полость цилиндра 6, то в последнем образуется разрежение и сила атмосферного давления, действующая через масло на плунжер 3 слева, прижмет его к маслу. При движении плунжера 3 вправо под давлением масла в цилиндре клапан 4 открывает отверстие, и давления с обеих сторон плунжера почти уравниваются. Для надежной работы регулятора очень важно правильно установить иглу 2. При слишком большом отверстии возможно возникновение незатухающих колебаний, в особенности при нагретом масле, когда его вязкость понижается. При слишком малом отверстии возможно прекращение работы регулятора вследствие засорения масла или увеличения его вязкости в холодном состоянии.

Указания по настройке и монтажу регулятора приведены в инструкции ЦНИИ МПС по установке и регулировке регулятора мощности.

## ГЛАВА VIII

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

#### ТЯГОВЫЙ ГЕНЕРАТОР

Тяговый генератор типа МПТ 99/47А (рис. 192), установленный на тепловозе ТЭЗ, представляет собой некомпенсированную восьмиполюсную машину постоянного тока с независимым возбуждением от возбуждителя и самовенти-

ляцией. Генератор имеет закрытое (но не герметически плотное) исполнение. Воздух для охлаждения генератора поступает через специальный патрубок. На тепловозах первых выпусков патрубок выведен на крышу и защищен от

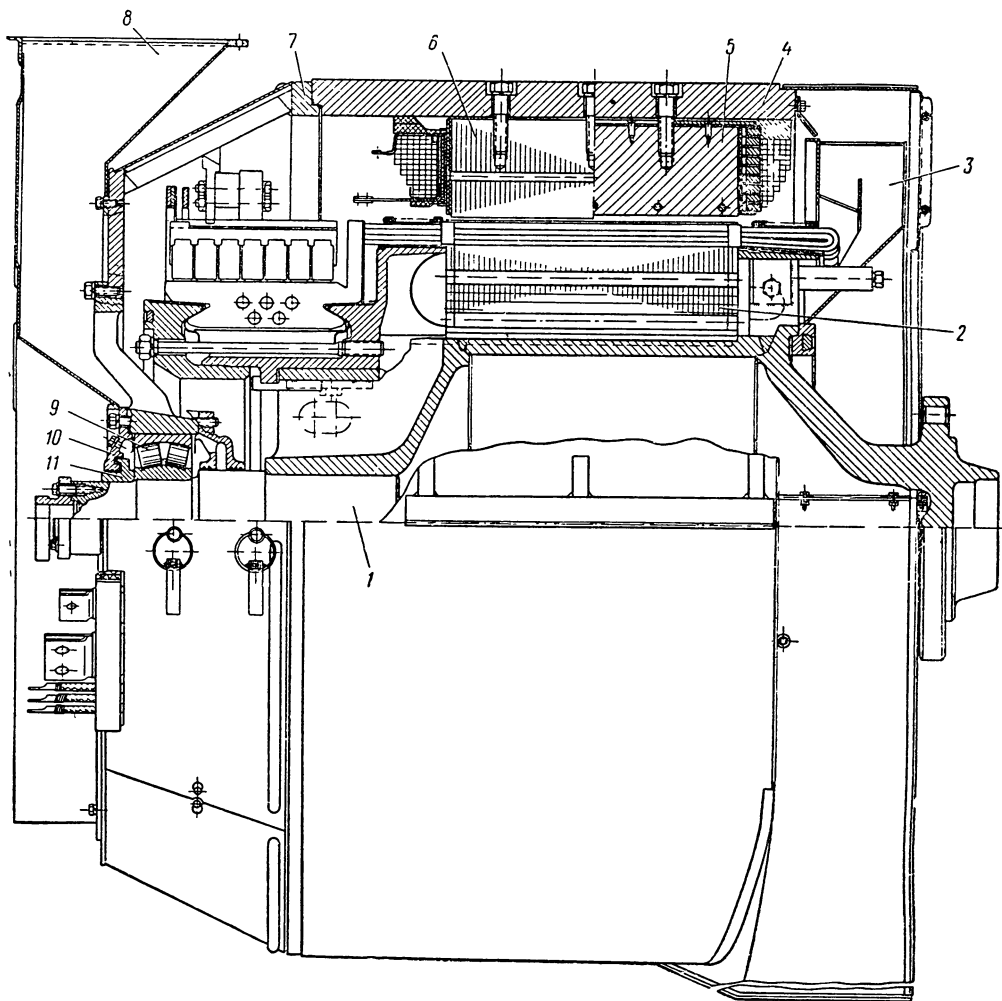


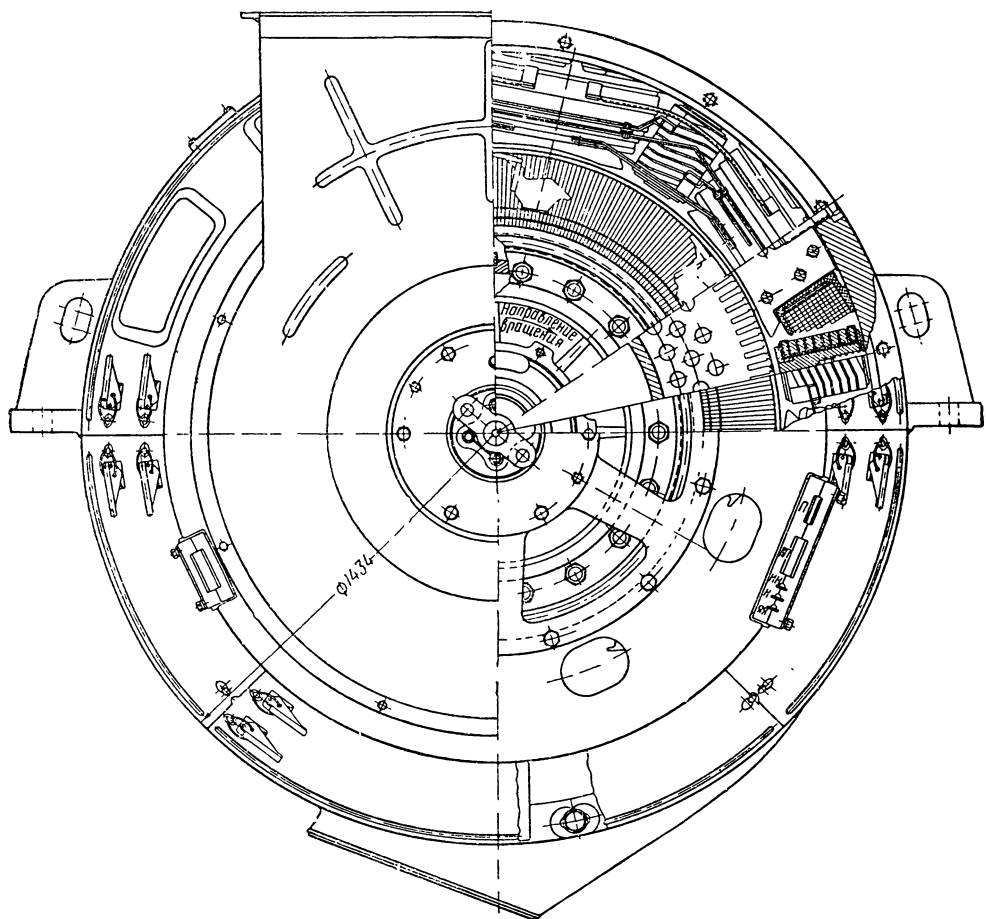
Рис. 192. Генератор

1 — вал; 2 — якорь; 3 — вентиляторное колесо; 4 — станина; 5 — дополнительный полюс; 6 — главный 11 — кольцо

осадков зонтом. Однако при движении тепловоза выпускные газы дизеля передней секции частично засасываются в вентиляционный патрубок генератора. Отработавшие газы дизеля могут содержать распыленное несгоревшее топливо, которое, попадая в генератор, загрязняет его, разрушает изоляцию и создает на внутренних поверхностях маслянистую пленку. К пленке прилипает угольная пыль, получающаяся при износе щеток, в результате чего образуются проводящие мостики и создаются благоприятные условия для перекрытия на корпус.

Поэтому начиная с 1958 г. был принят забор воздуха из кузова тепловоза. Однако и в этом случае происходит значительное загрязнение генератора маслом и дизельным топливом, отчего в первую очередь ухудшается работа коллектора — замасливаются дорожки между пластинами, в них скапливается угольная пыль, которая образует перемычки. По этим перемычкам происходят замыкания, приводящие к местному выгоранию коллекторного миканита и ведущие иногда к образованию кругового огня и перебросу дуги на корпус.

Для устранения всех этих явлений с 1962—1963 гг. принята двойная система забора воздуха для охлаждения генератора: в летнее время воздух поступает снаружи тепловоза через окна в боковых стенках кузова, а в осенне-зимний период, когда извне с воздухом неизбежно попадание воды и снега в генератор, воздух забирается из кузова через окно в воздуховоде, снабжен-



типа МПТ 99/47А:

полюс; 7—щит подшипниковый; 8—входной патрубок; 9—подшипник; 10—крышка подшипника; упорное

ное сетчатым фильтром, задерживающим мелкие частицы масла и дизельного топлива, взвешенные в воздухе внутри кузова. Фильтр необходимо периодически промывать бензином и протирать насухо.

На тепловозах, выпущенных в период 1958—1962 гг., воздух для охлаждения генератора забирается только из кузова, поэтому на заборном патрубке всегда должен находиться сетчатый фильтр для очистки воздуха.

В эксплуатации необходимо тщательно следить за чистотой коллектора, возможно чаще прочищать межламельные дорожки волосяной щеткой. Следует помнить, что тряпки или концы не удаляют угольную пыль и масло из дорожек. Также нельзя очищать дорожки ножом или другими твердыми инструментами, так как это приводит к порче миканитовых прокладок.

Нагретый воздух из генератора выбрасывается через улитку вентилятора под раму тепловоза. В зимнее время часть этого воздуха через специальные лючки с откидными крышками, имеющиеся на улитке, может подаваться в кузов для его обогрева.

Якорь генератора вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны коллектора, соответственно направлению вращения вала дизеля.

По конструкции генератор типа МПТ 99/47А значительно отличается от обычных стационарных машин постоянного тока, что определяется необходимостью вписывания его в ограниченный габарит при установке на тепловозе, условиями сочленения с дизелем, широким диапазоном изменения тока и напряжения и т. д.

Жесткие ограничения по габариту и весу генератора обуславливают применение в нем высококачественных теплостойких изоляционных материалов, допускающих работу при высоких температурах обмоток и сердечников.

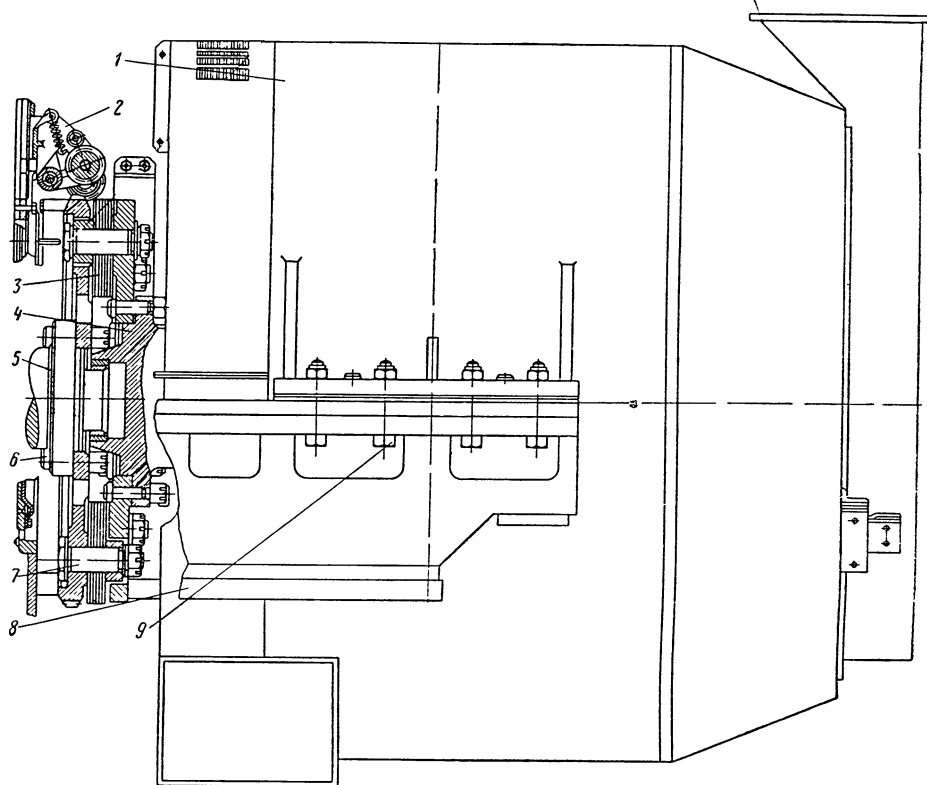


Рис. 193. Соединение генератора с дизелем:

1 — генератор; 2 — валоповоротный механизм; 3 — муфта; 4 — вал генератора; 5 — коленчатый вал; 6 и 7 — болты муфты; 8 — рама дизеля; 9 — болт крепления генератора

Станина генератора устанавливается лапами непосредственно на поддизельную раму. Вал якоря опирается на самоустанавливающийся роликовый подшипник, смонтированный в щите со стороны коллектора; второй конец вала имеет фланец, который центрируется своим буртиком в дисках соединительной муфты и скрепляется с ними восемью болтами, точно пригнанными под развертку к отверстиям во фланце вала и дисках муфты (рис. 193).

Станина генератора имеет цилиндрическую форму и изготовлена из листовой стали марки Ст. 3. Она снабжена двумя лапами для крепления к раме, в каждой из которых имеется четыре проходных отверстия диаметром 32 мм для крепящих болтов и два отверстия с резьбой М16 для отжимных болтов, с помощью которых поднимают станину при разборке агрегата.

Со стороны дизеля на станине укреплен легкий сварной щит, образующий улитку вентилятора с выходным патрубком в нижней части. С противоположной стороны к торцу станины болтами прикреплен подшипниковый щит. По окружности станины равномерно расположены восемь групп отверстий (по три в группе) для крепления главных полюсов и столько же групп отверстий



(по два в группе), выполненных между первыми, для крепления дополнительных полюсов. Как главные, так и дополнительные полюсы прикрепляются к станине болтами с резьбой М24, предохраняемыми от самоотвинчивания пружинными шайбами.

**Главные полюсы.** Сердечники главных полюсов собраны из листов малоуглеродистой стали марки Ст. 2 толщиной 2 мм. Листы спрессованы под большим давлением и стянуты стальными заклепками. На главных полюсах размещены катушки обмотки независимого возбуждения и пусковой обмотки (рис. 194). Катушки намотаны на стальные каркасы и вместе с ними надеты на сердечники. Каркас 1 выполнен из листовой стали толщиной 1 мм по форме сердечника и имеет отогнутые борта, удерживающие рамки 4 и 5, изготовленные из высокопрочной теплостойкой пластмассы. Непосредственно на каркас

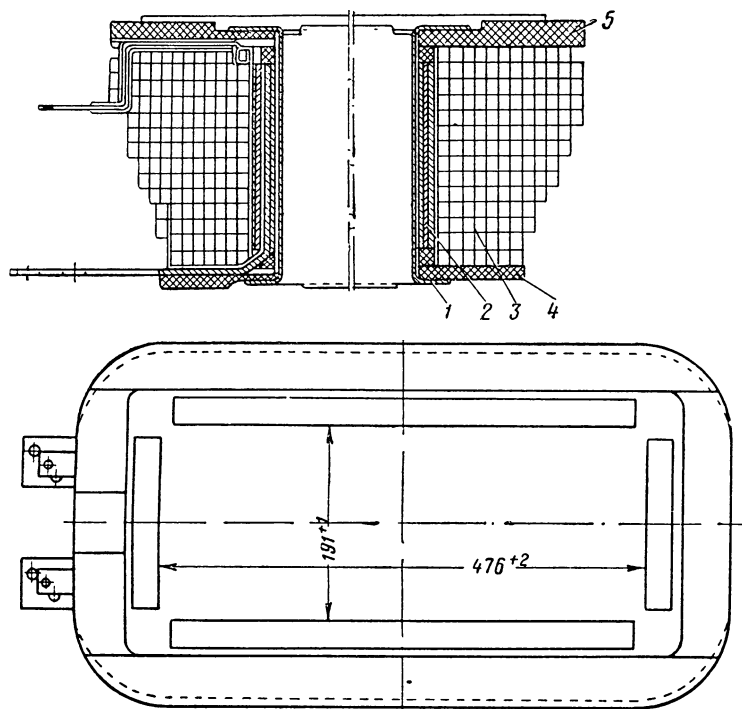


Рис. 194. Катушка главного полюса генератора:  
1 — каркас; 2 — пусковая обмотка; 3 — обмотка независимого возбуждения; 4 и 5 — рамки

наложена изоляция, состоящая из четырех слоев гибкого стекломиканита марки С2ГФК толщиной 0,4 мм на теплостойком кремнийорганическом лаке и одного слоя стеклолакоткани ЛСК-7 толщиной 0,15 мм. На изоляцию намотана пусковая обмотка 2. Между витками ее проложен гибкий стекломиканит марки С2ГФК.

Между торцами пусковой обмотки и бортами каркаса проложены стеклотекстолитовые планки. В генераторах последних выпусков эти планки заменены выступами на пластмассовых рамках.

Поверх пусковой обмотки наложена обмотка независимого возбуждения 3, выполненная из провода со стекловолоконистой изоляцией. В процессе намотки каждый слой промазывается кремнийорганическим лаком; готовая катушка также покрывается кремнийорганической эмалью или лаком и запекается. Изоляция катушки изготовлена из стеклослюдяных материалов с применением кремнийорганических лаков и может длительно выдерживать высокие температуры (до +200°).

Выводы обмоток возбуждения припаяны тугоплавким припоем. Для упрощения межполюсных соединений катушки пусковой обмотки и обмотки не-

зависимого возбуждения (все они намотаны в одном направлении) выполняют-ся двух видов — с открытыми и перекрещенными выводами. На генераторе установлено по четыре катушки каждого вида, чередующихся соответственно полярности главных полюсов.

Генераторы типа МПТ 99/47А, как указано выше, некомпенсированные, т. е. не имеют на полюсах компенсационной обмотки. До 1958 г. на тепловозах ТЭЗ устанавливали генераторы типа МПТ 99/47, имеющие компенсационную обмотку, которая размещалась в пазах наконечников главных полюсов. Компенсационная обмотка имеет четыре витка на полюс и выполнена из массивных медных стержней, изолированных микафолиевыми гильзами. Стержни по торцам соединены дугами из ленточной меди.

Катушки обмотки независимого возбуждения, а также пусковой обмотки соединены последовательно. Компенсационная обмотка генераторов типа МПТ 99/47 имеет две параллельные цепи и включена последовательно с обмоткой дополнительных полюсов.

Воздушный зазор под главным полюсом равен 4 мм.

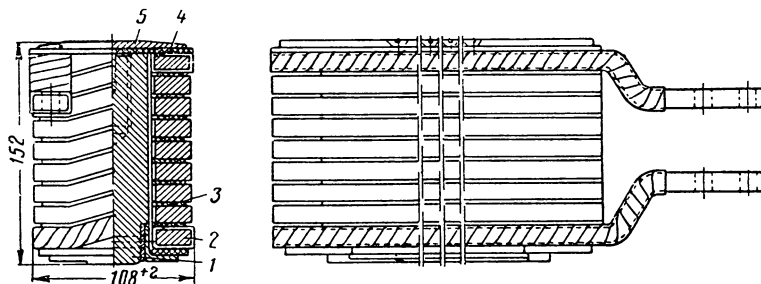


Рис. 195. Дополнительный полюс генератора:

1 — сердечник; 2 — катушка; 3 — прокладки между витками; 4 — прокладка; 5 — стальная накладка

Введение некомпенсированных генераторов типа МПТ 99/47А взамен компенсированных типа МПТ 99/47 было вызвано тем, что компенсационная обмотка при загрязнении и увлажнении генератора является наиболее уязвимым местом. Кроме того, она значительно усложняет выемку и разборку полюсов.

В настоящее время все компенсированные генераторы переделываются на некомпенсированные при заводском ремонте тепловозов первых выпусков.

**Дополнительные полюсы.** Сердечники дополнительных полюсов изготовлены из стали марки Ст. 3. Для обеспечения правильной формы коммутирующего магнитного поля они сужены в части, обращенной к якору (рис. 195); внизу к сердечнику приклепаны немагнитные, латунные или дюралюминиевые угольники, служащие для крепления катушек. Сердечник 1 полюса изолирован от катушки четырьмя слоями формовочного миканита толщиной 0,3 мм и двумя слоями стеклоткани толщиной 0,27 мм. Катушка 2 полюса состоит из девяти витков. Крайние витки изолированы двумя слоями микаленты ЛФЧ11 толщиной 0,17 мм и одним слоем стеклоленты; средние имеют только эмалевое покрытие. Между витками уложены гетинаксовые прокладки 3 толщиной 2 мм, закрепленные стеклочулком. Катушка зажата на сердечнике при помощи стальной накладки 5, привинченной к нему со стороны, обращенной к станине. Между накладкой и полюсом помещена гетинаксовая прокладка 4 толщиной 3 мм, которая служит для изоляции катушки и создания немагнитного промежутка между станиной и полюсом.

Обмотка дополнительных полюсов соединена в две параллельные цепи. В генераторе типа МПТ 99/47 параллельные цепи обмотки дополнительных полюсов и компенсационной обмотки включены так, что в одной ветви ток обходит магнитную систему по часовой стрелке и в другой — против часовой стрелки; образуется, таким образом, бифиляр, что исключает продольное намагничивание вала и возникновение подшипниковых токов. Изоляция дополнительных полюсов и компенсационной обмотки — класса В.

**Якорь.** Якорь генератора (рис. 196) собран на бочкообразном сварно-литом остова 2, состоящем из двух литых фланцев и гнутой сварной цилиндрической обечайки. С одной стороны остов имеет цельнолитой фланец для присоединения к дизелю, с другой — в него запрессован короткий вал 1, на котором размещается опорный роликоподшипник. Остов имеет со стороны конца вала цилиндрический прилив, на который насажен коллектор 5.

Со стороны, противоположной коллектору, к остова приварен задний обмоткодержатель.

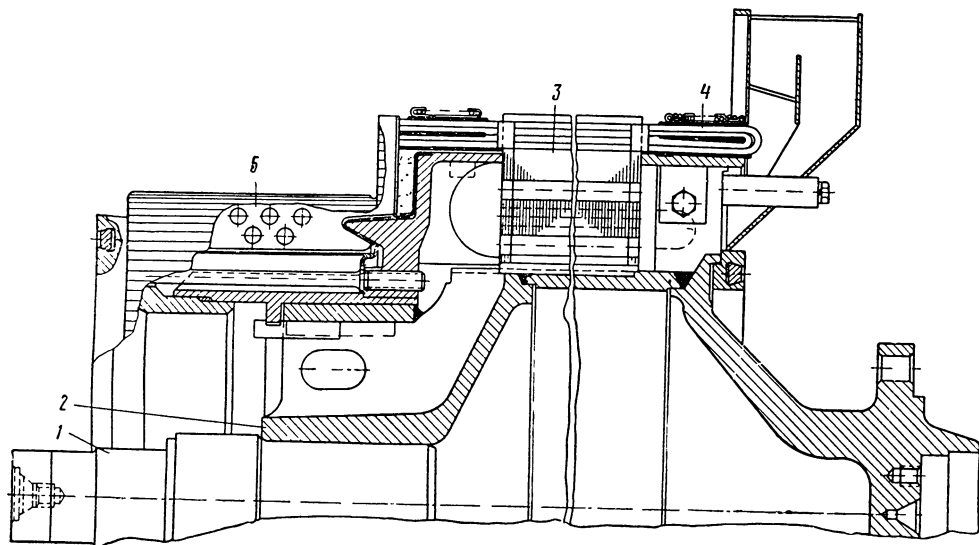


Рис. 196. Якорь генератора:  
1 — вал; 2 — остов; 3 — сердечник; 4 — обмотка; 5 — коллектор

Листы сердечника 3 якоря нашитованы на цилиндрическую часть остова, спрессованы под большим давлением и удерживаются корпусом коллектора, который в свою очередь закреплен приваренными скобами.

У генераторов, выпускавшихся до 1962 г., якорь собран на кованом валу, на который насажен сварной остов в виде звезды из ребер, соединенных кольцами и распорками. Однако после длительной эксплуатации на таких якорях ослаблялась посадка сердечника, шитованного на ребрах, и нарушалось его крепление. Поэтому на генераторах первых выпусков при заводском ремонте вал со звездой выпрессовывают, а сердечник и коллектор насаживают на цилиндрический остов.

Сердечник набран из листов электротехнической стали марки Э12 толщиной 0,5 мм. Листы изолированы друг от друга двухслойным лаковым покрытием, запеченным при высокой температуре. В теле сердечника расположены в три ряда 120 вентиляционных отверстий диаметром 25 мм. Число пазов для обмотки якоря равно 148.

**Коллектор** генератора (рис. 197) собран из 444 пластин твердотянутой меди трапецевидного профиля. Петушки, служащие для присоединения проводников обмотки якоря к пластинам, выполнены также из коллекторной меди, но большего сечения, и припаяны к пластинам твердым меднофосфористым припоем. Пластины изолированы друг от друга коллекторным миканитом марки КФ1 толщиной 1 мм, который выбран на глубину 1 мм от рабочей поверхности коллектора, чтобы избежать выступания миканитовых прокладок при износе коллектора.

Конструкция коллектора — арочного типа. Пластины имеют выточки в форме «ласточкина хвоста», в которые входят конусные части фланца корпуса 1 коллектора с одной стороны и нажимной шайбы 7 — с другой. Пластины изоли-

рованы от корпуса манжетами 2 и 6 толщиной 2,0 мм, изготовленными из формовочного миканита на глифталевом лаке, и миканитовым цилиндром 4. Выступающая часть манжеты предохраняется от повреждения бандажом 8 и покрывается, как и торцовые поверхности пластин, изоляционной эмалью ГФ92ГС.

Коллектор стянут 18 шпильками 5 с резьбой М24, которые изготовлены из стали марки 45 и термически обработаны для достижения высокой прочности и вязкости металла. Коллектор обтачивают и шлифуют после сборки с якорем.

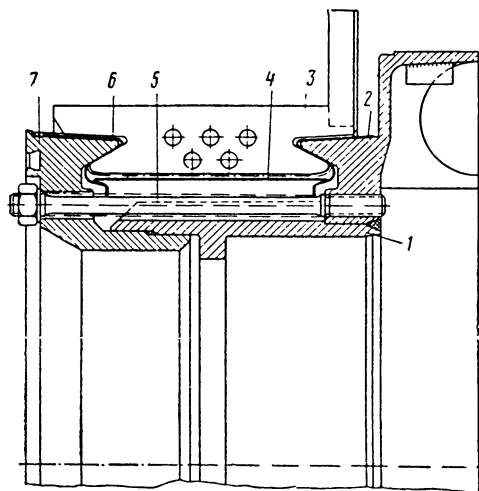


Рис. 197. Коллектор генератора (новой конструкции):

1 — корпус; 2 и 6 — манжеты; 3 — пластина; 4 — цилиндр миканитовый; 5 — шпилька; 7 — конусная нажимная шайба

Для правильной работы щеточного аппарата центр окружности коллектора должен точно совпадать с осью вращения. После обточки коллектора на станке допускается биение поверхности не свыше 0,03 мм (по индикатору). Чтобы исключить деформацию коллектора в эксплуатации, его подвергают динамической формовке.

Эта операция заключается в том, что коллектор разгоняют до скорости вращения, превышающей максимальную эксплуатационную, и одновременно нагревают до высокой температуры. Под действием центробежных сил и нагрева все миканитовые прокладки и манжеты получают усадку. Такая операция повторяется несколько раз, и после каждого разгона подтягиваются болты.

Как можно видеть из рис. 197, пространство между пластинами и корпусом коллектора не сообщается с остальной полостью генератора, а стык корпуса и нажимной конусной шайбы хорошо уплотнен от проникновения влаги внутрь коллектора.

На генераторах, выпускавшихся до 1963 г., коллектор имел другую конструкцию (рис. 197а). В этих коллекторах иногда бывают неплотности как в

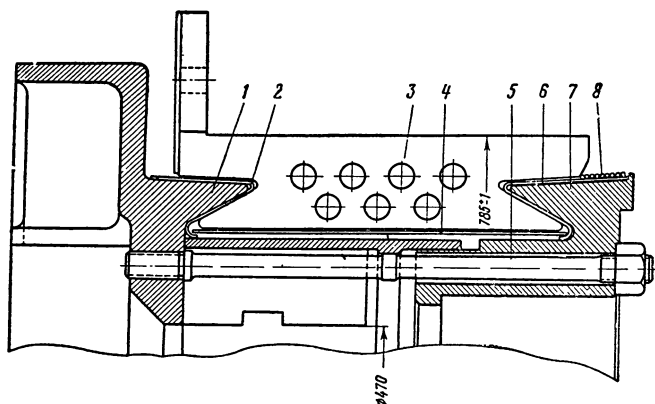


Рис. 197а. Коллектор генератора (старой конструкции):

1 — корпус; 2 и 6 — манжеты; 3 — пластина; 4 — цилиндр изоляционный; 5 — шпилька; 7 — конусная нажимная шайба; 8 — бандаж

сочленении конусной шайбы 7 с корпусом 1, так и в сварном соединении основания корпуса с цилиндром. Через эти неплотности внутрь коллектора может проникать масло, засасываемое в генератор с охлаждающим воздухом, а также избыток смазки, выдавливаемый из подшипника. Масло, попадая внутрь кол-

лктора, разрушает изоляцию, что приводит к выходу коллектора из строя.

Поэтому необходимо следить за чистотой генератора, не допускать переполнения подшипника смазкой. При каждой разборке генератора нужно промазывать стык конусной шайбы 7 и корпуса 1 густыми цинковыми белилами по всей окружности.

Обмотка якоря размещена в 148 пазах сердечника и состоит из 296 катушек. В каждом пазу расположены две верхние и две нижние стороны катушек.

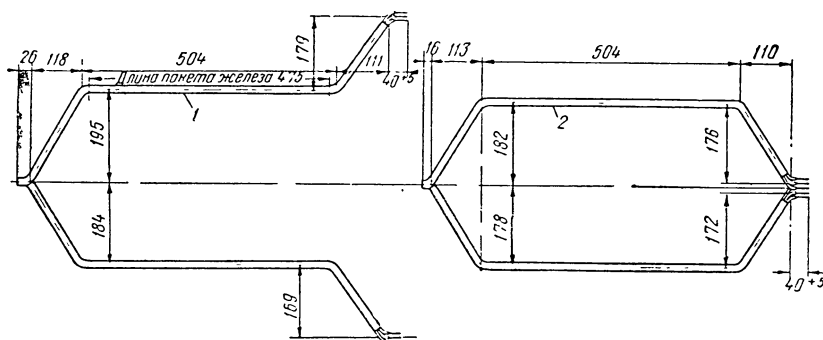


Рис. 198. Катушка якоря генератора:  
1 — волновая; 2 — петлевая

Обмотка якоря (рис. 198 и 199) двухходовая, выполнена по так называемой «лягушечьей» схеме, т. е. состоит по существу из двух одновременно и параллельно работающих обмоток — петлевой и волновой. При этом волновые и петлевые секции присоединены к одним и тем же петушкам коллектора; волновые секции, помимо основного назначения, выполняют роль уравнительных соединений для петлевых секций, следовательно, при лягушечьей обмотке не требуется специальных уравнителей. Шаг по коллектору петлевой обмотки 1—3, волновой 1—110; шаг по пазам для петлевой обмотки 1—19, для волновой 1—20.

В верхней части и на дне паза якоря (рис. 200) помещены стороны катушек волновой обмотки, а в средней части — петлевой обмотки. Каждая катушка

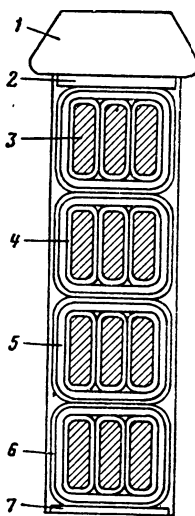


Рис. 200. Расположение обмотки в пазу якоря генератора:

1 — клин; 2 — прокладка; 3 — проводник; 4 — изоляция проводника; 5 и 6 — изоляция от корпуса; 7 — прокладка

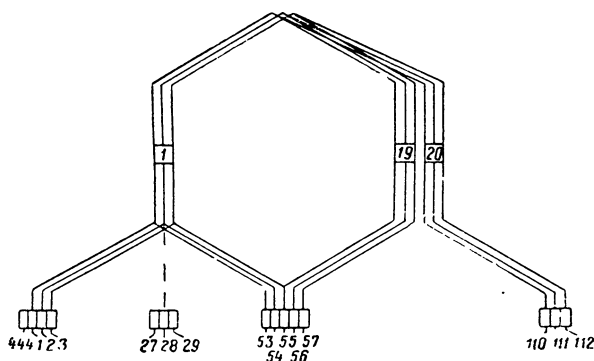


Рис. 199. Схема обмотки якоря генератора

состоит из трех элементарных одновитковых секций. Таким образом, в прорезе каждого петушка коллектора вплавляется четыре проводника, расположенных по вертикали, из которых два относятся к петлевым секциям и два к волновым. Каждый проводник 3 изолирован одним слоем микаленты 4 толщиной 0,08 мм.

Катушка в целом изолирована от корпуса микалентой 5 марки ЛФЧ-1 в пазовой части тремя слоями, а в лобовой — двумя. Для увеличения механической прочности изоляции поверх микаленты наложен один слой стеклоленты 6 толщиной 0,1 мм.

Катушки закреплены в пазах гетинаксовыми клиньями 1. Под клин уложена прокладка 2 из электрокартона толщиной 0,5 мм, защищающая изоляцию от повреждения при забивании клиньев, а на дно паза — миканитовая прокладка 7 толщиной 0,5 мм. Крайние листы сердечника выполнены с пазами, имеющими ширину на 2 мм и глубину на 1 мм большую, чем у нормальных пазов. За счет этого по краям сердечника в пазы установлены коробочки из гибкого миканита марки ГФС2 и электрокартона, предохраняющие от повреждения изоляцию катушки в месте выхода из паза, где она при укладке подвергается наибольшим усилиям и деформациям.

Крайние листы сердечника предварительно спрессовывают и запекают на глифтале-бакелитовом лаке, образуя монолитные пакеты, что предотвращает появление «веера» зубцов якоря. Лобовые части обмотки уложены на обмоткодержателях. Передний обмоткодержатель изготовлен заодно с корпусом коллектора.

Изоляция между обмоткодержателями и обмоткой выполнена из формовочного миканита толщиной 2 мм, укрепленного киперной лентой. Между слоями петлевых и волновых катушек в лобовых частях уложен гибкий миканит. Сверху лобовые части обмотки покрыты изоляцией, состоящей из одного слоя асбестовой ленты, двух слоев гибкого миканита толщиной 0,5 мм и двух слоев электрокартона толщиной 0,5 мм. Бандажи, удерживающие лобовые части обмотки при вращении, наложены на эту изоляцию и выполнены из стальной бандажной проволоки диаметром 2 мм, намотанной в два слоя. Бандаж со стороны коллектора состоит из 87 витков, с противоположной стороны — из 89 витков; он накладывается с предварительным натягом проволоки 120 кг для первого слоя и 100 кг для второго.

Концы секций впивают в петушки припоем ПОС-61; бандажей — припоем ПОС-40.

После укладки обмотки и наложения бандажей якорь сушат в печи, имеющей циркуляцию воздуха, при температуре 120—130° в течение 20 ч. Затем его охлаждают до температуры 60—70°, погружают в лак и пропитывают. После пропитки якорь вновь сушат при температуре 120—130°, пока сопротивление его изоляции не достигнет 2 Мом при 60° (но не менее 24 ч). Затем якорь покрывают серой изоляционной эмалью марки ГФ92ГС и вновь сушат в печи при температуре 130—140° не менее 6 ч до прекращения отлипа лаковой пленки.

С 1959 г. для пропитки якорей тяговых генераторов и электродвигателей используется светлый терморезистивный лак марки ФЛ-98. Он отличается от ранее применявшихся пропиточных лаков — асфальто-масляных (447 и 458) и глифталевых (ГФ95, 1154) тем, что при сушке лак затвердевает (полимеризуется) в толстом слое. В результате воздушные промежутки и щели в изоляции, а также между ней и металлом оказываются заполненными твердым, но достаточно эластичным лаковым веществом, что предотвращает проникновение влаги в изоляцию и снижение ее сопротивления.

При применении асфальто-масляных или глифталевых лаков после их высыхания растворитель, составляющий большую часть жидкого лака, улетучивается, и остается лишь тонкая лаковая пленка, не заполняющая все воздушные просветы и, следовательно, недостаточно предохраняющая изоляцию от увлажнения. Испытания по проверке влагостойкости изоляции показали, что сопротивление изоляции якорей, находившихся в гигростате в течение 20 суток при относительной влажности 95—98%, в случае пропитки их лаком ФЛ-98 в десятки раз выше, чем якорей, пропитанных асфальто-масляным лаком.

Кроме того, лак марки ФЛ-98 образует твердую глянцевитую пленку на поверхности и при двукратной пропитке якорь не требует покрытия эмалью. Он, как и другие терморезистивные лаки, сохраняет высокую цементирующую способность при нагреве, т. е. изоляция обмоток, пропитанная терморезистив-



ными лаками и высушенная, не «распухает» и не размягчается при рабочих температурах. Этим свойством не обладают черные асфальто-масляные лаки.

Основные данные обмоток генераторов приведены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Наименование обмотки	Число витков	Сопротив- ление при 15° в ом	Марка провода	Размер про- вода без изоляции в мм
Якорная . . . . .	444/8	0,00205	Голая медь	2,26×6,9

а) Некомпенсированные генераторы типа МПТ 99/47А

Независимого возбуждения (главные по- люсы) . . . . .	140	0,985	ПСД	4,7×6,9
Дополнительных полюсов . . . . .	9	0,0013	Голая медь	12,5×25
Пусковая . . . . .	3	0,0037	» »	1,95×90

б) Компенсированные генераторы типа МПТ 99/47

Независимого возбуждения (главные по- люсы) . . . . .	127	0,895	ПСД	4,7×6,9
Дополнительных полюсов . . . . .	5	0,00066	Голая медь	14×19,5
Пусковая . . . . .	3	0,00475	» »	2,26×55
Компенсационная . . . . .	4	0,00153	» »	Стержни 10×50, дуги 3×50 (двойные)

**Вентилятор.** Охлаждающий воздух прогоняется через генератор центробежным вентилятором, укрепленным на якоре со стороны дизеля. Воздух поступает в генератор через патрубок, установленный со стороны подшипникового щита. В последнем имеется два ряда отверстий — внутренние, прилегающие к ступице подшипника, и наружные, расположенные по окружности на диаметре, приблизительно равном диаметру коллектора.

Через внутренние отверстия воздух поступает внутрь коллектора и далее в полость обмоткодержателя и вентиляционные каналы сердечника якоря. Протекая по этим каналам, воздух отводит тепло от стали якоря и частично от обмотки.

Другой поток охлаждающего воздуха поступает через наружные отверстия в щите, омывает щетки, поверхность коллектора, после чего проходит в промежутки между полюсами и якорем. Этот воздух отводит тепло от коллектора, обмоток полюсов и частично от стали и обмотки якоря.

Таким образом, вентиляция генератора двухструйная осевая; воздух проходит через него двумя параллельными потоками, после чего выбрасывается вентилятором наружу.

Ширина вентилятора в генераторе типа МПТ 99/47А равна 135 мм, а в генераторе типа МПТ 99/47—100 мм. Поэтому, хотя якоря этих генераторов в остальном полностью идентичны, нельзя переставлять якорь из одной машины в другую, не заменив предварительно вентилятор.

Установка якоря генератора типа МПТ 99/47 в генератор типа МПТ 99/47А без замены вентилятора вызовет его перегрев, а установка якоря генератора МПТ 99/47А в генератор МПТ 99/47 приведет к тому, что вентиляторное колесо повредит компенсационную обмотку. При замене вентилятора следует точно выполнять указания завода-изготовителя.

Однако с тех пор, как генераторы МПТ 99/47 при заводском ремонте стали переделывать в некомпенсированные, в них можно устанавливать любой якорь типа МПТ 99/47А (с широким вентилятором).

Расход охлаждающего воздуха через генератор должен быть не менее 100 м<sup>3</sup>/мин.

Чтобы предотвратить попадание в машину посторонних предметов, на входном патрубке установлены сетки с большим размером ячейки, оказывающие малое сопротивление прохождению воздуха.

**Подшипник.** Со стороны коллектора вал якоря опирается на двухрядный, сферический, самоустанавливающийся роликоподшипник типа 2НЗ626К (ГОСТ 5721—52), смонтированный в ступице щита.

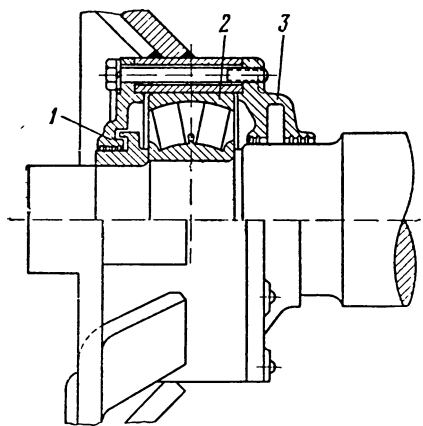


Рис. 201. Подшипниковый узел генератора с внутренней крышкой новой конструкции:

1 — наружная крышка; 2 — подшипник; 3 — внутренняя крышка

Для компенсации температурных деформаций, а также допустимых отклонений при обработке и сборке подшипник имеет осевой разбег в щите по 5 мм на сторону и поэтому не воспринимает осевых усилий. Конструкция подшипника допускает незначительный перекося оси вала при монтаже, ограничиваемый допусками на несимметрию зазора под главными полюсами ( $\pm 0,4$  мм).

Перед насадкой на вал подшипник нагревают в масляной ванне до  $80-90^\circ$ . Большой нагрев недопустим, так как может вызвать отпуск стали подшипника. Подшипник закреплен на валу кольцом 11 (см. рис. 192), насаженным прессовой посадкой, а в щите крышками, имеющими кольцевые канавки для предотвращения вытекания смазки. Полость подшипника заполняется

консистентной смазкой 1ЛЗ (ТУ 21—58) в количестве не более 800 г. При избытке смазки подшипник перегревается, излишек ее выдавливается из полости подшипника и загрязняет машину.

Чтобы предупредить засасывание смазки в генератор, в 1959 г. была разработана и внедрена более совершенная конструкция внутренней крышки под-

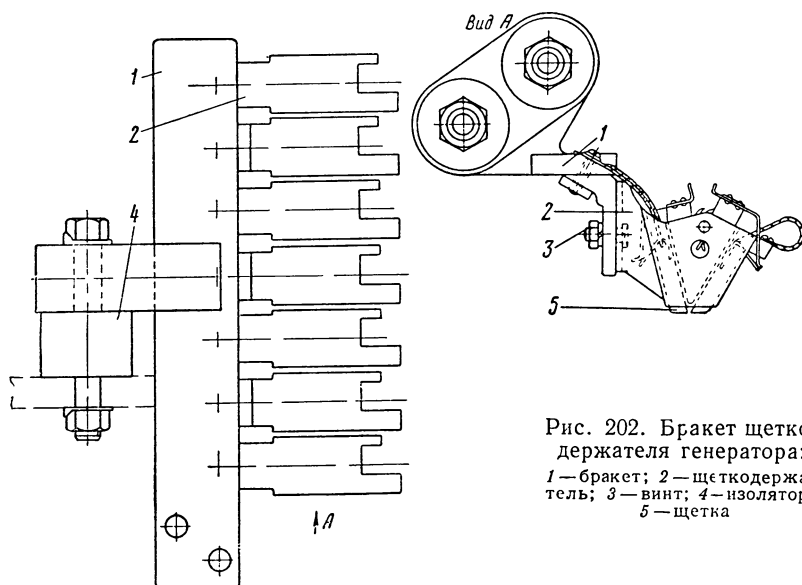


Рис. 202. Бракет щеткодержателя генератора:

1 — bracket; 2 — щеткодержатель; 3 — винт; 4 — изолятор; 5 — щетка

шипника (рис. 201). Кольцевая полость в крышке служит для того, чтобы выдавливаемая из подшипника смазка не попадала внутрь генератора, а задерживалась в ней и затем возвращалась в подшипник.

При ремонте генераторов, имеющих старую крышку, следует заменять ее крышкой новой конструкции.

С 1963 г. генераторы МПТ 99/47А имеют подшипниковые щиты с литой съёмной ступицей. Съёмная ступица может быть снята со щита и подшипника без разборки генератора, что позволяет заменить подшипник, не снимая генератора с тепловоза. Кроме того, ступица может быть повернута на  $90^\circ$  или  $180^\circ$  при появлении односторонней выработки места посадки подшипника. Для уменьшения такой выработки гнездо подшипника в ступице упрочняется накаткой роликом.

**Щеточная система.** В соответствии с числом полюсов генератора к ребрам подшипникового щита приварены кронштейны для крепления восьми бракетов (рис. 202), отлитых из алюминиевого сплава. Бракеты 1 крепятся к кронштейну щита при помощи двух изоляторов 4, которые изготовлены из микаלקса, армированного специальным болтом с одной стороны и гайкой — с другой. Такая конструкция при малых размерах обладает высокой механической и электрической прочностью.

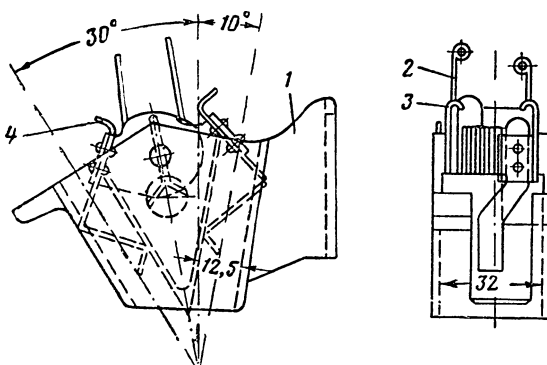


Рис. 203. Щеткодержатель генератора:  
1 — корпус; 2 — пружина; 3 — храповик; 4 — кюрок

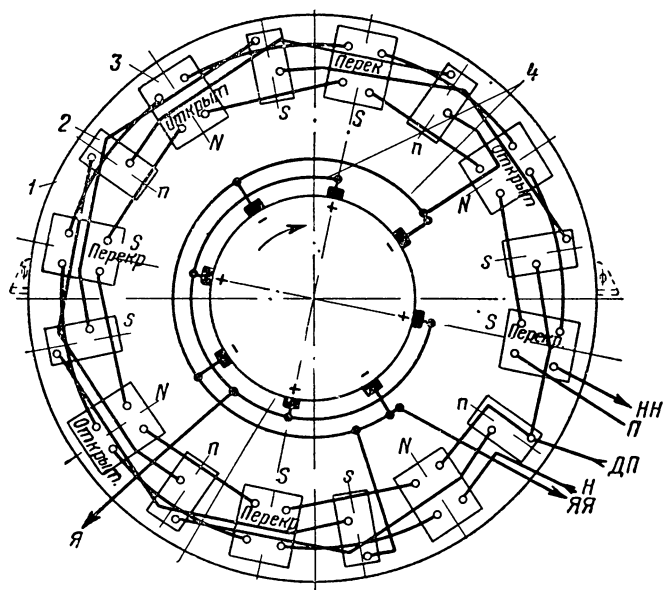


Рис. 204. Принципиальная схема электрических соединений генератора типа МПТ 99/47А (вид со стороны коллектора):  
1 — коллектор; 2 — дополнительный полюс; 3 — главный полюс; 4 — собирательные шины; Я и ЯЯ — начало и конец обмотки якоря; Н и НН — начало и конец обмотки независимого возбуждения; П — начало пусковой обмотки; ДП — конец пусковой обмотки и обмотки дополнительных полюсов

Корпуса 1 щеткодержателей (рис. 203) отлиты под давлением из кремнистой латуни. В каждом щеткодержателе устанавливаются две щетки, из которых одна (набегающая) наклонена под углом  $30^\circ$  к радиусу коллектора, а другая (сбегающая) — под углом  $10^\circ$ . Такое расположение щеток обеспечивает спокойную их работу, но не допускает реверсирования машины.

Нажатие на щетки осуществляется спиральными пружинами 2 через курки 4. Силу нажатия регулируют изменением затяжки пружины посредством перестановки ее конца из одной зарубки храповика 3 в другую.

В тяговом генераторе применяются щетки марки ЭГ-14 сечением  $12,5 \times 32$  мм и высотой 55 мм (ГОСТ 2332—43). Давление на щетку должно быть не менее 800 Г и не более 1 200 Г. Ток от щеток отводится по медным плетеным канатикам, наконечники которых крепятся винтами к бракету. Щеткодержатели прикреплены к бракетам винтами с квадратными головками. Для регулирования положения щеткодержателей относительно поверхности коллектора в корпусе щеткодержателя предусмотрена прорезь под винт 3 (см. рис. 202). Расстояние от коллектора до щеткодержателя должно быть в пределах 1—3 мм.

Бракеты расположены так, что оси щеткодержателей совпадают с осями главных полюсов, т. е. нахо-

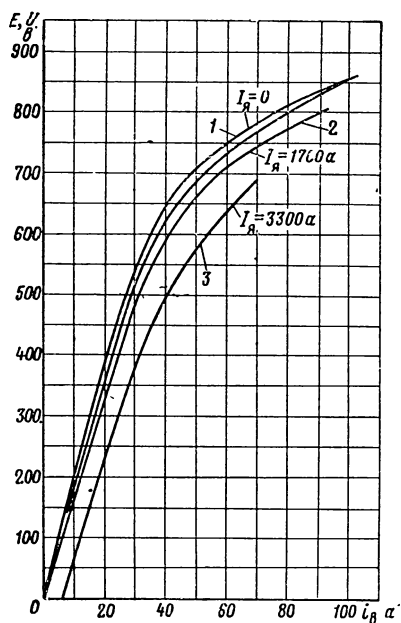


Рис. 205. Характеристики генератора типа МПТ 99/47А:

1 — характеристика холостого хода; 2 и 3 — нагрузочные характеристики

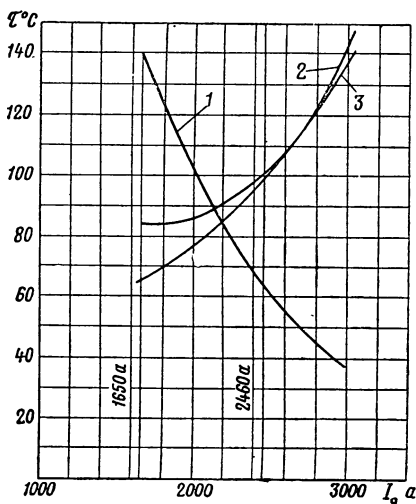


Рис. 206. Превышение температуры обмоток генератора типа МПТ 99/47А при мощности 1350 квт:

1 — обмотка независимого возбуждения; 2 — обмотка дополнительных полюсов; 3 — обмотка якоря

дятся на нейтрали. Соответствующее положение щита подбирается при испытании машины на заводе и фиксируется. Смещение щита с этого положения недопустимо.

Каждые четыре brackets одноименной полярности соединены с собирательной шиной.

Принципиальная схема электрических соединений генератора типа МПТ 99/47А представлена на рис. 204.

**Характеристики тягового генератора.** Характеристика холостого хода и нагрузочные характеристики генератора типа МПТ 99/47А приведены на рис. 205.

Основные режимы работы генератора по допустимым нагрузкам указаны в табл. 6. Этим режимам соответствует постоянная мощность генератора, равная 1 350 квт, и скорость вращения якоря 850 об/мин.

Среднее напряжение между пластинами коллектора генератора типа МПТ 99/47А равно 14,8 в. При нагрузке вследствие искажения магнитного поля реакцией якоря максимальное напряжение между пластинами примерно вдвое превышает среднее, т. е. достигает 30 в. Опыт эксплуатации генераторов постоянного тока установлено, что межламельное напряжение более 35—36 в является опасным с точки зрения возможности возникновения «кругового ог-

Таблица 6

Режим	Напряжение в в	Ток в а
Длительный (при наибольшем токе)	550	2 460
Длительный (при наибольшем напряжении) . . . . .	800	1 700
Кратковременный . . . . .	*	4 000

\* Напряжение не оговаривается.

ня». Этим и ограничивается максимальное и соответственно среднее напряжение между пластинами коллектора.

Длительные режимы определяются допустимым превышением температуры обмоток генератора. Эта величина при расчетной температуре охлаждающего воздуха, равной  $+35^{\circ}$ , не должна превышать  $110^{\circ}$  для обмоток якоря и дополнительных полюсов, имеющих изоляцию класса В, и  $165^{\circ}$  для обмоток главных полюсов, выполненных с кремнийорганической изоляцией. Генератор тепловоза ТЭЗ в эксплуатации может работать с полной мощностью и наибольшим допустимым током при температурах охлаждающего воздуха от  $-40$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

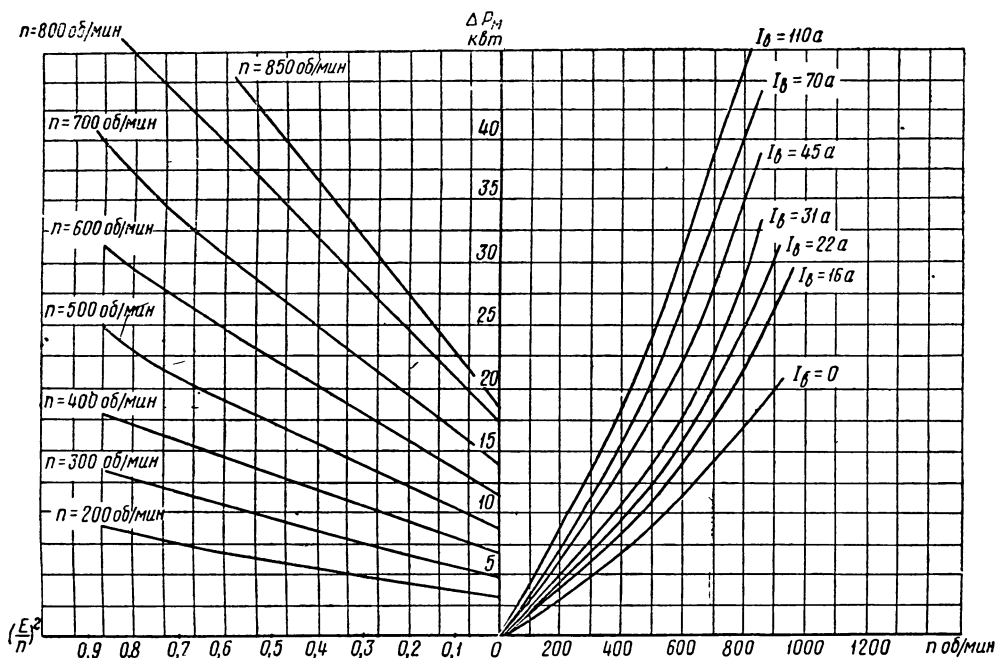


Рис. 207. Кривые магнитных потерь и потерь на трение и вентиляцию генератора

Коллектор, обмотки якоря и дополнительных полюсов имеют наибольший нагрев при режимах с большим током генератора. Указанный в табл. 6 длительный ток, равный 2 460 а, соответствует максимально допустимому перегреву обмотки якоря. Сердечник якоря и обмотка независимого возбуждения имеют максимальный нагрев при работе с высоким напряжением и, следовательно, малым током.

Наибольший кратковременный ток (4 000 а) ограничен условиями коммутации.

На рис. 206 приведены зависимости превышений температуры обмоток генератора типа МПТ 99/47А от тока нагрузки.

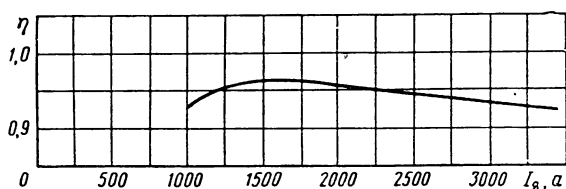


Рис. 208. Зависимость к. п. д. генератора от тока при скорости вращения якоря 850 об/мин

Внешняя характеристика генератора обеспечивает полное использование «свободной» мощности дизеля в пределах рабочего диапазона скоростей движения, как уже указывалось ранее; такая характеристика получается в результате применения специально возбуждителя, напряжение

которого автоматически регулируется в зависимости от тока генератора.

Допустимые отклонения внешней характеристики генератора указаны в главе XI.

Кривые магнитных потерь и потерь на трение и вентиляцию генератора представлены на рис. 207, зависимость к. п. д. генератора от тока — на рис. 208.

### ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

На тепловозах серии ТЭЗ, выпускавшихся до 1958 г., устанавливались тяговые электродвигатели типа ЭДТ-200А, а с 1958 г. — типа ЭДТ-200Б.

Электродвигатели ЭДТ-200А и ЭДТ-200Б четырехполюсные, последовательного возбуждения, с дополнительными полюсами (рис. 209), они выполнены с опорно-осевой, или так называемой «трамвайной», подвеской.

Схема расположения тяговых электродвигателей на трехосной тележке тепловоза показана на рис. 210.

Остов двигателя имеет моторно-осевую часть, расточенную совместно с литыми отъемными шапками 10 моторно-осевых подшипников. Ось этой расточки должна быть строго параллельна оси расточки в остове под шиты и полюсы, чтобы обеспечивалась правильная работа зубчатой передачи.

Электродвигатель с одной стороны подвешен к оси тепловоза через моторно-осевые подшипники, а с другой — опирается посредством приливов на остове (носиков) на раму тележки через специальную пружинную подвеску, смягчающую удары, передаваемые на двигатель от рамы. Приливы снабжены съемными накладками, изготовленными из стали марки Ст. 3, рабочая поверхность которых цементирована и закалена до твердости HRC 56—60. Накладки крепят к остову заклепками или сваркой.

При движении тепловоза двигатель за счет податливости пружин подвески может несколько перемещаться в вертикальном направлении, поворачиваясь относительно оси колесной пары, причем расстояние между осями вала электродвигателя и колесной пары остается неизменным.

Зубчатая передача — односторонняя; она заключена в сварной разъемный кожух, прикрепляемый тремя болтами к остову. В верхней части кожуха имеется отверстие с пробкой, через которое заливается смазка. Уровень смазки должен быть таким, чтобы она покрывала расположенные внизу зубья большой шестерни. Малая шестерня передачи насажена в горячем состоянии на конец вала электродвигателя, большая шестерня (зубчатое колесо) надета на ступицу колесного центра.

Скорость вращения якорей электродвигателей в эксплуатации меняется в широких пределах, поэтому они выполнены с принудительной вентиляцией. Вентиляторы (по одному на каждую тележку) приводятся во вращение через редукторы и карданные валы от вала дизеля.

Как и тяговый генератор, электродвигатели тепловоза ТЭЗ рассчитаны для работы при температурах охлаждающего воздуха от  $-40$  до  $+40^{\circ}$ .

**Якорь.** Сердечник якоря набран из штампованных листов электротехнической стали марки Э12 толщиной 0,5 мм, дважды лакированных с обеих сторон, собранных на валу и спрессованных под большим давлением. Вал якоря изготовлен из высококачественной легированной стали (предел прочности  $\sigma_b \geq 70 \text{ кг/мм}^2$ , предел текучести  $\sigma_s \geq 50 \text{ кг/мм}^2$  при относительном удлинении

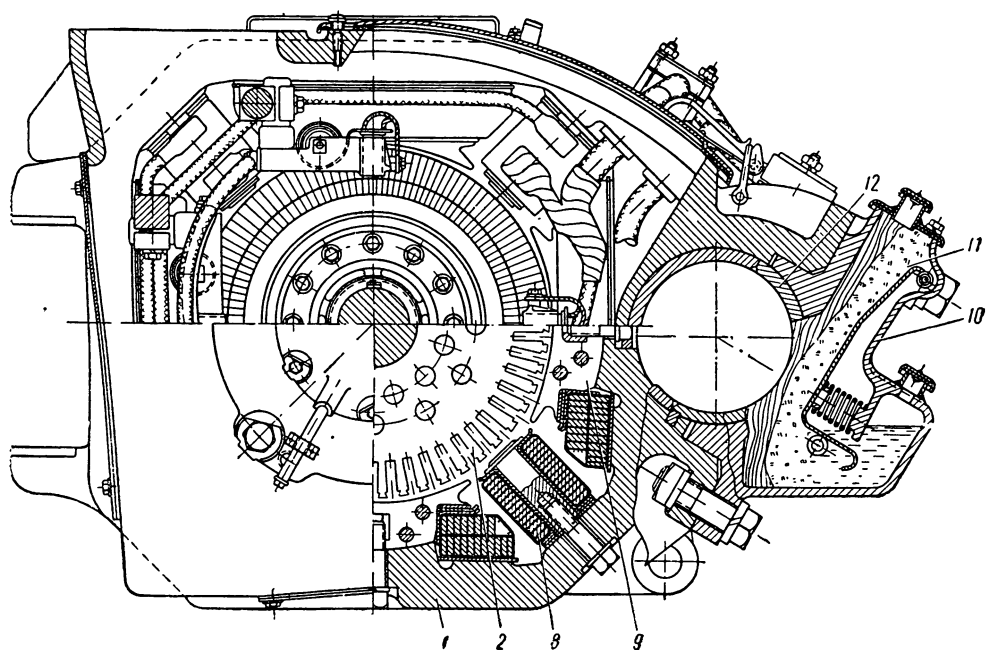
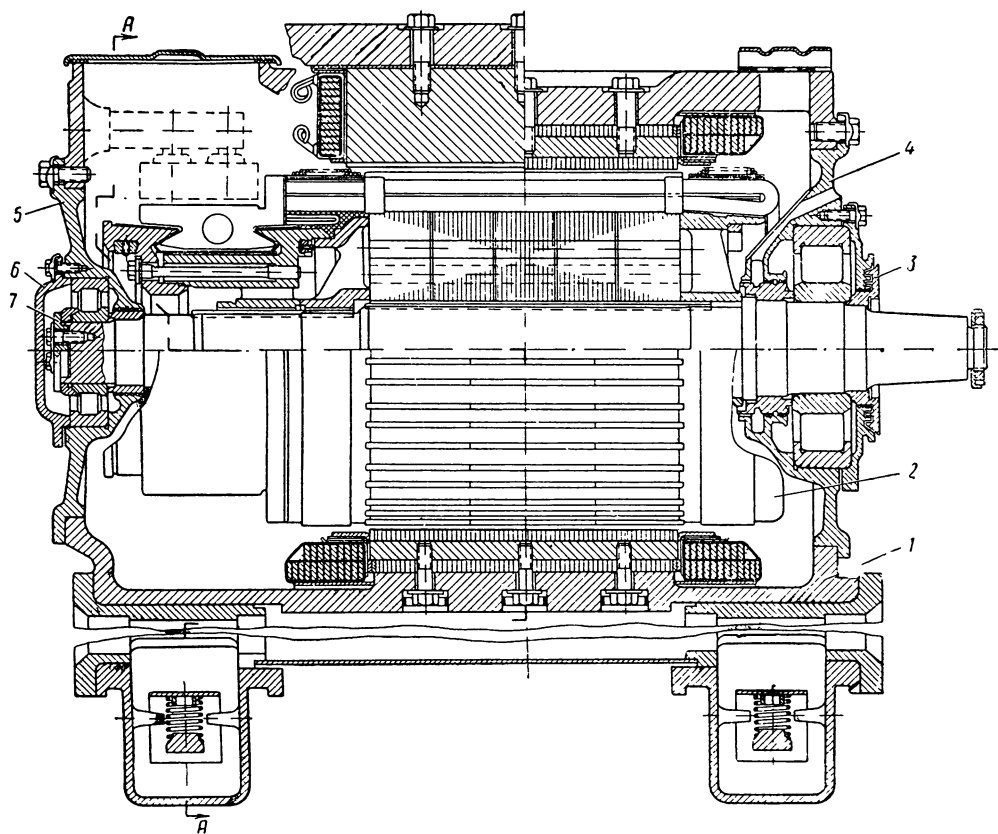


Рис. 209. Тяговый электродвигатель типа ЭДТ-200Б:

1—остов; 2—якорь; 3—лабиринтное кольцо; 4 и 5—подшипниковые щиты; 6—крышка подшипника; 7—упорное кольцо; 8—дополнительный полюс; 9—главный полюс; 10—шапки моторно-осевых подшипников; 11—набивка; 12—вкладыши



нии  $\delta \geq 18\%$ , относительном сжатии  $\psi \geq 56\%$  и ударной вязкости  $a_k \geq 8 \text{ кГ/см}^2$ ). Листы удерживаются на валу нажимными шайбами. Задняя нажимная шайба упирается при этом в буртик вала, а передняя — крепится на валу горячей посадкой. В упор к передней нажимной шайбе на вал якоря насажен коллектор. Сердечник, нажимные шайбы и коллектор удерживаются в определенном положении относительно друг друга призматическими шпонками.

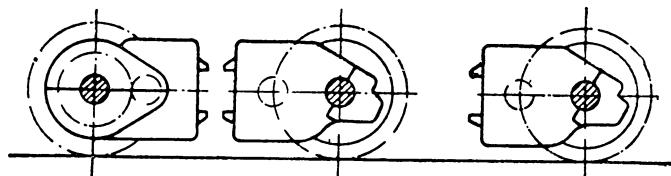


Рис. 210. Схема расположения тяговых двигателей на тележке

Сердечник якоря имеет 50 пазов, в которые уложено такое же число катушек обмотки. Чтобы предотвратить образование «веера» зубцов, крайние листы сердечника штампуют из электротехнической стали толщиной 1 мм. Эти листы имеют уширенные пазы для усиления изоляции катушек в месте их выхода из сердечника. Якоря электродвигателей ЭДТ-200А и ЭДТ-200Б выполнены с петлевой обмоткой. В каждом пазу расположены две стороны трехсекционных катушек (рис. 211); каждая секция — одновитковая. Виток состоит из трех параллельно включенных проводников, покрытых дельта-асбестовой изоляцией. Между витками поставлены

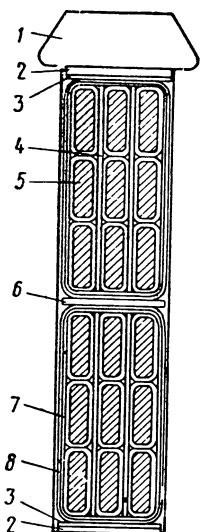


Рис. 211. Расположение обмотки в пазу якоря электродвигателя:

1 — клин; 2 и 3 — прокладки; 4 — прокладка между витками; 5 — проводник; 6 — прокладка между катушками; 7 и 8 — изоляция от корпуса

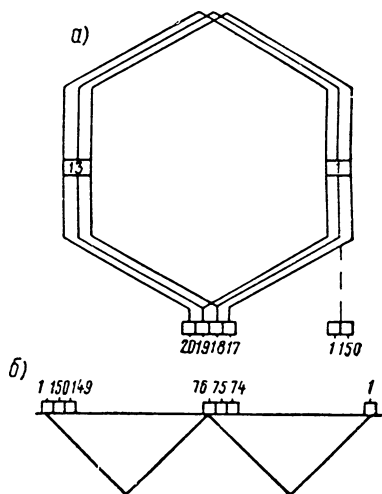


Рис. 212. Схема обмотки якоря электродвигателя:

а — обмотка якоря; б — уравнивательные соединения

прокладки 4 из гибкого миканита марки ГФО толщиной 0,2 мм. Изоляция катушек от корпуса состоит из микаленты 7 марки ЛФЧ-1 толщиной 0,1 мм, наложенной в пазовой части в три слоя, а в лобовой — в один слой, и слоя стекляной ленты 8 толщиной 0,1 мм. Шаг обмотки якоря по коллектору 1—2, по пазам 1—13 (рис. 212).

Обмотка якоря выполнена с уравнительными соединениями, по одному на каждый паз (на три секции). Шаг уравнительных проводов по коллектору 1—76; 4—79 и т. д.

Уравнительные соединения применяют в якорях, имеющих петлевую обмотку, при которой, как известно, каждая часть ее, заключенная между двумя соседними (разноименными) щеткодержателями (например № 1 и 4), работает параллельно с такой же частью обмотки, заключенной между любыми другими двумя щеткодержателями. Так, если щеткодержатели № 1 и 3 являются положительными, а № 2 и 4 — отрицательными, то участки обмотки между щеткодержателями № 1 и 2 и № 1 и 4 включены параллельно друг другу и обтекаются токами, направленными от щеткодержателя № 1 к № 2 и от щеткодержателя № 1 к № 4. Соответственно параллельными являются ветви обмотки между щеткодержателями № 3 и 2 и № 3 и 4. Иными словами, петлевая обмотка имеет столько же пар параллельных цепей, сколько пар полюсов в машине.

В каждой параллельной цепи при вращении якоря создается электродвижущая сила (э.д.с.), направленная против приложенного напряжения. Величина этой э. д. с. определяется скоростью вращения якоря и магнитной ин-

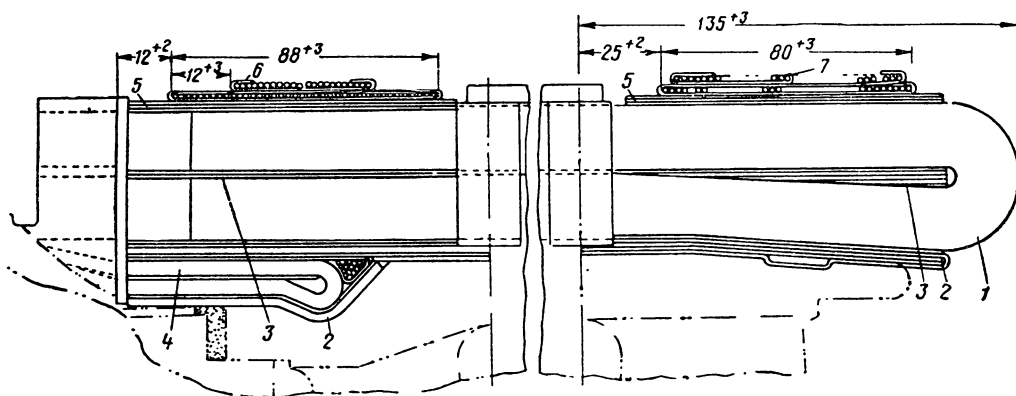


Рис. 213. Размещение обмотки и уравнительных соединений в якоре электродвигателя: 1 — катушка обмотки; 2 — изоляция лобовых частей от корпуса; 3 — изоляция между слоями обмотки; 4 — уравнительные соединения; 5 — подбандажная изоляция; 6 и 7 — бандаж

дукцией в зазоре под главными полюсами. При полной магнитной и геометрической симметрии машины э. д. с. в каждой ветви обмотки равны. Однако практически идеальная симметрия не может быть достигнута, вследствие чего возникает разница в величине э.д.с. параллельных цепей. Это вызывает появление уравнительных токов между параллельными ветвями, которые при отсутствии уравнительных соединений протекают через щеточный контакт, ухудшая коммутацию машины. Чтобы предотвратить протекание этих токов через щетки, предусматривают уравнительные соединения, которые связывают между собой проводники параллельных цепей, находящихся в одинаковых условиях по отношению к магнитному полю. Отсюда шаг уравнительных проводов равен двум полюсным делениям.

Можно с достаточной точностью считать, что проводники, размещенные в одном пазу, одинаково расположены в магнитном поле, поэтому уравнительными соединениями связывают не все проводники обмотки, а по одному на каждый паз.

Для размещения уравнительных соединений в передней нажимной шайбе проточено кольцевое углубление (рис. 213). Задние лобовые части (со стороны шестерни) изолированы от корпуса двумя слоями прокладочного миканита толщиной 1 мм, скрепляемыми суровым полотном и стеклянной лентой. Изоляция между слоями обмотки состоит из двух слоев миканита марки ГФ2 толщиной 0,5 мм, а между обмоткой и уравнительными соединениями из пяти слоев миканита марки ГФС2 толщиной 0,5 мм, закрепленных стеклянной лентой. Изоляция обмотки якоря относится к классу В.

Катушки удерживаются в пазах текстолитовыми клиньями. На дно паза между катушками и под клин ставят прокладки из гибкого миканита толщи-

ной 0,5 мм. Кроме того, непосредственно под клин и на дно паза уложены также прессшпановые прокладки, предохраняющие изоляцию от повреждения при укладке катушки и забивании клина.

Лобовые части обмотки удерживаются бандажами из стальной бандажной проволоки диаметром 2 мм, наложенной с предварительным натягом 220—250 кг. Изоляция между обмоткой и бандажом состоит из двух слоев гибкого миканита марки ГФ2 толщиной 0,5 мм и двух слоев электрокартона толщиной 0,5 мм, закрепленных лентой. Непосредственно под бандаж, со стороны коллектора, уложен «чехол» из сурового полотна, край которого загибают поверх крайних витков бандажа, создавая после пропитки и покрытия эмалью изоляционный покров, который предотвращает перекрытие по поверхности с пластин коллектора на бандаж при малом расстоянии между ними.

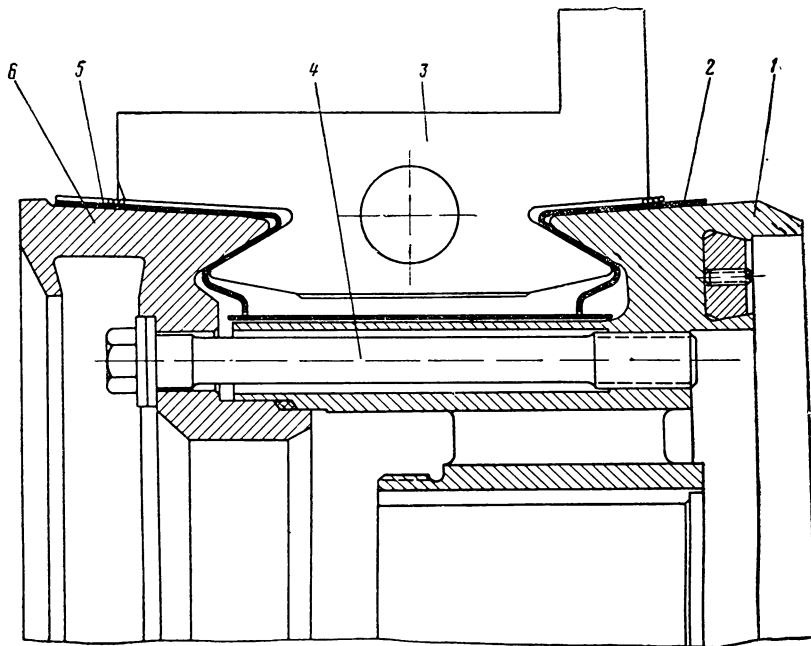


Рис. 214. Коллектор электродвигателя ЭДТ-200Б:

1 — корпус; 2 и 5 — манжеты; 3 — пластина; 4 — стяжной болт; 6 — конус нажимной

В 1963 г. выпущена опытная партия тяговых электродвигателей ЭДТ-200Б с якорными бандажами из специальной пропитанной стеклоленты высокой прочности взамен проволоочных. Бандаж из стеклоленты по прочности не уступает стальному, но лучше закрепляется на обмотке, склеиваясь с ней при запечке, не требует подбандажной изоляции, пайки и т. п. Кроме того, при круговом огне стальной бандаж часто распаивается и разматывается, что полностью выводит из строя двигатель. При стеклобандаже круговой огонь не может повести к столь тяжелой аварии.

В отличие от других тяговых электродвигателей в якорях двигателей типов ЭДТ-200А и ЭДТ-200Б применена открытая конструкция задней нажимной шайбы, при которой головки задних лобовых частей обмотки непосредственно омываются воздухом. Это значительно улучшает охлаждение якоря, но требует бережного обращения с ним при разборке и ремонте, так как головки обмотки не защищены шайбой от повреждений. В частности, совершенно недопустимо ставить якорь на головки обмотки.

Концы уравнивательных соединений, расположенных со стороны коллектора под лобовыми частями обмотки, впаяны в прорези пластин под проводниками секций обмотки, поэтому каждая третья пластина имеет более глубокую прорезь.

Коллектор электродвигателя (рис. 214) собран из 150 пластин, изготовленных за одно целое с петушками из профильной коллекторной меди. Между пластинами вставлены прокладки из коллекторного миканита марки КФ-1 толщиной 0,8—1 мм. После проточки коллектора миканит между пластинами выбирается (продороживается) на глубину около 1 мм. Пластины изолированы от корпуса манжетами толщиной 2 мм, изготовленными из формовочного миканита, и затянуты стальным нажимным конусом, который удерживается 12 болтами.

После сборки коллектор подвергается динамической формовке.

Проводники обмотки якоря впаивают в петушки припоем ПОС-61.

Якоря электродвигателей сушат и пропитывают аналогично якорям генераторов, но время сушки якоря двигателя меньше соответственно его размерам и весу. Якоря пропитывают в автоклавах, причем перед пропиткой якорь помещают в камеру с вакуумом для удаления воздуха и оставшихся паров влаги из всех пор изоляции. После вакуумирования, не сообщая автоклав с атмосферой, в него подают лак под атмосферным давлением, что обеспечивает глубокую пропитку изоляции с заполнением всех пустот.

Якоря электродвигателей динамически балансируют.

**Магнитная система** электродвигателя состоит из остова, являющегося магнитопроводом и механической станиной двигателя, четырех главных и четырех дополнительных полюсов.

Остов отлит из стали марки 15Л или 25Л, содержание углерода в которой не должно превышать 0,3% во избежание снижения магнитной проницаемости.

В середине 1959 г. конструкция остова была несколько изменена, чтобы придать ему большую жесткость, так как в эксплуатации наблюдались случаи коробления остовов, ослабления посадки щита в остов со стороны шестерни, деформации моторно-осевой части остова и ослабления посадки «шапок».

Для устранения этих недостатков был значительно уменьшен диаметр расточки торцевой стенки остова под щит (с 620 до 550 мм). Одновременно были усилены литые ребра моторно-осевой части остова.

Кроме того, для снятия внутренних напряжений и обеспечения постоянства формы и размеров остова в эксплуатации отливки остовов подвергают нормализации и высокому отпуску.

**Сердечники главных полюсов** электродвигателя собраны из штампованных листов малоуглеродистой стали марки Ст. 2 толщиной 2 мм, спрессованных под большим давлением и стянутых заклепками. В каждом листе выштамповано окно, поэтому в собранном сердечнике образуется продольный канал, куда вставляется призматический стержень с тремя нарезанными отверстиями для болтов крепления полюса к остову. Такая конструкция применяется в тяговых электродвигателях с трамвайной подвеской, так как они не подрессорены и подвергаются резким толчкам, при которых резьба непосредственно в теле набранного из листов сердечника не обеспечивает достаточной прочности. По торцам к сердечнику приварены два угольника, полки которых создают опору для катушек. Воздушный зазор под серединой главного полюса равен 4,5 мм.

**Сердечники дополнительных полюсов** отлиты из стали и соединены остовом также тремя болтами. Между дополнительным полюсом и остовом установлена латунная прокладка толщиной 0,5 мм. Воздушный зазор под дополнительным полюсом равен 6,5 мм.

**Катушки главных полюсов** (рис. 215) намотаны из шинной меди 1. Каждая катушка состоит из двух полукатушек, соединенных последовательно и изолированных друг от друга прокладкой 4 из прессованного асбеста и миканита. Между витками проложена асбестовая бумага 2 толщиной 0,4 мм в два слоя. К концам катушки припаяны выводы 6 и 8 для соединения с выводными кабелями 7.

Катушка в целом изолирована от корпуса асбестовой лентой 5, тремя слоями микаленты толщиной 0,17 мм и хлопчатобумажной лентой. После изготовления катушки в выводы впаивают кабели.

Катушки дополнительных полюсов (рис. 216) намотаны из шинной меди на ребро. Выводы этих катушек выполнены из отогнутых концов той же меди. Витки изолированы друг от друга асбестовой бумагой. Изоляция катушки в целом состоит из трех слоев микаленты толщиной 0,17 мм и одного слоя хлопчатобумажной ленты.

Катушки главных и дополнительных полюсов компаундируют в битуме дважды — до и после наложения изоляции от корпуса.

Катушки главных полюсов надевают на сердечники полюсов и зажимают между обработанными с большой точностью плоскостями остова и полюсными

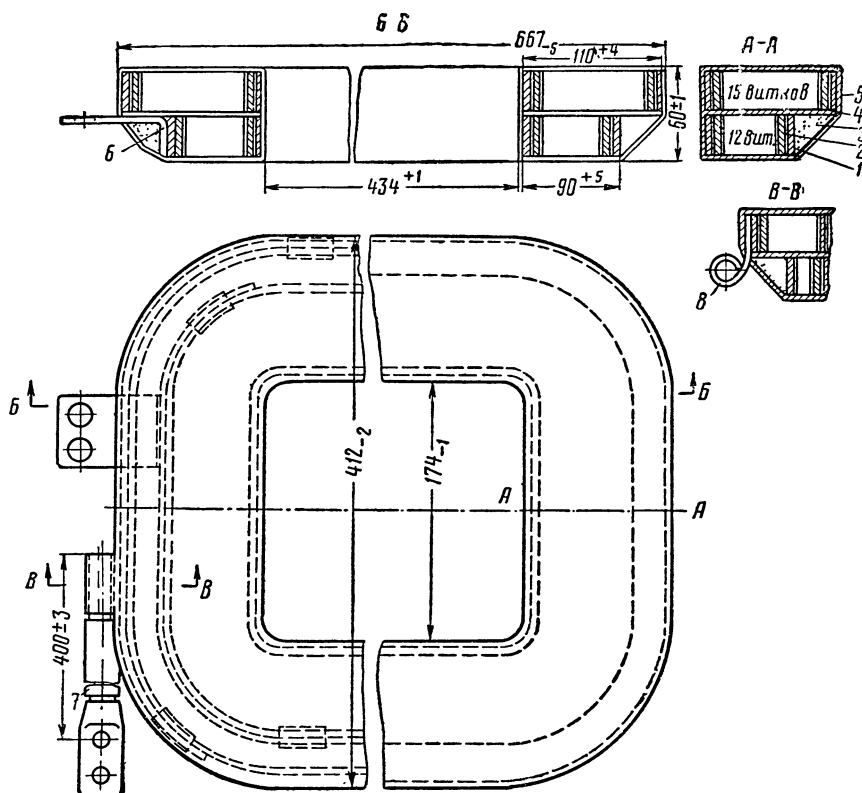


Рис. 215. Катушка главного полюса электродвигателя:

1 — витки обмотки; 2 — межвитковая изоляция; 3 — заполнитель; 4 — изоляция между полукатушками; 5 — изоляция от корпуса; 6 и 8 — выводы; 7 — выводной кабель

башмаками. Между катушкой и остовом установлена прокладка из листовой стали толщиной 1 мм, а между катушкой и полюсным башмаком — плоская стальная рамка толщиной 2 мм и пружинная рамка, состоящая из двух полос закаленной пружинной стали марки 65Г, соединенных по концам полосками из мягкой стали. Пружинная рамка после затяжки болтов крепления полюса создает давление на катушку до 1 000 кг и обеспечивает зажатие при некотором уменьшении ее высоты вследствие усыхания изоляции.

Катушки дополнительных полюсов на электродвигателях ЭДТ-200А устанавливались без пружинных рамок. На двигателях типа ЭДТ-200Б для предотвращения ослабления катушек введены пружинные рамки и на дополнительных полюсах. Но в отличие от главных полюсов рамки здесь расположены между катушкой и остовом.

В электродвигателях типа ЭДТ-200Б изменено также сечение проводников обмоток: увеличено на дополнительных полюсах (5×28 мм вместо 5,5×25 мм на ЭДТ-200А) и несколько уменьшено на главных полюсах (6×25 мм вместо 6,5×25 мм на ЭДТ-200А). Это привело к более равномерному нагреву обмоток двигателя. На двигателях же типа ЭДТ-200А катушки главных полю-

сов имели относительно низкую температуру при длительном режиме, а катушки дополнительных полюсов нагревались значительно выше, чем якорь. В связи с изменением сечения проводников катушек изменилось и их сопротивление, поэтому при двигателях типа ЭДТ-200Б устанавливают другие сопротивления шунтировки обмоток возбуждения (типа ЯС9025).

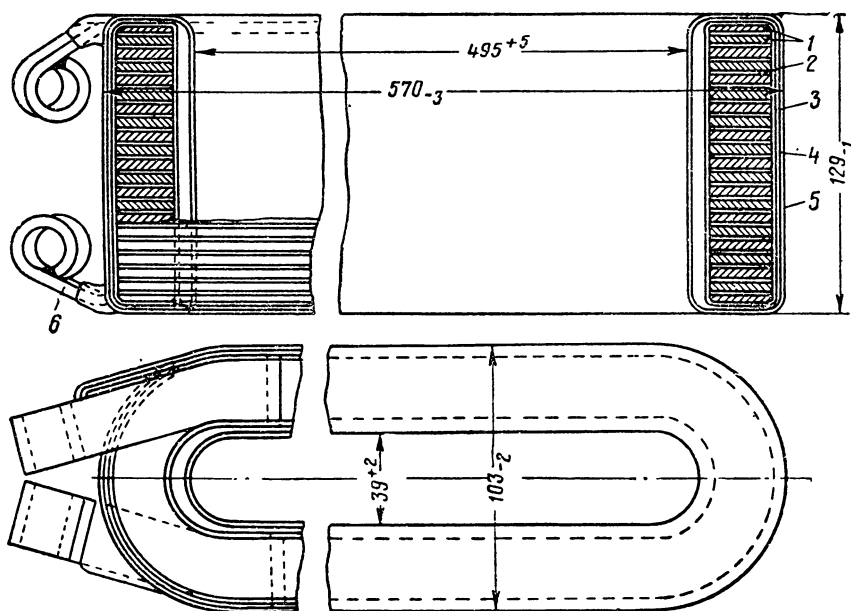


Рис. 216. Катушка дополнительного полюса электродвигателя:  
1 — витки обмотки; 2 — межвитковая изоляция; 3, 4 и 5 — изоляция от корпуса; 6 — вы-  
воды

Крепление катушек главного и дополнительного полюсов двигателя ЭДТ-200Б показано на рис. 217 и 218.

На тяговых электродвигателях ЭДТ-200Б после длительной эксплуатации имели место случаи обрыва болтов, крепящих дополнительный полюс № 5 (верхний со стороны моторно-осевой части). Исследования показали, что

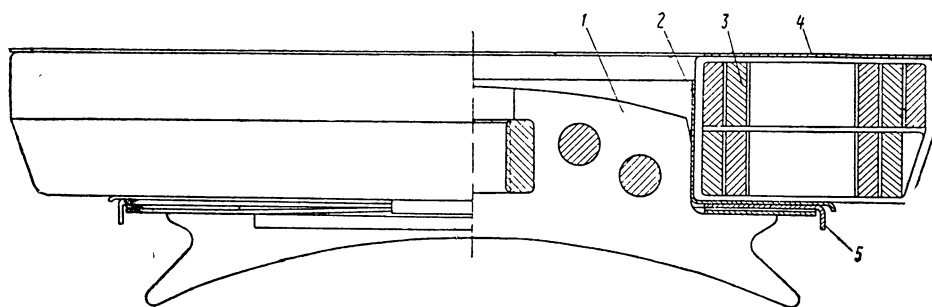


Рис. 217. Крепление катушки главного полюса электродвигателя:  
1 — сердечники; 2 — фланец; 3 — катушка; 4 — стальная прокладка; 5 — рамка пружинная

в этих случаях излом болта носит усталостный характер и обусловлен значительными знакопеременными изгибающими напряжениями, вызванными ударами на стыках.

С 1963 г. была изменена конструкция болта (см. рис. 218а), а также его материал — вместо углеродистой стали 45 применяется сталь 40Х, которая после соответствующей термообработки имеет значительно большую усталостную прочность.

Схема электрических соединений тягового двигателя представлена на рис. 219. Катушки главных полюсов, как и дополнительных, соединены в две параллельные цепи по две катушки последовательно. Соединение обмоток дополни-

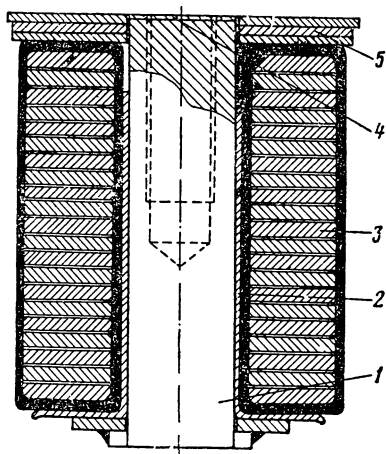


Рис. 218. Крепление катушки дополнительного полюса электродвигателя ЭДТ-200Б:

1 — сердечник; 2 — фланец; 3 — катушка; 4 — немагнитная прокладка; 5 — рамка пружинная

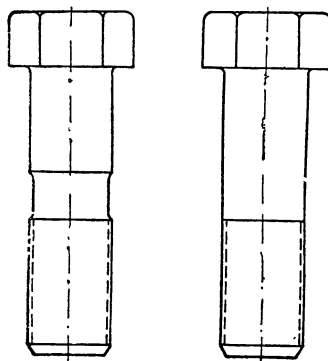


Рис. 218а. Болт крепления добавочного полюса электродвигателя ЭДТ-200Б. Слева — новая конструкция; справа — старая конструкция

тельных полюсов и якоря выполнено внутри двигателя; наружу выведены начало  $Я$  обмотки якоря и конец  $ЯЯ$  обмотки дополнительных полюсов. Обмотка главных полюсов не связана с обмоткой якоря внутри двигателя; наружу выведены ее начало  $К$  и конец  $КК$ . Это необходимо для выполнения переключений при реверсировании электродвигателей.

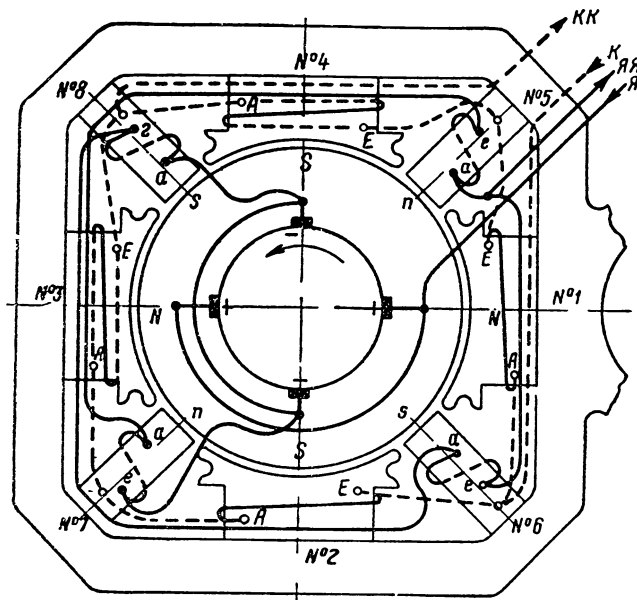


Рис. 219. Схема электрических соединений тягового двигателя (вид со стороны коллектора):

$Я$  — начало обмотки якоря;  $ЯЯ$  — конец обмотки дополнительных полюсов;  $К$  и  $КК$  — начало и конец серийной обмотки возбуждения

Все соединения между катушками выполнены из гибкого кабеля марки ПС-3000. Концы соединений снабжены наконечниками из медных трубок, обжатых на жилах кабелей.

Основные данные обмоток тяговых электродвигателей приведены в табл. 7



Таблица 7

Тип электро-двигателя	Наименование обмотки	Число витков	Сопротивление при 15° в ом	Марка провода	Размер провода без изоляции в мм
ЭДТ-200А и ЭДТ-200Б	Якорная. . . . .	150/4	0,00585	ПДА	2,63×6,9
ЭДТ-200А	Главных полюсов . . . . .	27	0,00434	Голая медь	6,5×25
	Дополнительных полюсов . . . . .	21	0,0032	» »	5,5×25
ЭДТ-200Б	Главных полюсов . . . . .	27	0,00482	» »	6×25
	Дополнительных полюсов . . . . .	21	0,00302	» »	5,1×28

**Щеткодержатели.** В торцовую стенку остова со стороны коллектора вварены четыре стальных кронштейна, служащих для крепления щеткодержателей (рис. 220). Кронштейны должны располагаться так, чтобы оси щеток и главных полюсов совпадали.

В каждом щеткодержателе помещаются три щетки: две — в одном гнезде, а третья — в другом.

Корпус 1 щеткодержателя отлит из кремнистой латуни.

Нажатие на щетки 5 осуществляется ленточными пружинами 2. Величину нажатия регулируют поворотом втулки, находящейся в центре пружины.

В корпус щеткодержателя запрессованы два стальных пальца 3, с помощью которых щеткодержатель крепится к кронштейну. Пальцы изолированы от корпуса бакелизированной бумагой, на которую надеты фарфоровые изоляторы 4. Верхняя часть пальцев покрыта латунными стаканчиками для защиты изоляции от повреждения и зажата в кронштейне.

На тяговых двигателях тепловозов ТЭЗ применяются разрезные щетки марки ЭГ-2А размером 2×12,5×50 мм. Ранее на этих двигателях устанавливались цельные щетки размером 25×50 мм. Однако в эксплуатации они работали неудовлетворительно. Это объяснялось тем, что даже при незначительной неровности на поверхности коллектора цельные щетки отрывались от него, что вызывало возникновение искрения, т. е. электрической дуги в месте отрыва щеток. В результате образовывался местный подгар коллектора. При разрезных же щетках в подобных случаях подскакивает лишь одна половинка щетки, а другая остается в контакте с коллектором, поэтому дуга не возникает и поверхность коллектора не подгорает. Более того, разрезные щетки улучшают состояние поверхности коллектора, образуя хорошую политуру даже тогда, когда по тем или иным причинам были подгары.

С 1959 г. разрезные щетки имеют резиновые амортизаторы (рис. 221), которые поглощают небольшие толчки и удары, не допуская отрыва щеток от коллектора. Нажатие на щетку должно быть в пределах 4,9—5,5 кг.

Расстояние от коллектора до щеткодержателя должно быть равно 2—4 мм. По мере износа коллектора щеткодержатели надо переставлять, чтобы выдерживалось это расстояние, так как увеличение его сверх нормы приводит к неудовлетворительной работе и скалыванию щеток.

В остова двигателя со стороны коллектора имеются четыре люка — два сверху, один сбоку и один внизу.

Один из верхних люков предназначен для присоединения рукава, подводящего охлаждающий воздух. Остальные три люка служат для доступа к коллектору и щеткам при осмотрах и ремонтах. Верхний коллекторный люк закрыт съемной крышкой, закрепляемой пружинным замком; боковой и нижний люки закрыты крышками на болтах.

Со стороны зубчатой передачи остова имеет три защищенных сетками отверстия для выхода охлаждающего воздуха — сверху, снизу и сбоку. Верхнее отверстие защищено козырьком, чтобы предотвратить попадание в полость двигателя посторонних предметов, а нижнее снабжено таким же козырьком для направления струи выходящего воздуха в стороны.

Охлаждающий воздух, попадая в двигатель, разделяется на две струи: одна проходит внутри корпуса коллектора и затем через осевые вентиляционные каналы сердечника якоря, а другая протекает между полюсами. Общее количество воздуха, прогоняемого через электродвигатель, должно быть не менее  $55 \text{ м}^3/\text{мин}$ ; при этом статический напор в камере коллектора составляет примерно  $48 \text{ мм вод. ст.}$

**Подшипники.** Вал якоря электродвигателя вращается в двух роликоподшипниках, вмонтированных в передний и задний подшипниковые щиты (см. рис. 209). Наружное кольцо переднего подшипника (со стороны коллектора) имеет бортики с двух сторон, а на внутреннем кольце с одной стороны бортик, а с другой — прижимное кольцо; таким образом, этот подшипник фиксирует положение якоря в осевом направлении и воспринимает осевые нагрузки, возникающие при работе. В заднем подшипнике бортики

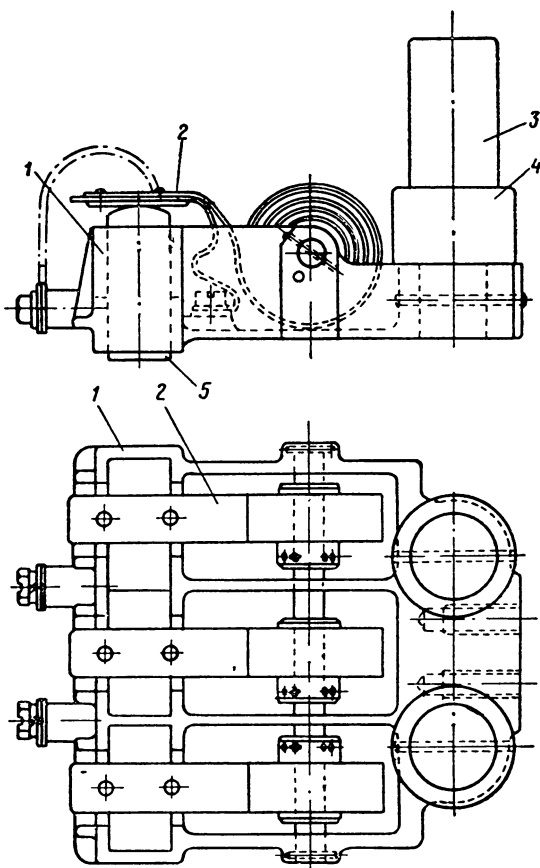


Рис. 220. Щеткодержатель электродвигателя:  
1 — корпус; 2 — пружина; 3 — палец; 4 — изолятор; 5 — щетка

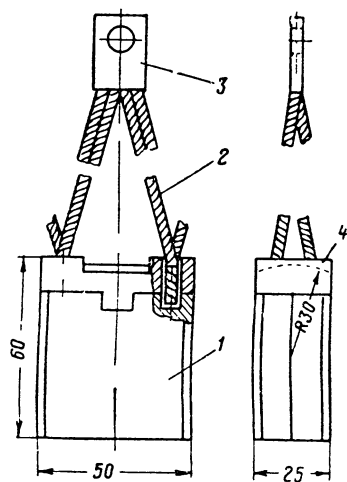


Рис. 221. Разрезная щетка с резиновым амортизатором:  
1 — щетка; 2 — гибкий провод; 3 — наконечник; 4 — резиновый амортизатор

имеются только на наружном кольце, следовательно, допускается осевое перемещение внутреннего кольца относительно наружного. Оба подшипника являются разборными, поэтому при ремонте необходимо следить за тем, чтобы наружное и внутреннее кольца принадлежали одному и тому же подшипнику, т. е. были маркированы одним порядковым номером. Следует помнить, что кольца подшипников невзаимозаменяемы и неправильная сборка может привести к выходу подшипников из строя.

При монтаже в полости подшипников закладывается смазка марки 1ЛЗ (ТУ НП21—58) в количестве  $1\ 200 \text{ г}$  в задний подшипник и  $800 \text{ г}$  в передний.

После пробега тепловоза, равного  $180\text{—}200 \text{ тыс. км}$ , подшипники электродвигателей должны быть очищены от смазки, промыты и заполнены свежей смазкой. Отметим, что избыток смазки вызывает повышенный нагрев подшипников, излишек ее выдавливается из полости подшипника и может попасть на обмотки, что ухудшит состояние их изоляции.

В эксплуатации рекомендуется на малом периодическом ремонте, т. е. примерно через каждые 25 тыс. км пробега, добавлять в подшипники якоря смазку в количестве 100—120 г в задний подшипник и 70—80 г — в передний.

Вкладыши моторно-осевых подшипников отливают из бронзы марки Бр. ОЦС 4-4-17. Нижний вкладыш (см. рис. 209) имеет окно, через которое к шейке оси прижимается шерстяная набивка 11. Конец набивки находится в масляной ванне шапки 10 подшипника, из которой масло по шерстяным волокнам подводится к оси. Для заливки смазки и измерения ее уровня в шапке имеется небольшое отверстие, закрытое откидной крышкой. Осмотр и замена набивки производятся через лючок в верхней части шапки, закрытый крышкой.

При выпуске с завода нового электродвигателя в местах прилегания шапок к остову ставятся стальные прокладки толщиной 0,35 мм, которые удаляются при первом малом периодическом ремонте. На бортики вкладышей подшипника, расположенного со стороны коллектора, устанавливается уплотнительное кольцо, чтобы предотвратить разбрызгивание смазки.

Суммарный зазор между шейкой оси и новыми вкладышами должен быть в пределах 0,6—0,75 мм, а после периодического ремонта — до 1,6 мм.

Осевой разбег электродвигателя на оси при новых вкладышах должен быть равен 1—2,5 мм; после периодического ремонта он допускается до 6 мм.

Для смазки моторно-осевых подшипников применяют различные масла в зависимости от климатических условий и времени года. Марки масел для разных условий указаны в инструкции, которую нужно строго соблюдать. Уровень смазки в подшипнике должен быть не менее 45 мм и не более 90 мм при измерении наклонным щупом.

Конец вала электродвигателя (со стороны передачи) — конический (конусность — 1:10). Посадка шестерни на конец вала производится в горячем состоянии с натягом 0,15 мм. Для предупреждения сползания шестерни ее дополнительно закрепляют с торца гайкой.

Шпоночная канавка на конусной части вала используется только при испытании электродвигателя.

На электродвигателях первых выпусков часто наблюдался, особенно при движении тепловоза с выключенным дизелем одной секции, засос и выброс смазки из заднего подшипника на обмотку якоря, что приводило к порче изоляции. Это явление было следствием того, что при неработающем дизеле и, следовательно, отсутствии подачи вентилирующего воздуха в двигатель под напором выше атмосферного головки задних лобовых частей обмотки якоря при движении сами действуют как лопасти вентилятора, создавая разрежение порядка 15—20 мм вод. ст. вблизи подшипника, что и вызывало подсос смазки из камеры подшипника. Для устранения этого вредного явления уже в 1958 г. было введено «воздушное уплотнение» заднего подшипника в виде кольцевой полости между камерой подшипника и внутренним пространством двигателя, сообщаемой через два широких канала с окружающей атмосферой. При такой конструкции разрежение внутри двигателя вызывает лишь подсос воздуха из кольцевой полости.

**Характеристики тягового электродвигателя.** На рис. 222 приведены электромеханические характеристики тягового электродвигателя, т. е. графические зависимости скорости движения тепловоза  $v$ , силы тяги  $F_k$  и к. п. д.  $\eta$  двигателя от величины тока якоря  $I_a$ . Кривые построены для диаметра колеса, равного 1 050 мм, и передаточного отношения зубчатой передачи 4,41.

В отличие от тяговых двигателей электровозов, работающих при постоянном напряжении сети, к электродвигателям тепловоза подводится напряжение, автоматически меняющееся в зависимости от тока нагрузки. Таким образом, скорость вращения якоря двигателя зависит не только от тока, но и от изменения напряжения генератора.

Скоростные характеристики электродвигателя, представленные на рис. 222, построены с учетом изменения напряжения генератора по внешней характеристике. Зависимость напряжения  $U_m$  на зажимах двигателя от тока  $I_a$ ,

показанная на том же графике, соответствует работе дизеля на 16-м положении рукоятки контроллера, т. е. при постоянной мощности генератора, равной 1240 квт.

Внешние характеристики отдельных генераторов могут несколько отличаться от приведенной на рис. 222 вследствие некоторых различий в настройке дизеля и генератора. В этом случае, зная характеристику данного конкретного

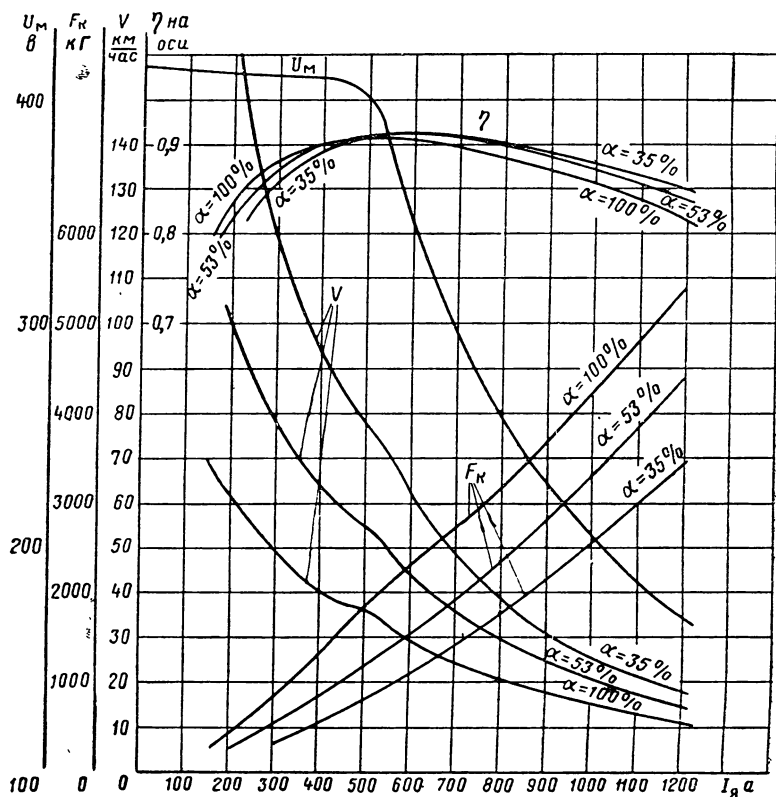


Рис. 222. Электромеханические характеристики тягового электродвигателя (вторая ступень ослабления поля  $\alpha=35\%$ )

генератора, скорость движения тепловоза для любой величины тока двигателя можно определить по формуле

$$v = v' \frac{U_0 - IR - \Delta U}{U' - IR - \Delta U} \text{ км/ч,}$$

где  $v$  — искомая скорость движения при токе двигателя  $I$  в км/ч;

$U_0$  — напряжение на зажимах двигателя при токе  $I_0$  по характеристике данного генератора в в;

$U'$  — напряжение при токе  $I$  по характеристике, изображенной на рис. 222;

$v'$  — скорость движения в км/ч для тока  $I$  по характеристикам, приведенным на рис. 222;

$R$  — сопротивление обмоток двигателя в ом;

$\Delta U$  — падение напряжения под щетками в в.

При этом необходимо иметь в виду, что на тепловозах ТЭЗ включение электродвигателей в цепь последовательно-параллельное, поэтому напряжение на зажимах двигателя равно половине напряжения генератора, что учтено при построении внешней характеристики генератора, представленной на рис. 222, т. е. внешняя характеристика генератора приведена к зажимам электродвигателя.

Характеристики  $v = f(I_{\text{я}})$ ,  $F_{\text{к}} = f(I_{\text{я}})$  и  $\eta = f(I_{\text{я}})$  построены для полного возбуждения двигателя и для обеих ступеней ослабления магнитного поля  $\alpha = 53\%$  и  $\alpha = 35\%$ . Цифры 53 и 35 показывают, что ток в обмотке возбуждения составляет в этих случаях соответственно 53 и 35% тока якоря. При изменении внешней характеристики тягового генератора кривые силы тяги  $F_{\text{к}} = f(I_{\text{я}})$  не меняются.

При ослаблении поля до 35% и скорости движения 72 км/ч ток двигателя составляет 550 а, а напряжение на его зажимах — 390 в. В случае дальнейшего

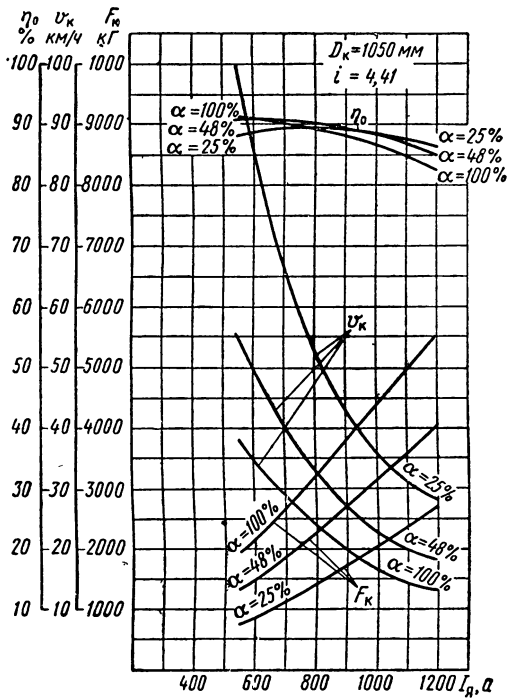


Рис. 222а. Электромеханические характеристики тягового электродвигателя (вторая ступень ослабления поля  $\alpha = 25\%$ )

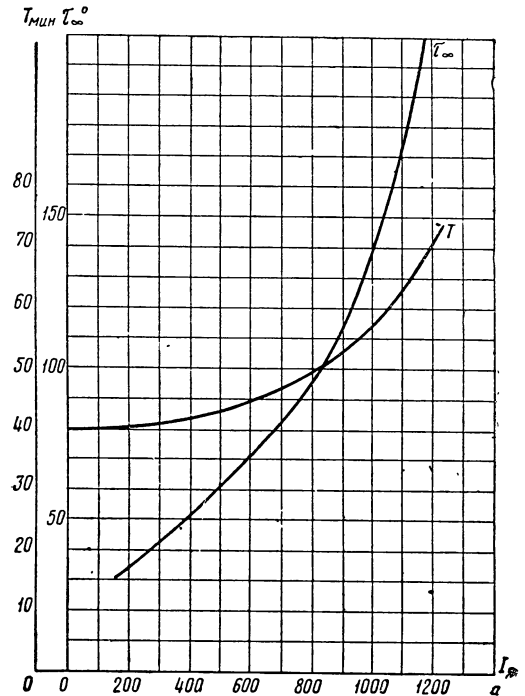


Рис. 223. Тепловые характеристики электродвигателя тепловоза ТЭЗ

повышения скорости ток продолжает падать, а напряжение почти не возрастает вследствие насыщения магнитной цепи генератора. Таким образом, при повышении скорости движения сверх 72 км/ч мощность, расходуемая на тягу, уменьшается.

В 1959 г. были проведены опыты по применению более глубокого ослабления магнитного поля тяговых электродвигателей на второй ступени (до 25%). Опыты дали положительные результаты. При ослаблении поля до 25% скорость при токе 550 а достигает конструкционной (100 км/ч), т. е. мощность дизеля полностью используется на всем диапазоне рабочих скоростей движения.

На основании этого с 1962 г. все тепловозы ТЭЗ имеют измененную величину второй ступени ослабления поля, а именно:  $\alpha_2 = 25\%$ .

Электромеханические характеристики электродвигателей ЭДТ-200Б с более глубоким ослаблением поля даны на рис. 222а. Необходимо отметить, что более глубокое ослабление поля приводит к увеличению нагрузки контактов шунтировки обмоток возбуждения и требует более тщательного наблюдения и ухода за контактами.

Номинальным режимом двигателя является такой длительный режим нагрузки, при котором обеспечивается номинальная длительная сила тяги и скорость движения тепловоза.

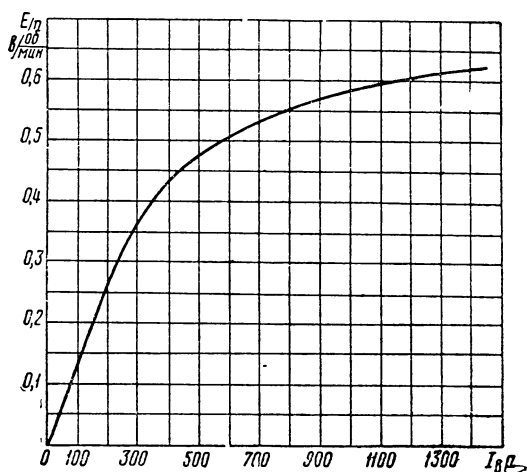


Рис. 224. Характеристика намагничивания электродвигателя

В эксплуатации тяговые двигатели вследствие изменений профиля пути и других условий никогда не работают длительно в одном режиме; ток, напряжение и скорость вращения якоря все время меняются. На подъемах двигатели перегружаются по току, при езде и по спуску, и на площадке ток в двигателях меньше номинального. Вес поезда выбирается таким, чтобы в среднем нагрузка тягового генератора и электродвигателей соответствовала номинальной, т. е. чтобы генератор и двигатели работали при средней температуре обмоток, не превышающей допустимую по ГОСТ 2582—50. Для двигателей ЭДТ-200А и ЭДТ-200Б номинальный ток меньше допусти-

мого по условиям нагрева длительного тока (рис. 223). Поэтому тяговые расчеты должны основываться на тепловых характеристиках главного генератора, имеющего при номинальном токе почти предельный перегрев обмотки якоря.

На рис. 224 приведена характеристика намагничивания двигателя. На графике по оси ординат отложена величина

$$\frac{E}{n} = \frac{pN}{60a \cdot 10^8} \Phi = C\Phi \text{ в/(об/мин)},$$

где  $E$  — э. д. с. электродвигателя в в;

$n$  — скорость вращения якоря в об/мин;

$p$  — число пар полюсов электродвигателя;

$a$  — число пар параллельных цепей обмотки якоря;

$N$  — число проводников обмотки якоря;

$\Phi$  — магнитный поток в мкс;

$C$  — коэффициент пропорциональности.

По оси абсцисс отложен ток возбуждения  $I_b$ . Характеристика построена для режима холостого хода, когда якорь двигателя вращается при отсутствии тока в нем.

На рис. 225 представлены кривые потерь холостого хода тягового элект-

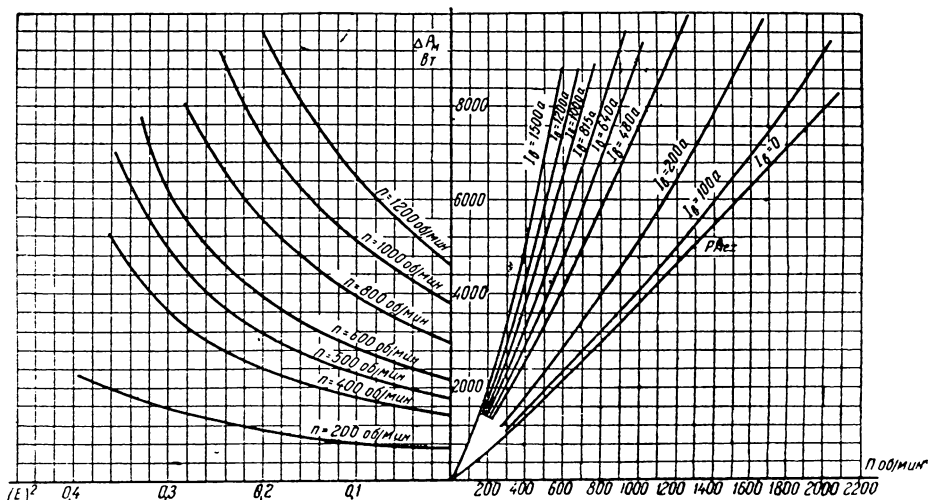


Рис. 225. Кривые потерь холостого хода тягового электродвигателя

родвигателя, представляющих собой сумму магнитных потерь в стали и потерь на трение. Справа даны зависимости потерь холостого хода от скорости вращения якоря при различных значениях тока возбуждения  $I_b$ . Слева изображены зависимости тех же потерь от величины  $\left(\frac{E}{n}\right)^2$  при разных скоростях вращения якоря.

**ДВУХМАШИННЫЙ АГРЕГАТ**

Двухмашинный агрегат (рис. 226) состоит из возбудителя типа ВТ275/120 и вспомогательного генератора типа ВГТ75/150. Основные данные обмоток этих машин представлены в табл. 8.

Вспомогательный генератор служит для зарядки аккумуляторной батареи, питания цепей управления и освещения, вспомогательных машин, а также обмоток независимого возбуждения возбудителя и тахогенераторов. Возбуждение вспомогательного генератора параллельное.

Возбудитель ВТ275/120 предназначен для питания обмотки независимого возбуждения тягового генератора. Как указывалось выше, гиперболическая форма внешней характеристики генератора обеспечивается благодаря соответствующей характеристике возбудителя, приведенной на рис. 183. В связи с этим возбудитель выполняется с необычной магнитной системой и несколькими обмотками возбуждения.

Т а б л и ц а   8

Наименование обмотки	Число витков	Сопротивление при 15° в ом	Марка провода	Размер провода без изоляции в мм
<i>Вспомогательный генератор типа ВГТ75/150</i>				
Шунтовая . . . . .	450	На 8,67	ПБД	Ø 1,95
Дополнительных полюсов . . . . .	17	полюс 0,0195	ПБД	4,4×6,9
Якорная . . . . .	132/6	0,036	Медь голая	1,16×5,1
<i>Возбудитель типа ВТ275/120</i>				
Независимого возбуждения . . . . .	330	5,88	ПЭЛБО	Ø 1,5
Серийная . . . . .	2	0,0018	Медь голая	3,05×12,5
Регулирующая . . . . .	82	0,318	ПБД	1,81×5,1
Ограничения . . . . .	40	0,478	ПБО	Ø 1,95
Шунтовая . . . . .	616	7,7	ПБД	Ø 1,35
Дифференциальная . . . . .	37	0,0305	ПБД	4,1×5,5
Дополнительных полюсов . . . . .	17	0,0195	Медь голая	4,4×6,9
Якорная . . . . .	132/6	0,033	» »	1,16×5,1

Конструктивно двухмашинный агрегат имеет однокорпусное исполнение (см. рис. 226). Якоря возбудителя и вспомогательного генератора насажены на общий вал, вращающийся на двух шарикоподшипниках. Станина состоит из двух половин, скрепленных болтами. Каждая половина станины представляет собой магнитную систему соответственно возбудителя и вспомогательного генератора.

В центре вала между якорями расположен двухкамерный вентилятор, засасывающий воздух с торцов агрегата к центру его через вентиляционные каналы в сердечниках якорей и промежутки между полюсами. Нагретый воздух выбрасывается через окна в станине вспомогательного генератора, защищенные сеткой. Подшипниковые щиты как отдельные узлы в агрегате отсутствуют. Они конструктивно объединены в один узел с магнитными системами вспомогательного генератора и возбудителя.

Вспомогательный генератор имеет шесть главных и пять дополнительных полюсов, прикрепленных к сварной станине, изготовленной из листовой стали марки Ст. 3.



Станина снабжена двумя лапами и фланцем для соединения со станиной возбудителя; к ней приварены ребра со ступицей, в которую устанавливается подшипник вала якоря. Сердечники главных полюсов собраны из штампован-

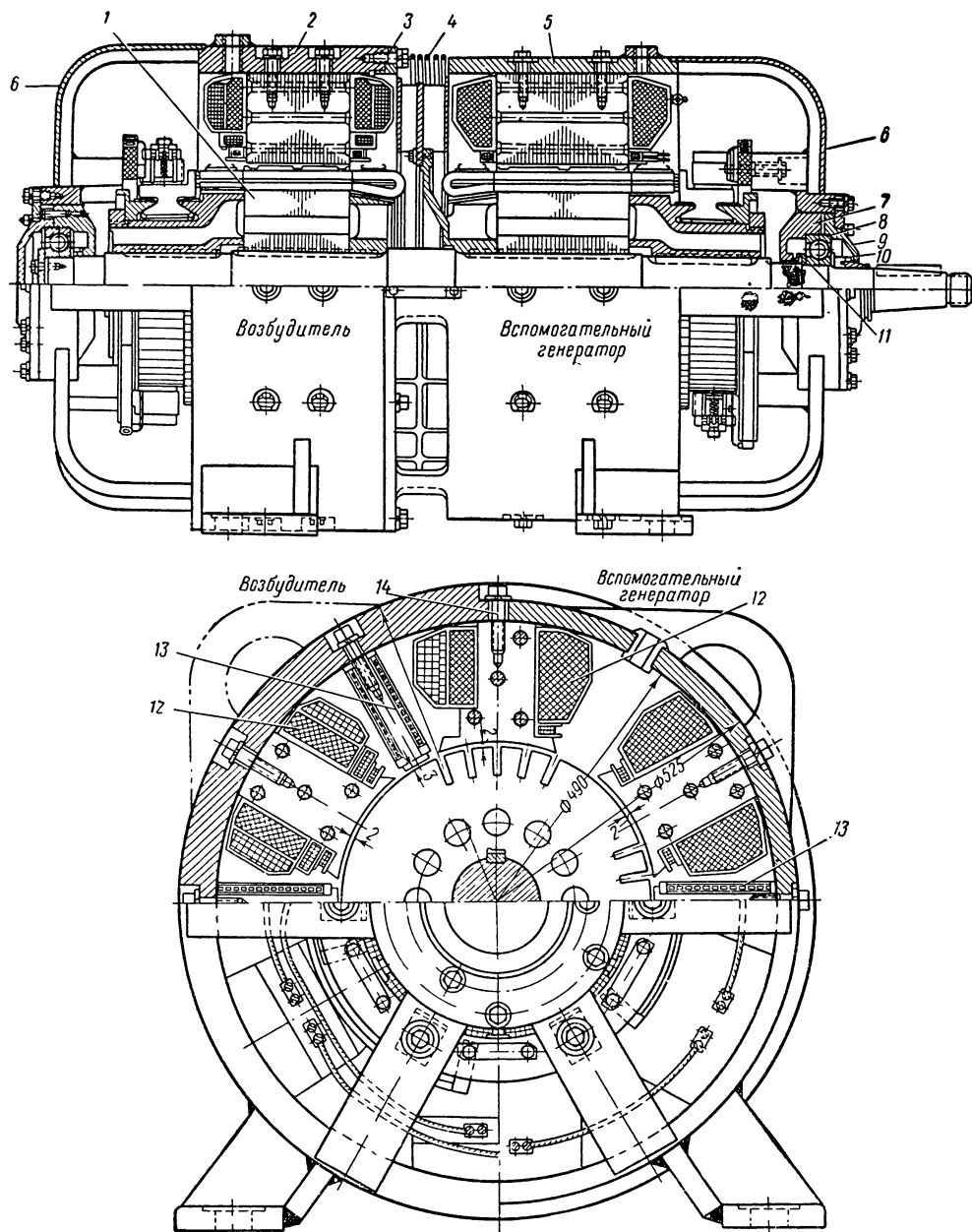


Рис. 226. Двухмашинный агрегат ВТ275/120+ВГТ75/150:

1—якорь; 2—станина возбудителя; 3—болты, скрепляющие станины вспомогательного генератора и возбудителя; 4—сетка; 5—станина вспомогательного генератора; 6—щитки; 7—капсуль; 8—подшипник; 9—крышка; 10—втулка; 11—кольцо лабиринтное; 12—главные полюсы; 13—дополнительные полюсы; 14—болт крепления полюсов

ных листов стали марки Ст. 2, скрепленных заклепками. Сердечники дополнительных полюсов отлиты из стали марки 15ЛК-1 или 25ЛК-1.

Шунтовые катушки главных полюсов (рис. 227) намотаны из круглой обмоточной меди. Они изолируются от корпуса тремя слоями микаленты толщиной 0,17 мм и одним слоем тафтяной ленты. Готовые катушки компаундиру-

ют. В машинах первых выпусков на главных полюсах вспомогательного генератора располагалась также серийная обмотка, которая в дальнейшем была изъята.

Катушки дополнительных полюсов, одинаковые для вспомогательного генератора и возбудителя, намотаны из прямоугольной меди марки ПБД (рис. 228). Изоляция этих катушек состоит из двух слоев микаленты и одного слоя тафтяной ленты.

Воздушный зазор под главными и дополнительными полюсами равен 2 мм.

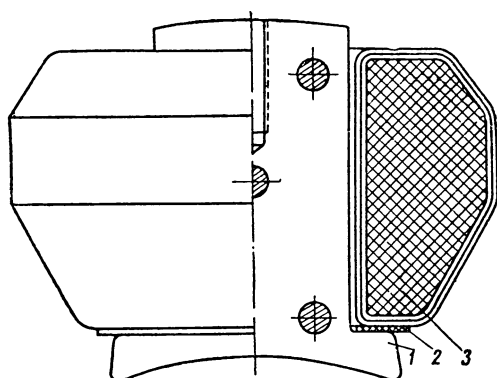


Рис. 227. Главный полюс вспомогательного генератора:

1 — сердечник; 2 — рамка; 3 — катушка

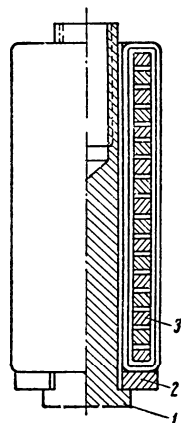


Рис. 228. Дополнительный полюс возбудителя и вспомогательного генератора:

1 — сердечник; 2 — рамка; 3 — катушка

Схема электрических соединений вспомогательного генератора представлена на рис. 229.

Возбудитель имеет также шесть главных и пять дополнительных полюсов. В отличие от возбудителя тепловоза ТЭ2, где у каждого главного полюса два сердечника — насыщенный и ненасыщенный, в возбудителе типа ВТ275/120 тепловоза ТЭЗ функции главных полюсов разделены: четыре являются ненасыщенными и обеспечивают основную, постоянную составляющую магнитного потока, а два, расположенных диаметрально, являются насыщенными и создают переменную, регулируемую часть магнитного потока возбудителя.

На главных полюсах возбудителя размещены шесть обмоток возбуждения:

а) обмотки ненасыщенных полюсов (рис. 230): независимого возбуждения 1; регулирующая 2; ограничения тока 3; серийная 4;

б) обмотки насыщенных полюсов (рис. 231): дифференциальная 1; шунтовая 2.

Таким образом, на ненасыщенном полюсе расположены четыре катушки, на насыщенном — две.

Включение перечисленных обмоток в цепи и их назначение описаны в главе VII.

Катушки насыщенных полюсов — шунтовая и дифференциальная — наматываются отдельно и каждая изолируется тремя слоями микаленты толщиной 0,17 мм, после чего обе катушки вместе покрывают одним слоем киперной ленты и компаундируют.

Обмотки независимого возбуждения и регулирующая наматываются так, что первая располагается внутри, а вторая — снаружи. Между этими обмотками проложен электрокартон толщиной 0,5 мм в два слоя. Катушка в целом изолирована двумя слоями микаленты и одним слоем тафтяной ленты. Катушка ограничительной обмотки изготавливается отдельно. Изоляция ее состоит из двух слоев микаленты толщиной 0,17 мм и одного слоя тафтяной ленты. Серийная катушка состоит из двух витков голой меди, изолированных тремя слоями микаленты толщиной 0,17 мм и одним слоем стеклоленты.

Между катушками серийной и ограничительной обмоток установлена прокладка из электрокартона.

Изоляция полюсных катушек относится к классу А. Воздушный зазор под ненасыщенными и дополнительными полюсами равен 2 мм, под насыщенными — 1 мм. Чтобы предотвратить ослабевание катушек на сердечниках, с 1959 г.

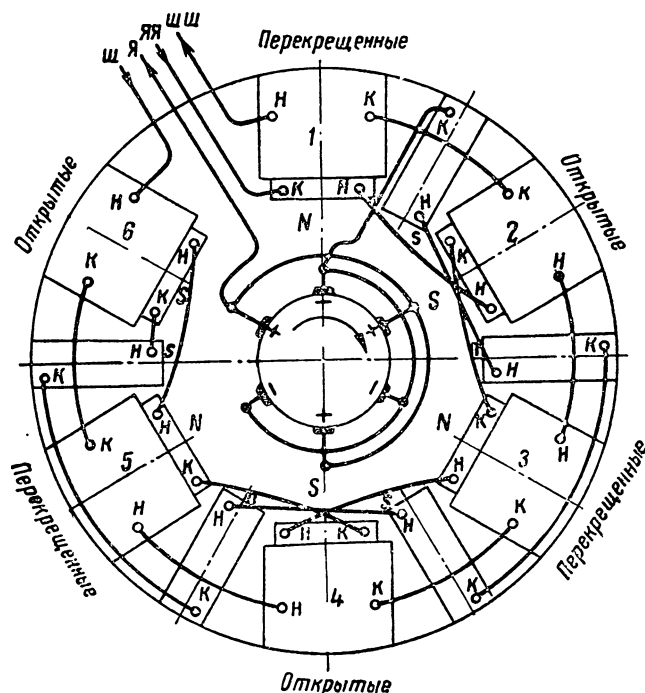


Рис. 229. Схема электрических соединений вспомогательно-го генератора:

$R$  — начало обмотки якоря;  $RR$  — конец серийной обмотки;  $Ш$  и  $ШШ$  — начало и конец шунтовой обмотки возбуждения

на главных полюсах двухмашинного агрегата устанавливают пружинные рамки, подобные применяемым в тяговых электродвигателях. Рамки располагают между катушкой и станиной.

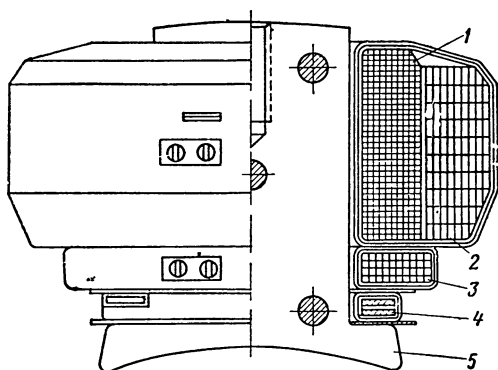


Рис. 230. Ненасыщенный полюс возбудителя:  
1 — обмотка независимого возбуждения; 2 — регулирующая обмотка; 3 — обмотка ограничения тока; 4 — серийная обмотка; 5 — сердечник

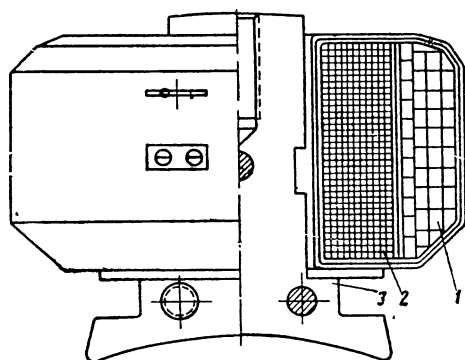


Рис. 231. Насыщенный полюс возбудителя:

1 — дифференциальная обмотка; 2 — шунтовая обмотка; 3 — сердечник

Схема электрических соединений возбудителя изображена на рис. 232.

В 1961 г. выпущена опытная партия двухмашинных агрегатов с добавочными полюсами, катушки которых имеют литую изоляцию из эпоксидного

компаунда. В этом случае катушка надевается на полюс, имея только изоляцию витков с текстолитовыми дистанционными распорками между сердечником полюса и катушкой. Полюс с катушкой помещают в форму и заливают рас-

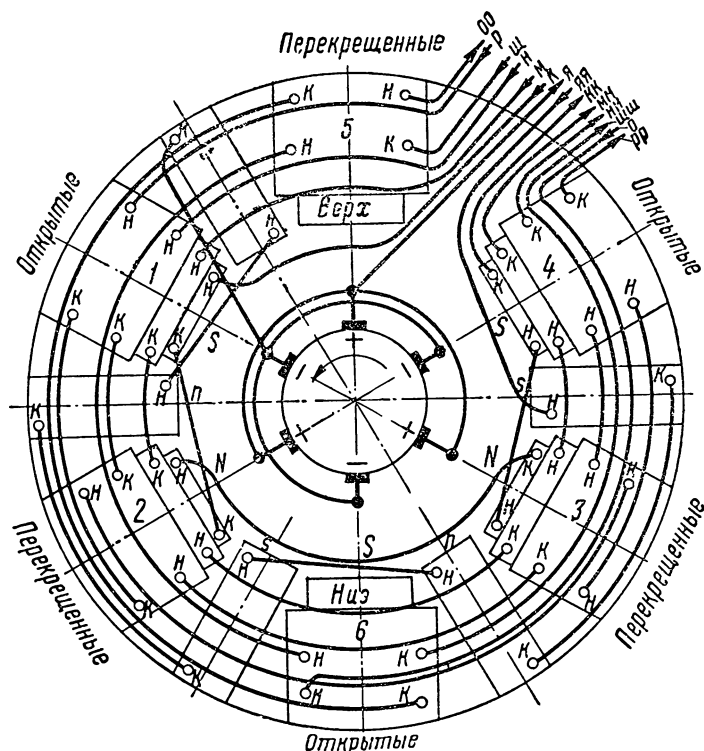


Рис. 232. Схема электрических соединений возбuditеля:

Я — начало обмотки якоря; ЯЯ — конец обмотки дополнительных полюсов;  
К — КК — серийная обмотка; М — ММ — обмотка ограничения тока; Н —  
НН — обмотка независимого возбуждения; Р — РР — регулирующая обмотка;  
О — ОО — дифференциальная обмотка; Ш — ШШ — шунтовая обмотка

плавленным эпоксидным компаундом, после отверждения которого катушка с полюсом превращается в монолитный блок (рис. 232а). Для предотвращения смещения вследствие вибрации в эксплуатации на боковых сторонах сердечника делают продольные канавки, которые также заполняются компаундом

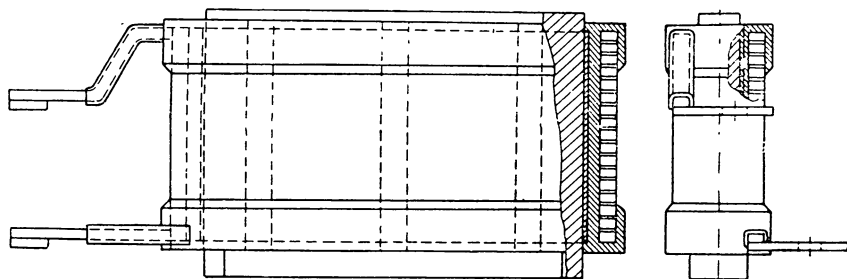


Рис. 232а. Добавочный полюс возбuditеля и вспомогательного генератора с литой изоляцией

при заливке. При такой конструкции никакого дополнительного крепления катушки на полюсе не требуется. Литая изоляция чрезвычайно вынослива. Опыт более чем двухлетней эксплуатации показал, что катушки находятся в прекрасном состоянии. В ближайшее время будет выпущена большая партия агрегатов с литой изоляцией полюсных катушек.

Применение литой изоляции открывает возможность использования для катушек алюминиевого провода вместо медного. До сих пор это ограничивалось недостаточной прочностью алюминия в условиях вибрации. При литой изоляции катушка превращается в монолит и вибрация отдельных проводов исключается. Выводы таких катушек выполняются из медного провода, приваренного к алюминиевому на последнем витке, причем место сварки также оказывается внутри заливки. Опытные агрегаты с алюминиевыми катушками успешно эксплуатируются. Следует, однако, отметить, что их применение требует дополнительной настройки регулятора напряжения.

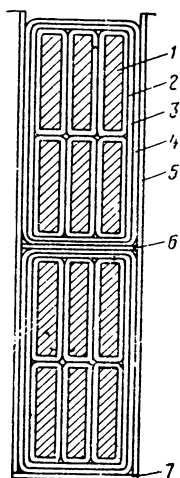


Рис. 233. Расположение обмотки в пазу, якоря двухмашинного агрегата:

1 — проводник; 2 — межвитковая изоляция; 3, 4 и 5 — изоляция от корпуса; 6 и 7 — прокладки

Сердечники якорей возбuditеля и вспомогательного генератора набраны из штампованных листов электротехнической стали, насаженных на вал и удерживаемых с одной сто-

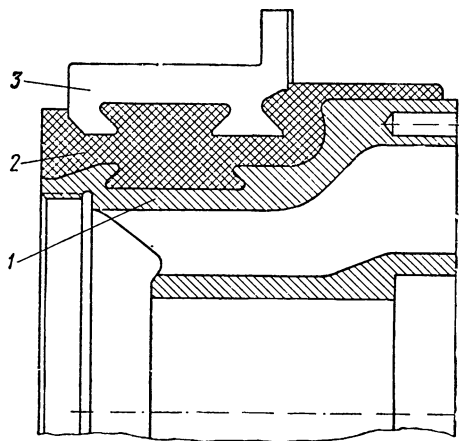


Рис. 233а. Коллектор возбuditеля и вспомогательного генератора на пластмассовом корпусе:

1 — стальная втулка; 2 — пластмасса; 3 — пластины

роны обмоткодержателями, а с другой — корпусами коллекторов. К обмоткодержателю якоря вспомогательного генератора прикреплен болтами вентилятор, отлитый из алюминиевого сплава.

Сердечники якорей имеют по 44 паза для укладки обмотки и осевые вентиляционные каналы. Обмотки якоря возбuditеля и вспомогательного генератора — волновые, с шагом по пазам 1—8, по коллектору 1—44, с двумя мертвыми секциями.

В каждом пазу расположены верхняя и нижняя стороны двух катушек (рис. 233), каждая из которых состоит из трех одновитковых секций. Каждая секция состоит из двух параллельных проводников.

Проводники якоря выполнены из голй меди. Каждый проводник изолирован одним слоем микаленты толщиной 0,1 мм. Катушка в пазовой части изолирована от корпуса микалистом, поверх которого наложена стеклотента.

Катушки обмоток якорей возбuditеля и вспомогательного генератора отличаются только длиной пазовой части (соответственно длинам сердечников).

Пазы якоря — открытые, без клиньев.

Обмотка якоря удерживается в пазах и в лобовых частях бандажами из стальной проволоки диаметром 1,2 мм. В пазовой части расположены три бандажа по 10 витков, на каждой лобовой части — бандаж из 25 витков. Бандажи изолированы от обмотки двумя слоями электрокартона толщиной 0,5 мм и одним слоем гибкого миканита. В месте расположения бандажа листы сердеч-

ника имеют уменьшенный диаметр, образуя кольцевую канавку. После укладки обмотки якорь сушат и пропитывают аналогично якорям тяговых электродвигателей. Изоляция обмоток якорей двухмашинного агрегата относится к классу В.

Коллекторы возбuditеля и вспомогательного генератора одинаковы. Каждый собран из 130 пластин, выштампованных из коллекторной меди вместе с петушками, в которые впаиваются концы обмотки якоря. Между пластинами уложены прокладки из коллекторного миканита толщиной 0,8—1 мм. Коллекторные пластины изолированы от корпуса манжетами из формовочного миканита и укреплены с помощью нажимных конусов, стягиваемых гайками с мелкой резьбой. После сборки коллекторы подвергают динамической формовке при большой скорости вращения и высокой температуре, что обеспечивает устойчивость их формы в эксплуатации.

В 1963 г. выпущена опытная партия двухмашинных агрегатов, имеющих коллекторы с запрессовкой комплекта пластин в пластмассу АГ-4 (рис. 233а). В этом случае нажимные конуса и миканитовые манжеты отсутствуют. Пластмасса запрессовывается прямо на стальную втулку и удерживает в стянутом виде пластины коллектора.

Заводские испытания показали высокую прочность коллекторов на пластмассе. После эксплуатационной проверки опытных агрегатов коллекторы на пластмассе будут внедряться.

Щеткодержатели, в каждом из которых помещена одна щетка марки ЭГ14 размером 12,5×44 мм, прикреплены к траверсам, выполненным в виде колец из гетинакса и прикрепленным к выступам на ребрах станины. На каждой траверсе располагается шесть щеткодержателей, корпуса которых отлиты из латуни. Нажатие на щетку осуществляется через откидной курок спиральной пружины; оно должно составлять 1—1,1 кг. Для возможности регулировки положения щеток по отношению к нейтрали отверстия в траверсе под крепящие болты выполнены овальными и допускают некоторый поворот ее. При испытании машины на заводе траверса устанавливается в нормальное положение, отмечаемое риской и красной чертой. В эксплуатации, как и при ремонте, это положение должно выдерживаться.

Вал якорей двухмашинного агрегата вращается в двух шарикоподшипниках (№ 312), установленных в капсулы. Подшипник со стороны привода зажат в капсуле в осевом направлении и, таким образом, воспринимает, кроме радиальных, также и осевые нагрузки. Второй подшипник имеет осевой разбег в капсуле для компенсации тепловых деформаций вала якоря и станины. Подшипники крепят к станине шайбами, прикрепленными тремя болтами к станине и тремя — к капсуле. В подшипниках двухмашинного агрегата применяется смазка марки 1ЛЗ. Чтобы предупредить вытекание смазки из полости подшипников внутрь машины, последние снабжены лабиринтными кольцами.

Для пассажирской модификации тепловоза ТЭ7 применяются двухмашинные агрегаты типа ВТ275/120+ВГТ75/120 с контактными кольцами на якоре вспомогательного генератора, позволяющими, кроме напряжения постоянного тока 75 в для питания цепей управления и зарядки батареи, получать одновременно переменный ток для питания электропневматического тормоза.

Мощность нагрузки переменного тока не должна превышать 600 вт. Напряжение его составляет 58 в. Частота переменного тока равна 90 гц при скорости вращения якоря 1 800 об/мин на 15-м положении рукоятки контроллера. Напряжение и частота снижаются пропорционально уменьшению скорости вращения дизеля на промежуточных позициях.

#### ТАХОГЕНЕРАТОРЫ

На тепловозах, выпускаемых с конца 1959 г., установлен тахометрический агрегат типа А703, который состоит из двух тахогенераторов, смонтированных в одном корпусе, с якорями, насаженными на один вал. Исполнение

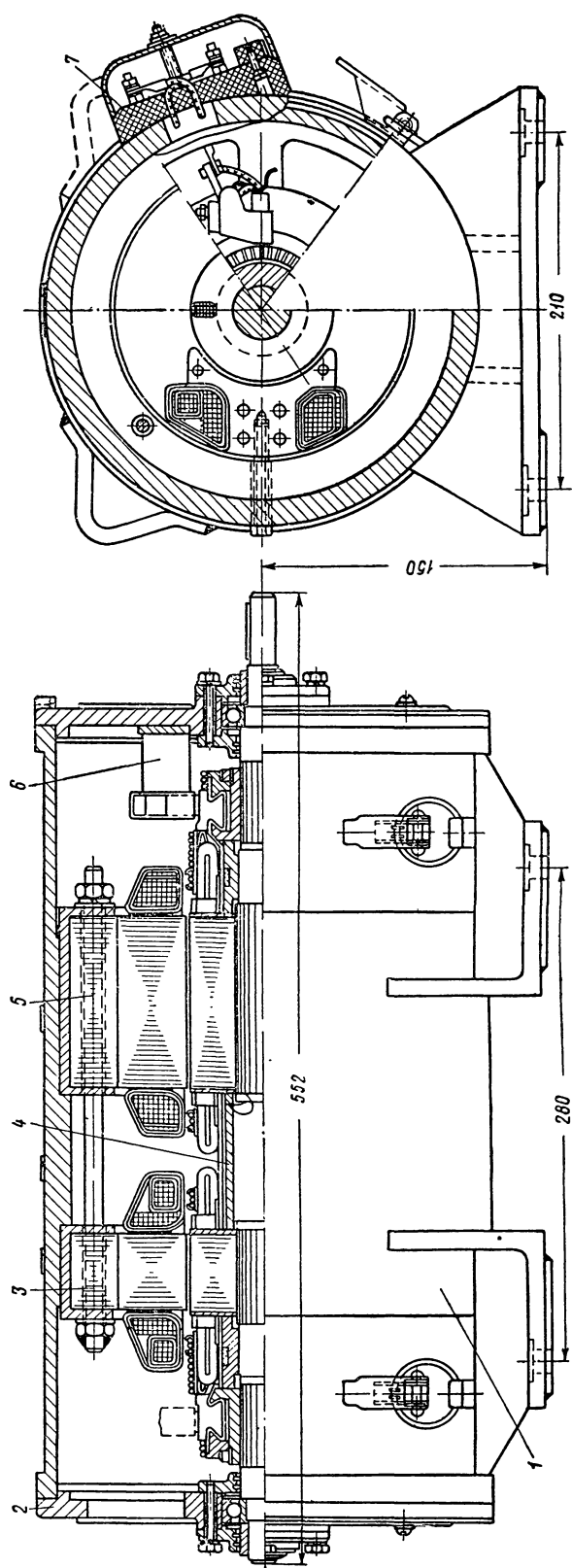


Рис. 234. Тахометрический агрегат типа А703:

1 — станна; 2 — щит подшипниковый; 3 — ярмо подшипниковый; 4 — ярмо; 5 — ярмо магнитной системы тахогенератора ТГ83/100; 6 — тра-  
верса; 7 — коробка выводов



агрегата — закрытое, без вентиляции. Агрегат имеет клиноременный привод. Принцип действия тахометрической схемы автоматического регулирования мощности дизеля требует, чтобы скорость вращения якоря тахометрического агрегата в каждый момент строго соответствовала скорости вращения вала дизеля, поэтому проскальзывание приводных ремней совершенно недопустимо, так как нарушает нормальную работу узла АРМ. В эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы ремни не были ослаблены, но в то же время они не должны быть и слишком туго натянуты, так как это приводит к изгибу вала тахометрического агрегата и выходу его из строя. Нормально при оттягивании ремня за его середину усилием в 1 кг стрела прогиба должна составлять 11—13 мм.

Как указано выше, агрегат состоит из двух тахогенераторов (рис. 234). Один из них типа ТГ83/100 включен в узел автоматического регулирования мощности дизеля (на схеме — Т1), другой типа ТГ83/45 работает в узле ограничения пускового тока (на схеме — Т2).

Конструктивно тахометрический агрегат выполнен таким образом, чтобы исключалось влияние на его работу внешних магнитных полей, возбуждаемых, например, силовыми проводами и т. п. Поэтому магнитные системы обоих тахогенераторов заключены в общую стальную станину, от которой они отделены немагнитным материалом — слоем алюминиевого сплава.

Таким образом, станина служит экраном, через который замыкаются внешние магнитные поля, не проникая внутрь агрегата.

Кольцевое ярмо магнитной системы каждого тахогенератора набрано из листов трансформаторной стали, скрепленных заклепками и залитых снаружи алюминиевым сплавом, служащим промежуточным телом для посадки ярма в станину; посадка производится с натягом 0,1—0,2 мм. Кроме того, магнитные системы удерживаются от смещения также болтами, крепящими полюсы и проходящими через станину и магнитное ярмо. Тахогенераторы двухполюсные, некомпенсированные, без дополнительных полюсов.

Главные полюсы собраны из листов трансформаторной стали. На полюсах тахогенератора типа ТГ83/100 размещены две обмотки возбуждения — последовательная и параллельная; последняя имеет малое сопротивление и рассчитана на питание от источника напряжением 75 в, током 3—3,2 а через большое балластное сопротивление, благодаря которому ток возбуждения практически не зависит от температуры обмотки.

На полюсах тахогенератора ТГ83/45 расположены обмотки независимого и последовательного возбуждения. Обмотка независимого возбуждения питается током от источника напряжения 75 в через сопротивление; ток в ней регулируется изменением сопротивления при настройке схемы.

Якоря обоих тахогенераторов насажены на общий вал и отличаются только длиной сердечника. Сердечники якорей набраны из листов трансформаторной стали. Пазы в сердечниках скошенные полузакрытые. Обмотка якорей петлевая, всыпная, выполненная из круглого провода марки ПБД.

Коллекторы обоих тахогенераторов одинаковы. Каждый собран из 56 медных пластин. Пластины и миканитовые прокладки между ними зажимаются стальными конусами, которые изолированы от пластин миканитовыми манжетами.

Миканитовые прокладки между пластинами продороживаются на глубину 0,8—1 мм.

С 1960 г. в тахометрическом агрегате внедрен коллектор новой конструкции, в котором втулка, конусы и миканитовые манжеты заменяются пластмассой (рис. 235).

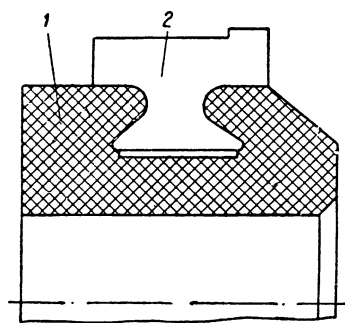


Рис. 235. Коллектор новой конструкции тахометрического агрегата:

1 — пластмасса; 2 — пластина

Вал якорей вращается в двух шарикоподшипниках (№ 204), смонтированных в щитах. Подшипник со стороны привода имеет некоторый осевой разбег, а второй подшипник закреплен и воспринимает осевые нагрузки.

К обоим подшипниковым щитам прикреплены гетинаксовые пальцы, на которых установлены щеткодержатели радиального типа. Корпуса щеткодержателей выполнены из латуни литьем под давлением.

Для нормальной работы тахометрического агрегата необходимо, чтобы щетки с достаточным усилием прижимались к коллекторам. Курки щеткодержателей должны свободно, без заедания, поворачиваться на осях.

При заедании курка нажатие на щетку даже в случае малого ее износа резко снижается, начинается искрение и подгар коллектора, что вызывает полное нарушение работы узла автоматического регулирования мощности дизеля или ограничения пускового тока. Зазор между коллектором и щеткодержателем не должен превышать 1,5 мм.

В щитах сделаны прорези для крепящих болтов, благодаря которым можно поворачивать их в некоторых пределах для правильной установки щеток, обеспечивающей требуемые характеристики тахогенераторов.

Основные данные обмоток тахогенераторов приведены в табл. 9.

Таблица 9

Наименование обмотки	Число витков	Сопротивление при 15° в ом	Марка провода	Размер провода без изоляции в мм
<i>Тахогенератор типа ТГ83/100</i>				
Якорная . . . . .	224/2	0,515	ПБД	Ø 1,08
Параллельного возбуждения . . . . .	150 } На	1,25	ПБД	Ø 1,35
Серийная . . . . .	13,5 } полюс	0,175	ПБД	Ø 1,35
<i>Тахогенератор типа ТГ83/45</i>				
Якорная . . . . .	112/2	0,193	ПБД	Ø 1,08
Независимого возбуждения . . . . .	500 } На	17,3	ПЭВ-2	Ø 0,59
Серийная . . . . .	30,5 } полюс	0,094	ПБД	Ø 1,35

В тахометрическом агрегате применены щетки марки ЭГ-8 размером 10×12,5×32 мм. Нажатие на щетку должно быть равно 0,35—0,45 кг.

Данные, характеризующие номинальный режим работы тахогенераторов, приведены в табл. 10.

Таблица 10

Тип тахогенератора	Режим	Мощность кВт	Ток в а	Напряжение в в
ТГ83/100 . . . . .	Часовой	0,624	8	78
ТГ83/45 . . . . .	»	0,12	10	12

Скорость вращения якорей агрегата при работе дизеля на 16-м положении контроллера машиниста равна 4 000 об/мин. Изменением сопротивлений и сдвигом щеток тахогенераторы регулируются для получения следующих параметров.

1. Напряжение тахогенератора ТГ83/100 (Т1) при скорости вращения якоря 4 000 об/мин и изменении тока от 0 до 8 а должно быть равно 78<sup>+1,0</sup><sub>-1,4</sub> в. Превышение указанного напряжения недопустимо даже в случае нормальной работы узла АРМ, так как это ведет к перегрузке тахогенератора.

2. Напряжение тахогенератора ТГ83/45 (Т2) при отсутствии нагрузки и скорости вращения якоря, равной 4 000 об/мин, должно составлять 16,7—17,2 в, а при токе 10 а — около 12 в.

В первый период эксплуатации тахометрических агрегатов были нарушения в работе схемы, связанные с проскальзыванием приводных ремней или расстройством коммутации. Последнее может быть вызвано чрезмерным сдвигом щеток с нейтрали при настройке узла АРМ, заеданием курка щеткодержателя, вызывающим уменьшение нажатия на щетку, большим зазором между коллектором и щеткодержателем, а также осевым разбегом якоря, который предусматривался в тахоагрегатах первого выпуска (до 1 мм). Рекомендуется этот разбег устранить, установив между задним подшипником и крышкой прокладку толщиной 1 мм.

До конца 1959 г. на тепловозах ТЭЗ в качестве тахогенераторов применялись несколько видоизмененные серийные генераторы постоянного тока типов ПН-5 (Т1) и Г25-Б/Т (Т2).

**Тахогенератор Т1**, включавшийся в узел автоматического регулирования мощности дизеля, выполнен на базе серийного генератора постоянного тока ПН-5. Это самовентилирующаяся двухполюсная машина с одним дополнительным полюсом. К стальной станине болтами прикреплены главные полюсы, составленные из листов электротехнической стали. Обмотка главного полюса имеет малое сопротивление (1,2—1,42 ом при 15°) и рассчитана на питание током 1,0—1,4 а от источника напряжением около 10 в. Эта обмотка на тепловозе включена в сеть напряжением 75 в через постоянное сопротивление, благодаря чему ток возбуждения практически не зависит от температуры обмотки.

Обмотка последовательного возбуждения, имеющаяся в этих генераторах, при установке на тепловозе не используется.

Щеткодержатели радиального типа установлены на поворотной траверсе. В обойме щеткодержателя имеется прорезь, позволяющая по мере износа коллектора перемещать обойму щеток, чтобы выдерживать установленное расстояние между обоймой и коллектором.

#### Технические данные тахогенератора Т1 типа ПН-5

Мощность . . . . .	0,95 квт
Напряжение . . . . .	115 в (на тепловозе ТЭЗ 75—79 в)
Ток . . . . .	8,3 а
Скорость вращения якоря (на тепловозе) . . . . .	3 300 об/мин (при 850 об/мин вала дизеля)
Марка щеток . . . . .	ЭГ-2
Размер щеток . . . . .	10×12,5×32 мм (одна на щеткодержатель)

Основные данные обмоток тахогенератора Т1 типа ПН-5 приведены в табл. 11.

Т а б л и ц а 11

Наименование обмотки	Число витков	Сопротив- ление при 15° в ом	Марка провода	Диаметр провода без изоляции в мм
Дополнительных полюсов . . . . .	149 (на полюс)	0,202	ПБД	1,95
Якорная . . . . .	350	0,95	ПБД	1,08

**Тахогенератор Т2**, включенный в узел ограничения пускового тока, выполнен на базе серийного генератора постоянного тока типа Г25-Б. Он является невентилирующейся двухполюсной машиной без дополнительных полюсов. Станина выполнена из стальной трубы и отжигается для уменьшения петли гистерезиса. Со стороны коллектора станина имеет смотровые окна, закрываемые лентообразной крышкой.

Сердечники главных полюсов сплошные кованные крепятся к станине винтами. На главных полюсах размещены обмотки независимого и последовательного возбуждения. Обмотка последовательного возбуждения уменьшает магнитный поток машины при работе ее на тепловозе в режиме электродвигателя. Щит, расположенный со стороны коллектора, имеет овальные прорези для болтов, благодаря чему он может быть повернут вместе со щеткодержателями.

Машина имеет три пары выводов обмотки якоря независимого возбуждения и последовательного возбуждения, которые подведены к клеммной доске, укрепленной на станине сверху. Приводится тахогенератор Т2 посредством шкива.

#### Технические данные тахогенератора Т2 типа Г25-Б/Т

Мощность . . . . .	0,25 квт
Напряжение . . . . .	12 в (максимальное на тепловозе 17,2 в)
Ток . . . . .	20 а
Скорость вращения якоря (на тепловозе ТЭЗ) . . . . .	2750 об/мин (при 850 об/мин вала дизеля)
Марка щеток . . . . .	ЭГ-13
Размер щеток . . . . .	5×20×20 мм (одна на щеткодержатель)
Ток возбуждения (на тепловозе ТЭЗ)	0,5—0,6 а

## ГЛАВА IX

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электрические аппараты на тепловозах предназначены для управления электрическими машинами и другими агрегатами, замыкания и размыкания электрических цепей, защиты оборудования от опасных режимов и т. д.

В данной главе подробно описаны аппараты, впервые разработанные для тепловоза ТЭЗ: регулятор напряжения, контроллер машиниста на 16 положений рукоятки, реверсор с диафрагменным приводом. Кратко изложены также конструкция и принципы действия наиболее важных аппаратов, которые применялись ранее и на других тепловозах; некоторые из них подверглись существенным изменениям.

К тепловозной тяговой аппаратуре предъявляются более жесткие требования в отношении прочности и надежности, чем к аппаратам стационарных установок. Это обусловлено условиями работы аппаратуры на локомотиве, где она подвергается воздействию ударов и тряски при движении, резких изменений температуры и влажности окружающей среды; на аппараты может попадать пыль, грязь, иногда снег. Кроме того, аппаратура монтируется, как правило, в весьма стесненном по размерам пространстве, при этом должен обеспечиваться удобный доступ для осмотра и замены ее.

Поэтому в тепловозах, как и в других видах подвижного состава, используются, как правило, специальные аппараты, разработанные с учетом указанных выше условий эксплуатации. Это не исключает возможности применения в отдельных случаях аппаратов, применяемых в промышленных и других установках, если они удовлетворяют этим условиям.

#### КОНТРОЛЛЕР МАШИНИСТА

Контроллер машиниста предназначен для управления тепловозом. Он имеет две рукоятки: съемную реверсивную и главную (рукоятку управления). Реверсивная рукоятка служит для изменения направления движения тепловоза («Вперед» или «Назад»), в то же время она является ключом, без которого

нельзя включить схему и привести тепловоз в движение. Главной рукояткой выполняют переключения в цепях управления, необходимые для трогания с места, регулирования скорости и силы тяги тепловоза, изменения чисел оборотов вала дизеля.

Общий вид контроллера машиниста типа КВ-16А представлен на рис. 236.

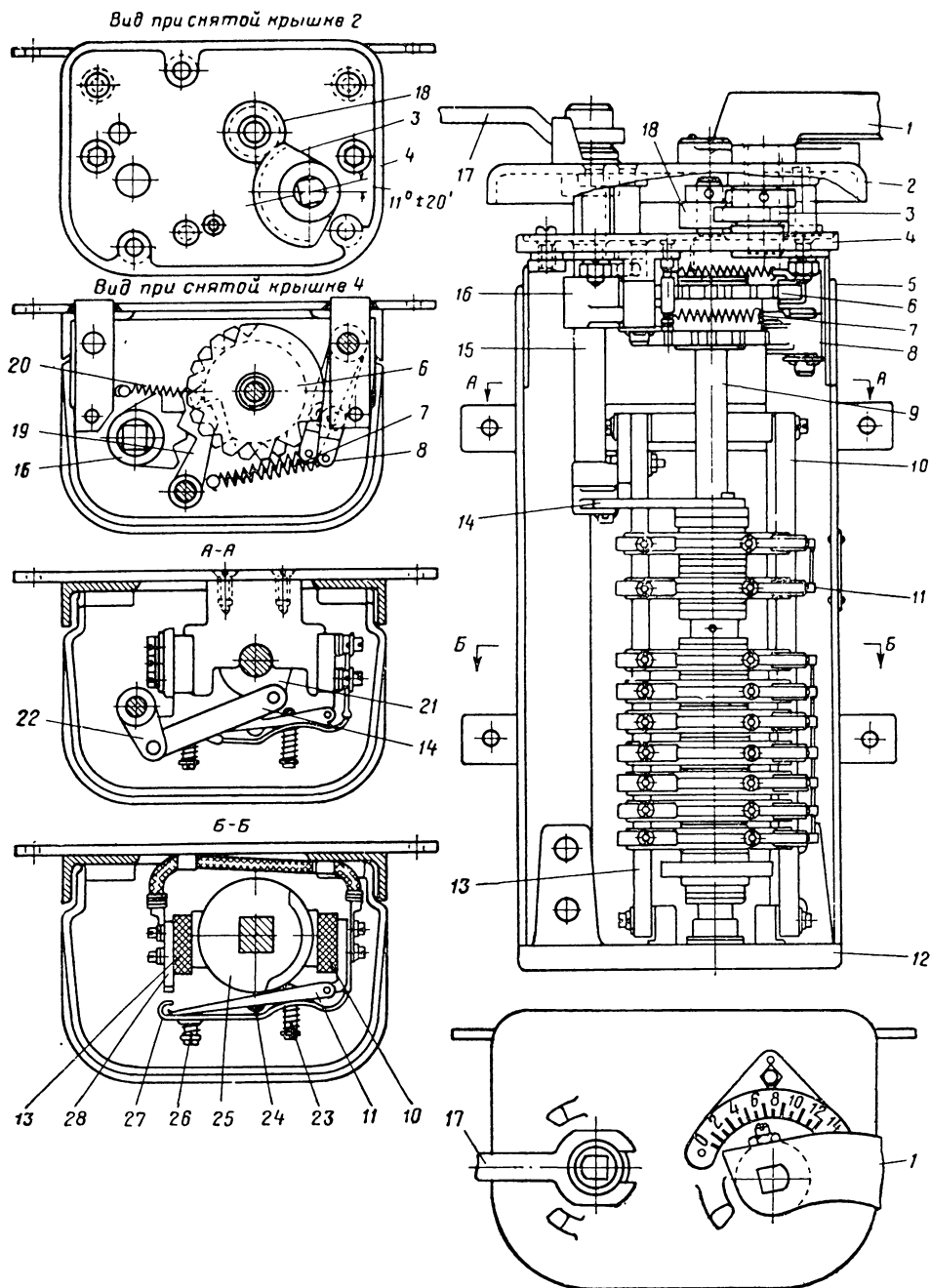


Рис. 236. Контроллер машиниста типа КВ-16А:

1—главная рукоятка; 2 и 4—крышки; 3—зубчатый сектор; 5—стенка; 6—храповик главного барабана; 7, 20, 23 и 26—пружины; 8—рычаг с роликом; 9 и 15—валы; 10 и 13—текстолитовые стойки; 11—рычаг пальца; 12—дноще; 14—тяга реверсивного барабана; 16—храповик реверсивного барабана; 17—реверсивная рукоятка; 18—шестерня; 19—фиксатор; 21 и 22—рычаги; 24—ролик; 25—кулачковая шайба; 27—контактный палец (подвижной контакт); 28—неподвижный контакт

Корпус контроллера состоит из задней стенки 5, крышки 2 и днища 12. В корпусе установлен вал 9, на нижнюю квадратную часть которого насажены пластмассовые кулачковые шайбы 25, имеющие вырезы на части окружности.

На изоляционной стойке 10 установлены контактные пальцы, рычаги которых шарнирно связаны с угольниками. К каждому рычагу при помощи штифта с пружиной 26 прикреплен подвижной контакт 27 с серебряной напайкой, соединенный с угольником гибким плетеным кабелем.

На рычаге, примерно в середине его, установлен на оси ролик 24, который при повороте вала 9 катится по боковой поверхности шайбы и прижимается к ней пружиной 23.

Неподвижные контакты 28 привернуты ко второй изоляционной стойке 13; они также имеют серебряную напайку. При повороте главной рукоятки 1, а следовательно, и вала 9 шайбы 25 вращаются. Пока ролик катится по круглой поверхности шайбы, контакты разомкнуты. Когда же ролик попадает в вырез, подвижной контакт под действием пружины замыкается с неподвижным.

Таким образом, контакты контроллера замыкаются пружинами, и они определяют величину нажатия на контакт. Размыкание контактов выполняется шайбами.

Положения главной рукоятки, на которых замкнуты те или иные контактные пальцы, определяются расположением и размерами вырезов в соответствующих шайбах. В контроллере машиниста типа КВ-16А-12 с 16 положениями установлено 13 пальцев и 13 кулачковых шайб, из которых 11 нижних управляют главной рукояткой.

Две верхние шайбы (реверсивный барабан) могут свободно поворачиваться на валу 9 главной рукоятки и приводятся во вращение от вала реверсивной рукоятки (см. разрез по АА на рис. 236).

Для фиксации главного барабана в определенном положении на его валу укреплены храповики 6. В вырезы этих храповиков, соответствующие рабочим положениям рукоятки, под действием пружины 7 входят ролики, установленные на рычагах 8. Сдвоенный фиксирующий механизм сделан вследствие того, что малый угол поворота главной рукоятки с одного положения на другое не позволяет получить при одном храповике достаточно глубокие вырезы.

Фиксация реверсивного барабана осуществляется храповиком 16, жестко укрепленным на валу 15, и фиксатором 19, прижимаемым к храповику пружиной 20. Фиксатор служит одновременно для механической блокировки рукояток контроллера. Если реверсивная рукоятка поставлена в одно из ходовых положений («Вперед» или «Назад»), которым соответствует более глубокий вырез в храповике, то фиксатор 19 не мешает повороту главной рукоятки. После установки главной рукоятки в рабочее положение реверсивную рукоятку повернуть нельзя, так как шайба храповика 6 будет мешать перемещению фиксатора 19. Таким образом, главную рукоятку можно перевести в рабочее положение только тогда, когда реверсивная рукоятка находится в положении «Вперед» или «Назад», а реверсивную рукоятку можно передвинуть только при положении «Холостой ход» главной рукоятки.

Реверсивную рукоятку вставляют в вырезы головки вала 15. На крышке 2 контроллера имеются приливы, которые препятствуют снятию этой рукоятки при нахождении ее в рабочем положении. Вынуть реверсивную рукоятку можно только тогда, когда она в среднем положении. Вращение от главной рукоятки 1 к валу 9 передается через зубчатую передачу, состоящую из сектора 3 и шестерни 18.

## КОНТАКТОРЫ

Контакторами называются аппараты, служащие для замыкания и размыкания электрических цепей, по которым протекает большой ток, и управляемые дистанционно посредством электропневматического или электромагнитного привода.

Основные узлы контактора: 1) контактное устройство, включающее подвижной и неподвижный силовые контакты; 2) дугогасительное устройство, состоящее из катушки, включенной последовательно с контактами, и камеры, в которой имеются устройства для ускорения гашения дуги, образующейся при размыкании силовых контактов; 3) блок-контакты, рассчитанные на малый

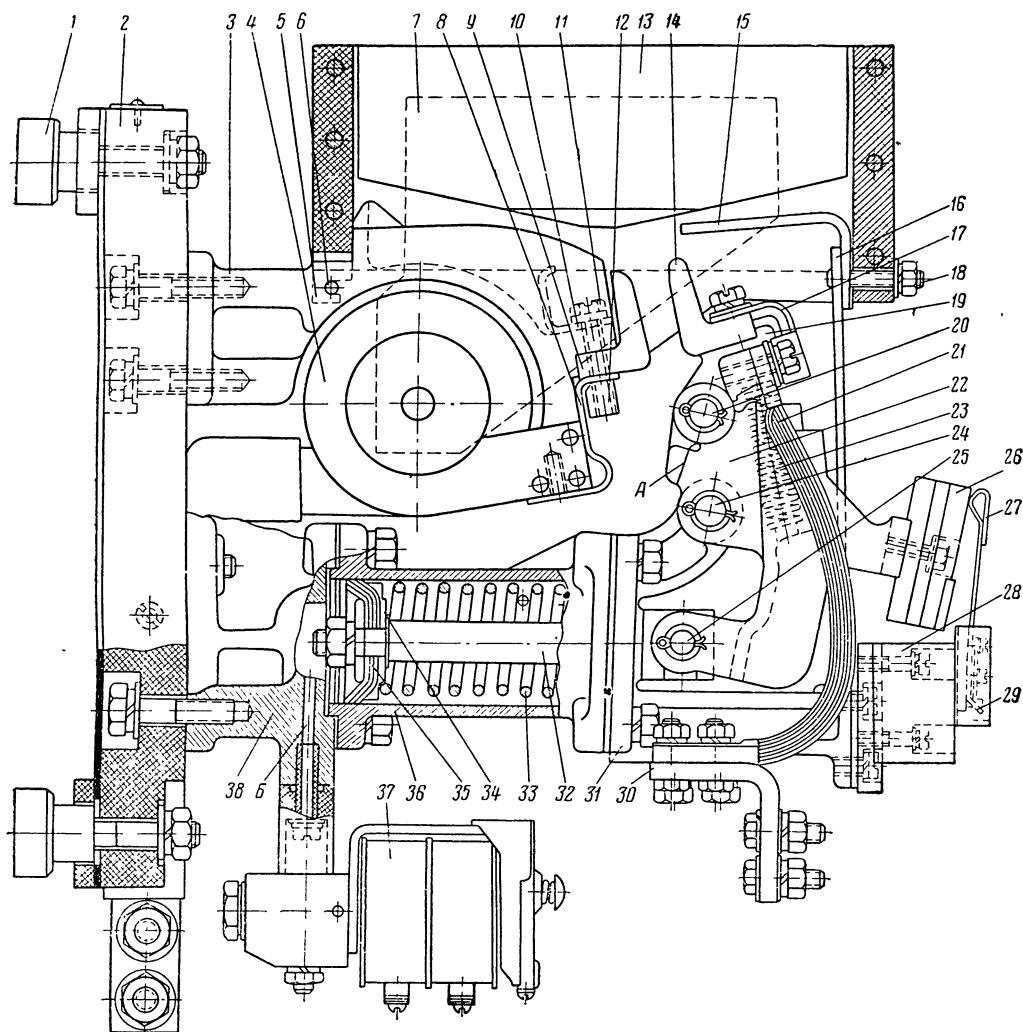


Рис. 237. Электропневматический контактор типа ПК-753Б-1:

1—болт; 2—доска; 3—кронштейн; 4—дугогасительная катушка; 5—крюк; 6—штифт; 7—полюс; 8—шина; 9—неподвижный контакт; 10 и 15—рога дугогасительные; 11—болт; 12—гайка специальная; 13—камера дугогасительная; 14—подвижной контакт; 16—плоская пружина; 17—скоба; 18—штифт; 19—контактодержатель; 20, 24 и 25—оси; 21—гибкое соединение; 22—рычаг; 23—пружина; 26—колодка с подвижными блск-контактами; 27—палец контактный; 28—колодка; 29—наконечник; 30—выводной угольник; 31 и 38—крышки; 32—штук; 33—пружина; 34—поршень; 35—кожаные манжеты; 36—цилиндр; 37—электропневматический вентиль; А—упор контактодержателя; В—канал для впуска сжатого воздуха

ток и предназначенные для связи контактора с другими аппаратами; 4) привод, служащий для перемещения подвижных контактов; 5) детали для крепления перечисленных узлов и подвода тока к ним.

Применяемые на тепловозах контакторы делятся на электропневматические, в которых контакты перемещаются силой давления сжатого воздуха, и электромагнитные, в которых для перемещения контактов применен электромагнит.

Электропневматический контактор типа ПК-753Б-1 (рис. 237) предназначен для включения и выключения тяговых электродвигателей. Узлы контак-



тора смонтированы на асбоцементной доске 2, которая двумя болтами 1, имеющими опрессованные карболитом головки, прикрепляется к каркасу аппаратной камеры тепловоза.

К доске болтами прикреплен верхний кронштейн 3, представляющий собой фигурную латунную отливку. К краю кронштейна тремя заклепками подсоединен выводной конец дугогасительной катушки 4, которая состоит из нескольких витков профильной меди, намотанных на ребро. Внутри катушки расположен стальной сердечник с двумя фланцами на концах, прикрепленными посредством развальцовки его торцов и удерживающими сердечник внутри катушки. Сердечник и фланцы изолированы от катушки.

Назначение дугогасительной катушки с сердечником и полюсами 7 заключается в создании и распределении магнитного потока внутри камеры для растягивания электрической дуги.

К кронштейну 3 болтом 11 привернут неподвижный контакт 9, который соединен с дугогасительной катушкой шиной 8.

Под катушкой на доске укреплен пневматический привод, состоящий из цилиндра 36 и крышки 38, отлитых из чугуна, стальной крышки 31, а также расположенных внутри цилиндра пружины 33, стального штока 32, на конце которого укреплен поршень 34 с уплотняющими кожаными манжетами 35.

Пружина 33 упирается в крышку 31 и отжимает поршень и шток влево. Шток проходит через отверстие в крышке и шарнирно соединен с нижним концом рычага 22, который может поворачиваться на оси 24, укрепленной на приливе крышки 31. На верхнем конце рычага шарнирно укреплен на оси 20 контактодержатель 19, к которому привернут болтом подвижной контакт 14. Контакты 9 и 14, совершенно одинаковые по форме и размерам, нарезаются из профильной твердотянутой меди.

Подвижной контакт через латунную скобу 17 и гибкое соединение 21 связан с выводным угольником 30. Гибкое соединение состоит из нескольких плоских голых кабелей, сплетенных из тонкой проволоки, которые обжаты по концам плоскими наконечниками и пропаяны вместе с ними. Между контактодержателем 19 и рычагом установлена пружина 23, которая стремится повернуть контактодержатель против часовой стрелки и прижать его конец к обработанной плоскости А рычага 22.

К крышке 38 снизу привернут включающий вентиль 37. Полость цилиндра слева от поршня соединена с вентилем каналом Б.

К рычагу винтами прикреплена также текстолитовая колодка 26, в которую вделаны медные пластины — подвижные блок-контакты. На деревянной колодке 28, привернутой к приливу крышки 31, установлены стальные контактные пальцы 27. Колодка 26 с медными пластинами и колодка 28 с контактными пальцами образуют блок-контакты. Форма, расположение и число контактных пластин и пальцев определяются требуемым количеством блок-контактов и схемой включения их в цепи. В верхней части контактора расположена съемная дугогасительная камера 13, состоящая из плоских асбоцементных стенок и перегородок, скрепленных болтами. К боковым стенкам прикреплены изоляционные прокладки, к которым трубчатыми заклепками крепятся стальные плоские полюсы 7 (контур их показан пунктиром). С одной стороны камера удерживается на контакторе посредством двух металлических крюков 5 и штифта 6, запрессованного в кронштейн 3, а с другой стороны — при помощи штифта 18 на торцевой стенке камеры, который входит в отверстия в дугогасительном роге 15 и стальной плоской пружине 16. Последняя вместе с укрепленным на ней рогом привернута к приливу крышки 31.

Дугогасительная камера способствует гашению электрической дуги и предотвращает перебрасывание ее на близлежащие предметы.

Чтобы снять камеру, нужно нажать на нее (в сторону доски), вывести крюки из зацепления с штифтом 6 и повернуть ее по часовой стрелке. Затем следует переместить камеру в обратном направлении, пока штифт 18 не выйдет из отверстия в роге 15. Устанавливается камера на контактор в обратном порядке.

На рис. 237 контактор показан в разомкнутом положении. При подключении катушки вентиля 37 к источнику тока — аккумуляторной батарее или вспомогательному генератору — сжатый воздух, подведенный к корпусу вентиля, через клапан и канал Б поступает в цилиндр и, преодолевая усилие пружины, перемещает поршень и шток вправо. При этом рычаг 22 поворачивается вместе с контактодержателем как одно целое до соприкосновения контактов. Затем рычаг будет продолжать вращаться вокруг оси 24, что заставит контактодержатель поворачиваться на оси 20 по часовой стрелке, сжимая пружину 23. Подвижной контакт при этом перекачивается и скользит по неподвижному. Поворот контактодержателя продолжается до тех пор, пока его верхний конец не упрется в рычаг. Контакты после этого будут соприкасаться в нижней части («пятками»).

При разрыве цепи катушки вентиль сообщает цилиндр с атмосферой, давление в нем падает, шток и поршень под действием пружины перемещаются влево, а рычаг начинает вращаться на оси 24 по часовой стрелке. Контактдержатель, прижимаемый пружиной 23, поворачивается против часовой стрелки, причем вначале контакты остаются замкнутыми, но точка соприкосновения их перемещается вверх. С момента, когда нижний конец контактодержателя коснется рычага (плоскости А), контакты начнут расходиться, и если через них протекал ток, то между ними возникнет электрическая дуга.

Магнитный поток, создаваемый дугогасительной катушкой 4, через полюсы 7 камеры подводится к месту размыкания контактов. Сила взаимодействия, возникающая между магнитным потоком и током электрической дуги, стремится переместить дугу вверх. Дуга двигается вначале по поверхности контактов, а затем перебрасывается на дугогасительные рога 10 и 15. Сила, создаваемая магнитным потоком, заставляя дугу растягиваться и она гаснет. Соприкосновение дуги с перегородками и стенками дугогасительной камеры ускоряет процесс гашения ее.

Перекачивание и скольжение (или, как часто говорят, «притирание») подвижного контакта по поверхности неподвижного позволяет: 1) удалить место размыкания контактов от рабочего места соприкосновения их, чтобы дуга, появляющаяся при размыкании, не портила рабочей поверхности контактов и 2) использовать относительное скольжение контактов в процессе их, замыкания и размыкания для очистки контактной поверхности от нагара и окислов, образующихся под действием дуги. Оба обстоятельства весьма важны для работоспособности контактора, поэтому в эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы форма контактов после очистки и опиливания обеспечивала правильную их работу: начальное соприкосновение в верхней части и скольжение в процессе притирания.

Во время движения тепловоза через контакты протекает большой ток, поэтому нажатие на них должно быть достаточным, иначе контакты будут перегреваться, что приведет к окислению их и выходу из строя.

Конечное нажатие на контакты (т. е. нажатие в рабочем положении) определяется разностью усилия, создаваемого сжатым воздухом, и силы пружины 33, а также размерами плеч рычага. В первый момент соприкосновения контактов нажатие подвижного контакта на неподвижный зависит от усилия пружины 23, называемой «притирающей». Величина его также важна для работы контактора: при малом усилии пружины подвижной контакт может отскакивать от неподвижного в момент соприкосновения вследствие удара и упругости металла, что приведет к образованию дуги между ними; слишком большое усилие вызывает повышенный износ контактов в процессе «притирания» при замыкании и размыкании. Поэтому необходимо периодически проверять начальное и конечное нажатие на контакты, регулируя их при отклонении от требуемых величин. Для измерения нажатия надевают петлю из проволоки или прочной нити на шайбу под головкой болта, которым привернут подвижной контакт, прикрепляют петлю к крюку динамометра и плавно оттягивают последний перпендикулярно плоскости конечного соприкосновения контактов. Для удобства проверки в технических данных коллектора указы-

вают величины усилий по динамометру, соответствующие нормальным нажатиям. Величина «раствора» между контактами в разомкнутом их состоянии (ее иногда называют «разрывом») устанавливается для каждого типа контактора в зависимости от максимального напряжения, которое может иметь место между контактами после размыкания. Эта величина также должна контролироваться.

Существенное значение имеет размер, называемый «провалом», или «притиранием», т. е. расстояние, которое прошла бы точка конечного соприкосновения на подвижном контакте от действительного (рабочего) ее положения до положения, которое она заняла бы при снятом неподвижном контакте (при условии, что контактодержатель будет повернут на тот же угол). Это расстояние измеряют двумя способами: 1) устанавливают рычаг 22 в положение начального соприкосновения контактов, закрепляют его, поворачивают контактодержатель по часовой стрелке до упора, измеряют расстояние между двумя точками начального соприкосновения подвижного и неподвижного контактов и пересчитывают его пропорционально плечам на точку конечного соприкосновения; 2) поворачивают контактодержатель до упора и измеряют расстояние между точками, соприкасающимися в нормальном состоянии.

Провал допускает работу контактора при уменьшении толщины контактов вследствие износа и зачистки. Допускается износ до половины толщины контактов, так как при этом скольжение и перекатывание их еще сохраняется.

При повороте рычага 22 перемещается колодка 26 и контактные пальцы скользят по ее поверхности. В зависимости от расположения пластин на колодке действие контактов может быть различным: пальцы, соединенные контактной пластиной при разомкнутом положении контактора, разомкнутся, когда они при замыкании главных контактов окажутся на изоляционной поверхности, и, наоборот, пальцы, которые при разомкнутом положении контактора соприкасались с изоляционной поверхностью колодки и были разомкнуты, замкнутся через контактную пластину, когда контактор включится. В первом случае блок-контакты называются нормально замкнутыми, или нормально закрытыми (н. з.), а во втором — нормально разомкнутыми или нормально открытыми (н. о.). В ГОСТ 7624—62 первые называются размыкающими, вторые — замыкающими.

Контакторы типа ПК-753Б-1 тепловозов ТЭЗ и ТЭ7 имеют по одной паре нормально разомкнутых блок-контактов.

Электромагнитные контакторы типа КПД-45Б-1 применяются на тепловозах для замыкания и размыкания цепи шунтирования обмоток возбуждения тяговых электродвигателей. Общий вид контактора приведен на рис. 238.

Изоляционная доска 3, изготовленная из пропитанного битумом асбоцемента, крепится к каркасу аппаратной камеры тепловоза тремя болтами, изолированными от каркаса трубками 2 и планками 1.

На доске укреплена стойка 5, к которой приварен конец дугогасительной катушки 4, намотанной из голой шинной меди на ребро. Второй конец дугогасительной катушки, изолированный лентой, пропущен через вырез в доске, проходит по задней стороне ее вниз, где вновь выходит через вырез на переднюю сторону доски, являясь выводом для присоединения кабеля.

Внутри дугогасительной катушки помещен стальной сердечник, изолированный миканитовой гильзой. С обеих сторон к сердечнику прикреплены держатели 28, выполненные из листовой стали и отделенные от катушки изоляционными шайбами.

К стойке 5 привернуты неподвижный контакт 25 и рамка 26, служащая дугогасительным рогом. Дугогасительная камера 27 состоит из двух стенок, выполненных из прессованного асбоцемента. Она вставлена между держателями 28 и удерживается выступами на стенках, входящими в прорези держателей. Последние вместе с камерой могут быть повернуты кверху, что обеспечивает доступ к контактам.

Скоба 8, согнутая в виде буквы П из полосовой стали, привернута к доске двумя болтами. К скобе болтом прикреплен сердечник 12 с насаженной на него катушкой 11 электромагнитного привода. На той же скобе шарнирно укреплен

на оси 9 якорь 10, состоящий из двух склепанных между собой стальных скоб. К этому кронштейну болтом прикреплены коронка 24, защищающая головку болта от электрической дуги, подвижной контакт 23 и гибкое соединение 7, выполненное из плетеного кабеля, второй конец которого приклепан и припаян к выводной медной шине.

Контакты 23 и 25 одинаковы по форме и размерам. В нижнюю часть каждого контакта (в «пятку») впаяна серебряная накладка; в замкнутом положении контакты соприкасаются этими накладками.

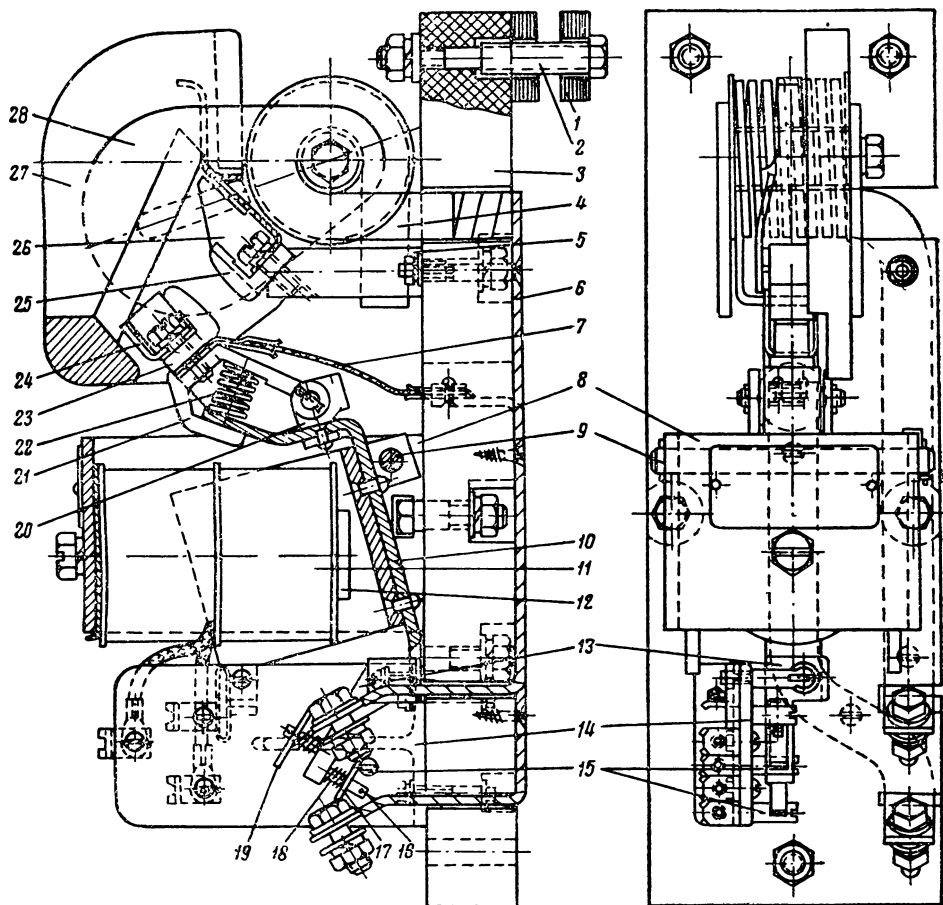


Рис. 238. Электромагнитный контактор типа КПД-45Б-1:

1 — планка изоляционная; 2 — трубка изоляционная; 3 — доска; 4 — катушка дугогасительная; 5 и 14 — стойки; 6 — вывод; 7 — гибкое соединение; 8 — скоба; 9 — ось; 10 — якорь; 11 — катушка; 12 — сердечник; 13 — кронштейн; 15 — неподвижный блок-контакт; 16 — стержень; 17 и 19 — планки контактные; 18 и 22 — пружины; 20 — хомут; 21 — кронштейн; 23 — подвижной контакт; 24 — коронка; 25 — неподвижный контакт; 26 — рамка; 27 — дугогасительная камера; 28 — держатель

На нижнем конце якоря укреплен изоляционный кронштейн 13, к которому прикреплены два подвижных блок-контакта 17 и 19 (латунные или медные контактные планки), установленные на стержнях 16 квадратного сечения со шпильками на концах и пружинами 18 под планками.

Неподвижные блок-контакты 15, представляющие собой латунные цилиндрические шпильки, ввернуты в изоляционную стойку 14, прикрепленную к доске 3. В контакторах последних выпусков конструкция блок-контактов несколько изменена.

При отсутствии тока в катушке 11 якорь занимает положение, показанное на рис. 238. Главные контакты 23 и 25 разомкнуты, нижние блок-контакты замкнуты, верхние — разомкнуты.

При подключении катушки 11 к вспомогательному генератору или аккумуляторной батарее ток, протекающий по катушке, создает магнитный поток, замыкающийся по цепи: сердечник 12, скоба 8, зазор между последней и якорем, якорь 10, воздушный зазор между якорем и сердечником. Магнитный поток создает силу, которая притягивает якорь к сердечнику. При включении контактора происходит притирание контактов. До начального соприкосновения контактов якорь и кронштейн 21 движутся как одно целое, поскольку пружина 22 прижимает выступ кронштейна к верхнему краю якоря. Затем якорь продолжает поворачиваться до соприкосновения его с сердечником 12. Кронштейн 21 при этом поворачивается против часовой стрелки, сжимая пружину 22. Подвижной контакт скользит и перекачивается по поверхности неподвижного. При разрыве цепи катушки якорь под действием силы тяжести отпадает, и контакты размыкаются. В электромагнитном контакторе конечное нажатие, как и начальное, определяется усилием пружины 22, и оно больше начального лишь вследствие сжатия этой пружины. Конечное нажатие контактов в электромагнитном контакторе значительно меньше, чем в электропневматическом.

Точка начального соприкосновения контактов не должна быть расположена слишком близко к серебряным накладкам, иначе электрическая дуга при размыкании контактов может вызвать выплавление серебра.

Начальное и конечное нажатие на контакты необходимо проверять во время смены и ремонта контактора. Следует периодически контролировать также «раствор» и «притирание» («провал») контактов.

При включении контактора нижние блок-контакты размыкаются, а верхние замыкаются. В блок-контактах проверяются нажатие пружины на контактную планку (в разомкнутом положении), величины «раствора» и «провала».

Кроме контакторов типа КПД-42Б-1, в тепловозе ТЭЗ установлены электромагнитные контакторы типов КПВ-504, КПМ-111 и КПМ-121.

Контакторы типа КПВ-504, служащие для присоединения генератора к аккумуляторной батарее при пуске дизеля, являются серийными контакторами, выпускаемыми для общепромышленного применения, но с катушкой, рассчитанной на напряжение 75 в (вместо 110—120 в) и с повышенной величиной нажатия контактов. Принцип действия их аналогичен описанному выше, но по конструкции они отличаются от контакторов типа КПД-45Б-1.

Контакторы типов КПМ-111 и КПМ-121 включены в цепи возбуждения генератора и возбuditеля, зарядки батареи и электродвигателя маслопрокачивающего насоса. По устройству главных контактов и системы дугогашения они аналогичны контакторам типа КПД-42Б-1, а по конструкции электромагнитного привода и блок-контактов мало отличаются от реле управления типа Р-45, описанного ниже. Между собой контакторы КПМ-111 и КПМ-121 различаются дугогасительной катушкой, рассчитанной на разные токи.

## РЕВЕРСОР

Реверсор предназначен для изменения движения тепловоза путем перемены направления тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей. Напряжение между контактами реверсора невелико — оно равно падению напряжения в обмотках. Однако изоляция реверсора рассчитана на полное рабочее напряжение 900 в на случай заземления положительного полюса силовой цепи. Переключение обмоток (реверсирование) осуществляется только при отсутствии тока в силовой цепи, поэтому контактная система реверсора выполняется без дугогасительного устройства.

Тепловоз ТЭЗ оборудован реверсором типа ПР-1М с диафрагменным приводом (рис. 239). Реверсор состоит из главного и блокировочного барабанов, укрепленных на шестигранном валу 7, силовых 6 и блокировочных 4 контактных пальцев, установленных на стойках 8, и электропневматического привода 1, включаемого вентилями 2.

Сегменты 5 главного барабана, представляющие собой фигурные латунные отливки, насажены на вал 7, опрессованный изоляцией из формовочного миканита и асбеста. Сегменты изолированы один от другого фибровыми прокладками 10. Медные силовые пальцы одним концом опираются на сегменты, а другим («пяткой») — на стальные пальцедержатели 13, укрепленные на шестигранных стойках 8, также опрессованных изоляцией из миканита и асбеста. Нажатие пальцев на сегменты осуществляется пружинами 11, надетыми на шпильки и упирающимися в пластины 12. В цепь каждого тягового электро-

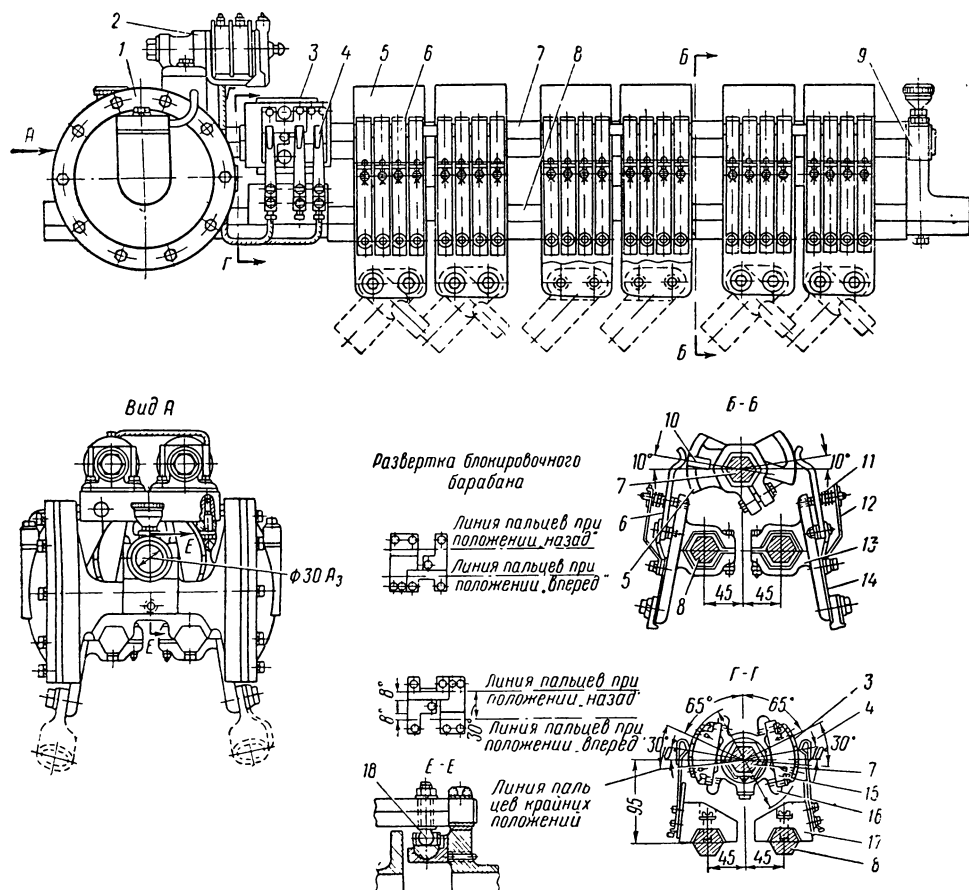


Рис. 239. Реверсор типа ПР-1М:

1 — привод; 2 — электропневматический вентиль; 3 — сегмент блокировочного барабана; 4 — блокировочный палец; 5 — сегмент главного барабана; 6 — силовой палец; 7 — вал; 8 — стойка; 9 — подшипник; 10 — прокладка фибровая; 11 — пружина; 12 — пластина; 13 — пальцедержатель; 14 — пластина контактная; 15 и 17 — колодки; 16 — сегментодержатель; 18 — поводок

двигателя включены четыре силовых пальца, присоединенных параллельно к одной общей контактной пластине 14, к которой подключены кабели. Всего в реверсоре 12 пальцедержателей, на каждом из них 4 пальца.

Блокировочный барабан состоит из стального литого сегментодержателя 16, укрепленного на валу 7, и деревянных колодок 15, пропитанных льняным маслом и привернутых к сегментодержателю. К колодкам привинчены медные сегменты 3. Блокировочные стальные пальцы 4 установлены на деревянных колодках 17.

При повороте вала реверсора силовые пальцы замыкаются раньше, чем блокировочные пальцы, включающие контактор возбуждения, чтобы последний не мог включиться раньше, чем силовая цепь.

На стойках 8 укреплены подшипники 9 вала 7, для поворота которого служит поводок 18.

Диафрагменный привод реверсора (рис. 240) состоит из литого чугуна корпуса 3, зажатых между крышкой 1 и корпусом резиновых диафрагм 2, штока 5 с укрепленными на его концах дисками 4. Привод изображен в среднем положении. Полость *P* между крышкой и диафрагмой соединена трубкой с корпусом электропневматического вентиля (см. рис. 239). При включенной катушке вентиля сжатый воздух из резервуара подается в полость *P* (см. рис. 240), давит на диафрагму и передвигает шток. На штоке укреплена пластина 6 с овальным отверстием, в которое входит поводок 18 (см. рис. 239). При перемещении шток действует на поводок и поворачивает барабан реверсора на 30° (от одного крайнего положения до другого). Когда цепь катушки вентиля раз-

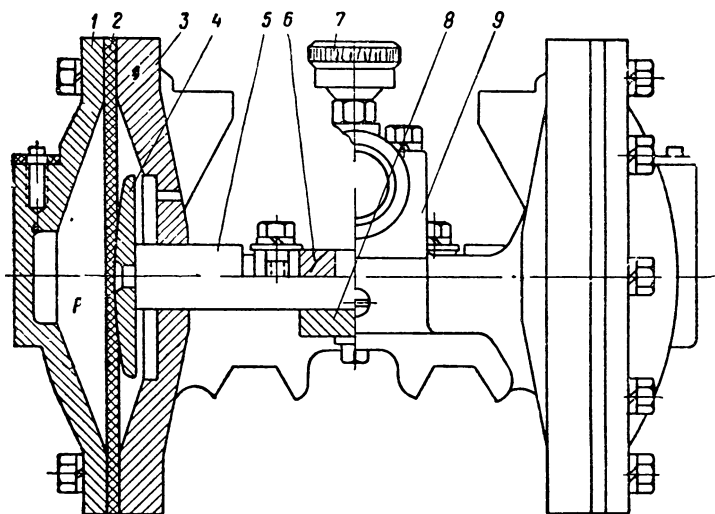


Рис. 240. Диафрагменный привод реверсора типа ПР-1М:  
1—крышка; 2—диафрагма; 3—корпус; 4—диск; 5—шток; 6—пластина;  
7—масленка; 8—стопор; 9—подшипник

мыкается, сжатый воздух из полости *P* (см. рис. 240) выходит в атмосферу, но барабан остается в прежнем положении. Для поворота его нужно включить другой вентиль, впустить сжатый воздух в рабочую полость второй диафрагмы и передвинуть шток в обратном направлении.

### РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ

Регулятор напряжения предназначен для автоматического поддержания заданного напряжения вспомогательного генератора на всем диапазоне изменения скорости вращения его якоря и тока нагрузки. На тепловозе ТЭЗ установлен электродинамический регулятор напряжения типа ТРН-1, в котором перемещение подвижных частей происходит за счет сил взаимодействия тока в подвижной катушке и магнитного потока, создаваемого неподвижной катушкой (рис. 241).

Магнитопровод регулятора состоит из плиты 30, привернутого к ней сердечника 26, наконечника 25, литого чугуна корпуса 6 и цилиндрического стакана 5 с отверстиями для охлаждения неподвижной шунтовой катушки 29, надетой на сердечник.

В кольцевом зазоре между наконечником 25 и корпусом 6 размещена подвижная катушка 24, состоящая из двух обмоток: шунтовой (верхней) и серийной (нижней). Подвижная катушка укреплена на шайбе, собранной вместе с изоляционной планкой 21, стальным диском 22 и латунным упором 23 и подвешена на четырех плоских пружинах 18. Две верхние пружины прикреплены к планке 21, а две нижние — к катушке снизу; они обеспечивают катушке возможность перемещаться только в вертикальном направлении.



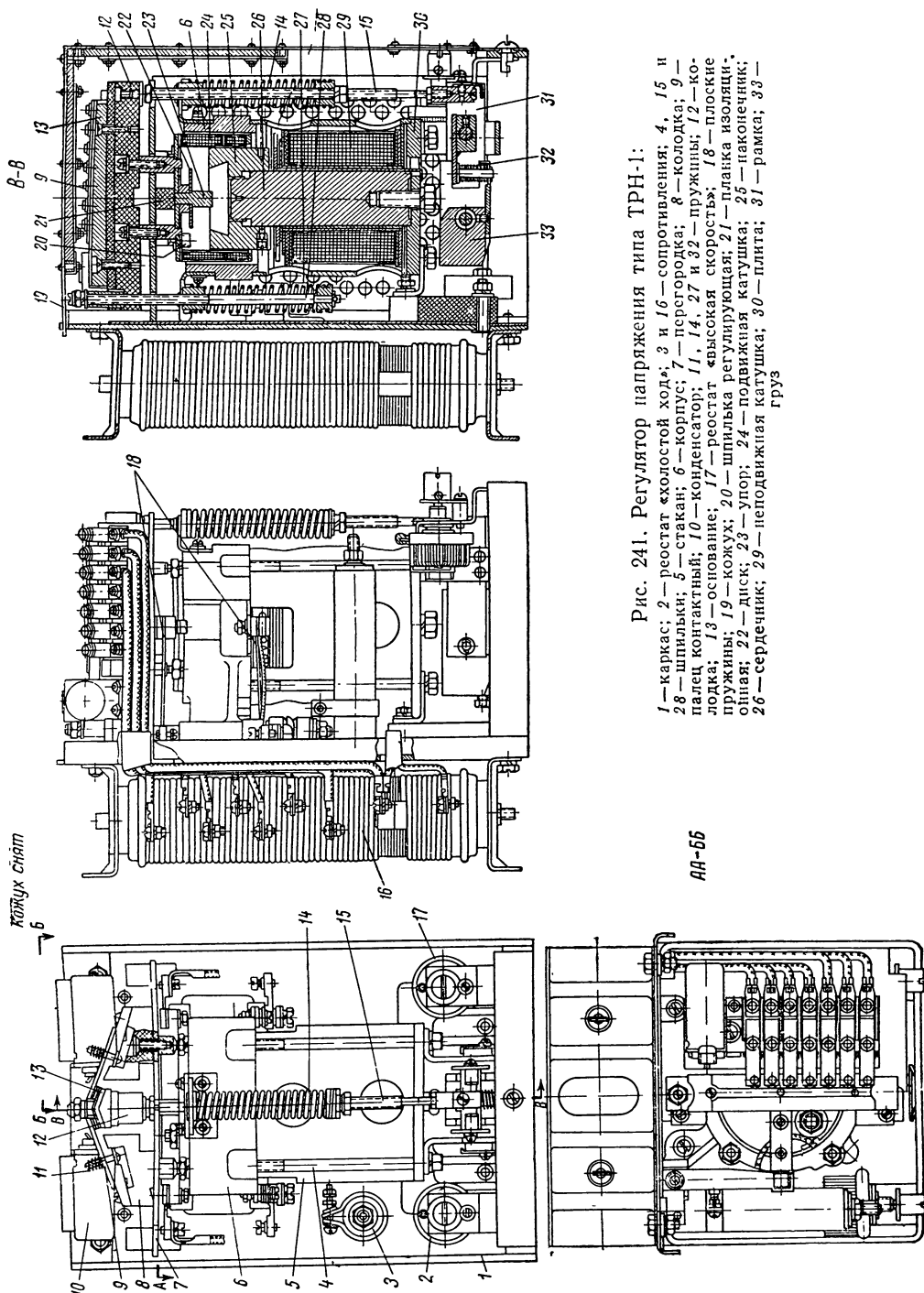


Рис. 241. Регулятор напряжения типа ТРН-1:

1 — каркас; 2 — реостат «холостой ход»; 3 и 16 — сопротивления; 4, 15 и 28 — шпильки; 5 — стакан; 6 — корпус; 7 — перегородка; 8 — колодка; 9 — палец контактный; 10 — конденсатор; 11, 14, 27 и 32 — пружины; 12 — колодка; 13 — основание; 17 — реостат «высокая скорость»; 18 — плоские пружины; 19 — кожух; 20 — шпилька регулирующая; 21 — планка изоляционная; 22 — диск; 23 — упор; 24 — подвижная катушка; 25 — наконечник; 26 — сердечник; 29 — неподвижная катушка; 30 — плита; 31 — рамка; 32 — груз

Подвижная катушка жестко соединена с текстолитовой колодкой 12, на которой укреплено алюминиевое основание 13, имеющее сверху боковые скосы и небольшой продольный скос (под углом  $2^\circ$ ). К основанию привернуты контактные планки, выполненные из металлокерамической композиции на основе серебра (76,5% Ag; 22,3% Cd; 0,8% Ni; 0,4% Fe).

На контактные планки опираются 14 контактных пальцев 9, установленных на двух изоляционных колодках 8. Пальцы соединены с отводами двух сопротивлений 16. Пружины 14 и 27 стремятся поднять всю подвижную часть регулятора в верхнее положение, при котором все контактные пальцы соприкасаются с контактными планками (это положение изображено на рисунке). При плавном опускании системы контакты благодаря продольному скосу у основания 13 размыкаются не все сразу, а постепенно. При соприкосновении упора 23 с сердечником 26 все контакты разомкнуты.

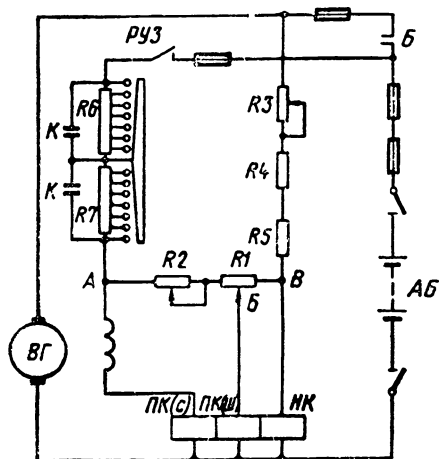


Рис. 242. Принципиальная схема регулятора напряжения типа ТРН-1:

ВГ — вспомогательный генератор; Б — контактор зарядки батареи; НК — неподвижная катушка; ПК(С) и ПК(Ш) — серийная и шунтовая обмотка подвижной катушки; РУЗ — реле управления; R1 — R7 — сопротивления; К — конденсаторы; АБ — аккумуляторная батарея

вернутом виде. Сопротивления и контакты шунтированы конденсаторами К, уменьшающими искрение на контактах при работе регулятора.

Неподвижная катушка НК последовательно с сопротивлениями R4 и R5 (нижняя часть сопротивлений 16 на рис. 241) и реостатом «высокая скорость» R3 (17 на рис. 241) включена на напряжение вспомогательного генератора. Шунтовая обмотка ПК(Ш) подвижной катушки последовательно с частью БВ сопротивления R1 (3 на рис. 241) присоединена параллельно неподвижной катушке. Остальная часть сопротивления R1 и реостат «холостой ход» R2 (2 на рис. 241) соединяют шунтовые катушки и обмотку возбуждения вспомогательного генератора ВГ и служат для осуществления «обратной связи» (см. ниже).

Серийная обмотка ПК(С) подвижной катушки включена последовательно с обмоткой возбуждения ВГ, которая через контакты РУЗ (см. рис. 189) питается от вспомогательного генератора (когда он работает и контактор Б замкнут) или аккумуляторной батареи.

Рассмотрим вначале принцип действия регулятора напряжения, не учитывая обратную связь (т. е. при разомкнутой цепи сопротивлений R1 и R2) и работу серийной катушки. Когда ток в катушках отсутствует, контактная планка пружинами 14 и 27 (см. рис. 241) поднимается в верхнее положение и замыкает все контакты, вследствие чего ток в обмотке возбуждения вспомогательного генератора имеет максимальное значение.

При увеличении скорости вращения вала дизеля после его пуска напряжение вспомогательного генератора быстро растет, и ток в катушках НК и ПК

Шпилька 15 оканчивается внизу планкой, опирающейся на призматическую опору противовеса, который состоит в основном из рамки 31, пружины 32 и груза 33. В шайбу подвижной катушки ввернута стальная регулирующая шпилька 20.

Регулятор закрыт съемным кожухом 19, имеющим стекло для наблюдения за работой контактов.

Принципиальная схема регулятора напряжения типа ТРН-1 представлена на рис. 242. Сопротивления R6 и R7, имеющие отводы к пальцам (верхняя часть сопротивлений 16 на рис. 241), соединены последовательно с обмоткой возбуждения вспомогательного генератора ВГ. Средняя точка этих сопротивлений соединена с контактной планкой, которая на схеме условно показана в раз-

(Ш) регулятора увеличивается. Намагничивающая сила неподвижной катушки создает магнитный поток, который замыкается по цепям: сердечник 26, наконечник 25, корпус 6, стакан 5 и плита 30 (основная часть потока); сердечник, наконечник, диск 22, кольцо и шайба подвижной катушки, корпус; сердечник, наконечник, шпилька 20, шайба, корпус.

Основная часть магнитного потока пронизывает подвижную катушку, в результате чего создается усилие, действующее против сил пружин и стремящееся опустить подвижную часть регулятора. Дополнительное усилие в том же направлении создается магнитным потоком, замыкающимся через регулируемую шпильку 20, однако оно относительно невелико и сказывается только при малом зазоре между шпилькой и наконечником, т. е. при нижнем положении подвижной катушки. Часть потока, замыкающаяся через диск 22, создает силу, стремящуюся поставить диск против острого угла выреза наконечника. Рассмотренные усилия, действующие на подвижную часть регулятора, возрастают с увеличением напряжения вспомогательного генератора и при некотором значении его превышают силу, создаваемую пружинами. Контактная планка опускается, размыкает часть контактов и вводит несколько ступеней сопротивлений  $R_6$  и  $R_7$  (см. рис. 242) в цепь обмотки возбуждения вспомогательного генератора. При этом ток возбуждения и напряжение генератора понижаются, и опускание планки прекращается. Характеристика магнитной системы регулятора подобрана так, что подвижная часть его находится в равновесии при напряжении генератора, равном 75—76 в. Если напряжение генератора становится больше этого значения (например, вследствие увеличения числа оборотов якоря), то ток в катушках увеличивается и планка опускается ниже, вводя еще одну или несколько ступеней сопротивления. Ток возбуждения генератора уменьшится, и когда напряжение его снизится до 75—76 в, контактная планка остановится в новом положении. Если, наоборот, напряжение генератора станет ниже 75 в, сила взаимодействия катушек уменьшится и пружины поднимут планку. При этом часть ступеней сопротивлений  $R_6$  и  $R_7$  замыкается и ток возбуждения вспомогательного генератора увеличивается до тех пор, пока напряжение его снова не возрастет до 75—76 в.

Практически, однако, в таких условиях регулятор работал бы неустойчиво. Ток возбуждения генератора не может измениться мгновенно, так как магнитный поток обладает, как говорят, «магнитной инерцией». Допустим, напряжение генератора вследствие перевода рукоятки контроллера на более высокую позицию увеличилось и стало выше 76 в. Контактная планка начнет опускаться и вводить ступени сопротивления в цепь обмотки возбуждения. Но ток возбуждения изменяется не сразу и отстает по времени от движения планки. В тот момент, когда планка уже ввела сопротивление, требуемое при новой скорости вращения якоря, напряжение генератора еще не успело снизиться до 76 в и, следовательно, планка продолжает опускаться, вводя в цепь большее сопротивление, чем нужно. Планка остановится лишь в момент, когда напряжение станет равным 76 в. Но в это время сопротивление в цепи обмотки возбуждения уже слишком велико, и напряжение продолжает падать, становясь ниже 76 в. Тогда контактная планка начнет подниматься, и подобным же образом может замкнуть больше ступеней сопротивления, чем необходимо. В результате возникнут незатухающие колебания планки, причем иногда она колеблется между крайними (верхним и нижним) положениями. В таких случаях говорят, что регулятор работает неустойчиво.

В системах автоматического регулирования всегда предусматриваются устройства для обеспечения устойчивой их работы, в частности, в виде так называемой «обратной связи».

Обратной связью называется дополнительное устройство, которое при воздействии регулятора на режим работы какого-либо узла вызывает обратное воздействие изменения этого режима на регулятор.

В регуляторе напряжения типа ТРН-1 обратная связь осуществляется благодаря введению в схему сопротивлений обратной связи  $R_1$  и  $R_2$ . При отсутствии сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  изменение тока в катушках регулятора вы-

зывает, как указано выше, изменение сопротивления в цепи обмотки возбуждения вспомогательного генератора. Но изменение сопротивления не оказывает непосредственного обратного воздействия на положение катушки регулятора, оно наступает после изменения напряжения генератора, как было показано, с опозданием.

При наличии сопротивлений  $R1$  и  $R2$  образуется «обратная связь» между обмоткой возбуждения генератора и катушками регулятора. Посмотрим, как эта связь действует.

Падение напряжения в обмотке возбуждения  $BГ$  больше, чем в шунтовой катушке, поэтому в сопротивлениях  $R1$  и  $R2$  ток течет от точки  $A$  к точке  $B$ , увеличивая токи в подвижной шунтовой и неподвижной катушках регулятора. Пусть с учетом этих дополнительных токов регулятор находится в равновесии при заданном напряжении генератора.

Если теперь напряжение уменьшится и контактная планка начнет подниматься, то при замыкании очередной пары контактов две ступени регулировочных сопротивлений  $R6$  и  $R7$  замыкаются накоротко, и падение напряжения в этих сопротивлениях уменьшается. Ток в обмотке возбуждения  $BГ$  изменится не сразу, но вследствие возникновения в ней э. д. с. самоиндукции потенциал точки  $A$  возрастет практически мгновенно. Так как шунтовая катушка регулятора имеет ничтожную индуктивность, то ток в ней ввиду повышения напряжения увеличится весьма быстро. Усилие, действующее на подвижную катушку, возрастет и контактная планка не только остановится, но может даже опуститься, вновь разомкнув контакты, в результате чего потенциал точки  $A$  понизится, а это вызовет уменьшение тока в шунтовой катушке и повторное замыкание контактов.

Таким образом, при достаточном токе обратной связи контактная планка вибрирует около какой-либо пары контактов, причем ток возбуждения будет промежуточным между значениями тока, соответствующими замкнутому и разомкнутому состоянию этих контактов при установившемся режиме. Напряжение генератора в таком режиме пульсирует, но вследствие большой частоты и малой амплитуды колебания почти незаметны. Вибрация планки около одной пары контактов является нормальной. При изменении скорости вращения якоря или нагрузки вспомогательного генератора контактная планка начинает вибрировать около другой пары контактов.

Обратная связь обеспечивает устойчивую работу регулятора, но вносит искажения в его характеристику. Например, в случае уменьшения скорости вращения якоря генератора регулятор увеличит ток его возбуждения, вследствие чего возрастет потенциал точки  $A$  и ток обратной связи, который в свою очередь увеличит ток в шунтовой обмотке подвижной катушки регулятора. Это нарушает настройку регулятора, т. е. напряжение, которое регулятор стремится поддерживать, будет разным при различных скоростях вращения якоря.

Чтобы скомпенсировать отмеченное искажение характеристики регулятора, используется серийная обмотка  $ПК$  ( $C$ ) в подвижной катушке, которая действует против шунтовой обмотки  $ПК$  ( $Ш$ ). Как и ток обратной связи, ток в серийной обмотке уменьшается при уменьшении тока возбуждения  $BГ$ . Следовательно, понижение встречной намагничивающей силы серийной обмотки в известной мере компенсирует уменьшение намагничивающей силы шунтовой обмотки, и разность их остается примерно постоянной.

Реостат  $R2$  выполняет две функции: его регулировкой обеспечивается устойчивая работа регулятора; регулируя его, устанавливают такую величину тока обратной связи, при которой ее влияние и влияние серийной обмотки подвижной катушки взаимно компенсируются. При малом токе возбуждения генератора ток обратной связи и ток серийной обмотки невелики и не оказывают заметного влияния на характеристику регулятора. Наибольшее влияние они оказывают при максимальном токе возбуждения, т. е. при наименьшей скорости вращения вала дизеля. Поэтому настройку реостата  $R2$  производят на 1-м положении рукоятки контроллера, этим и объясняется название реоста-

та — «холостой ход». Уменьшение сопротивления реостата  $R_2$  увеличивает ток обратной связи и понижает напряжение генератора, поддерживаемое регулятором. Настройку регулятора при наибольшей скорости вращения якоря осуществляют реостатом  $R_3$ . При увеличении сопротивления  $R_3$  ток в неподвижной катушке и шунтовой обмотке подвижной катушки уменьшается, и для того, чтобы он мог действовать, требуется более высокое напряжение вспомогательного генератора. Следовательно, увеличение сопротивления  $R_3$  повышает напряжение, поддерживаемое регулятором.

Если не удастся одновременно обеспечить устойчивую работу регулятора и поддержание им заданного напряжения на всех скоростях вращения якоря  $BГ$  только регулировкой реостата  $R_2$ , можно изменить характеристику регулятора поворотом наконечника 25 и (в небольшой степени) изменением положения шпильки 20 (см. рис. 241). Эти способы применяют на заводе, выпускающем регуляторы напряжения, в эксплуатации же к ним прибегать не следует (за исключением наладки регулятора после его ремонта). Характеристика регулятора, как правило, должна быть настроена так, чтобы можно было изменять сопротивление  $R_2$  в некоторых пределах, не нарушая устойчивости работы аппарата.

Отметим, что при изменении температуры катушек регулятора и обмотки возбуждения генератора несколько меняется его напряжение, поддерживаемое регулятором. В частности, в первое время после пуска дизеля генератор имеет повышенное напряжение, так как падение напряжения в холодной неподвижной катушке уменьшается и для достижения нужного тока в шунтовой обмотке подвижной катушки требуется больший ток в неподвижной катушке. Повышение напряжения генератора в начальный момент после пуска дизеля объясняется также снижением эффективности обратной связи вследствие уменьшения сопротивления обмотки возбуждения и усилением действия серийной обмотки  $ПК (C)$ , которое имеет место в результате увеличения тока в ней. Поэтому настройку регулятора следует выполнять после того, как регулятор работает в течение 20—30 мин.

Противовес служит для уменьшения влияния толчков и ударов на работу регулятора напряжения. Шпилька 15 опирается на призматическую опору, укрепленную в рамке 31, которая через пружину 32 связана с грузом 33. Груз подвешен так, что давит на шпильку снизу вверх. Если, например, при проходе стыка рельсов произошел толчок, от которого подвижная часть регулятора стремится по инерции опуститься вниз, то и груз противовеса по той же причине стремится опуститься, т. е. поднять шпильку 15 вверх. Таким образом, силы инерции груза действуют против сил инерции подвижной системы и уменьшают опасность резкого перемещения контактной планки при толчках, которое вызывает резкое изменение (увеличение или уменьшение) напряжения генератора. Пружина 32 установлена для того, чтобы мелкие вибрации подвижной части регулятора, необходимые для нормальной его работы, могли совершаться без перемещения груза, иначе вибрация чрезмерно замедлилась бы из-за инерции последнего.

Для правильной работы регулятора напряжения нужно, чтобы при опускании планки контакты размыкались поочередно, в порядке их расположения на планке. Если будут размыкаться сразу две пары пальцев, то при вибрации на этих пальцах начнется искрение, которое приведет к повреждению контактов.

Важно также, чтобы пальцы одной пары размыкались и замыкались одновременно, т. е. чтобы включались и выключались одновременно соответствующие ступени сопротивлений  $R_6$  и  $R_7$  (см. рис. 242).

В случае неодновременного срабатывания парных контактов работа регулятора будет менее устойчивой, так как при замыкании одной ступени сопротивлений вместо двух парных сразу влияние обратной связи уменьшается, контактная планка стремится передвинуться дальше, чем требуется, приобретает значительную скорость и по инерции может замкнуть и следующую пару контактов.

## РЕЛЕ

Реле называется электрический аппарат, который автоматически выполняет заданные переключения в электрических цепях управления при определенных значениях каких-либо физических величин — напряжения, тока, давления и т. д.

Реле перехода типа Р-42Б-3 служит для автоматического переключения тяговых электродвигателей с полного магнитного поля на ослабленное и с ослабленного на полное. Общий вид реле представлен на рис. 243. На асбоцемент-

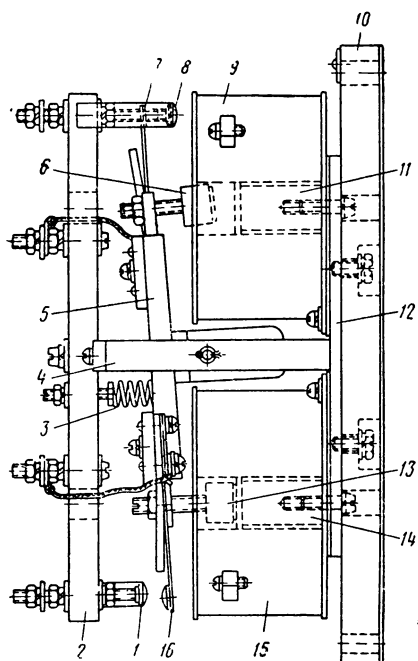


Рис. 243. Реле перехода типа Р-42Б-3:

1 и 8 — неподвижные контакты; 2 — рейка изоляционная; 3 — пружина; 4 — стойка; 5 — рычаг; 6 и 13 — якоря; 7 и 16 — подвижные контакты; 9 — шунтовая катушка; 10 — доска; 11 и 14 — сердечники; 12 — планка; 15 — серия катушка

ной доске 10 укреплена стальная рамка, состоящая из планки 12 и двух стоек 4. К рамке привернуты сердечники 11 и 14 с катушками: шунтовой 9 и серийной 15. Сердечники и катушки одинаковы по размерам и расположены симметрично, но расчетные параметры катушек различны. На стойках 4 установлена текстолитовая рейка 2, к которой прикреплены неподвижные контакты 1 и 8, представляющие собой стальные винты с припаянными угольниками и серебряными напайками. На стойках 4 шарнирно подвешен рычаг 5, на котором при помощи изоляционных планок укреплены подвижные контакты 7 и 16, выполненные в виде плоских пружин с серебряными напайками на конце. В рычаг ввернуты также два якоря 6 и 13, закрепленные гайками.

На рычаг действует усилие пружины 3, которая стремится повернуть его против часовой стрелки и прижимает якорь 13 к сердечнику 14 серийной катушки; при этом обе пары контактов разомкнуты.

Если по шунтовой катушке 9 протекает ток, то возникает магнитный поток, который замыкается в основном по цепи: сердечник 11, рамка, рычаг, якорь 6, воздушный зазор между якорем и сердечником.

Магнитный поток создает усилие, которое стремится притянуть якорь 6 к катушке 9 и повернуть рычаг 5 по часовой стрелке.

Магнитный поток, создаваемый серийной катушкой, замыкается в основном по цепи: сердечник 14, рамка, рычаг и якорь 13. К якорям припаяны немагнитные прокладки, чтобы избежать прилипания их к сердечникам. По магнитным свойствам немагнитная прокладка равнозначна воздушному зазору, поэтому можно сказать, что воздушный зазор между сердечником и прижатым к нему якорем равен толщине прокладки, составляющей доли миллиметра. Следовательно, воздушный зазор в серийной катушке во много раз меньше, чем в шунтовой, и магнитный поток, создаваемый серийной катушкой, значительно больше потока шунтовой при том же числе ампер-витков. Усилие, развиваемое серийной катушкой, противодействует усилию шунтовой катушки и складывается с силой пружины. Отсюда вытекает, что при равенстве намагничивающих сил обеих катушек реле не сработает, т. е. рычаг не повернется. Для срабатывания реле необходимо значительное превышение намагничивающей силы шунтовой катушки над намагничивающей силой серийной катушки.

Чем больше ток в серийной катушке, тем большим должен быть ток в шунтовой катушке, чтобы реле сработало.

После срабатывания реле верхний якорь 6 соприкасается с сердечником шунтовой катушки, а между якорем 13 и сердечником серийной катушки образуется воздушный зазор, равный первоначальному зазору в шунтовой катушке. Следовательно, усилие, создаваемое шунтовой катушкой, увеличится, а усилие серийной катушки уменьшится.

Чтобы реле пришло в первоначальное состояние, т. е. чтобы рычаг повернулся против часовой стрелки («отпал»), нужно уменьшить ток в шунтовой катушке или увеличить ток в серийной катушке. Чем больше ток в шунтовой катушке, тем большим должен быть ток в серийной катушке, чтобы реле отпало.

Реле перехода настраивается на следующие токи срабатывания и отпадания:

	Ток в серийной катушке в а	Ток в шунтовой катушке в а
Замыкание контактов (срабатывание) .	0	0,075—0,085
Размыкание контактов (отпадание) . .	0	0,022—0,032
Замыкание контактов (срабатывание) .	1,0	0,155—0,165
Размыкание контактов (отпадание) . .	1,3	0,052—0,065

При регулировке реле напряжение и ток генератора, при которых реле срабатывает и отпадает, устанавливаются с помощью добавочных сопротивлений в цепях катушек для 16-го положения рукоятки контроллера. Для других положений контроллера режим срабатывания и отпадания изменяется в соответствии с характеристикой реле.

Характеристика реле определяется положением якорей, толщиной немагнитных прокладок и натяжением пружины. Отклонение размеров деталей и зазоров между ними от чертежных (например, изменение зазора между противовесом и рамкой) может существенно исказить характеристику реле.

Регулировка реле посредством изменения положения якорей, натяжения пружины или толщины немагнитных прокладок осуществляется заводом, который изготавливает или ремонтирует реле. В условиях эксплуатации следует ограничиться изменением сопротивлений в цепях катушек реле.

Раствор и провал контактов регулируют путем перемещения неподвижных контактов. Нажатие на контакты не регулируется; если оно не соответствует норме, плоская пружина подвижного контакта должна быть заменена.

Провал контактов определяют косвенным путем: измеряется расстояние между краем планки рычага и плоской пружиной контакта в разомкнутом состоянии и то же расстояние при замкнутых контактах. Разницу замеров пересчитывают пропорционально плечам на точку касания контактов; полученная величина примерно равна провалу.

**Реле боксования типа Р-46Б-1** служит для защиты тяговых электродвигателей при боксовании колес тепловоза и сигнализации машинисту об этом. Схема его включения в цепь описана в главе VII, а конструкция представлена на рис. 244. Стальная скоба 8 привернута к изоляционной доске 1. К скобе прикреплен стальной круглый сердечник 14; на него надета катушка 13.

На доске установлены также контактодержатели 2 и 6, в которые ввернуты болты 3 с серебряными напайками на головках, являющиеся соответственно задним и передним неподвижными контактами.

На скобе 8 шарнирно подвешен штампованный алюминиевый рычаг 7, на верхнем конце которого укреплен подвижной контакт, состоящий из плоской пружины 4 с серебряной напайкой и изогнутой пластины 5. С другой стороны к рычагу привернуты планка 10 и стальной якорь 12. Ток к подвижному контакту подводится по гибкому проводнику и рычагу 7, а к неподвижным контактам — через стойки.

Пружина, установленная между нижними концами рычага и угольника 9, стремится повернуть рычаг против часовой стрелки и прижимает подвижной контакт к заднему неподвижному. Если по катушке 13 течет ток, то соз-



дается магнитный поток, замыкающийся по цепи: сердечник, скоба, воздушный зазор между скобой и планкой, планка 10, якорь 12, воздушный зазор между якорем и сердечником. Когда ток в катушке достаточен для того, чтобы сила магнитного притяжения якоря преодолела сопротивление пружины, рычаг 7 поворачивается по часовой стрелке, отрывает подвижной контакт от заднего неподвижного, прижимает его к переднему неподвижному контакту. При уменьшении тока в катушке усилие, создаваемое ею, также понизится и пружина вернет рычаг в первоначальное положение. Степень уменьшения тока в катушке, необходимого для отпадания реле, определяется главным образом тем, насколько возрастает магнитный поток после притяжения якоря к сердечнику, когда воздушный зазор между ними станет равным толщине немагнитной прокладки на якоре (0,3 мм). Для данного реле, в котором общий воздушный

путь магнитного потока велик по сравнению с зазором между якорем и сердечником, уменьшение последнего мало отражается на величине магнитного потока, поэтому для отпадания реле необходимо очень небольшое снижение тока. Коэффициент возврата реле (отношение тока в катушке при отпадании реле к току его срабатывания) достаточно высок и составляет 0,85—0,90.

Выше, при описании схемы электрических соединений тепловоза, указывалось, что при увеличении скорости вращения якоря одного из электродвигателей вследствие потери сцепления колес с рельсами реле боксования срабатывает и снимает возбуждение с возбудителя. Важно, чтобы это произошло в самом начале боксования, т. е. еще при небольшой разнице в скоростях вращения якорей двигателей и, следовательно, при малом токе в катушке реле. Этого достигают уменьшением усилия пружины, трения и инерции подвижных частей реле. Высокий коэффициент возврата необходим, чтобы реле вновь включило возбуждение возбудителя, как только боксование прекратится, так как задержка

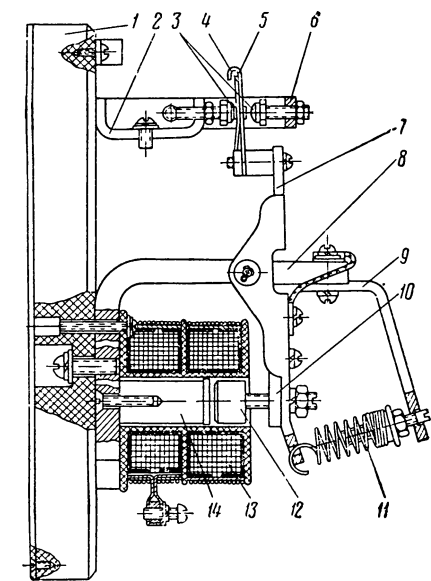


Рис. 244. Реле боксования типа Р-46Б-1:

1 — доска; 2 и 6 — контактодержатели; 3 — неподвижные контакты; 4 — пружина с контактом; 5 — пластина контактная; 7 — рычаг; 8 — скоба; 9 — угольник; 10 — планка стальная; 11 — пружина; 12 — якорь; 13 — катушка; 14 — сердечник

приведет вследствие снижения напряжения тягового генератора к резкому падению силы тяги тепловоза.

Для надежной работы реле следует соблюдать установленную величину раствора контактов; при малом растворе между контактами может возникнуть дуга, а увеличение раствора против нормы вызывает снижение коэффициента возврата реле.

Регулировка раствора выполняется поворотом неподвижных контактов; при этом необходимо следить за тем, чтобы и плоскость рычага 7 была параллельна доске.

Величину тока срабатывания реле регулируют изменением натяжения пружины регулировочным винтом. Ток отпадания регулируется поворотом винта якоря, после чего должен быть вновь проверен ток срабатывания. Якорь устанавливают в определенное положение на заводе-изготовителе, и в эксплуатации менять это положение не следует.

Реле боксования в количестве, требуемом по схеме, вместе с сопротивлениями, которые присоединены параллельно якорным обмоткам тяговых электродвигателей (см. рис. 189), смонтированы на одной доске и образуют блок боксования.

На тепловозе ТЭЗ применен блок боксования типа БВ-301, включающий в себя три реле боксования типа Р-46Б-1 и шесть трубчатых сопротивлений типа ПЭ-150 на 1 500 ом каждое.

Реле заземления типа Р-45Г2-12 предназначено для защиты силовой цепи от замыканий на корпус. Поскольку при возникновении электрической дуги между щетками на коллекторе генератора или тягового электродвигателя дуга, как правило, замыкается на металлические части машины, то реле заземления срабатывает и таким образом защищает машины.

Конструкция реле Р-45Г изображена на рис. 245. К изоляционной панели 1 прикреплена стальная скоба 9, на которой при помощи сердечника 13 укреплена катушка 14. Стальной якорь 4 опирается на угольник 3, который своими выступами входит в боковые прорезы якоря и привертывается к скобе 9. Якорь прижимается к острой грани скобы 9 пружиной 15 и может качаться на этой грани.

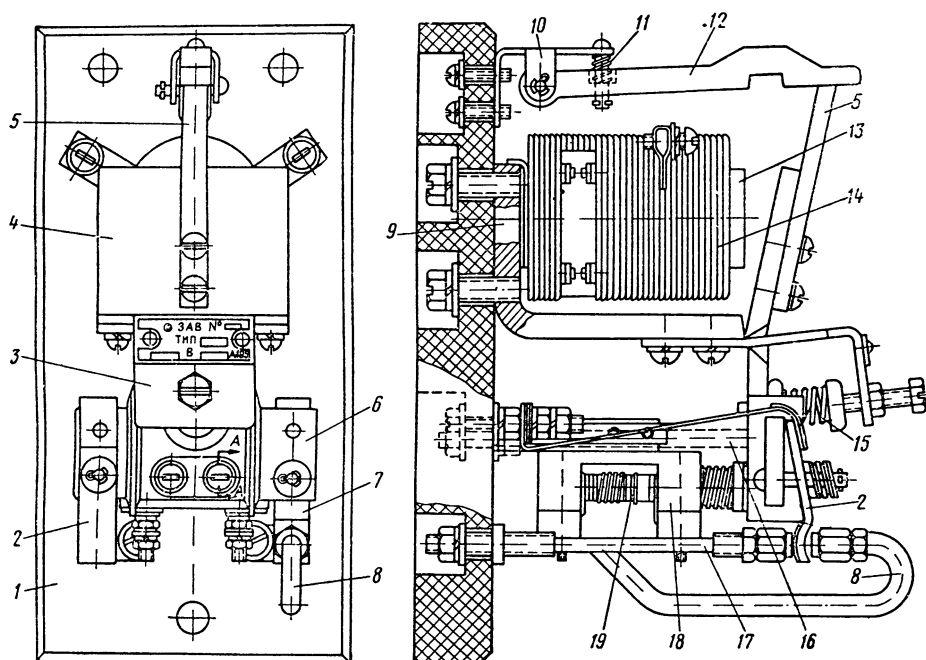


Рис. 245. Реле заземления типа Р-45Г:

1—панель; 2, 7—контакты подвижные; 3—угольник; 4—якорь; 5—планка; 6, 18—колодки; 8, 16, 17—шпильки; 9, 10—скобы; 11, 15—пружины; 12—защелка; 13—сердечник; 14—катушка; 19—мостиковые контакты

В верхней части панели установлена механическая защелка, состоящая из скобы 10, прикрепленной к панели, защелки 12, шарнирно укрепленной на скобе 10, и пружины 11. Пружина 11 прижимает защелку 12 к планке 5, приведенной к якорю.

Когда в катушке появляется ток, создается магнитный поток, замыкающийся по цепи: сердечник, скоба 9, якорь и воздушный зазор между якорем и сердечником. Если ток достаточен и сила притяжения больше, чем приведенная к оси сердечника сила сопротивления пружины, якорь притягивается к сердечнику. При этом планка 5 заходит во впадину защелки 12 и якорь остается в притянутом положении после исчезновения тока в катушке. Для приведения якоря в начальное положение нужно отвести вверх защелку. Конструкция реле допускает различное выполнение контактной системы в зависимости от того, сколько нормально замкнутых или нормально открытых контактов реле должно иметь по схеме. Планка с подвижным контактом 2, обращенным к панели, и шпилька 17 с напаянным на конце неподвижным контактом образуют пару

нормально замкнутых контактов. Планка с подвижным контактом 7, обращенным вправо (на рис. 245 он не виден), и шпилька 8 с напаянным неподвижным контактом представляют пару нормально открытых контактов. Кроме того, может быть установлен мостиковый контакт 19, смонтированный на колодке 18 и выполняемый нормально замкнутым или нормально открытым. Все подвижные контакты связаны с изоляционной планкой 5, укрепленной на якоре. При отсутствии мостикового контакта на панели укрепляется шпилька 16, на которую опирается планка 5.

На тепловозе ТЭЗ использовано реле типа Р-45Г2-12, в котором установлены две шпильки 17 и две планки 2. Следовательно, реле имеет две пары нормально замкнутых контактов (2 н. з.). Кроме того, установлен нормально открытый мостиковый контакт (1 н. о.).

Ток срабатывания реле регулируют изменением натяжения пружины 15 регулировочным болтом. Установка требуемого раствора между контактами

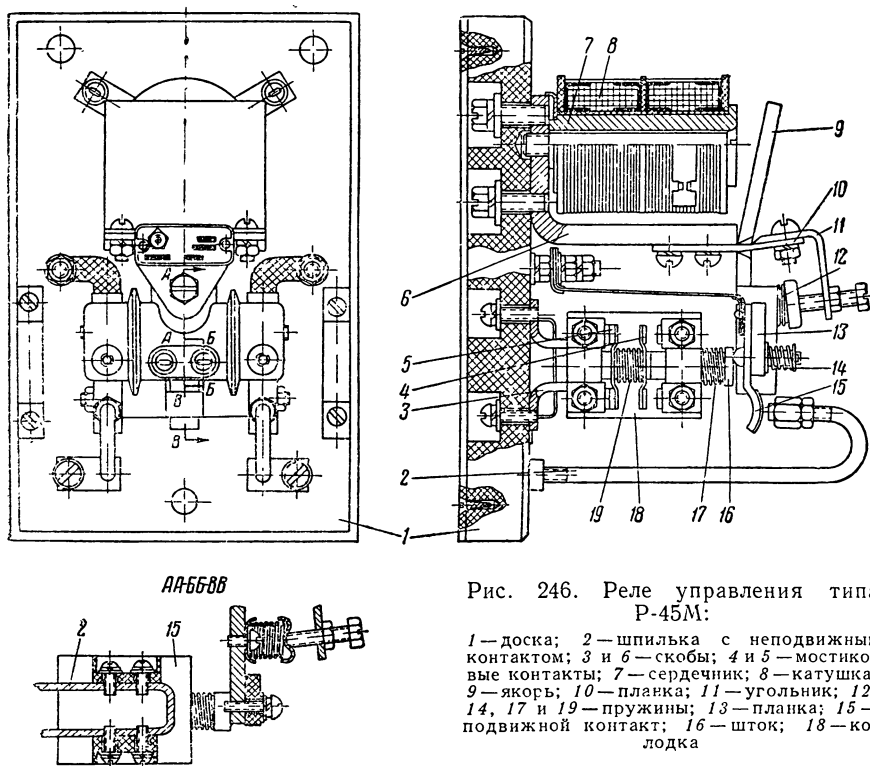


Рис. 246. Реле управления типа Р-45М:

1 — доска; 2 — шпилька с неподвижным контактом; 3 и 6 — скобы; 4 и 5 — мостиковые контакты; 7 — сердечник; 8 — катушка; 9 — якорь; 10 — планка; 11 — угольник; 12, 14, 17 и 19 — пружины; 13 — планка; 15 — подвижной контакт; 16 — шток; 18 — колодка

осуществляется посредством изменения положения неподвижных контактов, для чего необходимо перемещать гайки на шпильках 17. Регулировка провала (притирания) контактов выполняется путем изменения положения упорной шпильки 16. Проверить провал можно, измерив зазор между краем колодки 6 и контактом 2 при сработавшем реле и пересчитав этот размер на точку касания контактов.

**Реле управления.** Кроме реле, срабатывающих при определенных значениях каких-либо переменных величин (тока, напряжения, давления, температуры и т. д.), на тепловозах применяются реле, служащие для дистанционного управления цепями малой мощности. Такие реле называются промежуточными, или реле управления. Они не требуют точной настройки на срабатывание и коэффициент возврата для них, как правило, не имеет значения. На тепловозах устанавливаются реле управления типа Р-45М, аналогичные по конструкции реле заземления, но без механической защелки. Эти реле изготовляют с разными катушками и различным числом и исполнением контактов. Кроме пальцевых, в реле управления применяются мостиковые контакты.

За последние годы количество различных исполнений реле типа Р-45 существенно увеличилось, поэтому харьковский завод «Электротяжмаш» с 1958 г. ввел новую систему обозначений. Буква, стоящая после наименования серии Р-45, указывает на исполнение катушки: Л, М и Н соответственно для напряжений 110, 75 и 24 в. Первая цифра за этой буквой показывает число нормально разомкнутых (открытых), а вторая — число нормально замкнутых (закрытых) контактов.

На тепловозе ТЭЗ катушки реле управления питаются током от вспомогательного генератора или аккумуляторной батареи и рассчитаны на напряжение 75 в. Следовательно, этим реле соответствует обозначение Р-45М.

Общий вид реле типа Р-45М с пальцевыми и мостиковыми контактами представлен на рис. 246. Электромагнитный привод такой же, как у реле заземления. Реле имеет две пары нормально разомкнутых пальцевых контактов и четыре пары мостиковых контактов (две нормально замкнутые и две нормально разомкнутые). Таким образом, это реле имеет обозначение Р-45М-42.

Для пальцевых контактов неподвижными контактами являются глухие гайки с серебряными напайками, накрученные на концы изогнутых шпилек 2. Подвижные контакты 15 аналогичны по конструкции контактам реле типа Р-45Г, но расположены с другой стороны изоляционной планки 13. Мостиковые неподвижные контакты укреплены на изоляционной колодке 18, которая привернута к скобе 3. В колодке может перемещаться шток 16, на котором установлены подвижные мостиковые контакты 4 и 5. При отсутствии тока в катушке пружина 12 прижимает якорь 9 к штоку 16, и он занимает положение, изображенное на рис. 246; пружина 17 сжата, пружина 19 прижимает контакты 5 к левым неподвижным мостиковым контактам. Когда же цепь катушки замкнута и по ней течет ток, якорь 9 притягивается к сердечнику 7, и контакт 15 замыкается с неподвижным контактом 2. Шток 16 под действием пружины 17 перемещается вправо, мостиковые контакты 4 замыкаются, а контакты 5 размыкаются.

Реле обратного тока Р-44А-О предназначено для автоматического управления контактором зарядки аккумуляторной батареи. Когда напряжение вспомогательного генератора превышает (не менее чем на 2—3 в) напряжение батареи, реле включает контактор Б (см. рис. 189), и генератор заряжает батарею. Когда же напряжение вспомогательного генератора ниже напряжения аккумуляторной батареи, реле обратного тока размыкает контактор Б, генератор отключается и цепи освещения, управления и т. д. начинают питаться от батареи.

Реле установлено на изоляционной доске 1 (рис. 247), к которой привернуто стальное основание 2. На основании укреплены круглые стальные сердечники 3, 7 и 9, на которые насажены катушки: дифференциальная 5, серийная 8 и шунтовая 10. Серийная катушка намотана из голой медной шины на ребро. Для изоляции этой катушки от сердечника и основания на сердечник надеты изоляционная трубка и две шайбы. Дифференциальная и шунтовая ка-

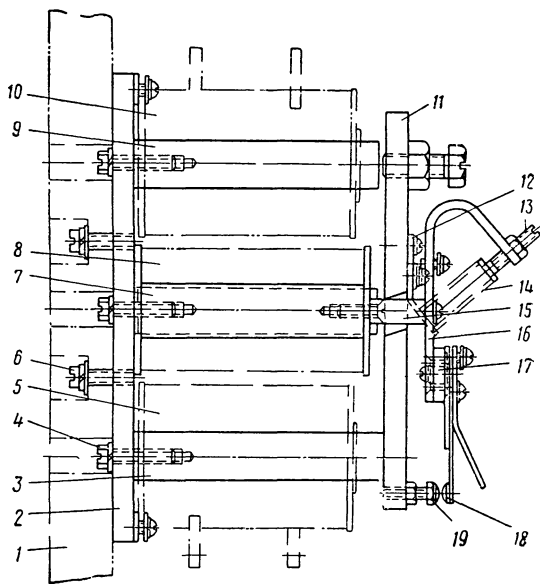


Рис. 247. Реле обратного тока типа Р-44А-О: 1—доска; 2—основание; 3, 7 и 9—сердечники; 4 и 6—винты; 5—дифференциальная катушка; 8—серийная катушка; 10—шунтовая катушка; 11—якорь; 12—планка; 13—регулирующий винт; 14—пружина; 15—держатель якоря; 16—скоба; 17—пружина; 18—неподвижный контакт; 19—подвижной контакт

тушки выполнены из эмалированной обмоточной проволоки, изолированы и пропитаны компаундом.

К торцу сердечника 7 привернут держатель 15, боковые стойки которого входят в прорези якоря 11; к стойкам же прикреплен и скоба 16. К якорю привинчена изогнутая планка 12, на которую опирается конец пружины 14. Второй конец пружины упирается в регулировочный винт 13, свернутый в скобу 16. На нижнем конце скобы укреплен изоляционный планка 17, на которой установлен неподвижный контакт 18, представляющий собой плоскую бронзовую пружину с серебряной напайкой. Против неподвижного контакта в якорь ввернут подвижной контакт 19 — латунный болт с серебряной напайкой на головке.

К неподвижному контакту ток подводится по проводу, наконечник которого ставится под головку одного из винтов, крепящих контакт к планке. К подвижному контакту ток поступает через скобу 16, гибкий проводник и якорь, следовательно, корпус реле находится под потенциалом подвижного контакта.

При отсутствии тока в катушках пружина 14 прижимает якорь к сердечникам 3 и 7; контакты в это время разомкнуты. Шунтовая катушка (см. рис. 189) присоединена через сопротивление к зажимам вспомогательного генератора, серийная катушка включена в цепь тока зарядки батареи, дифференциальная катушка — на разность напряжений вспомогательного генератора и батареи. Таким образом, направление тока в шунтовой катушке всегда одно и то же, а в серийной и дифференциальной катушках зависит от соотношения напряжений вспомогательного генератора и аккумуляторной батареи.

При неработающем дизеле и разомкнутых контактах реле по дифференциальной катушке протекает ток от батареи к генератору. Катушка создает магнитный поток, замыкающийся в основном через средний сердечник и частично через верхний сердечник. Усилие, определяемое этим потоком, прижимает якорь к нижнему сердечнику.

Когда дизель начинает работать и на зажимах вспомогательного генератора появляется напряжение, через шунтовую катушку течет ток, который создает в верхнем сердечнике магнитный поток, совпадающий по направлению с потоком дифференциальной катушки. Следовательно, поток в нижнем сердечнике увеличивается и усилие, создаваемое шунтовой катушкой, не может притянуть якорь, несмотря на возрастающее в процессе пуска дизеля напряжение генератора. Если напряжение вспомогательного генератора станет равным напряжению батареи, то ток в дифференциальной катушке будет равен нулю. Магнитный поток, создаваемый шунтовой катушкой, замыкается частично через средний сердечник, а частично через нижний. Притягивающее усилие шунтовой катушки при этом больше, чем дифференциальной, однако якорь остается прижатым к нижнему сердечнику благодаря действию силы пружины.

Когда напряжение генератора становится больше напряжения батареи, направление тока в дифференциальной катушке меняется, в результате чего магнитный поток в нижнем сердечнике уменьшается, и якорь поворачивается против часовой стрелки, замыкая контакты. После этого, как было отмечено при описании исполнительной схемы тепловоза, ток в дифференциальной катушке падает до ничтожной величины, не имеющей значения для работы реле, а ток в шунтовой катушке уменьшается вследствие введения в ее цепь добавочного сопротивления. Через серийную катушку протекает ток зарядки, магнитный поток, создаваемый ею, складывается с потоком шунтовой катушки, и якорь притянут к верхнему сердечнику. Весь магнитный поток реле практически замыкается через верхний и средний сердечники.

Если напряжение вспомогательного генератора начнет снижаться, то ток зарядки батареи уменьшается, достигает нуля, а затем меняет направление. Тогда намагничивающая сила серийной катушки уменьшает магнитный поток в среднем сердечнике. Часть потока, создаваемого шунтовой катушкой, замыкается теперь через нижний сердечник и создает усилие, стремящееся

притянуть якорь к этому сердечнику. При некотором токе в серийной катушке совместно действующие сила пружины и сила притяжения нижнего сердечника преодолевают силу притяжения верхнего сердечника; якорь поворачивается по часовой стрелке, размыкая контакты реле.

Во избежание большого толчка тока необходимо, чтобы включение реле происходило при возможно меньшей разнице напряжений вспомогательного генератора и аккумуляторной батареи. Величина обратного тока в момент отключения реле должна быть мала, чтобы избежать излишней разрядки батареи.

Некоторая регулировка характеристик реле обратного тока возможна изменением числа латунных шайб под сердечниками катушек.

В эксплуатации регулировку характеристики срабатывания реле можно производить поворотом регулировочного винта 13, изменяя усилие пружины. Ослабление пружины уменьшает разность напряжений генератора и батареи, при которой срабатывает реле, но одновременно увеличивает обратный ток в момент отпадания реле.

Величину обратного тока при отпадании реле можно изменить также при помощи болта, ввернутого в верхний конец якоря. Ввертывая этот болт, мы уменьшаем зазор между якорем и нижним сердечником при замкнутых контактах, но одновременно уменьшаются нажатие и провал контактов. Раствор, нажатие и провал контактов можно регулировать, ввертывая или вывертывая подвижной контакт 19.

Реле обратного тока вместе с трубчатыми сопротивлениями, включенными в цепи катушек, смонтировано на панели, и весь комплект имеет наименование ПР-26А-1.

### СОПРОТИВЛЕНИЯ

На тепловозах применяются сопротивления трех видов. Ленточные фехралевые сопротивления устанавливаются в цепях, рассчитанных на значительные токи (свыше 20 а): для шунтирования обмоток возбуждения тяговых электродвигателей, в цепи дифференциальной обмотки возбуждения возбудителя, в цепи зарядки батареи. При токах менее 20 а и требуемой мощности

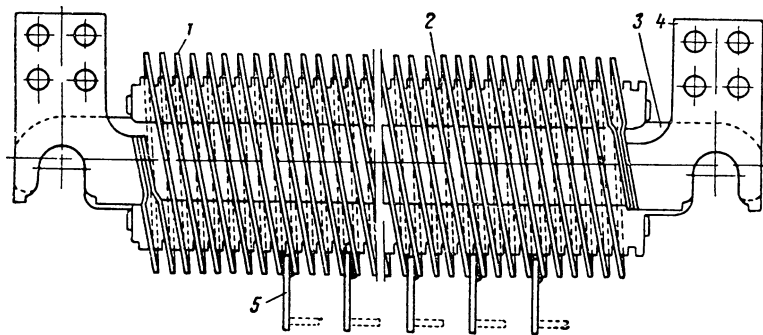


Рис. 248. Элемент ленточного сопротивления типа КФ:  
1 — лента фехралевая; 2 — изолятор; 3 — держатель; 4 и 5 — выводы

элемента 200—350 вт, особенно в случаях, когда необходимо изменять сопротивление для настройки схемы, используются проволочные сопротивления типа СР.

При меньших мощностях и токах применяют трубчатые эмалированные сопротивления типа ПЭ.

Сопротивления типа СР установлены в цепях возбуждения возбудителя и вспомогательного генератора, а также в цепи реле заземления, сопротивления типа ПЭ — главным образом в цепи катушек аппаратов.

**Ленточные сопротивления.** На рис. 248 показан элемент ящика сопротивлений типа КФ.

На стальной штампованный держатель 3 надеты с обеих сторон фарфоровые изоляторы («наездники») 2 с канавками, в которые помещена фехрелевая лента 1, выполненная в виде цилиндрической спирали. К концам спирали припаяны медные выводы 4. В случае необходимости элементы снабжаются промежуточными выводами 5.

Держатель имеет по краям вырезы, которыми он опирается на стальные опрессованные миканитом шпильки. Эти шпильки служат креплением стоек, на которых устанавливают элементы, изолированные один от другого и от стоек фарфоровыми изоляторами.

Элементы могут иметь различное число наездников, длина каждого из которых составляет 70 мм. Соответственно расстояние между шпильками равно 214, 290 и 600 мм при мощностях 615, 920 и 2 150 *вт*. Различные величины сопротивлений можно получить, кроме того, изменением толщины ленты и числа витков спирали, а также параллельным соединением лент.

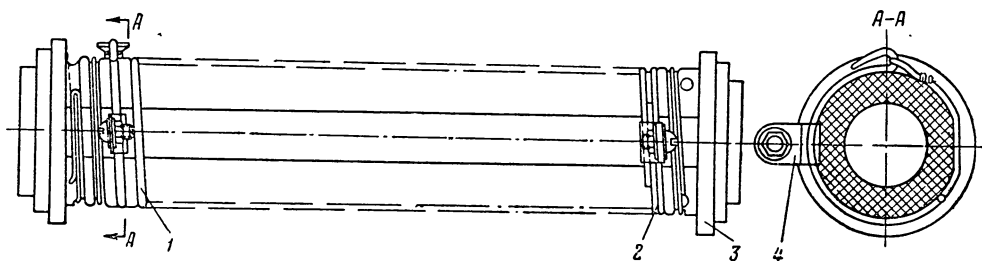


Рис. 249. Элемент проволочного сопротивления типа СР-3:  
1 — проволока; 2 — бандаж; 3 — цилиндр изоляционный; 4 — вывод

Для шунтирования обмоток возбуждения каждой пары тяговых электродвигателей используют ящик сопротивлений типа ЯС-9025, в котором установлены два элемента типа КФ мощностью 2 150 *вт*. Элементы укреплены на двух изолированных шпильках с фарфоровыми изоляторами. На концах каждой шпильки надеты угольники, закрепленные гайками. Один элемент промежуточными выводами разделен на четыре одинаковые секции, соединенные между собой параллельно. Эквивалентное сопротивление этих четырех секций равняется 0,0141 *ом* и используется для первой ступени ослабления поля. На втором элементе имеются шесть промежуточных выводов, образующих пять секций. Все эти секции также соединены параллельно и используются для второй ступени ослабления поля. Их эквивалентное сопротивление равно 0,00738 *ом*. В производстве допускаются отклонения от указанных значений на  $\pm 5\%$ . Если на одном тепловозе для разных групп двигателей использовать шунтирующие сопротивления, значительно отличающиеся одно от другого, то это вызовет существенную разницу в нагрузках двигателей. Для уменьшения этой разницы ящики сопротивлений разделяются на две группы: к группе I относятся ящики, в которых сопротивления больше номинального значения, и к группе II — ящики с сопротивлениями меньше номинальных значений. Ящики соответственно с этим маркируются (ЯС-9025-I, ЯС-9025-II). На каждом тепловозе должны устанавливаться ящики только одной группы.

Ящик сопротивлений КФ-14А-I состоит из двух элементов типа КФ мощностью по 920 *вт*, один из которых служит зарядным сопротивлением, а другой — добавочным сопротивлением в цепи дифференциальной обмотки возбуждения возбудителя. Элементы ящика КФ-14А-I снабжены промежуточными выводами для регулировки величины сопротивлений.

**Проволочные сопротивления.** На рис. 249 представлен элемент проволочного сопротивления типа СР-3. На фарфоровом цилиндре 3 в полукруглых канавках помещена фехрелевая или нихромовая проволока 1. Цилиндры выполняют с различным радиусом канавок, что позволяет изготавливать сопротивления из проволоки диаметром от 0,3 до 3,0 мм. К крайним виткам элемента



припаяны выводы 4. Элемент монтируют на панели шпилькой, проходящей внутри цилиндра и укрепленной на двух стойках. В качестве промежуточных выводов на элементах сопротивлений установлены хомутики со стягивающим и контактным болтами. На поверхности фарфорового цилиндра сделана лыска, против которой хомутик имеет выгиб; это обеспечивает надежный контакт между хомутиком и проволокой. Переставлявая хомутик вдоль цилиндра, можно изменять величину включенного сопротивления.

Сопротивления, не включаемые на длительное время, могут быть рассчитаны на перегрев до  $350^{\circ}$ , что соответствует поглощаемой мощности около 350 *вт*.

На рис. 250 показан щиток с трубчатыми и эмалированными сопротивлениями типа ПЭ. На тепловозе ТЭЗ применены три типа трубчатых сопротивлений: ПЭ-50, ПЭ-75 и ПЭ-150, которые рассчитаны на мощность соответственно 50, 75 и 150 *вт*; по конструкции они одинаковы и отличаются лишь размерами.

Константановая или нихромовая проволока, намотанная на керамическую трубку с некоторым расстоянием между витками, заливается жаростойкой стекловидной эмалью, предохраняющей проволоку от перемещения и повреждения. Стойки стянуты шпилькой, находящейся внутри трубки. Выводы обычно припаяны к стойкам, которые служат для крепления элементов на щитке и в качестве зажимов для внешних проводов.

Трубчатые сопротивления используются главным образом как постоянные добавочные сопротивления, но иногда они выполняются как регулируемые сопротивления. В этом случае оставляется непокрытая эмалью дорожка вдоль всей трубки, и на трубку надевается хомутик, к которому на внутренней поверхности в месте соприкосновения с проволокой приклепывается серебряная пластинка.

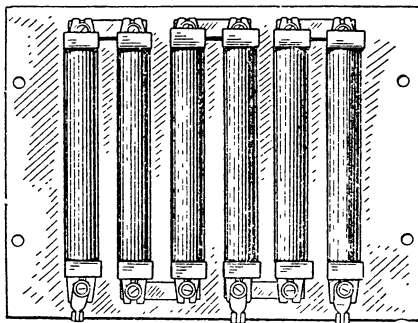


Рис. 250. Щиток с трубчатыми сопротивлениями типа ПЭ

## СЕЛЕНОВЫЕ ВЕНТИЛИ

На тепловозе ТЭЗ селеновые вентили включены в цепи тахогенераторов Т1 и Т2, чтобы ток в этих цепях мог протекать лишь в одном направлении.

На рис. 251 изображена панель типа ПВ-420 с вентилями и предохранителями.

В качестве вентиляей использованы стандартные селеновые выпрямители типа 100ГМ12А3. Каждый выпрямитель состоит из стяжной изолированной шпильки 7, на которой собран столбик селеновых шайб 3. Селеновые шайбы соединяются электрически одна с другой металлическими шайбами 4 или изолируются изоляционными шайбами. В каждом из выпрямителей использовано 12 селеновых шайб размером 100 × 100 мм, соединенных попарно последовательно в шесть параллельных цепей. Соединения выполнены проводами 2, припаянными к выводам 8. Выпрямители установлены на изоляционной панели 5 при помощи угольников 6. Провода, присоединенные к положительным полюсам выпрямителей, соединены с плавкими предохранителями на 10 а (в цепи тахогенератора Т1) и 15 а (в цепи тахогенератора Т2). Каждый выпрямитель допускает ток до 11 а и обратное напряжение до 18 а. При монтаже стяжная шпилька должна располагаться горизонтально.

Шайба селенового вентиля (рис. 252) представляет собой стальной никелированный или алюминиевый диск 1, на который нанесен тонкий слой селена 2. Селен (Se) — элемент IV группы таблицы Менделеева; по своим свойствам он принадлежит к полупроводникам с электронной проводимостью.

На селен наносится слой второго электрода из сплава 3 висмута (Bi), кадмия (Cd) и олова (Sn), температура плавления которого равна 105°. Запирающий слой находится на границе между селеном 2 и сплавом 3; он хорошо проводит ток в направлении от стали к сплаву (прямой ток) и представляет большое сопротивление для обратного тока. Максимальное обратное напряжение

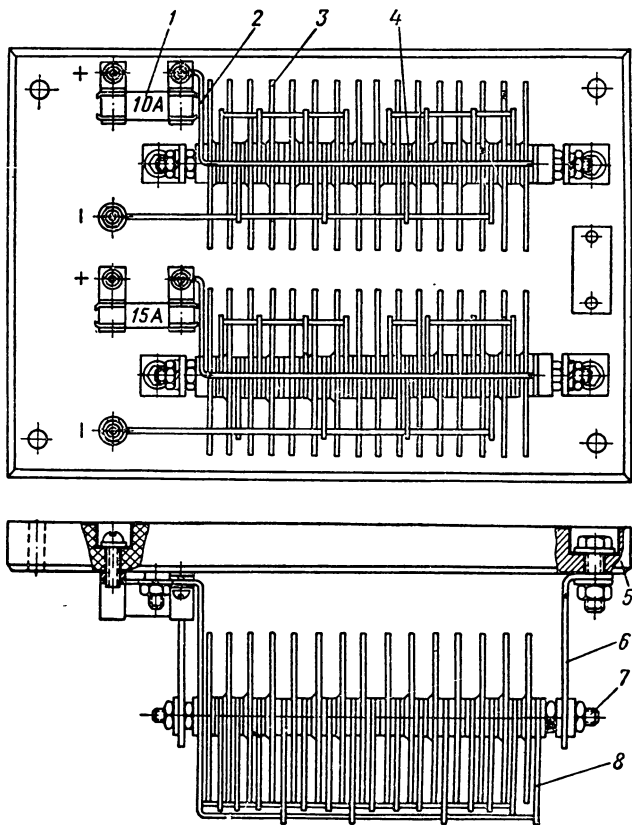


Рис. 251. Панель с выпрямителями:  
1 — предохранитель; 2 — провод соединительный; 3 — шайба селено-  
вая; 4 — шайба соединительная или изоляционная; 5 — панель; 6 —  
угольник; 7 — шпилька; 8 — вывод

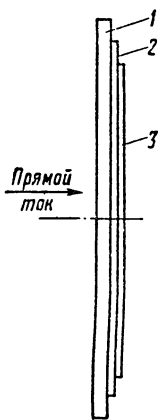


Рис. 252. Селе-  
новая шайба:  
1 — диск; 2 — се-  
лен; 3 — сплав

для шайбы 22—25 в; допустимая температура селеновых вентилях: от —50 до +75°. Срок службы их достигает 10 000 ч. На тепловозах последних вы-  
пусков оба вентиля (BC1 и BC2) смонтированы на одной панели.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

#### 1. Контактры

Параметры	ПК-753Б-1	КПД-45Б-1	КП-504	КПМ-111, КПМ-121
Напряжение в в . . . . .	600	600	600	75
Длительный ток в а . . . . .	830	400	300	80
Сопротивление катушки при 20° в ом . . . . .	215	92,1	132	220
Ток срабатывания в а не более . . . . .	0,077*	0,49	—	0,19
Длительный ток катушки в а . . . . .	0,295	0,63	0,4	0,34
Главные контакты:				
раствор в мм . . . . .	14,5—16,5	17—18	17,5—19,5	8—10
провал » » . . . . .	13—15	2,5—5,5	4,5—5,5	5—7
нажатие » кГ . . . . .	55—63**	6,4—7,3	6,5—8,0	1,4—1,6

## Продолжение

Параметры	ПК-753Б-1	КПД-45Б-1	КП-504	КПМ-111, КПМ-121
Блок-контакты:				
длительный ток в <i>a</i> . . . . .	5	—	10	—
нажатие в <i>кГ</i> . . . . .	1—2,5	0,06—0,1	0,1	0,27—0,33
раствор » <i>мм</i> . . . . .	—	55—60	—	7—8
провал » » . . . . .	—	2—4	1,5—2,0	3,5—4,5

\* При давлении сжатого воздуха в пределах 5—7 ат.

\*\* При давлении сжатого воздуха 5 ат.

## 2. Реле

Параметры	Р-42Б-3		Р-40Б-1	Р-45Г-2	Р-45М	Р-44А-0		
	Шунто- вая	Серие- сная				Серие- сная	Шунто- вая	Диффе- ренциаль- ная
Катушки:								
марка провода . . . . .	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПЭВ-2	ПБД	ПЭВ-2	1,81×	ПЭВ-2	ПЭВ-2
диаметр в <i>мм</i> . . . . .	0,29	1,29	0,23	1,95	0,29	13,5 <sup>1</sup>	0,51	0,29
число витков . . . . .	12 000	640	9 400	150	7 200	37,5	2 990	9 000
сопротивление при 20° в <i>ом</i> . . . . .	552	1,56	526	1,106	220	—	29,8	287
длительный ток в <i>a</i> . . . . .	0,20	3,5	0,17	10	0,19	70	0,65	0,21
Контакты:								
раствор в <i>мм</i> . . . . .	1,5—2	—	1,6— 2,0	7—8	7,5—8 <sup>2</sup>	—	1,5—2	—
провал » » . . . . .	1,3— 1,7	—	—	3,5— 4,5	2,5— 3,5 <sup>3</sup>	—	3,5— 4,5	—
нажатие » <i>кГ</i> . . . . .	0,02	—	—	0,27	0,33 <sup>4</sup>	—	0,04— 0,05	—

<sup>1</sup> Голая прямоугольная медь.<sup>2</sup> Для мостиковых контактов 4—6 *мм*.<sup>3</sup> Для мостиковых контактов 2—3 *мм*.<sup>4</sup> Для мостиковых контактов 0,011—0,013 *кГ*.

## 3. Реверсор типа ПР-1М

Число цепей . . . . .	3
Максимальное напряжение в <i>в</i> . . . . .	900
Угол поворота барабана в <i>град</i> . . . . .	30
Сопротивление катушки при 20° в <i>ом</i> . . . . .	328
Число витков катушки . . . . .	7 170
Длительный ток катушки в <i>a</i> . . . . .	0,152
Ток срабатывания (при давлении сжатого воздуха в пределах 3,7—7 <i>кГ/см²</i> ) не более в <i>a</i> . . . . .	0,07
Нажатие силового пальца в <i>кГ</i> . . . . .	4,5—6,5
Нажатие блокировочного пальца в <i>кГ</i> . . . . .	0,9—2,25

## 4. Регулятор напряжения типа ТРН-1

	Непо- движная	Шунто- вая	Серие- ная
Катушки:			
диаметр провода в <i>мм</i> . . . . .	0,8	0,44	1,0
число витков . . . . .	1 500	517	48
сопротивление при 20° в <i>ом</i> . . . . .	9,4	13,9	0,25
длительный ток в <i>a</i> . . . . .	1,3	0,8	4,3
Контакты:			
число пар . . . . .			7
максимальный ток в <i>a</i> . . . . .			9
нажатие в <i>Г</i> . . . . .			3—10
раствор для первой пары в <i>мм</i> . . . . .			1—0*
Величина регулирующего сопротивления в <i>ом</i> . . . . .			93

\* Для каждой последующей пары раствор увеличивается на 0,33 *мм*.

## АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

Аккумуляторная батарея на тепловозе служит источником энергии при электрическом пуске дизеля, а также используется для питания цепей управления, освещения и вспомогательных цепей при неработающем дизеле.

Основным режимом работы батареи, определяющим выбор ее параметров, является режим пуска дизеля, когда первоначальный «толчок» тока достигает 1500—2000 *а*. Наиболее важное значение имеет ток при установившемся вращении коленчатого вала до того, как произойдет вспышка в цилиндрах. Этот ток определяется моментом сопротивления вращению вала дизеля, который зависит от температуры воды и масла. В случае холодного дизеля установившийся ток может в 1,5—2 раза превышать пусковой ток при прогревом дизеле.

Аккумуляторная батарея обладает значительными размерами и большим весом, что создает затруднения для размещения ее на тепловозе. Поэтому, выбирая батарею, не исходят из условий пуска дизеля при наиболее низких температурах, встречающихся в эксплуатации, а предусматривают устройства для облегчения пуска (ускоритель пуска и т. п.). Это тем более целесообразно, что при понижении температуры падает емкость батареи, электрическое сопротивление ее возрастает и для обеспечения пуска при относительно небольшом снижении температуры потребовалось бы значительно увеличить размеры батареи. Аккумуляторная батарея, выбранная по допустимому току, обычно имеет достаточный запас по емкости для проведения нескольких пусков дизеля подряд в тяжелых условиях.

Во время движения тепловоза батарея заряжается от вспомогательного генератора, имеющего постоянное напряжение 75—76 *в*.

На тепловозах ТЭЗ применяются кислотные аккумуляторные батареи. Однако в последнее время на ряде тепловозов установлены щелочные батареи.

### КИСЛОТНАЯ АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ ТИПА 32ТН-450

Батарея состоит из 32 последовательно соединенных элементов, на что указывают первые две цифры наименования типа батареи. Буква ТН означает «тепловозная намазная», число «450» обозначает номинальную емкость батареи в ампер-часах (при 10-часовом разряде).

Каждый элемент (рис. 253) состоит из 19 положительных и 20 отрицательных намазных пластин, отделенных друг от друга сепараторами из стекловолока, винипласта и мипласта.

Пластина представляет собой решетку, отлитую из свинцово-сурьмянистого сплава (95% свинца и 5% сурьмы), на которую накладывается («намазывается») активная масса (окись свинца). Пластины погружены в эбонитовый сосуд, заполненный электролитом — раствором химически чистой серной кислоты в дистиллированной воде.

Под действием серной кислоты на пластинах образуется сернокислый свинец, или сульфат ( $PbSO_4$ ). При пропускании через элемент тока от внешнего источника (зарядка батареи) на положительных пластинах окись свинца превращается в двуокись свинца, а на отрицательной пластине выделяется чистый свинец, количество серной кислоты в электролите увеличивается, т. е. плотность его повышается. Подведенная к батарее электрическая энергия затрачивается на химические процессы в ней. При подключении заряженной батареи к замкнутой электрической

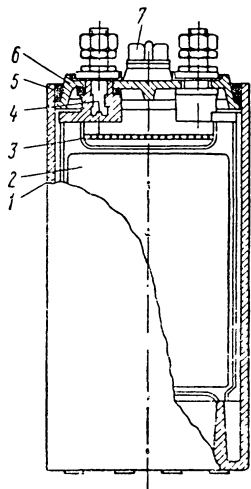


Рис. 253. Элемент кислотной батареи:

1 — эбонитовый сосуд; 2 — пластина; 3 — изоляционный щиток; 4 — выводные контакты; 5 — мастика; 6 — крышка; 7 — пробка

цепи происходит разрядка батареи. Серная кислота разлагается, выделяя воду и откладывая сернокислый свинец на положительной пластине, а на отрицательной пластине двуокись свинца превращается в окись свинца. Этот химический процесс связан с выделением электрической энергии.

Вследствие тепловых потерь в аккумуляторе во время зарядки и разрядки выделяемая им энергия меньше затраченной в период зарядки. К. п. д. батареи, т. е. отношение энергии, полученной от батареи при разрядке, к энергии, затраченной на зарядку, составляет 70—80% (при полной зарядке и полной разрядке).

Каждые четыре элемента батареи составляют секцию и заключены в деревянный ящик. Элементы секции соединены между собой медными освинцованными перемычками. Вес секции с электролитом равен примерно 184 кг.

Гарантированные режимы разрядки тепловозной батареи при плотности электролита в начале разрядки, равной 1,27—1,28, приведены в табл. 12.

Таблица 12

Режим разрядки	Разрядный ток в а	Конечное напря- жение элемента в в	Номинальная ем- кость в а·ч
10-часовой . . . . .	45	1,8	450
6-часовой . . . . .	60	1,75	360
5-часовой . . . . .	68	1,70	340
5-минутный . . . . .	900	1,45	75
Прерывистый . . . . .	1 700	1,0	15 толчков

Примечание. Прерывистая разрядка ведется «толчками» тока в 1 700 а в течение 10 сек с паузами по 10 сек между «толчками» до конечного напряжения 1,0 в на элемент.

Номинальной емкостью батареи называется количество электричества в ампер-часах, которое можно получить от полностью заряженного аккумулятора при разрядке его до минимально допустимого напряжения на зажимах и средней температуре электролита 30°. В случае отклонения средней температуры электролита от указанной (в пределах от 10 до 40°) емкость батареи уменьшается на 1% на каждый градус отклонения температуры от 30°.

Саморазрядка заряженных аккумуляторов составляет в среднем за сутки 1% в течение 3 дней, 0,75% — в течение 15 дней и 0,5% — в течение 30 суток.

Срок службы батареи на тепловозе должен быть не менее 14 месяцев.

Плотность электролита заряженных аккумуляторов для южных районов и летних месяцев средних и северных районов страны рекомендуется в пределах 1,24—1,25. Зимой в средних и северных районах целесообразно повышать плотность до 1,26—1,27. Эти данные указаны для температуры электролита, равной 30°. При других температурах электролита для определения требуемой плотности следует пользоваться табл. 13.

Таблица 13

+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
1,313	1,310	1,307	1,304	1,301	1,298	1,294	1,291	1,287
1,303	1,300	1,297	1,294	1,291	1,288	1,284	1,281	1,277
1,293	1,290	1,287	1,284	1,280	1,277	1,274	1,270	1,267
1,283	1,280	1,277	1,274	1,270	1,267	1,264	1,260	1,256
1,273	1,270	1,267	1,264	1,260	1,257	1,254	1,250	1,246
1,263	1,260	1,257	1,254	1,250	1,248	1,245	1,241	1,237
1,253	1,250	1,247	1,244	1,240	1,238	1,235	1,231	1,227
1,243	1,240	1,237	1,234	1,230	1,228	1,224	1,220	1,217
1,233	1,230	1,227	1,224	1,220	1,217	1,214	1,210	1,207
1,223	1,220	1,217	1,214	1,210	1,207	1,204	1,200	1,197
1,213	1,210	1,207	1,204	1,200	1,197	1,194	1,190	1,187
1,203	1,200	1,196	1,193	1,190	1,186	1,183	1,180	1,176

Чтобы устранить возможность замерзания электролита в зимнее время, нужно всегда содержать батарею в заряженном состоянии. Зависимость температуры замерзания электролита от его плотности иллюстрируется табл. 14.

Таблица 14

Плотность электролита	Температура замерзания	Плотность электролита	Температура замерзания	Плотность электролита	Температура замерзания
1,100	—7,5	1,150	—11,4	1,200	—34
1,110	—8	1,160	—13,4	1,210	—40
1,120	—9	1,170	—15,3	1,224	—46
1,130	—9,3	1,180	—18,3	1,265	—61
1,140	—9,8	1,190	—24,5		

При приготовлении электролита следует выливать крепкую кислоту в воду. Категорически воспрещается лить воду в крепкую кислоту, так как это может привести к выбрасыванию кислоты.

Новая аккумуляторная батарея типа 32ТН-450 в сухом состоянии может храниться до двух лет без ухудшения своих электрических характеристик. Батарея должна находиться в закрытом сухом помещении, которое зимой нужно отапливать, иначе должны быть предусмотрены меры по защите аккумуляторов от резких колебаний температуры. Пробки элементов должны быть плотно завинчены, а зажимы смазаны техническим вазелином.

Перед установкой аккумуляторной батареи на тепловоз ее заливают электролитом и проводят тренировочные зарядки. До заливки из всех банок вынимают вентиляционные пробки. Температура электролита не должна превышать 25°.

Электролит заливают через стеклянную, эбонитовую или свинцовую воронку. Пролитый электролит тщательно вытирают.

Первая зарядка проводится не раньше, чем через 6 ч после заливки и при температуре электролита не выше 30°. Оставлять надолго залитые аккумуляторы без зарядки не следует, чтобы избежать сульфатации пластин.

Сульфатацией называется образование корки из крупнокристаллического сульфата на поверхностях положительных и отрицательных пластин. Эти крупные кристаллы являются плохими проводниками тока и резко повышают внутреннее сопротивление аккумулятора. Кроме того, они затрудняют доступ электролита к внутренним слоям активной массы и сами при нормальной зарядке не превращаются в активное вещество.

Сульфатация происходит также при систематической недозарядке батареи, слишком глубокой разрядке, применении очень крепкого электролита, работе батареи при высокой температуре электролита или загрязнении его.

Перед зарядкой обязательно следует, пользуясь переносным вольтметром, проверить правильность соединения элементов батареи и подключения ее к зарядному щитку.

Первую зарядку проводят двухступенчатым режимом.

Первая ступень зарядки ведется током 40 а до достижения большинством элементов напряжения 2,4 в. После этого ток снижают до 24 а и ведут зарядку до появления признаков конца зарядки. Признаки конца зарядки:

а) постоянство напряжения и плотности электролита у всех элементов батареи в течение 2 ч;

б) интенсивное «кипение» аккумуляторов, т. е. выделение пузырьков газа на поверхности электролита.

Ни в коем случае нельзя во время зарядки допускать повышение температуры электролита сверх 45°. Если в период первой ступени зарядки температура электролита хотя бы в одном-двух элементах достигнет 45°, зарядку следует прервать до тех пор, пока аккумуляторы не охладятся до 40°, после чего можно продолжать зарядку током 24 а.

Если же температура электролита достигает 45° при зарядке током 24 а, необходимо прекратить зарядку, дать электролиту охладиться до 40°, а затем

продолжать зарядку током 24 а до появления признаков конца зарядки.

Общая продолжительность первой зарядки не регламентируется, она в значительной степени зависит от температуры окружающей среды. Ориентировочно при первой зарядке батареи должно быть сообщено около 400 а · ч.

После первой зарядки не следует корректировать плотность электролита доливкой крепкой кислоты (когда плотность мала), так как она может возрасти при последующих зарядах. Если же в конце первой зарядки плотность электролита в отдельных элементах превышает 1,250, то ее нужно снизить доливкой в эти аккумуляторы дистиллированной воды.

Аккумуляторные батареи типа 32ТН-450 «набирают» емкость в течение первых циклов зарядки-разрядки. Гарантированную емкость, указанную в табл. 12, батарея должна отдавать не позднее, чем после пяти тренировочных циклов. Однако до постановки на тепловоз нет необходимости проводить с новой батареей пять тренировочных циклов. Для батарей, устанавливаемых на тепловозы, работающих в южных районах, достаточно ограничиться двумя циклами, для батарей тепловозов, которые эксплуатируются в северных районах, целесообразно выполнять три цикла зарядки-разрядки.

Тренировочные разряды батареи следует проводить в 10-часовом режиме, т. е. током 45 а до напряжения 1,8 в на одном-двух наиболее «слабых» элементах. Разрядку батареи нужно начинать тогда, когда температура электролита станет ниже 40°. После первой разрядки батарея включается на второй заряд, который должен быть начат не позднее чем через 2 ч после окончания разрядки, чтобы избежать сульфатации пластин. Вторую зарядку также проводят двухступенчатым режимом: током 65 а до достижения большинством элементов напряжения 2,4 в и током 35 а до появления указанных выше признаков конца зарядки.

В конце второго заряда корректируют плотность электролита во всех аккумуляторах, доводя ее до 1,24—1,25 доливкой в элементы дистиллированной воды или кислоты с удельным весом 1,3—1,32 г/см<sup>3</sup>.

Второй и последующий разряды батареи выполняются аналогично первому, т. е. током 45 а до напряжения 1,8 в на одном-двух аккумуляторах.

Третий и последующие заряды ведутся аналогично второму, т. е. двухступенчатым режимом, соответственно токами 65 и 35 а.

В период второго и последующих зарядов нельзя допускать повышения температуры электролита сверх 45°. При достижении этой температуры следует снизить зарядный ток или прервать зарядку и охладить электролит. Во время второго и последующих зарядов батареи нормально должно быть сообщено 115—120% количества ампер-часов, полученных от нее при предшествующих разрядах.

Критерием годности батареи к установке на тепловоз является отдача ею при втором разряде не менее 80% и при третьем не менее 90% гарантированной емкости 10-часового разрядного режима, приведенной к температуре электролита, равной 30°.

Если между последним зарядом и установкой батареи на тепловоз прошло более пяти суток, батарею необходимо подзарядить током 33 а, подзаряд нужно окончить через 2 ч после того, как установится постоянное напряжение.

После установки аккумуляторной батареи на тепловоз секции последовательно соединяют и проверяют сопротивление изоляции между каждым полюсом батареи и «землей», которое должно быть не ниже 25 000 ом. Надежная работа батареи может быть обеспечена лишь при тщательном, систематическом уходе за ней и своевременном устранении всех неисправностей.

Батарею следует осматривать через каждые три дня. Уровень электролита в банках должен быть не менее чем на 15 мм выше изоляционного щитка. Если он ниже, то необходимо долить в элементы дистиллированную воду (но ни в коем случае не электролит!). После этого нужно проверить плотность электролита и напряжение во всех аккумуляторах. Проверять напряжение надо под током, включив, например, прожекторы и всю осветительную цепь. Если отдельные элементы имеют пониженное напряжение и плотность электро-



лита, их необходимо отдельно подзарядить от источника постоянного тока (не доливая в них кислоту). Если же и после подзаряда плотность электролита и напряжение останутся ниже нормы, то эти аккумуляторы нужно отправить в ремонт.

Когда батарею осматривают непосредственно после работы тепловоза, следует проверять температуру электролита во всех элементах. За аккумуляторами, в которых электролит имеет температуру значительно выше (на  $5^{\circ}$  и более), чем средняя в остальных банках, нужно более тщательно следить в эксплуатации. Если повышение температуры электролита имеет систематический характер, то элементы необходимо снять с тепловоза и передать в ремонт. Следует также проверять и подтягивать все контактные соединения батарей.

В условиях работы на тепловозе аккумуляторная батарея не подвергается полным зарядам и разрядам, поэтому она постепенно теряет емкость. Чтобы избежать этого, надо не реже чем один раз в шесть месяцев проводить лечебные разряды батарей, которые выполняют в следующем порядке. Сначала батарея подзарядается током второй ступени (35 а) до тех пор, пока в течение 2 ч напряжение и плотность электролита большинства элементов будут сохраняться постоянными. Затем батарея включается на разряд током 10-часового режима (45 а) до достижения напряжения 1,8 в несколькими аккумуляторами. После этого батарея ставится на заряд нормальным двухступенчатым режимом.

Не реже одного раза в три месяца нужно производить так называемый восстановительный заряд батареи для полного устранения сульфатации пластин. Этот заряд выполняется следующим образом:

- а) проводится нормальная зарядка;
- б) батарея отключается на 1—2 ч;
- в) батарея заряжается током, равным половине нормального зарядного (16 а) в течение 1 ч;
- г) операции, указанные в пунктах «б» и «в», повторяются 2—3 раза, пока сразу после включения батареи (после перерыва) будет наблюдаться интенсивное выделение газов.

Восстановительный заряд производится также в случаях, когда разряженная батарея оставалась без заряда более суток или когда имеет место «отставание» некоторых элементов при заряде.

#### ЩЕЛОЧНАЯ АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ ТИПА 46ТПЖН-450

Щелочная железо-никелевая батарея типа 46ТПЖН-450 разработана специально для тепловозов и имеет примерно те же технические характеристики, что и описанная выше кислотная батарея типа 32ТН-450. Она состоит из 46 последовательно соединенных элементов, напряжение ее в заряженном состоянии — около 60 в, емкость — 450 а · ч' при 5-часовом разрядном режиме до минимального напряжения, равного 1,0 в на элемент.

Нормальный зарядный ток — 125 а в течение 6 ч, напряжение аккумуляторов в конце заряда — 1,8 в. После окончания заряда и отключения батареи напряжение элемента снижается до 1,4—1,5 в.

Положительные пластины состоят из железной перфорированной коробчатой оболочки, заполненной гидроокисью никеля  $[\text{Ni}(\text{OH})_2]$ . Аналогичная железная оболочка отрицательных пластин заполнена губчатым железом. Электролитом являются раствор едкого кали (KOH) в дистиллированной воде, имеющий плотность 1,23, с добавкой 20 г/л моногидрата едкого лития, повышающего срок службы батареи, особенно при повышенных температурах.

Во время разряда батареи гидроокись  $[\text{Ni}(\text{OH})_2]$  на положительных пластинах превращается в гидрат закиси никеля  $[\text{Ni}(\text{OH})_2]$ , а железо отрицательных пластин — в гидроокись железа  $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ . В период зарядки происходит обратный процесс. При температуре окружающего воздуха выше  $+30^{\circ}$  плотность электролита рекомендуется уменьшить до 1,2.

Преимущества щелочных аккумуляторов перед кислотными: отсутствие дефицитного свинца, большая механическая прочность и долговечность,

меньшая чувствительность к перезаряду, простота обслуживания. Недостатки щелочных аккумуляторов: более низкий, чем у кислотных, к. п. д. (55—60%); резкое падение емкости при понижении температуры электролита (при —20° емкость составляет 17—20% номинальной); больший вес при прочих равных условиях, чем у кислотных батарей.

Щелочные аккумуляторные батареи установлены на нескольких тепловозах ТЭЗ, их эксплуатация дала удовлетворительные результаты.

Щелочные аккумуляторы более чувствительны к недозаряду, чем кислотные. Поэтому в эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы напряжение вспомогательного генератора не было ниже 75 в. Уровень электролита в элементах должен быть на 15—20 мм выше верхнего края пластин. По данным Приволжской дороги доливать в аккумуляторы дистиллированную воду следует летом через 700—800 км пробега тепловоза, зимой — через 1 300 — 1 500 км пробега.

Один раз в 3 месяца необходимо производить анализ электролита на содержание карбонатов, не допуская, чтобы их количество превышало 70 г на литр. Не реже одного раза в полгода нужно проводить тренировочные разряды и заряды батарей. Целесообразно в это же время промыть аккумуляторы дистиллированной водой для удаления шлама, образующегося на дне сосуда, и заменить электролит. Оставлять элементы без электролита не следует, чтобы избежать коррозии пластин.

После длительной стоянки тепловоза при низкой температуре воздуха напряжение батареи может оказаться недостаточным для пуска дизеля, и ее нужно подогреть или подзарядить. Кроме того, подзарядка батареи после длительного перерыва в работе (12 и более суток) необходима вследствие повышенного саморазряда щелочных аккумуляторов.

При эксплуатации щелочных батарей в условиях низких температур воздуха желательно их утеплять, например, с помощью резины. Однако, по данным Приволжской дороги, возможна эксплуатация щелочных аккумуляторов и без специального утепления.

## ГЛАВА XI

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Надежность работы тепловоза и возможность наиболее полного использования его тяговых свойств в большой степени зависят от исправности электрооборудования и правильной настройки отдельных узлов схемы и электрических аппаратов.

Ниже изложены основные рекомендации по уходу за электрооборудованием тепловоза ТЭЗ и методы настройки наиболее важных его узлов.

#### ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

После длительной стоянки или ремонта тепловоза необходимо проверить состояние электрооборудования и схемы. Осматривают коллекторы и щетки электрических машин и контакты аппаратов, проверяют надежность соединений в машинах, аппаратах и электрической схеме; ослабевшие винты и гайки подтягивают.

Правильность монтажа схемы контролируют «прозвонкой» отдельных цепей. Если электрооборудование тепловоза подвергалось ремонту, то производят испытание прочности изоляции электрических машин, аппаратов и проводки путем измерения сопротивления изоляции.

Опробование схемы управления и вспомогательных цепей выполняют путем включения рукояток контроллера, выключателей и кнопок на каждом

посту управления. Если дизель подготовлен к работе, проверяют возможность пуска его от аккумуляторной батареи. Выключатель АВ узла АРМ при проверке схемы должен быть поставлен в выключенное положение.

Если сопротивление изоляции машин оказалось ниже нормального, необходима сушка электрических машин. Зимой вследствие конденсации паров поверхности машин могут покрыться влагой. До включения машин насухо обтереть доступные части, особенно коллекторы. Сушку электрических машин выполняют при движении тепловоза по тракционным путям с малой скоростью и небольшим током. Запрещается держать под током электродвигатели при стоящем тепловозе, так как это приводит к повреждению их коллекторов.

### РЕОСТАТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕПЛОВОЗА

После большого периодического и подъемочного ремонтов каждый тепловоз проходит реостатные испытания, состоящие из двух этапов:

1) обкаточные испытания, которые выполняются для приработки деталей отремонтированного оборудования (дизеля, электромашин, вспомогательных агрегатов), выявления и устранения дефектов ремонта и неисправностей, окончательной регулировки и проверки работы узлов тепловоза;

2) сдаточные испытания, цель которых — сдача в эксплуатацию полностью отрегулированного и проверенного на всех режимах работы оборудования тепловоза.

После малых периодических ремонтов проводят сокращенные реостатные испытания для проверки работы дизель-генераторной установки и настройки электрооборудования.

Схема подключения генератора тепловоза к нагрузочному реостату представлена на рис. 254. С выводов подвижных контактов контакторов П1, П2 и П3 снимаются кабели 59, 65 и 71 и провода 641, 645 и 649 (см. рис. 189), чтобы отключить цепи тяговых двигателей, и вместо них присоединяют кабели реостата Р. Если число кабелей от реостата не равно трем или наконечники на них не подходят к зажимным болтам, то зажимы контакторов соединяют медной шиной, к которой подключают кабели реостата. От шунта 104 амперметра отнимают кабели 81, 84 и 94 (см. рис. 189) и подсоединяют к нему кабели, идущие от отрицательного зажима реостата.

Для настройки узла автоматического регулирования пускового тока (АРТ) в цепь генератора включают обмотки возбуждения тяговых электродвигателей (как показано пунктиром). При этом кабели 61, 67 и 73 снимаются с контактов реверсора, к которым подводятся кабели реостата, а кабели 84, 94 и 81 остаются присоединенными к шунту 104. Длина и сечение кабелей, подведенных к обмоткам возбуждения, должны быть одинаковыми, чтобы ток равномерно распределялся между ними. Концы отсоединенных проводов необходимо изолировать, чтобы исключить возможность контакта их с токоведущими частями при испытаниях.

Для настройки узла автоматического регулирования пускового тока (АРТ) в цепь генератора включают обмотки возбуждения тяговых электродвигателей (как показано пунктиром). При этом кабели 61, 67 и 73 снимаются с контактов реверсора, к которым подводятся кабели реостата, а кабели 84, 94 и 81 остаются присоединенными к шунту 104. Длина и сечение кабелей, подведенных к обмоткам возбуждения, должны быть одинаковыми, чтобы ток равномерно распределялся между ними. Концы отсоединенных проводов необходимо изолировать, чтобы исключить возможность контакта их с токоведущими частями при испытаниях.

В качестве нагрузочного реостата чаще всего используют водяной реостат, позволяющий плавно изменять нагрузку тягового генератора. Такой реостат представляет собой металлический бак, открытый сверху, в котором установлены стальные пластины толщиной 5—8 мм, соединенные электрически между собой и являющиеся неподвижными электродами. Между ними располагаются пластины, также соединенные между собой и являющиеся подвижными электродами. Бак оборудуется механизмом для подъема и опускания подвижных электродов, для которых во избежание замыканий между электродами предусматриваются направляющие. Нижней части подвижных электродов придается форма треугольника, обращенного вершиной книзу, так как при прямоугольной форме получение небольших токов нагрузки возможно лишь при очень малой глубине погружения электродов, и устойчивую нагрузку трудно обеспечить вследствие кипения электролита.

Электролитом обычно служит вода, в которую иногда добавляют поваренную соль. Емкость бака и размеры электродов должны быть достаточными, чтобы обеспечить возможность установления как больших, так и малых нагрузок и предотвратить сильное кипение воды, которое затрудняет получение устойчивых режимов. Для испытаний силовой установки тепловоза ТЭЗ бак должен иметь емкость 20—30 м<sup>3</sup>. Следует иметь в виду, что сопротивление реостата сильно зависит от температуры воды, поэтому размеры электродов и высота подъема их должны выбираться с запасом. Неудобство жидкостного реостата заключается в том, что при установке его вне помещения затрудняются испытания в зимнее время. При установке реостата в помещении должна быть предусмотрена вытяжная вентиляция для удаления пара.

Можно также выполнить реостат из металлических элементов, например, фехралевых сопротивлений, подобных применяемым на тепловозах для шунтирования обмоток возбуждения тяговых электродвигателей. Чтобы снизить их объем и вес, целесообразно применять принудительное охлаждение этих сопротивлений вентилятором, приводимым от электродвигателя постоянного тока, который включается в часть сопротивлений реостата.

Сопротивления объединяются в секции, которые можно соединять последовательно и параллельно в различных комбинациях. Для тягового генератора тепловоза ТЭЗ следует выполнить реостат с 10—14 ступенями, чтобы сопротивление его могло изменяться приблизительно от 0,03 до 1,0 ом. Для переключения ступеней целесообразно использовать контакторы, управляемые контроллером. Недостатком металлического реостата является ступенчатое изменение тока.

Для настройки характеристики тягового генератора и узлов автоматического регулирования мощности дизеля и пускового тока необходимо включить в испытательную схему следующие измерительные приборы класса 0,5 (или в крайнем случае класса 1,0):

- 1) амперметр с шунтом и шкалой до 5 000 а — в цепь нагрузки генератора;
- 2) вольтметр со шкалой до 1 000 в — на зажимы генератора;
- 3) амперметры с шунтами и шкалами до 150 а — в цепи дифференциальной обмотки возбуждителя и обмотки независимого возбуждения генератора;
- 4) вольтметр со шкалой до 150 в — на зажимы вспомогательного генератора (он же может быть использован для измерения напряжения на зажимах обмотки возбуждения генератора);
- 5) амперметр со шкалой до 10 а — в цепь регулировочной обмотки возбуждителя;
- 6) амперметр со шкалой до 30 а — в цепь ограничительной обмотки возбуждителя.

Шунты с амперметрами соединяются калиброванными проводами с точно измеренным сопротивлением, чтобы можно было определить поправочный коэффициент. Не следует включать между шунтом и амперметром какие-либо размыкаемые контакты, так как их переходное сопротивление неустойчиво и может исказить результаты измерений. Если по условиям испытаний нужно ввести такие контакты, то они должны быть выполнены с большим кон-

тактным давлением. Сопротивление проводов должно в этом случае проверяться в процессе испытаний.

Шунт амперметра в цепи нагрузки тягового генератора включают в минусовый кабель реостата. Можно в случае необходимости использовать и шунт тепловозного амперметра, но тогда следует тщательно проверить градуировку прибора.

Каждый амперметр должен присоединяться к шунту своими калиброванными проводами. Когда калиброванные провода отсутствуют или имеют недостаточную длину, можно применить и обычные провода, но прибор при этом нужно проградировать и определить поправочный коэффициент. Во время обкаточных испытаний выполняются:

- 1) настройка регулятора напряжений при всех положениях рукоятки контроллера машиниста;
- 2) настройка внешней характеристики тягового генератора;
- 3) настройка узла автоматического регулирования мощности дизеля (АРМ);
- 4) настройка узла автоматического регулирования пускового тока (АРТ);
- 5) настройка реле переключений (перехода).

Названные узлы проверяют и, если необходимо, настраивают также при контрольных реостатных испытаниях, выполняемых после малого подъемочного ремонта.

**Настройка регулятора напряжения типа ТРН-1.** Регулятор напряжения должен обеспечить поддержание вспомогательным генератором напряжения  $75 \pm 2$  в на 1—6-м положениях и напряжения  $75 \pm 1$  в на 7—16-м положениях рукоятки контроллера машиниста. Регулятор настраивают после предварительного прогрева его катушек нормальным током в течение 15—20 мин. Если в период реостатных испытаний наблюдаются большие отклонения напряжения от указанных выше значений, регулятор должен быть снят с тепловоза для выполнения его настройки на стенде.

При небольших отклонениях напряжения от нормы регулятор настраивают на тепловозе, для чего рекомендуется следующий порядок.

Сначала реостатом  $R3$  («корректировка напряжения») нужно установить напряжение вспомогательного генератора, равное 76 в при наибольшей скорости вращения вала дизеля, и проверить, правильно ли работает регулятор. Контактная планка должна плавно вибрировать около одной пары контактов с очень малой амплитудой. Если планка вибрирует медленно и переходит на другие контакты или совсем не вибрирует, необходимо уменьшить сопротивление обратной связи реостатом  $R2$  (см. рис. 242). При увеличении тока обратной связи частота вибрации повышается, а амплитуда сначала уменьшается, а затем вновь несколько возрастает. Следует установить реостат в положение, соответствующее минимальной амплитуде и максимальной частоте вибрации. После этого нужно проверить напряжение генератора и работу регулятора на всех остальных положениях рукоятки контроллера. Если напряжение отличается от 75 в более чем на 1 в, надо поставить рукоятку контроллера в нулевое положение и настроить регулятор реостатом  $R2$  («холостой ход») на напряжение 75—76 в. После этого необходимо вновь проверить напряжение генератора и работу регулятора на 16-м положении рукоятки контроллера и, если нужно, еще раз изменить сопротивления  $R2$  и  $R3$ .

Искрение между контактами должно отсутствовать при всех положениях контроллера. Наличие искрения показывает, что требуемая последовательность замыкания контактов нарушена, и искрящие контакты размыкаются при опускании планки позже, чем следующие за ними по порядку, т. е. размыкаются при повышенном напряжении, равном падению напряжения в двух ступенях сопротивления. Искрение контактов ведет к их повреждению.

Если регулятор на большинстве положений рукоятки контроллера работает нормально и лишь на одном или нескольких положениях амплитуда вибрации увеличивается с переходом на другие контакты, то это показывает, что пара противоположных контактов размыкается неодновременно или нарушена требуемая последовательность замыкания пар контактов. Для надежной

работы регулятора важно, чтобы все пары контактов замыкались (и размыкались) одновременно и строго соблюдалась очередность замыкания (и размыкания) пальцев при перемещении контактной планки, причем последняя должна опускаться при переходе с одной пары контактов на другую на 0,3—0,33 мм.

Следы обгара или оплавления на пальцах и контактной планке следует осторожно зачистить мелким напильником или мелкой стеклянной бумагой, стараясь не нарушить ровной поверхности контактов. Ни в коем случае нельзя применять для этого наждачное полотно или бумагу.

Если не удастся одновременно обеспечить устойчивую работу регулятора и требуемую точность регулирования, полезно включить параллельно сопротивлениям обратной связи конденсаторы емкостью 10—20 мкф. Это повысит запас устойчивости и позволит в более широких пределах изменять сопротивление  $R_2$ , чтобы добиться точности регулирования.

В случае когда не удастся получить требуемую точность регулирования при устойчивой работе, регулятор нужно снять с тепловоза и настроить его на стенде, используя изменение натяжения пружины, положения наконечника и регулирующей шпильки (см. рис. 241), но при условии соответствия тока в катушках техническим данным.

**Настройка внешней характеристики тягового генератора.** При настройке внешней характеристики генератора узел автоматического регулирования мощности дизеля (АРМ) отключается.

Предварительно, до настройки характеристики генератора, должна быть проверена регулировка дизеля и регулятора числа оборотов. Регулятор проверяют после того, как дизель поработал некоторое время под нагрузкой. При токе генератора, равном 1 300—1 400 а, на 16-м положении контроллера скорость вращения вала дизеля должна составлять 850—855 об/мин. Число оборотов вала лучше всего измерять электрическим тахометром; при отсутствии его можно пользоваться тахометром, установленным на тепловозе.

Для проверки мощности дизеля и положения упора реек топливных насосов рукоятка контроллера ставится на 16-е положение и с помощью нагрузочного реостата устанавливается ток 2 000—2 200 а (при выключенном узле АРМ). Нужно установить такой режим, при котором подача топлива была бы максимальной (рейки достигают упора), а скорость вращения вала равна номинальной. Для этой цели мощность генератора и число оборотов вала удобнее всего измерять при постепенном изменении сопротивления  $СВВ$  в цепи независимой обмотки возбуждения. Если величина этого сопротивления мала, генератор перегружает дизель и скорость вращения вала понижается. При увеличении сопротивления число оборотов возрастает, пока не достигнет установленной величины. В случае дальнейшего увеличения сопротивления скорость вращения вала остается постоянной, а мощность генератора уменьшается. Максимальное значение мощности, полученное при этом, определяет регулировку дизеля. Если она не соответствует заданной величине (1 260—1 285 квт для нового дизеля при летнем режиме вентилятора холодильника и отключенном компрессоре), нужно изменить настройку дизеля. Мощность дизеля зависит также от давления и температуры окружающего воздуха (см. главу III).

Если по каким-либо причинам нежелательно менять положение движков (хомутиков) сопротивлений, то можно проверить регулировку дизеля в процессе нагревания обмотки возбуждения генератора, установив вначале такую нагрузку, при которой скорость вращения вала дизеля несколько понижена, и следя за изменением мощности и числа оборотов по мере нагрева обмотки возбуждения.

Можно также на время испытаний включить в цепь независимой обмотки возбуждения дополнительные реостаты.

После того как дизель и регулятор числа оборотов проверены и отрегулированы, переходят к настройке внешней характеристики генератора на 16-м положении рукоятки контроллера. При этом обмотка возбуждения генератора должна быть нагрета до среднеексплуатационной температуры, характерной для данного участка железной дороги. В случае когда среднеексплуатационная

температура обмоток неизвестна, можно ориентироваться на температуру 70—80° для грузового тепловоза и 95—105° для тепловоза, предназначенного для работы в пассажирском движении. Температура обмотки возбуждения подсчитывается по величине ее сопротивления, определяемой методом вольтметра-амперметра.

Если при какой-то известной температуре  $T_1$  (например, при температуре окружающей среды, которую имеет обмотка после длительной стоянки тепловоза) сопротивление обмотки равно  $R_1$ , то температура ее  $T_2$  при другом значении  $R_2$  сопротивления вычисляется по формуле

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (235 + T_1) - 235.$$

Во время нагревания обмотки ведется наблюдение за напряжением вспомогательного генератора. При холодном регуляторе напряжение вспомогательного генератора обычно несколько выше нормального, но после 20—30 мин работы оно должно стать равным 75—76 в. В случае отклонения напряжения от указанного значения необходимо произвести настройку регулятора.

Следует проверить также отношение тока тягового генератора к току дифференциальной обмотки возбуждителя; при нагретых обмотках оно должно быть в пределах 30—50.

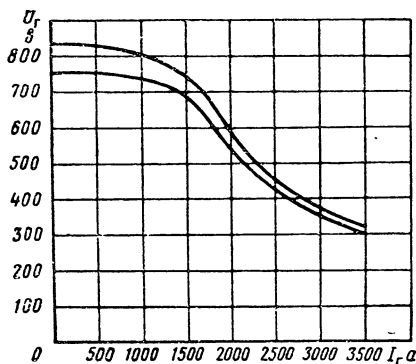


Рис. 255. Допускаемые отклонения внешней характеристики тягового генератора при настройке его на мощность 1 240 кат

После прогрева обмотки возбуждения генератора снимается его внешняя характеристика при 16-м положении рукоятки контроллера. Характеристику желательно снимать дважды: сначала при увеличении тока нагрузки от 800—1 000 до 3 000—3 200 а, а затем при уменьшении тока через интервал, равный 200—300 а. Характеристики получатся различными из-за магнитного гистерезиса в генераторе и особенно в возбуждителе. Если эти характеристики выходят за пределы кривых, изображенных на рис. 255, следует настройку генератора изменить, перемещая движки от проводов 427 и 453 на сопротивлениях СВВ (см. рис. 189). Увеличение сопротивления в цепи независимой обмотки возбуди-

теля снижает характеристику генератора, а в цепи шунтовой обмотки — сдвигает ее влево и делает более пологой. По инструкции допускается снятие только одной характеристики, однако точность настройки при этом уменьшается.

**Настройка узла автоматического регулирования мощности дизеля (АРМ).** Настройка узла АРМ выполняется после регулировки дизеля и регулятора числа оборотов и после настройки внешней характеристики тягового генератора, а также проверки напряжения вспомогательного генератора. Выключатель АВ должен быть замкнут.

Настройку ведут на 16-м положении рукоятки контроллера после прогрева обмоток возбуждения генератора (до среднеэксплуатационной температуры), возбуждителя и тахогенератора. Изменяя сопротивление СВ ( $T1$ ), устанавливают такой ток возбуждения тахогенератора  $T1$ , чтобы при токе тягового генератора 1 300—1 400 а и скорости вращения вала дизеля 850—855 об/мин ток в регулирующей обмотке возбуждителя равнялся 4,0—4,5 а (при тахогенераторе типа ПН-5). Затем увеличивают ток генератора до 2 400—2 500 а. При этом ток в регулирующей обмотке должен снизиться на 0,3—0,8 а и число оборотов вала дизеля также должно несколько уменьшиться (до 835—845 об/мин) при практически полной мощности тягового генератора. Компрессор в это время должен быть выключен, а вентилятор холодильника работать в зим-



нем режиме. Если скорость вращения вала понижается больше, чем указано, необходимо уменьшить ток в независимой обмотке возбудителя перемещением движка с проводом 774 на сопротивлении *СВВ*. Если, наоборот, скорость вращения не снижается или снижается недостаточно, следует тем же движком увеличить ток в независимой обмотке возбудителя. В случае когда падение числа оборотов («просадка») неодинаково при разных токах, меняют сопротивление 930—453 (см. рис. 189). После настройки узла АРМ следует снять внешнюю характеристику тягового генератора при работающем АРМ и включенных вспомогательных нагрузках. Характеристику снимают сначала при увеличении, затем при уменьшении тока нагрузки, записывая ток и напряжение генератора, число оборотов вала и ток в регулирующей обмотке. Если скорость вращения вала дизеля падает при каком-либо режиме больше чем на 30 об/мин или мощность генератора понижается более чем на 15—20 квт, то нужно проверить настройку внешней характеристики тахогенератора, так как это может быть результатом снижения напряжения тахогенератора при возрастании тока. Характеристику тахогенератора можно исправить поворотом щеток против вращения якоря, что уменьшает статизм регулирования. Необходимо, однако, иметь в виду, что уменьшение статизма может привести к неустойчивой работе схемы. Поэтому следует поворачивать щетки лишь до тех пор, пока не возникнут незатухающие колебания, после чего надо повернуть немного щетки обратно, чтобы обеспечить устойчивую работу схемы при минимальном статизме и закрепить щетки в этом положении.

Ток регулирующей обмотки возбудителя при правильной работе узла АРМ изменяется в пределах 0,5—4,5 а.

Тахогенератор *Т1* (типа ПН-5) обладает большим гистерезисом в магнитной цепи, изменение которого вследствие тряски или других причин нарушает настройку узла АРМ. Установка тахогенератора вблизи силовых кабелей также неблагоприятно отражается на работе узла АРМ, так как магнитное поле, создаваемое током генератора, изменяет магнитный поток тахогенератора, искажает его характеристику и является одной из причин изменения остаточного магнетизма в магнитной цепи тахогенератора. Поэтому при настройке узла АРМ следует прокладывать кабели к нагрузочному реостату так, чтобы ток в них не оказывал влияния на тахогенератор.

Настройка узла АРМ при тахогенераторе типа ТГ83/100 ведется так же, как при тахогенераторе ПН-5, но допускаемый ток в нем больше. Поэтому ток в независимой обмотке возбуждения возбудителя устанавливается меньшим по величине (1,3—1,5 а), чтобы при скорости вращения вала дизеля, равной 850—855 об/мин, ток в регулировочной обмотке возбудителя составлял 7,5—8,0 а и при снижении скорости вращения до 835—845 об/мин равнялся 6,5—7,0 а. Напряжение тахогенератора на всех режимах работы не должно превышать 79 в. В связи с этим сопротивление в цепи возбуждения возбудителя изменено: вместо щитка ЩС-45Б-1 ставится щиток ПС-5052 с большими сопротивлениями типа СР-315. Сопротивление *СВ* (*Т1*) также изменено: щиток ЩС-42Б-8 заменен панелью ПС-5024 в связи с тем, что обмотка возбуждения нового тахогенератора рассчитана на больший ток возбуждения. На панели установлены два сопротивления типов СР-315 и СР-323.

Увеличение тока в регулировочной обмотке расширяет диапазон работы узла АРМ, т. е. он при больших изменениях мощности дизеля и отклонениях характеристик тягового генератора может обеспечить полное использование мощности дизеля. Повышение тока возбуждения тахогенератора *Т1* связано с тем, что его обмотка возбуждения рассчитана на меньшее напряжение. Поэтому часть напряжения, приходящаяся на добавочное сопротивление, увеличена, что уменьшает влияние температуры обмотки возбуждения тахогенератора *Т1* на настройку узла АРМ.

Настройка узла автоматического регулирования пускового тока (АРТ). Во время настройки узла АРТ генератор должен работать при большой нагрузке и относительно малом напряжении, т. е. при малом сопротивлении реостата. В жидкостный реостат рекомендуется добавлять соль.

Предварительно следует убедиться в том, что ток, протекающий по обмоткам возбуждения тяговых электродвигателей, с которых снимается напряжение для узла АРТ, составляет треть тока генератора. Напряжение тахогенератора  $T2$  должно быть равно 19—20 в при 850 об/мин вала дизеля.

При 16-м положении рукоятки контроллера и включенном узле АРМ прогревают обмотки возбуждения электродвигателей током генератора, равным 3 000—3 200 а в течение 15—20 мин, после чего увеличивают этот ток до значения, при котором ток в обмотке М-ММ возбuditеля резко возрастает. Изменением сопротивления  $CB$  ( $T2$ ) добиваются, чтобы это происходило при токе, близком к предельному по условиям сцепления колес с рельсами, но чтобы при холодных обмотках ток не достигал 4 000 а. При средней температуре обмоток ток, при котором напряжение резко падает, должен равняться 3 200—3 400 а. После настройки следует снять несколько точек при дальнейшем уменьшении сопротивления нагрузочного реостата и убедиться, что ток в этом случае остается приблизительно постоянным. Вентиляторы тяговых двигателей при испытании должны охлаждать электродвигатели.

Если ток генератора при уменьшении сопротивления реостата существенно увеличивается, следует повернуть щетки тахогенератора  $T2$  в сторону вращения якоря, если же ток падает, то нужно повернуть щетки в обратную сторону.

**Проверка внешней характеристики тягового генератора при отключении двух электродвигателей.** При отключении группы тяговых двигателей вследствие неисправности остальные четыре электродвигателя не должны были перегружаться, для чего мощность тягового генератора должна быть уменьшена на одну треть. Чтобы проверить это, следует снять внешнюю характеристику генератора на 15-м положении рукоятки контроллера при разомкнутом положении одного из отключателей двигателей. Возбудитель при этом не обеспечивает постоянства мощности. Необходимо, перемещая движок провода 738 на сопротивлении  $СВВ$ , настроить характеристику генератора так, чтобы при средних токах (1 600—1 800 а) мощность его не превосходила 700—750 квт.

**Настройка реле перехода.** После ремонта или замены реле перехода необходимо проверить соответствие паспортным данным сопротивления катушек, раствора, провала и нажатия контактов, а также отрегулировать с помощью пружины токи срабатывания и отпадания так, чтобы они не превосходили допустимых значений для обеих катушек.

Настройка реле при реостатных испытаниях тепловоза производится после настройки характеристики тягового генератора и узлов АРМ и АРТ. Предварительно катушки реле, а также обмотки генератора должны быть прогреты. Цель настройки — обеспечить прямые и обратные переходы в силовой цепи в соответствии с характеристиками, приведенными на рис. 184, при нормальных токах в катушках реле. Настройка выполняется на 16-м положении рукоятки контроллера при включенном узле АРМ.

Сопротивления  $СРП-1$  и  $СРП-2$  (см. рис. 189) в цепи серийных катушек следует предварительно отрегулировать перемещением движков от провода 483 так, чтобы при токе генератора 2 000 а ток в катушке равнялся 1,25 а. Затем, изменяя сопротивление между проводами 469 и 470, добиваются требуемого режима срабатывания реле  $РП1$ . Аналогично, изменяя сопротивление между проводами 475 и 476, настраивают срабатывание реле  $РП2$ .

Отпадание реле должно происходить по различным характеристикам для 1—8-го и 9—16-го положений рукоятки контроллера. Целесообразно сначала отрегулировать отпадание на 8-м положении при замкнутых контактах реле  $РУ4$  в соответствии с кривыми, изображенными на рис. 184. Требуемый ток отпадания устанавливается изменением сопротивлений 469—658 для реле  $РП1$  и 475—660 для реле  $РП2$ . При увеличении этих сопротивлений ток отпадания уменьшается. Отпадание реле на 16-м положении контроллера настраивается при разомкнутых контактах реле  $РУ4$  путем изменения сопротивлений 653—658 для реле  $РП1$  и 660—659 для реле  $РП2$ .

Можно регулировать реле перехода на отпадание при замкнутых контактах реле  $РУ4$  также на 16-м положении рукоятки контроллера. В этом случае

ток отпадания для реле *РП1* должен равняться 2 950—3 000 а, а для реле *РП2* 2 800—2 860 а.

Работа реле перехода должна быть проверена также во время пробного пробега тепловоза. Если при отпадании реле наблюдается повторное его срабатывание («звонковая» работа), что чаще всего может происходить на первых положениях контроллера, необходимо увеличить напряжение срабатывания или ток отпадания соответствующего реле.

Во время пробного пробега проверяется и работа реле боксования. Поезд притормаживается до возникновения боксования колес тепловоза. При этом реле боксования должно выключить контактор *ВВ* (см. рис. 189) и включить звуковой сигнал. Через 1—2 сек реле должно отпасть и включить контактор *ВВ*. Если реле не срабатывает в начале боксования, нужно уменьшить натяжение пружины. После этого следует проверить, не будет ли ложного срабатывания реле при отсутствии боксования колес вследствие различия характеристик тяговых двигателей, особенно на второй ступени ослабления магнитного поля. Пружину можно регулировать только при неработающем дизеле.

### **ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ПРИЧИНЫ**

Перечислить все возможные неисправности электрической схемы тепловоза затруднительно вследствие их разнообразия. Ниже приводятся лишь основные из них.

**При нажатии кнопки «Пуск дизеля» вал дизеля не вращается.** Возможные причины: а) отсутствие контакта в одном из блок-контактов, установленных в цепи катушек контакторов *Д1* и *Д2*, или неисправность самих катушек; б) перегорание предохранителя в цепи катушек контакторов или аккумуляторной батареи; в) недостаточный заряд, плохое состояние аккумуляторной батареи, низкая температура электролита или отсутствие контакта в перемычках батареи; г) неисправность дизеля и вспомогательного оборудования (см. главу VI); д) разрыв цепи в межтепловозном соединении (при пуске дизеля 2-й секции).

Если вал дизеля начинает вращаться, но останавливается, то причиной может быть отключение пусковых контакторов из-за падения напряжения батареи при плохом ее состоянии или из-за плохого контакта в цепи катушек.

**Тепловоз не трогается с места.** Возможные причины: а) отсутствие контакта в пальцах контроллера и блок-контактах, установленных в цепи контакторов *ВВ*, *КВ*, *П1*, *П2* и *П3*; неисправность контроллера или одного из этих контакторов; б) недостаточное напряжение вспомогательного генератора; в) недостаточное давление сжатого воздуха в сети управления; г) перегорание одного из предохранителей цепи управления; д) не включена кнопка «Управление» или «Управление тепловозом»; е) сработало реле заземления и его контакты разомкнулись; ж) зажаты тормоза; з) сработало или неисправно температурное реле.

**Реверсор не поворачивается при повороте реверсивной и включения главной рукоятки.** Возможные причины: а) отсутствие контакта в цепи катушки вентиля реверсора; б) недостаточное давление сжатого воздуха; в) неисправность электропневматического вентиля реверсора; г) чрезмерное нажатие главных контактных пальцев.

**Большие «толчки» тока при повороте рукоятки контроллера.** Величина пускового тока ограничивается в результате действия узла АРТ, но вследствие магнитной инерции генератора в первый момент после включения возможен бросок тока, после чего он быстро снижается и в дальнейшем при повороте рукоятки контроллера возрастает постепенно. Большие «толчки» тока при повороте главной рукоятки могут быть результатом неисправности или разрегулировки тахогенератора *Т2*, обрыва цепи ограничительной обмотки возбуждения, отсутствия контакта в выключателе *ВРЗ* или отключателе *ОМ1-6*, неисправности вентиля *ВС2*.

**Тепловоз недостаточно увеличивает скорость движения при повороте рукоятки контроллера.** Возможные причины: а) тахогенератор *Т2* не имеет воз-

буждения или произошло короткое замыкание в обмотке его якоря, обмотке возбуждения или в проводке узла АРТ; б) отсутствие контакта или обрыв в цепи шунтовых катушек реле перехода или контакторов Ш1-Ш6, или неисправность этих аппаратов; в) не включен выключатель УП; г) не повышается скорость вращения вала дизеля или дизель не развивает требуемой мощности (см. главу VI); д) неисправно реле РУ7 или РУ8.

При повороте рукоятки контроллера скорость вращения вала дизеля изменяется ненормально. Причиной может быть заедание манжеты или утечка воздуха в каком-либо из цилиндров электропневматического механизма управления регулятором дизеля.

Во время движения скорость и мощность тепловоза резко снижаются. Возможные причины: а) неисправность передачи к двухмашинному агрегату; б) нарушение нормальной работы узла АРТ, обрыв в цепи возбуждения тахогенератора Т2 или короткое замыкание в цепи АРТ; в) ослабление приводного ремня тахогенератора.

Амперметр батареи при работающем вспомогательном генераторе показывает разряд. Это может иметь место при неисправности реле обратного тока, регулятора напряжения или самого амперметра, а также вследствие перегорания предохранителя вспомогательного генератора или электродвигателя топливного насоса.

Сработало реле заземления. Возможные причины: а) нарушение изоляции в генераторе и тяговых электродвигателях или силовой проводке; б) круговой огонь на коллекторе тягового двигателя или генератора; в) короткое замыкание в обмотке якоря генератора, электродвигателя или в обмотке возбуждения электродвигателя. Если реле заземления срабатывает повторно, необходимо остановить поезд и выяснить причины.

Если нарушена изоляция, а машины исправны, можно продолжать движение при отключенном реле заземления и по прибытии в депо заявить о повреждении. Так как при этом ни защита, ни узел автоматического регулирования пускового тока не работают, то трогание с места и вождение поезда нужно производить осторожно. При неисправности одного из электродвигателей допускается движение до депо с отключенной группой двигателей.

Неудовлетворительная коммутация электрических машин. Чрезмерное искрение под щетками машин может явиться следствием одной из следующих причин: а) чрезмерный ток нагрузки; б) недостаточное нажатие щеток; в) щетки заедают в щеткодержателе, сильно изношены, плохо притерты или подгорели; г) марка щетки не соответствует чертежам; д) коллектор имеет грязную, покрытую маслом, неровную или овальную поверхность; е) одна или несколько пластин выступают над поверхностью коллектора; ж) межламельный миканит выступает над поверхностью коллектора; з) заземление секции; и) плохая балансировка якоря; к) неравномерное распределение тока между катушками главных или дополнительных полюсов вследствие плохого контакта в межкатушечных соединениях; л) неисправность катушек дополнительных полюсов.

Повышенный нагрев контактных соединений. Контактные соединения перегреваются вследствие слабой затяжки болтов и гаек, окисления или загрязнения контактных поверхностей.

Повышенный нагрев подшипников является результатом неправильной сборки их, недостатка или избытка смазки, нарушения балансировки якоря или ненормального зазора в подшипнике.

Повышенный нагрев обмоток может быть следствием перегрузки, межвиткового замыкания или плохого контакта в выводах.

Ненормальное понижение напряжения или емкости элементов аккумуляторной батареи возможно при коротком замыкании пластин или загрязнении электролита.

Уход за электрическими машинами, разборка и сборка. Надежная работа электрооборудования во многом зависит от ухода за ним, поэтому регулярные осмотры машин, своевременная замена изношенных частей, смазка и другие профилактические мероприятия имеют большое значение.

Ниже кратко изложены основные вопросы, связанные с уходом за электрическими машинами тепловоза.

**Уход за коллектором.** Коллектор требует тщательного осмотра и ухода. Он должен быть всегда чистым. Рабочая поверхность его должна быть гладкой, полированной, блестящей. Во время осмотра коллектор следует протирать сухой, чистой подшитой тряпкой. Смазка вредна для коллектора; если на поверхность его попали масло или жир, то коллектор следует протереть тряпкой, слегка смоченной авиационным бензином. Коллектор тягового генератора в эксплуатации сильно загрязняется угольной пылью, увлажненной масляными парами, поэтому необходимо как можно чаще прочищать межламельные дорожки обычной волосяной щеткой. Если на поверхности коллектора имеются следы обгорания, их надо зачистить мелкой пемзой или стеклянной бумагой № 000, прикрепленной к деревянной колодке, плотно прилегающей к коллектору. Биение коллектора по неизношенной поверхности допускается для электродвигателя ЭДТ-200 не более 0,04 мм в холодном состоянии и 0,06 мм — в горячем, а для генераторов МПТ 99/47 и МПТ 99/47А — не более 0,06 мм в холодном состоянии и 0,09 мм — в горячем.

Если поверхность коллектора нельзя привести в нормальное состояние только шлифованием, то его надо обточить, а затем шлифовать. Рекомендуемая скорость резания при обточке — около 90 м/мин (но не менее 40 м/мин).

В случае когда в результате износа коллектора или его обточки поверхность меди сравнялась с межламельным миканитом, его следует продорожить. При отсутствии специального станка эту операцию можно выполнить вручную пилой, изготовленной из ножовочного полотна; толщина пилы должна соответствовать толщине миканита. После продороживания нужно удалить остатки слюды с обеих сторон дорожки, прочистить дорожку щеткой и затем шлифовать коллектор. Фасок на углах коллекторной меди вдоль дорожки не следует делать; необходимо только эти углы слегка притупить. Уменьшение диаметра коллектора после обточек по сравнению с номинальным не должно превышать 20 мм. Глубина продорожки коллектора — 0,8—1 мм. Более глубокая продорожка ведет к скоплению угольной пыли между ламелями и увеличивает возможность перекрытия по коллектору.

При каждом осмотре машины нужно проверять состояние бандажа на внешнем конусе коллектора и торцов пластин, поддерживать их чистоту, а при необходимости возобновлять эмалевое покрытие. Если эти поверхности имеют следы нагара (после перекрытия), их следует протереть тряпкой, смоченной чистым бензином, и обязательно покрыть красной или серой электроизоляционной эмалью.

**Уход за щетками и щеткодержателями.** Вследствие износа щеток и коллектора в электрической машине накапливается мелкая угольная и медная пыль, которую нужно периодически удалять посредством протирки деталей чистой, сухой тряпкой и продувки воздухом. Шланг для продувки должен иметь неметаллический наконечник. При осмотрах проверяют легкость перемещения щетки в обойме щеткодержателя и степень ее износа, которая ограничивается металлической армировкой щетки. Не допускать износ щетки, создающий опасность соприкосновения армировки с поверхностью коллектора.

Изношенные щетки необходимо заменять новыми. Желательно, чтобы одновременно производилась замена всех щеток электрической машины или, в крайнем случае, была обеспечена одинаковая высота всех щеток, установленных на машине, так как это является одним из условий равномерного распределения тока между щеткодержателями, что особенно существенно для генератора и тяговых двигателей. По той же причине необходимо проверять нажатие щеток на коллектор. При смене щеток следует ставить щетки той же марки, особенно если производится частичная их смена. Новые щетки должны притираться к поверхности коллектора стеклянной бумагой, которая протягивается между щеткой и коллектором в направлении его вращения (рис. 256); при обратном перемещении бумаги щетку следует приподнять. Чтобы избежать скругления краев щетки, бумагу следует прижимать к коллектору.

**Контроль состояния изоляции электрических машин.** Состояние изоляции контролируется по величине ее сопротивления, измеряемой меггером. Это сопротивление не должно быть ниже значений, указанных в инструкции. Помимо этого, необходимо проверять непосредственным осмотром целостность изоляции и особенно состояние эмалевых покрытий, которые должны быть чистыми и глянцевыми. На глянцевой поверхности не задерживается пыль, в частности медная и угольная, образующаяся вследствие износа щеток и коллектора. Поэтому хорошее глянцевое эмалевое покрытие предохраняет машину от возможных перекрытий по поверхности изоляции обмоток, коллектора, микалэксовых изоляторов. Хорошее эмалевое покрытие внутренних поверхностей станины, щитов и других частей машины выполняет ту же задачу.

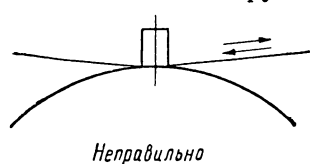


Рис. 256. При-  
тирка щеток к  
коллектору

**Уход за подшипниками качения.** Шариковые и роликовые подшипники электрических машин должны периодически смазываться рекомендуемой инструкциями смазкой. Частота добавлений смазки зависит от условий работы электрической машины, а ее количество от размеров подшипника. Следует помнить, что чрезмерная смазка подшипника так же опасна, как и недостаточная, так как переполненный смазкой подшипник перегревается, избыток смазки выжимается через лабиринты внутрь машины, где, попадая на коллектор, щетки и обмотку, она может вызвать повреждение. Зазоры в подшипниках не должны превышать допускаемых величин, указанных в инструкциях.

**Разборка и сборка тягового генератора.** Чтобы снять генератор с тепловоза, необходимо прежде всего отсоединить все подходящие к нему провода и шины, снять воздухоудку дизеля и верхние части заднего щита генератора, закрывающие вентилятор, чтобы открылся доступ к муфте, соединяющей генератор с дизелем (см. рис. 193). После этого, удалив щитки с переднего щита генератора, прокладывая снизу между якорем и полюсами картон толщиной около 3 мм, разъединяют муфту соединения якоря генератора с редуктором привода вентилятора электродвигателей. Затем отвертывают гайки призонных болтов, соединяющих фланец вала якоря с муфтой коленчатого вала, вывертывают болты, крепящие генератор к раме, отнимают брезентовый рукав, соединяющий кожух вентилятора (улитку) с выхлопным отверстием в балке рамы (у тепловозов, имеющих это отверстие), и краном снимают генератор с тепловоза; при этом следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить улитку, входящую нижней частью в раму тепловоза.

Начинают разборку генератора (см. рис. 192) со снятия с воздушного патрубка, прикрепленного к торцевой стенке переднего щита. Затем отвертывают гайки, крепящие крышку подшипника, и отнимают ее, используя при этом два отверстия с резьбой во фланце крышки для отжима ее с помощью винтов.

Далее вынимают из обойм щеткодержателей все щетки, укладывают их сверху, придавив курками, и обертывают коллектор картоном. Разъединяют шины, связывающие собирательные кольца и выводы с обмоткой полюсов. Вывертывают болты, крепящие щит к станине и, пользуясь двумя из них как отжимными, сдвигают щит с замка станины. Предварительно следует щит застропить краном, чтобы якорь не упал на полюсы при сходе щита с замка. Затем, равномерно сдвигая щит легкими ударами, снимают его с роликоподшипника, который остается на валу вместе с внутренней крышкой.

После этого якорь из станины вынимают, пользуясь приставным валом, который крепят болтами к фланцу вала. Выполнять данную операцию нужно очень осторожно, следя за тем, чтобы не повредить обмотку и коллектор якоря, а также катушки полюсов и шины. Удобнее производить выемку якоря, предварительно сняв вентилятор; при этом нужно сделать отметки на корпусе

якоря и вентиляторе, чтобы во время сборки поставить его точно в то же положение и избежать нарушения балансировки. С той же целью при заводской сборке на торце одного из ребер корпуса якоря и на поверхности прилегания соответствующей бонки вентилятора набиваются две последние цифры номера якоря; при сборке бонка и ребро должны совмещаться.

Для снятия подшипника с вала якоря необходимо предварительно снять с конца вала полумуфту соединения с редуктором вместе с призонными кольцами, фиксирующими ее на валу, и с помощью электрического индукционного съемника удалить лабиринтное кольцо. При отсутствии съемника можно снять кольцо в холодном состоянии, но ни в коем случае нельзя пользоваться горелками или паяльными лампами для подогрева кольца, чтобы не повредить вал. После этого следует стянуть подшипник с вала съемником (рис. 257), сдвинув внутрен-

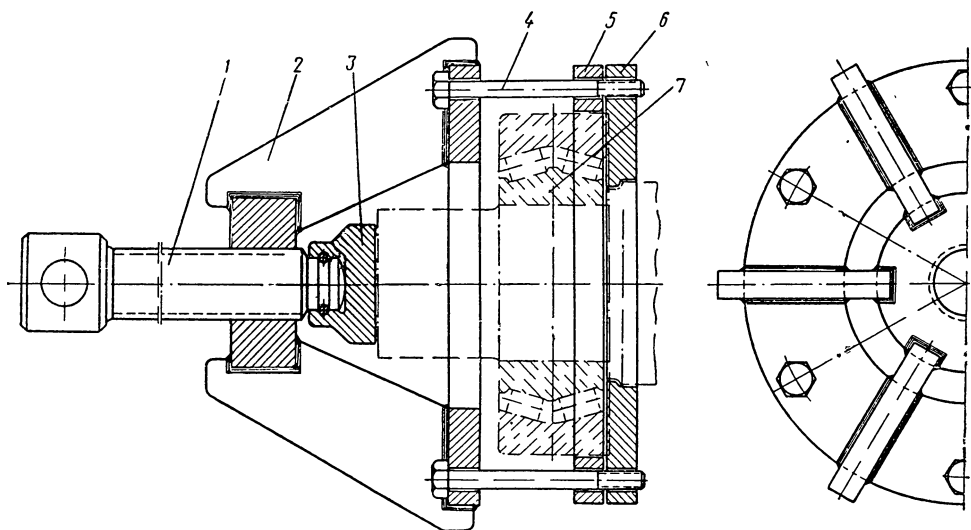


Рис. 257. Приспособление для снятия подшипника с вала генератора:  
1 — винт; 2 — ребро; 3 — пята; 4 — болт; 5 — кольцо; 6 — полукольцо; 7 — подшипник

нюю крышку его до отказа в сторону якоря. Если подшипник снимается вследствие выхода его из строя, то можно стягивать его, захватив за наружную обойму. Если же подшипник будет в дальнейшем использоваться, то захватывать его съемником допустимо только за внутреннюю обойму.

Как сказано выше (см. главу VIII), на генераторах с 1963 г. применяется съемная ступица подшипникового щита, что позволяет снимать и заменять подшипник на тепловозе. В этом случае прежде всего демонтируют редуктор, снимают полумуфту соединения вместе с призонными кольцами и крышку подшипника. После этого отвернуть болты, крепящие литую ступицу к подшипниковому щиту, и, ввернув два из них в имеющиеся резьбовые отверстия, выпрессовать с их помощью ступицу из щита, после чего снять ее с наружного кольца подшипника, который установлен со «скользящей посадкой». Дальнейшие операции по снятию подшипника с вала проводить, как описано выше.

Катушки и сердечники полюсов могут быть сняты только при вынуде якоря. При этом у генераторов типа МПТ 99/47 (компенсированных) при снятии главных полюсов необходимо предварительно распаять и удалить дуги компенсационной обмотки, связывающие соседние полюсы, а затем разъединить межкатушечные соединения и снять полюсы.

Для снятия дополнительных полюсов достаточно разъединить их межкатушечные соединения, после чего они могут быть вынуты. Следует учитывать, что полюсы имеют значительный вес, поэтому снимать их надо очень осторожно, чтобы не повредить катушки. Необходимо также следить за тем, чтобы не были при разборке утеряны прокладки, которые в дальнейшем при сборке должны быть поставлены на свои места между станиной и полюсами.



Сборка генератора выполняется в порядке, обратном разборке. Пайку соединений и шин нужно производить припоем марки ПОС-40 с применением в качестве флюса канифоли, но ни в коем случае не кислоты.

После сборки магнитной системы ее покрывают серой изоляционной эмалью марки ГФД2ХС путем пульверизации, а затем сушат при температуре не ниже  $+15-20^{\circ}$  до прекращения отлипа эмали. Перед нанесением покрытия все контактные соединения следует обернуть бумагой, чтобы эмаль не проникла на поверхности контакта. Затем перед дальнейшей сборкой генератора необходимо убедиться в плотности и надежности всех болтовых и контактных соединений, а также проверить сопротивление изоляции (меггером).

Подшипник якоря генератора насаживают на вал в нагретом состоянии. Нагревают подшипник до  $90-100^{\circ}$  в масляной ванне в подвешенном состоянии, чтобы он не касался стенок и особенно дна ванны. Нагрев подшипника выше указанной температуры может вызвать отпуск роликов и обойм, что приведет к быстрому выходу их из строя. Насадка подшипника в холодном состоянии приводит к повреждению посадочной шейки вала.

Перед посадкой подшипника микрометрической скобой измеряют диаметр шейки вала и внутренний диаметр подшипника. Посадочный натяг должен быть в пределах  $0,028-0,052$  мм, что достигается подбором подшипника.

Перед сборкой подшипникового узла нужно заложить смазку, предусмотренную инструкциями, в таком количестве, чтобы были заполнены все полости в самом подшипнике, а также примерно  $\frac{1}{2}-\frac{2}{3}$  пространства в наружной и внутренней крышках подшипника.

**Разборка и сборка тягового электродвигателя.** После снятия электродвигателя с тележки тепловоза разборку его выполняют в следующем порядке:

удаляют масло и набивку 11 из моторно-осевых подшипников;

очищают электродвигатель от грязи;

снимают шестерню с вала якоря;

стягивают приспособлением лабиринтное кольцо 3 подшипника, расположенного со стороны шестерни;

вынимают щетки;

снимают крышку 6 подшипника, расположенного со стороны коллектора, отвертывают болты, крепящие упорную шайбу к валу, снимают ее и упорное кольцо 7, после чего снова ставят крышку 6 на место;

устанавливают электродвигатель вертикально (коллектором вниз);

отвертывают болты, крепящие задний подшипниковый щит к остоу, выпрессовывают его отжимными болтами, используя отверстия с резьбой М16 во фланце щита, и снимают щит с вала электродвигателя;

навертывают стакан с ушком на резьбу конца вала и, осторожно вынув краном якорь из остова, укладывают его на стеллаж; запрещается устанавливать якорь вертикально коллектором вверх, опирая его на головки обмотки;

для снятия катушек главных и дополнительных полюсов отвертывают болты, крепящие полюсы к остоу, и снимают сердечники полюсов с катушками; при этом все детали полюсов, катушки и рамки следует замаркировать, чтобы в дальнейшем при сборке они были поставлены на свои места.

Сборку тягового электродвигателя ведут в следующем порядке:

промывают в чистом керосине подшипниковые щиты, роликподшипники, крышки подшипников и лабиринтное кольцо;

вставляют в остов щит подшипника, расположенного со стороны коллектора;

в остов, поставленный вертикально коллекторной камерой вниз, опускают краном якорь с насаженными на его вал внутренними кольцами роликподшипников, надевают на вал и устанавливают в остов второй подшипниковый щит и закрепляют его болтами, затягивая их равномерно с разных сторон;

устанавливают электродвигатель в горизонтальное положение, снимают крышку подшипника со стороны коллектора;

измеряют радиальные зазоры в подшипниках, осевой разбег якоря, торцовое биение наружных колец подшипников относительно вала; при измерении

биения электродвигатель следует наклонить, чтобы «выбрать» осевой разбег якоря; если торцовое биение превышает норму, то проверяют затяжку болтов, крепящих подшипниковые щиты, и выясняют, нет ли заусенцев или грязи на посадочных местах; ставят на место и закрепляют крышки подшипников.

Перед сборкой подшипниковых узлов следует заложить консистентную смазку в количестве, чтобы она заполнила все полости самих подшипников и  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  объема полостей крышек. Предварительно тщательно промывают подшипники в чистом бензине и сразу же после промывки для предупреждения коррозии окунают их в легкое минеральное масло, подогретое до  $90^{\circ}$ .

При разборке и сборке электрических машин рекомендуется пользоваться специальными приспособлениями, медными прокладками, деревянными молотками. Запрещается ударять молотком непосредственно по роликподшипникам и посадочным местам вала.

Внутренние и наружные кольца роликподшипников невзаимозаменяемы. При неисправности одного кольца следует менять подшипник целиком.

Перед посадкой на вал внутреннее кольцо роликподшипника необходимо подогреть. Нагрев осуществляют в течение 40 мин в минеральном масле при температуре  $90$ — $100^{\circ}$ . После остывания кольца на валу проверяют его прилегание к упору по всей торцовой поверхности.

Наружное кольцо запрессовывают в щит в холодном состоянии, убедившись предварительно в чистоте упорных поверхностей; необходимо следить за тем, чтобы не было перекаса подшипника.

При испытании и в эксплуатации подшипники качения должны работать без особого шума. Перегрев подшипников по отношению к температуре окружающей среды не должен превышать  $50^{\circ}$ .

Катушки дополнительных полюсов перед установкой нужно нагреть до  $80$ — $85^{\circ}$ ; нагрев производят в течение 4 ч, после чего надевают катушки на сердечники полюсов. Катушки главных полюсов устанавливают на сердечники в холодном состоянии. Перед окончательной затяжкой болтов, крепящих главные и дополнительные полюсы, через катушки следует пропустить ток около 800 а в течение 30 мин, чтобы избежать повреждения изоляции.

**Разборка и сборка двухмашинного агрегата.** Для снятия двухмашинного агрегата с тепловоза необходимо разъединить муфту привода, отсоединить все подходящие провода и кабели, отвернуть гайки, крепящие двухмашинный агрегат к полу кузова. После снятия двухмашинного агрегата с тепловоза перед разборкой его нужно очистить от пыли и грязи, продуть сжатым воздухом. Затем снимают сетку 4 (см. рис. 226) вентилятора и щитки 6, закрывающие коллекторы, отвертывают болты, скрепляющие станину 2 возбuditеля со станиной 5 вспомогательного генератора, а также болты, крепящие кольца подшипников, и отводят в сторону станину возбuditеля. После этого можно вынуть якорь, продев трос через вентилятор; якорь вынимается вместе с капсюлями подшипников.

Для разборки подшипникового узла необходимо отнять крышку подшипника 9 от капсюля 7, снять с вала втулку 10 и все крепящие подшипник детали, после чего можно стянуть с вала сам подшипник. Подшипники втулки следует снимать с помощью съемников. Для снятия вентилятора нужно отвернуть болты, крепящие его к задней шайбе якоря вспомогательного генератора.

В станинах разъединяют все кабели и шины, соединяющие катушки между собой и с собирательными кольцами, затем отвертывают болты, крепящие полюсы к станине, и поочередно снимают полюсы вместе с катушками. При этом необходимо следить за тем, чтобы не были утеряны пружинные рамки, которые при сборке должны быть поставлены на свои места (между станиной и катушками). Чтобы снять траверсы со щеткодержателями, нужно вывернуть винты, крепящие их к станинам, затем надо отсоединить собирательные шины от щеткодержателей и снять последние с траверс.

Сборка двухмашинного агрегата выполняется в порядке, обратном разборке. Подшипники, лабиринтные кольца 11 и втулки 10 насаживают на вал в нагретом состоянии; нагрев производят в масляной ванне.

# Экипажная часть и кузов тепловоза

4

## ГЛАВА XII

### РАМА И КУЗОВ ТЕПЛОВОЗА

#### КУЗОВ

Кузов тепловоза ТЭЗ составной разъемный (рис. 258). Основой его является каркас, к которому с наружной стороны приварены стальные листы, а с внутренней прикреплен листовой обшивочный картон толщиной 3,5 мм. Последний крепится винтами к деревянным планкам, которые привернуты к каркасу болтами.

Кузов состоит из следующих основных элементов: кабины, съемного кузова над дизелем, компрессором и холодильником, нижней несъемной части, связывающей кабину с кузовом над компрессором и холодильником. Съемная часть кузова над дизелем по торцам окантована швеллерами, которые соединяются с кабиной и кузовом над холодильником болтами, а с нижней несъемной частью — винтами. Проведенные в 1963 г. испытания кузова тепловоза ТЭЗ на прочность показали, что часть нагрузки от рамы тепловоза передается и на кузов. Это вызывает расстройство болтовых соединений элементов кузова. В связи с этим необходимо строго соблюдать требования о заполнении пространства между съемной и несъемной частями на стягивающих болтах проставочными шайбами.

Над дизелем, генератором, аккумуляторными батареями, компрессором и двухмашинным агрегатом в крыше кузова сделаны люки, через которые снимают оборудование с тепловоза и ставят его на место.

При выемке верхнего коленчатого вала необходимо открыть люки над дизелем и снять перемычку между ними, которая установлена на болтах для придания кузову большей жесткости.

Естественный приток воздуха в машинное помещение осуществляется через проемы, сделанные в передней части кузова на правой и левой стенках. В этих проемах установлены жалюзи. Зимой проемы закрывают изнутри деревянными щитами. Для принудительной вентиляции кузова в задней части секции с правой стороны установлен вентилятор с электроприводом.

До 1958 г. тепловозы ТЭЗ выпускались с небольшой высотой окон в кабине машиниста. С 1958 г. высота передних окон на тепловозах была увеличена, чтобы машинист мог вести поезд как сидя, так и стоя.

В 1958—1959 гг. в конструкцию кузова был внесен ряд изменений: увеличена толщина листов нижней несъемной части, чтобы сделать кузов более жестким, исключить случаи расстройства соединений и улучшить вид локомотива, так как имело место сильное коробление тонких обшивочных листов

при приварке их к каркасу; усилены дверные проемы, по углам которых наблюдались трещины, прожектор был вмонтирован в лобовую часть кабины, усилены окантовочные швеллеры между съемными частями кузова и др.

В 1960—1961 гг. введены новые изменения: упрощено крепление люков; на боковой стенке около жалюзи всасывающих каналов воздухоудвки сделаны проемы для забора воздуха, охлаждающего генератор, и др.

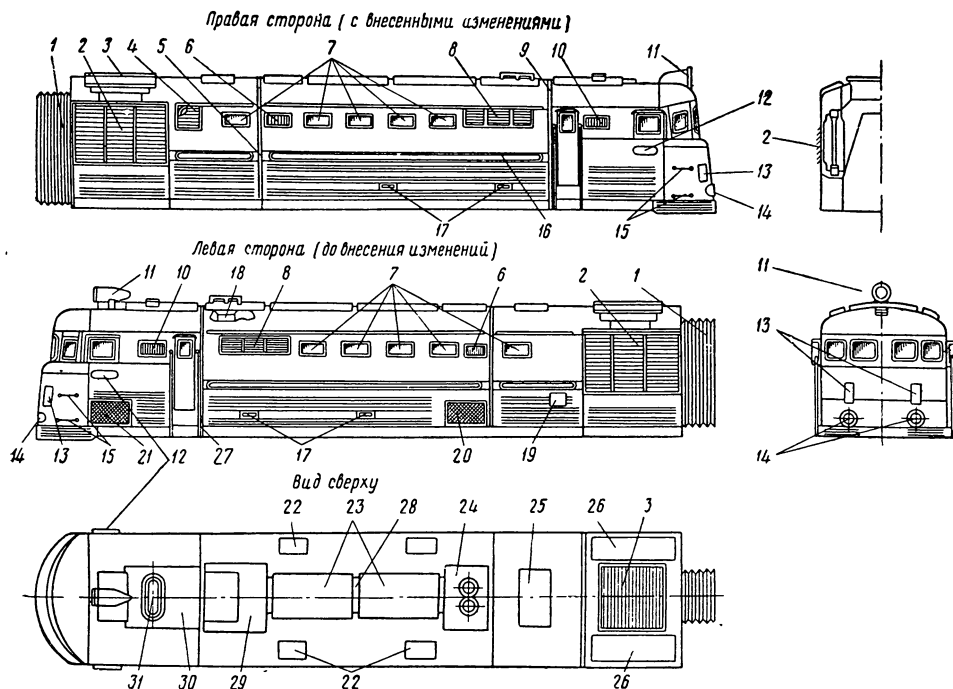


Рис. 258. Кузов тепловоза:

1—межсекционное суфле; 2—боковые жалюзи холодильника; 3—верхние жалюзи холодильника; 4—жалюзи всасывающих отверстий вентилятора; 5, 9—вертикальные стыковые накладк; 6, 10—жалюзи отверстий для естественной вентиляции кузова; 7—окна; 8—жалюзи всасывающих каналов воздухоудвки; 11—прожектор; 12—указатель серии и номера тепловоза; 13—дверки передних песочниц; 14—буферные фонари; 15—скобы; 16—горизонтальная стыковая накладк; 17—жалюзи вентиляционных отверстий аккумуляторных отсеков; 18—канал для всасывания воздуха, охлаждающего генератор (у тепловозов первого выпуска); 19—патрубок котла отопления (у тепловозов первого выпуска); 20, 21—фильтры всасывающих каналов вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей; 22—люки для выемки аккумуляторных батарей; 23, 24—люки над дизелем; 25—люк над компрессором; 26—люки для выемки секций холодильника; 27—поручни; 28—съемная перемычка; 29—люк над воздухоудвкой дизеля и тяговым генератором; 30—люк для выемки двухмашинного агрегата; 31—патрубок с зонтом для вентиляции высоковольтной камеры

В 1961 г. обшивочный картон в дизельном помещении на боковых стенках вдоль дизеля заменен стальными обшивочными листами.

В 1963—1964 гг. в связи с изменением забора воздуха для охлаждения генератора и установкой на левой стороне кузова так называемого «фильтра непрерывного действия» для очистки воздуха, поступающего в дизель, конфигурация проемов на боковых стенках дизельного помещения снова несколько изменена.

## РАМА

Рама тепловоза представляет собой сварную конструкцию, которая воспринимает продольные, тяговые, ударные и сжимающие, а также вертикальные нагрузки от веса установленного на ней и подвешенного снизу оборудования (рис. 259).

Основными элементами рамы являются две продольные хребтовые двутавровые балки (№ 45а) и два обносных швеллера (№ 16а), которые для придания тепловозу обтекаемой формы впереди изогнуты по дуге. Хребтовые балки связаны между собой по концам литыми стяжными ящиками, а в промежутке

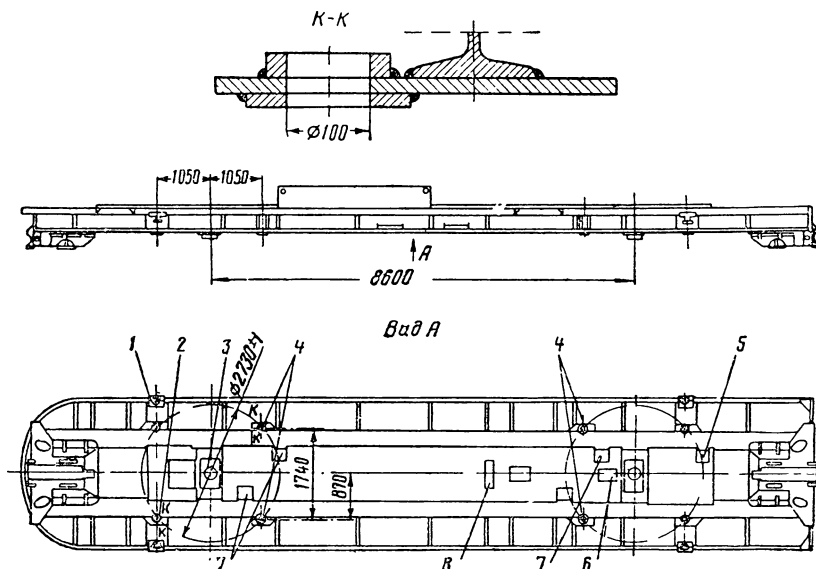


Рис. 259. Рама тепловоза:

1 — кронштейн для подъёмки тепловоза; 2 — опоры рамы, связанные балансирами (у тепловоза первого выпуска); 3 — шкворень; 4 — опоры рамы; 5, 7 — вырезы для пропуска брезентовых рукавов охлаждения тяговых электродвигателей; 6 — вырез под поддоном редуктора; 8 — вырез для сливной трубы

между ними — поперечными листами толщиной 10—15 мм, имеющими фасонные вырезы. Обносные швеллеры скрепляются с хребтовыми балками поперечными приварными кронштейнами.

К верхним и нижним полкам хребтовых балок приварены усиливающие накладки для увеличения жесткости конструкции в вертикальной плоскости.

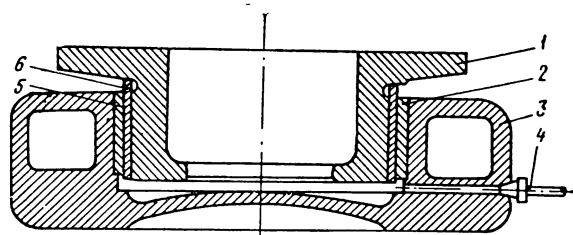


Рис. 260. Шкворень рамы:

1 — шкворень; 2 — кольцо гнезда шкворня; 3 — шкворневая балка тележки; 4 — смазочная трубка; 5 — кольцо шкворня; 6 — валик для смазки

В средней части к раме с обеих сторон приварены отсеки, в которых размещается аккумуляторная батарея. Сверху пространство между балками рамы закрывается настильными листами с вырезами, имеющими различное назначение, а под хребтовыми балками установлены поддоны для предотвращения стока нефтепродуктов на ходовые части тепловоза.

На расстоянии 8 600 мм друг от друга на раме сделаны усиления коробчатого сечения для установки шкворней, а на диаметре 2 730 мм вокруг них усиления для боковых опор рамы. В передней и задней частях рамы между обносным швеллером и стяжными ящиками сварены лобовые фасонные листы толщиной 20 мм.

Шкворень рамы (рис. 260), отлитый из стали марки 25ЛПІІ или 25ЛКІІ, имеет диаметр 280 мм. К наружной поверхности его приварена сменная втулка (кольцо), термически обработанная до твердости НВ 304—255 и выполненная из листа или трубы. Гнездо шкворня после подкатки тележки под тепловоз заполняют осевым маслом. Для предохранения рабочих поверхностей от попадания пыли на выступающую часть шкворня рамы по всей окружности

обечайки сплошным слоем накладывают валик из универсальной среднеплавкой смазки (ГОСТ 1033—51). Вертикальные нагрузки от рамы передаются на каждую тележку через четыре опоры, вставленные в гнезда рамы, которые выточены из стали 45. Опоры имеют сферические головки, выполненные по радиусу 130 мм; они термически обработаны до твердости *HV* 241—285.

Передний и задний стяжные ящики рамы прикрепывают к нижним усиливающим накладкам хребтовых балок и лобовым листам. Они одинаковы по конструкции и представляют собой фасонные отливки из стали марки 25ЛIII или 25ЛКII.

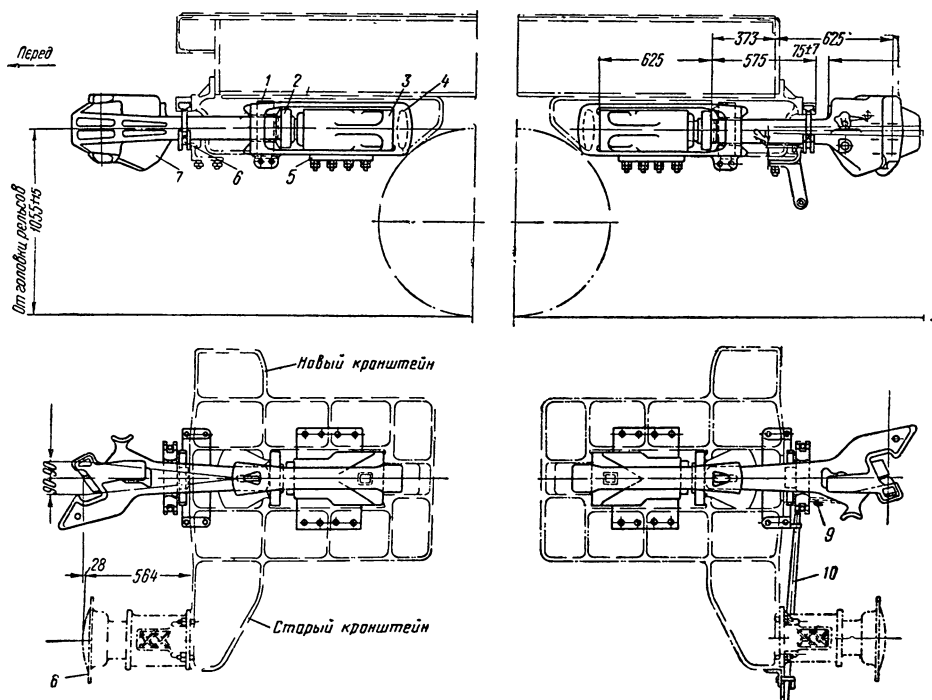


Рис. 261. Ударно-тяговые приборы тепловоза:

1 — клин хомута; 2 — плита передняя; 3 — фрикционный аппарат; 4 — хомут тяговый; 5 — поддерживающая планка; 6 — балочка; 7 — головка автосцепки; 8 — буфер; 9 — цепь расцепного рычага; 10 — рычаг расцепной

В стяжных ящиках устанавливают фрикционный аппарат автосцепки (рис. 261), кроме того, к переднему ящику снизу болтами прикреплен скотосбрасыватель.

До середины 1959 г. тепловозы ТЭЗ выпускались с буферами, поэтому стяжные ящики имели удлиненные боковые кронштейны для их крепления. После отмены буферов эти кронштейны были значительно укорочены, что дало экономию металла 1 000 кг на одну секцию.

К обносным швеллерам в четырех местах (см. рис. 259) на одной оси с внешними опорами рамы приварены литые кронштейны, служащие для подъема тепловоза при ремонтах с выкаткой тележек.

Необходимо отметить, что часть тепловозов выпущена со сваренными из трех частей верхними усиливающими накладками и продольными двутавровыми балками. Стык элементов располагается в местах наименьших изгибающих моментов, а для повышения надежности шов выполнен наклонным к направлению действующих усилий (под углом 45°).

На тепловозах ТЭЗ первых выпусков в правой хребтовой балке предусматривалось прямоугольное отверстие размером 250 × 425 мм, через которое проходил канал для отвода воздуха, охлаждающего генератор. Опыт показал, что этот вырез, выполненный автогенной резкой без должной обработки кромок,

резко снижал усталостную прочность рамы из-за образующихся при этом концентраторов напряжения. В рамах после 50—150 тыс. км пробега тепловоза появлялись трещины, которые возникали по углам выреза и быстро распространялись до горизонтальных полок балки. Поэтому в дальнейшем на тепловозах канал, служащий для отвода воздуха из генератора, был перенесен под хребтовую балку; на тепловозах же, имеющих такой вырез в хребтовой балке, произведено усиление ее, для чего с наружной, а при капитальном ремонте и с внутренней стороны балки вокруг выреза приваривали накладки толщиной 20 мм. Предварительно трещины по концам засверливались, а затем разделялись и заваривались. Однако, несмотря на проведенное усиление хребтовых балок, на отдельных тепловозах имело место повторное появление трещин у выреза. Поэтому в эксплуатации необходимо внимательно следить за этим дефектным местом.

### ПЕСОЧНАЯ СИСТЕМА

Каждая секция тепловоза оборудована четырьмя песочными бункерами общей емкостью 400 кг песка. Два бункера расположены в лобовой части секции, а два — на задней торцевой стенке. Бункера снабжены дверками на петлях и откидными желобами. Сверху установлена стальная оцинкованная сетка. На стенках бункеров имеются лючки, через которые можно очистить бункер

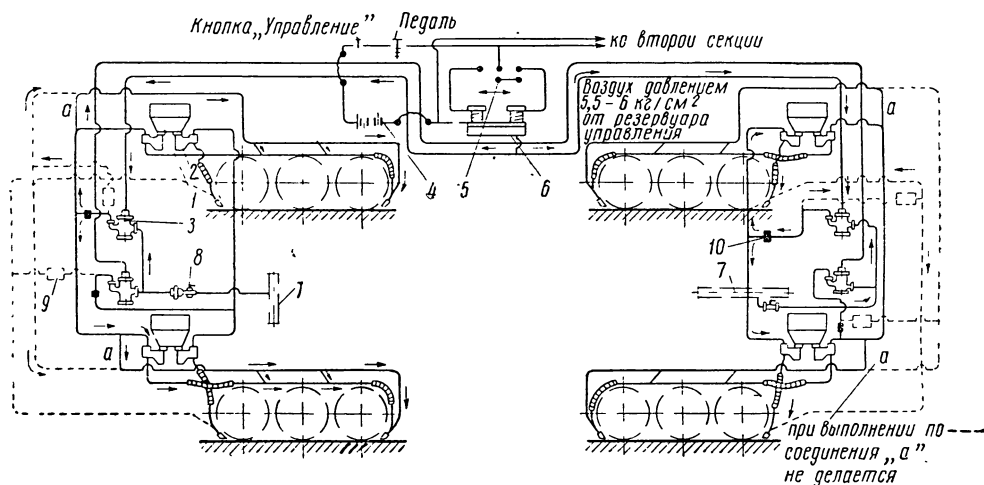


Рис. 262. Принципиальная схема песочной системы:

1 — бункер; 2 — форсунка; 3 — воздухораспределитель; 4 — аккумуляторная батарея; 5 — блок-контакты реверсора; 6 — электропневматический клапан песочниц; 7 — тормозная магистраль; 8 — кран; 9, 10 — редукционные клапаны

или разрыхлить в нем песок. Снизу к бункерам прикреплены форсунки, к которым подводится воздух из тормозной магистрали. При переднем ходе песок подается под первую и четвертую оси ее секции, при заднем ходе под третью и шестую оси. Трубы, подводящие песок к третьей и четвертой осям, имеют большие горизонтальные участки, в которых наблюдалось иногда слеживание песка. Поэтому с 1959 г. была введена дополнительная подача воздуха по длине этих участков и к месту контакта колеса с рельсом (рис. 262).

Управление песочницами осуществляется педалью, которой замыкается цепь катушки электропневматического клапана, при этом воздух давлением 5,5—6 кг/см² подводится к соответствующим воздухораспределителям. Последние, срабатывая, открывают доступ воздуху из тормозной магистрали к форсункам песочницы.

На рис. 262 стрелками показано действие песочной системы при заднем ходе секции. Отдельные элементы песочной системы представлены на рис. 263.



Воздух, поступающий в форсунку песочницы по каналам *а* и *б*, направляется в корпус и взрыхляет песок, стекающий из бункера, в полость *в*. Затем взрыхленный песок струей воздуха, проходящей через сопло *б*, увлекается в трубы. Регулировка количества песка, подаваемого под колеса тепловоза, осуществляется винтом *з*, которым можно увеличивать или уменьшать поток воздуха, поступающего в сопло и корпус форсунки. Для удобства регулировки рекомендуется применять винт с удлиненной конической частью (по варианту).

Испытаниями, проведенными ЦНИИ МПС, установлено, что принятая на тепловозах ТЭЗ система подачи песка под передние оси каждой тележки при ходе вперед и назад обеспечивает требования эксплуатации. При реализации большой силы тяги особенно первая ось, а также вторая и четвертая из-за принятого расположения тяговых электродвигателей существенно разгружаются и имеют, таким образом, наибольшую склонность к боксованию. В случае же подачи песка под все оси тепловоза сила тяги возрастает всего на 3—4%.

Количество песка на каждую оборудованную пескоподачей ось, позволяющее реализовать наибольшие тяговые усилия, составляет для сухих рельсов около 0,6 л/мин и при влажных до 1,2 л/мин.

При увеличении скорости от 6 до 20 км/ч количество песка должно увеличиваться на 20—30%. Дальнейшее увеличение расхода песка увеличения силы тяги не дает.

Для экономичного расхода песка необходимо обеспечивать подачу его непосредственно к месту контакта колеса с рельсом. Наибольший эффект в повышении тягового усилия достигается применением песка с размерами зерен в пределах 0,1—0,3 мм. При регулировке песочниц подачу песка под 3-ю и 4-ю оси следует регулировать в пределах 70% от подачи под 1-ю и 6-ю оси. Эти исходные данные следует учитывать при регулировке песочниц на тепловозах ТЭЗ.

В процессе исследований институтом также было установлено, что в головках форсунок происходит сильное дросселирование воздуха, сопровождающееся интенсивным охлаждением и выпадением влаги. В результате этого канал, предназначенный для разрыхления песка, быстро засоряется и требует очистки на каждом профилактическом осмотре. В связи с этим схему подачи

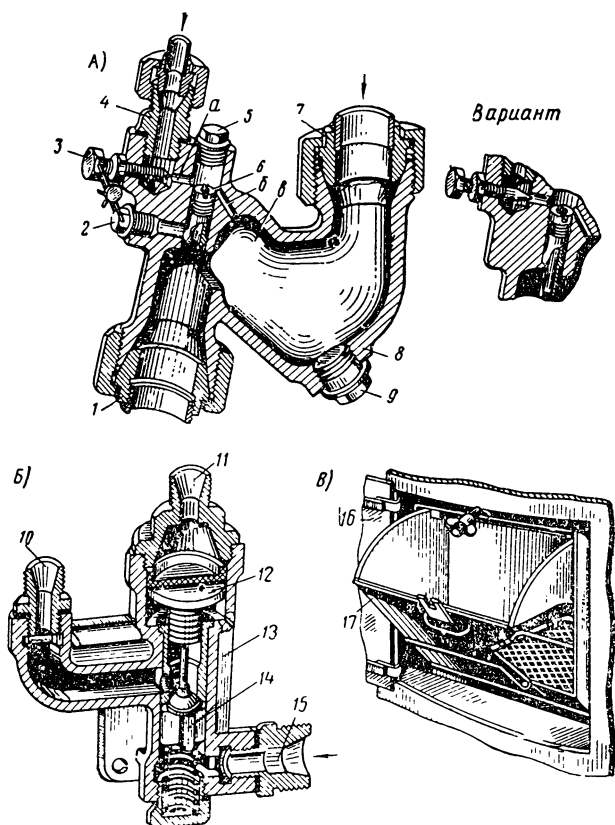


Рис. 263. Элементы песочной системы:

*А*—форсунка; *Б*—воздухораспределитель; *В*—передний бункер; 1—конусное соединение с трубой, подводящей песок к колесу; 2, 5, 9—пробки; 3—регулирующий винт; 4—штуцер трубки, подводящей воздух от воздухораспределителя; 6—сопло; 7—конусное соединение с трубой, подводящей песок из бункера; 8—корпус; 10—штуцер трубки, подводящей воздух к форсунке; 11—штуцер трубки, подводящей воздух давлением 5,5—6 кг/см<sup>2</sup>; 12—поршень и манжета; 13—корпус; 14—клапан; 15—штуцер трубки, подводящей воздух давлением 7—8 кг/см<sup>2</sup> от тормозной магистрали; 16—дверка переднего бункера; 17—откидной желоб

песка имеется в виду изменить, как показано на рис. 262 пунктиром; ввести поддув песка на всех песочных трубах, в форсунках регулировочный винт изъять, а дросселирование воздуха производить специальным дросселем, устанавливаемым внутри кузова локомотива.

### КАБИНА

В связи с тем, что тепловоз ТЭЗ проектировался для эксплуатации как двухсекционный, каждая секция снабжена только одной кабиной управления. Кабина имеет хороший обзор, боковые задвижные окна, а с правой и левой стороны — двери в дизельное отделение и в середине дверь в высоковольтную камеру. Для выемки двухмашинного агрегата, расположенного под полом, в полу и крыше кабины имеются съемные люки. Такая компоновка кабины

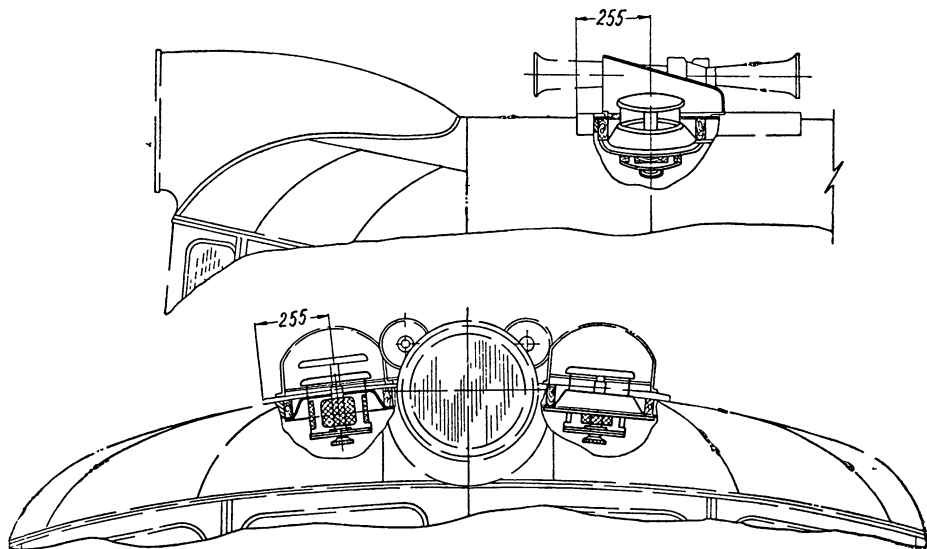


Рис. 264. Установка вентилятора в кабине тепловоза

обеспечивает определенные удобства для бригады, однако большое количество дверных проемов в перегородке, отделяющей кабину от дизельного помещения, не позволяет обеспечить хорошую шумоизоляцию. В связи с этим в 1962—1963 гг. построен ряд опытных тепловозов с измененными кабинами, у которых вход в высоковольтную камеру сделан со стороны дизельного помещения, а дверь сохранена только со стороны помощника машиниста, усилена шумоизоляция пола и др. Однако и при этом существенного улучшения защиты кабины от шума не было достигнуто.

По опыту постройки других серий локомотивов можно ожидать, что при расположении высоковольтной камеры справа и слева от кабины в дизельном помещении и сохранении только одной двери в середине перегородки, отделяющей кабину от этого помещения, можно добиться необходимого эффекта по снижению шума, что и имеется в виду осуществить в перспективе.

Большим недостатком кабины тепловоза ТЭЗ было отсутствие необходимой приточной вентиляции. С 1963 г., чтобы улучшить условия работы локомотивных бригад в летнее время, на крышке люка для выемки двухмашинного агрегата в крыше кабины машиниста устанавливают два вентилятора (рис. 264). Конструкция вентиляторов показана на рис. 265. К деревянной обрешетке крышки винтами прикреплен штампованный или сваренный из листовой стали диффузор 1, к нему прикреплен сварной корпус вентилятора 2 из листовой стали, имеющий вырезы для прохода воздуха, закрытые сеткой 3. К верхнему обресту стакана приварено уплотнительное кольцо 4, а к нижнему — обечайка 5, к которой шестью болтами М8 × 16 прикреплена крышка 6. К середине этой

крышки приварен стакан 7, изготовленный из трубы, внутри которого располагается шток 8, выточенный из стали Ст. 3 и имеющий на внутренней поверхности трапецевидную резьбу, а на наружной — шпоночный паз, в который входит конец болта 9. К верхней части стакана болтами 10 М8 × 16 прикреплена крышка 11 с прокладкой из губчатой технической резины с двумя пленками 10 ПГрТУ № 1206-55р. Внутри втулки ввернут винт 12, изготовленный из Ст. 3, на нижнем конце которого укреплен маховичок 13.

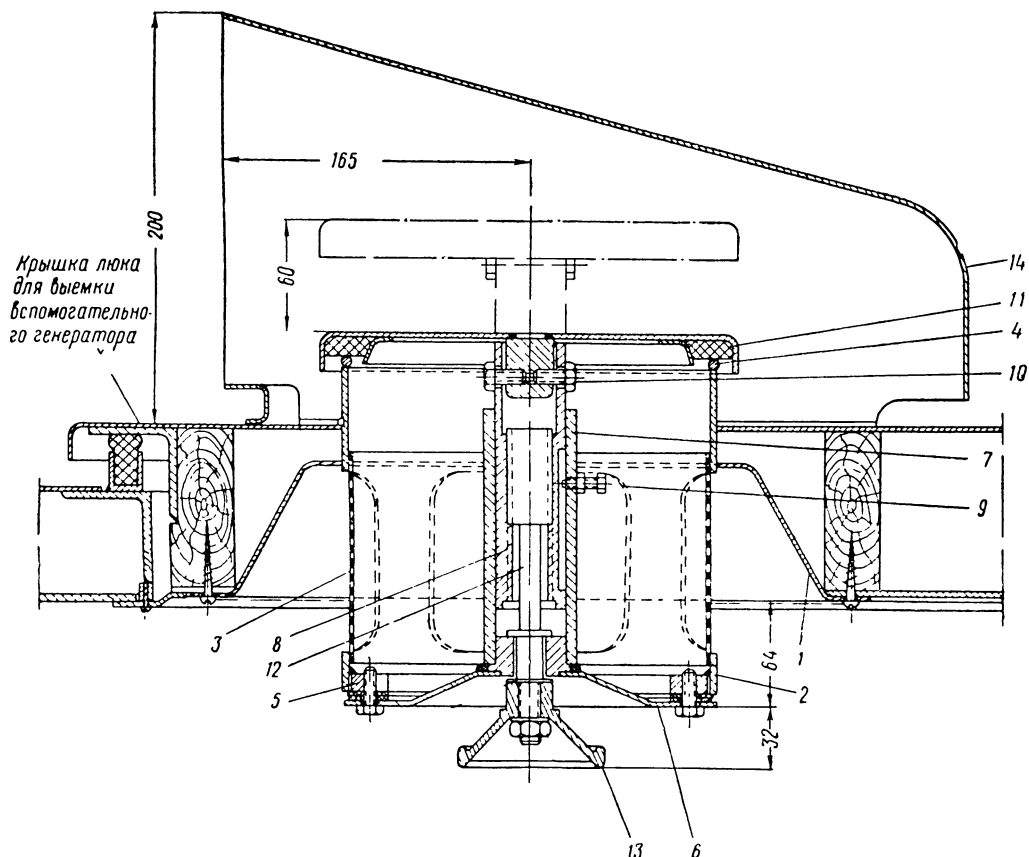


Рис. 265. Вентилятор:

1 — диффузор; 2 — корпус вентилятора; 3 — сетка; 4 — уплотнительное кольцо; 5 — обечайка; 6 — крышка; 7 — стакан; 8 — шток; 9, 10 — болты; 11 — прокладка; 12 — винт; 13 — маховичок; 14 — козырек

При вращении маховичка винт, имеющийся на нем, буртиком и торцом маховичка удерживается от перемещения, а шток, которому не дает поворачиваться конец болта 9, перемещается вверх и вниз, открывая или закрывая вентилятор. Захват воздуха в вентилятор на ходу тепловоза осуществляется заборным козырьком 14.

#### ПРОТИВОПОЖАРНАЯ УСТАНОВКА

Опыт эксплуатации тепловозов ТЭЗ показал, что при плохом содержании локомотива, если в поддонах под оборудованием и полом скапливается грязь, остатки топлива и масла, вместо стандартных предохранителей применяются куски проволоки и другие подобные «заменители», низковольтная цепь содержится в неудовлетворительном состоянии, а также неисправны или отключены дифманометры, то возникает реальная угроза пожара. При этом если пожар по каким-либо причинам своевременно не обнаружен, то локализовать огонь при помощи одних углекислотных огнетушителей трудно.

Проведенные исследования показали, что на тепловозе осуществить автоматическое пожаротушение наиболее просто с использованием так называемого состава «3,5» (смесь бром-этила 95,8% и чистого хлороформа 4,2%).

Однако в связи с тем, что бром-этил обладает некоторой токсичностью, такими установками для накопления опыта оборудованы только опытные партии тепловозов ТЭЗ и тепловозы ТЭП10, строящиеся Харьковским тепловозостроительным заводом.

Для тушения пожаров на тепловозах ТЭЗ используется установка пенного тушения (рис. 266).

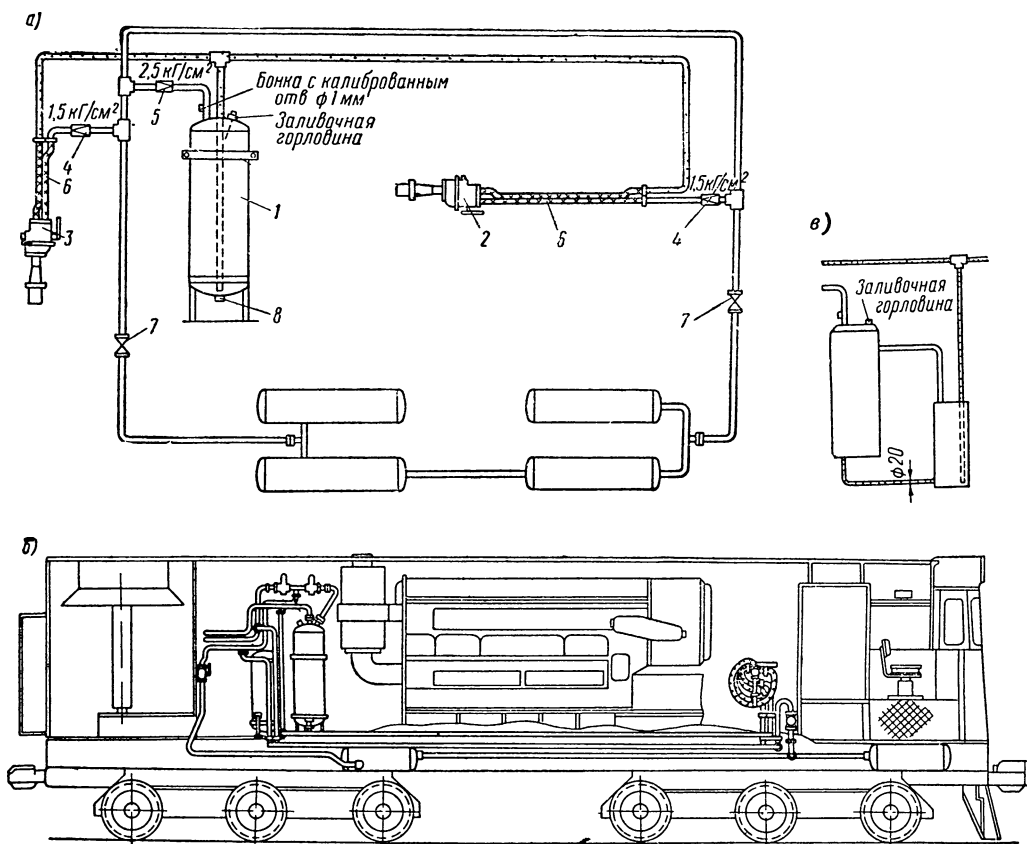


Рис. 266. Установка для тушения пожара (с левой стороны по ходу тепловоза):

а — схема установки; б — использование в схеме котла обогрева; в — дополнительное устройство, используемое в схеме при варианте б; 1 — резервуар емкостью 290 л; 2, 3 — смесители; 4, 5 — клапаны редукционные; 6 — резиновые рукава; 7 — кран разобшительный; 8 — сливной штуцер

Образующаяся в этой установке пена направляется при помощи ствола-смесителя на горящую поверхность, прекращает доступ воздуха к ней и огонь затухает.

Рабочей жидкостью этой установки является водный раствор пенообразователя. В резервуар (емкостью 290 л) заливается 260 л воды и 11 л раствора ПО1 по ГОСТ 6948—54. Образующийся при этом 4%-ный раствор пенообразователя ПО1 обеспечивает 25—35-кратный выход пены. Установка работает при использовании одного смесителя в течение 10 мин, а при тушении огня двумя смесителями — около 5 мин..

Пена не оказывает разрушающего действия на оборудование тепловоза, неэлектропроводна и совершенно безвредна. Установка пенного тушения позволяет вести борьбу с огнем не только на самом локомотиве, но и на всех объектах, к которым тепловоз может приблизиться.

Схема установки показана на рис. 266. Установка состоит из резервуара 1, гидравлической системы труб и пневматической, которая присоединена к главным резервуарам локомотива.

Система приводится в действие разобщительным краном 7 (усл. № 383), при этом сжатый воздух поступает одновременно через редукционные клапаны 4, отрегулированные на давление  $1,5 \text{ кг/см}^2$ , к смесителям 2 и 3 и через редукционный клапан 5 на давление  $2,5 \text{ кг/см}^2$  в резервуар 1.

В качестве редукционного клапана 5 используется клапан усл. № 3МД, а в качестве клапанов 4 — тот же клапан 3МД, но с более сильной пружиной.

Если теперь открыть клапан на смесителе 2 или 3 (или оба сразу), воздух из главного резервуара начнет вытеснять жидкость в трубопровод, а затем в смесители, в которые одновременно по отдельной трубе будет поступать воздух, необходимый для образования пены.

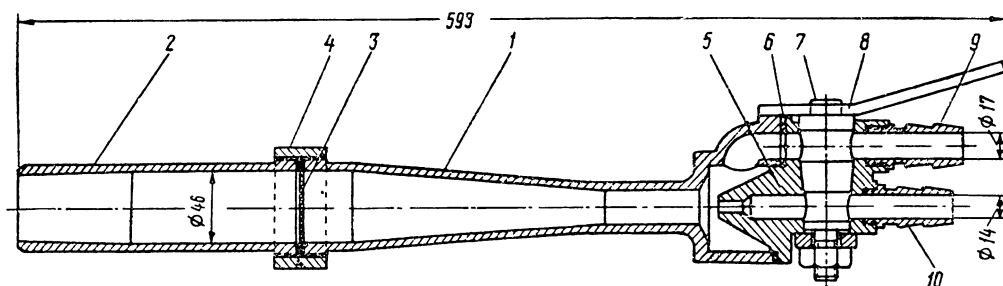


Рис. 267. Смеситель:

1 — диффузор; 2 — наконечник; 3 — сетка с кольцом; 4 — муфта; 5 — корпус крана; 6 — прокладка; 7 — пробка; 8 — ручка; 9, 10 — ниппели

Номер детали	Материал
1, 2, 3	Алюминий АЛ-5
4	Бронза ОЦС 4-4-17
8, 9, 10	Сталь 40

Смесители соединены с трубами гибкими резино-тканевыми рукавами длиной 8 м, что позволяет перемещать их по тепловозу и даже использовать в случае необходимости смеситель, расположенный у шахты холодильника, для гашения огня на соседней секции. Резервуар испытывают гидравлическим давлением  $10 \text{ кг/см}^2$  в течение 5 мин. Он должен отвечать требованиям правил надзора за паровыми котлами и воздушными резервуарами подвижного состава железных дорог. Наружную поверхность резервуара после покрытия грунтом Д-329 (ВТУ НКЧ 449—55) окрашивают серо-стальной эмалью ст. 27/4802, а верхнее днище — красной эмалью ПФ 67 ГОСТ 6463—53. Внутреннюю поверхность фосфотируют. Резервуар устанавливают в дизельном помещении на месте котла обогрева на специальной подставке и крепят к ней болтами, а сверху хомутом к боковой стенке кузова.

На верхней крышке резервуара устанавливают штуцер с калиброванным отверстием диаметром 1 мм для предупреждения возможного выжимания из него смеси при пропусках воздуха кранами 7 и обеспечивающий выход из резервуара воздуха после тушения и закрытия кранов на смесителе и воздушном трубопроводе. На этом же днище устанавливают заливную горловину с крышкой, в которой укреплен щуп из оцинкованного прутка диаметром 5 мм. На нижнем днище устанавливают штуцер 8 со спускной пробкой.

Смеситель (рис. 267) состоит из диффузора 1, наконечника 2 и сетки 3 с кольцом, соединенных муфтой 4, корпуса крана 5, скрепленного с диффузором двумя болтами на прокладке 6, пробки 7, ручки 8 и ниппелей 9 и 10.

Верхний ниппель 9 служит для подачи в смеситель жидкости давлением  $2,5 \text{ кг/см}^2$ , а нижний — воздуха давлением  $1,5 \text{ кг/см}^2$ .

Жидкость перемешивается в диффузоре с воздухом и, проходя через сетку, дробится на мелкие пузырьки, резко увеличивается в объеме и выбрасывается на расстояние до 8 м наружу. Смеситель в сборе (без наконечника) испытывают давлением  $5 \text{ кг/см}^2$ . Наружные поверхности смесителя для того, чтобы исключить всякую возможность прохождения тока при попадании струи на токонесущие части, покрывают изоляционным лаком № 462 «П» ТУ МХП797—41 или лаком изоляционным по ГОСТ 8017—58 и красной эмалью ПФ 67 по ГОСТ 6465—53.

Клапан максимального давления (рис. 268) состоит из корпуса 1 с седлом 2, клапана 3 с пружиной 4 и стакана 5. Внутри стакана находится поршень 6, отжимаемый вверх пружиной 7 при помощи редукционного винта 8. Снизу стакан после регулировки на необходимое давление закрывается крышкой 9.

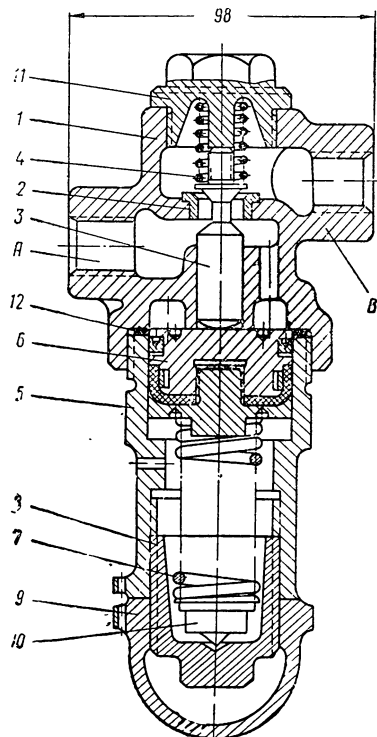


Рис. 268. Клапан максимального давления:

1 — корпус; 2 — седло; 3 — клапан; 4, 7 — пружины; 5 — стакан; 6 — поршень; 8 — редукционный винт; 9, 11 — крышки; 10 — центрирующая шайба; 12 — прокладка

Клапан регулируют следующим образом. К патрубку А присоединяют резервуар емкостью 8 л, а патрубок В через кран вспомогательного тормоза — к источнику сжатого воздуха. Вращая регулировочный винт, добиваются такого положения, когда в резервуаре установится необходимое давление ( $1,5$  или  $2,5 \text{ кг/см}^2$ ), после чего устанавливают нижнюю крышку клапана на место и клапан пломбируют.

Клапаны на  $1,5$  и  $2,5 \text{ кг/см}^2$  отличаются друг от друга только характеристиками пружин 7.

При возникновении пожара бригада обязана остановить дизель горячей секции, остановить поезд и поставить рукоятку комбинированного крана в закрытое положение, при котором главные резервуары разобщаются с магистральным трубопроводом, а находящийся в них запас сжатого воздуха сможет быть использован для работы установки.

Одновременно необходимо привести в действие противопожарную установку, для чего необходимо открыть любой из двух пусковых кранов, взять смеситель (один находится на стенке у наружных дверей со стороны помощника машиниста, другой — на торцевой стенке шахты холодильника), расправить

рукав, направить раструб на горящий объект и открыть кран на смесителе. Для быстрой ликвидации пожара рекомендуется пользоваться двумя смесителями одновременно.

Если имеется угроза распространения огня на состав, а также при наличии в нем огнеопасных грузов следует перекрыть концевые краны, расцепить соединительные рукава и межтепловозные соединения и отъехать от состава, соблюдая требования ПТЭ. Разъединять секции следует только при прямой угрозе переброса огня с горячей секции на исправную, так как в этом случае исключается возможность использования установки исправной секции для тушения огня. После ликвидации пожара необходимо закрыть пусковые краны, краны на смесителях и уложить их в рукава на свои места, а затем принять меры к выводу состава с перегона.

По прибытии в депо необходимо промыть систему, продуть и зарядить.

Тепловозы с заводов прибывают в депо со снятыми шлангами и смесителями на противопожарной установке. Отверстия в трубах, к которым присоединяются шланги, закрыты деревянными пробками.





Установку собирают в депо, в резервуар заливают воду и пенообразователь (в установленных количествах), при этом раствор не должен доходить до верха резервуара примерно на 50—70 мм, что проверяется щупом, а также осматривают пломбы на смесителях и клапанах.

При каждом малом периодическом ремонте необходимо проверять уровень водного раствора в резервуаре щупом, состояние рукавов, труб и их соединения, а также состояние калиброванного отверстия и пломб. Все обнаруженные недостатки следует устранить.

При больших периодических и подъемочных ремонтах дополнительно проверяют качество пенообразователя, для чего установку приводят в дей-

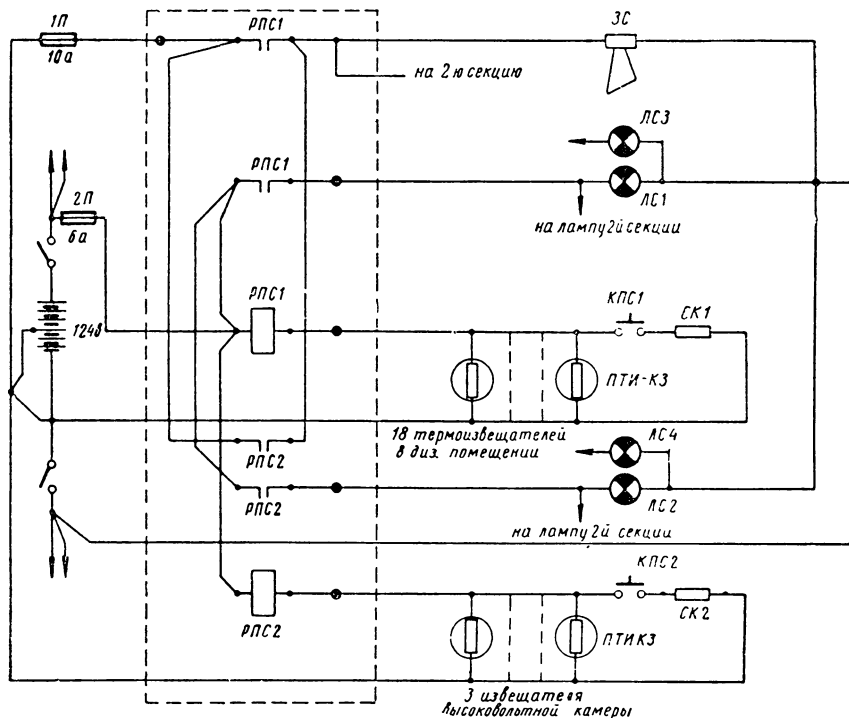


Рис. 270. Принципиальная электрическая схема автоматической пожарной сигнализации

ствие и из смесителя заполняют пеной калиброванный бачок. Затем пене дают отстояться и замеряют объем жидкости. Частное от деления объема бачка на объем жидкости и покажет фактическую кратность пенообразователя.

Если кратность выхода пены будет ниже 20, необходимо осмотреть сетку смесителя и в случае ее загрязнения или повреждения заменить, убедиться в правильности присоединения рукавов к смесителю (к нижнему центральному должен подводиться раствор), при необходимости проверить правильность регулировки клапанов и, если после этого все же не будет получено необходимого эффекта, следует раствор пенообразователя направить на анализ.

На рис. 266, б показано изменение схемы установки для тушения пожара при использовании котла обогрева и масляного теплообменника. Принципиальных отличий от описанной выше установки эта схема не имеет. Установка имеет емкость 177 л (170 л воды и 7 л пенообразователя). Установка работает при использовании одного смесителя около 7 мин и при двух — 3,5 мин. Вес этой установки около 450 кг (с пенообразователем) вместо 550 кг для установки с одним резервуаром.

Намечено также приступить к оборудованию тепловозов ТЭЗ автоматической пожарной сигнализацией. Принципиальная схема такой сигнализации разработана. Установка (рис. 269) состоит из трех основных узлов: системы

извещателей 1—21, которые расположены в дизельном помещении и высоковольтной камере у мест, где возникновение огня является наиболее вероятным; приемной станции 22, принимающей и подающей сигналы о пожаре, и коробки сигнальных ламп 23, оповещающих бригаду о возникновении огня и месте, где он возник.

Электрическая схема установки показана на рис. 270. Система питается от аккумуляторной батареи током напряжением 24 в (используется часть банок батареи). Неравномерной разрядки части банок батареи при этом можно не опасаться, так как установка нормально не потребляет энергии.

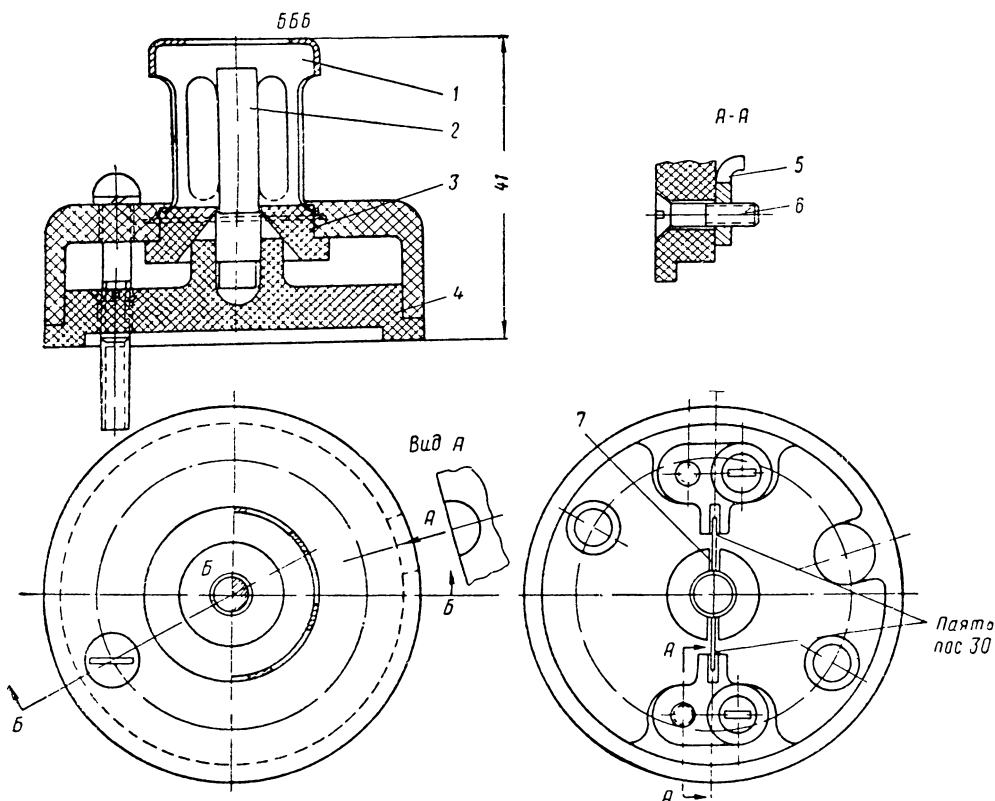


Рис. 271. Термоизвещатель:

1—кожух с крышкой; 2—сопротивление; 3—штулка; 4—основание; 5—планка; 6—винт; 7—проводка

В одну из цепей системы включено реле пожарной сигнализации РПС-1 (тип РКН. РСЧ. 500. 025) дизельного помещения с восемнадцатью термоизвещателями (ПТИ-КЗ), а во вторую — реле пожарной сигнализации РПС-2 (того же типа, что и РПС-1) высоковольтной камеры с тремя термоизвещателями. Оба реле смонтированы в корпусе приемной станции и имеют по две блокировки (показанные на схеме).

При замыкании цепей термоизвещателями происходит срабатывание соответствующих реле и замыкание блокировок, включающих сигнальные лампы, расположенные в коробке, которая установлена на пульте управления перед машинистом. В коробку вмонтированы четыре лампочки ЛС1—4 (тип СЦ-21 с цоколем 2м-15), закрытые колпачками со стеклами красного цвета. В случае возникновения пожара в дизельном помещении первой секции загорается лампа ЛС1; то же во второй секции — лампа ЛС3; при пожаре в высоковольтной камере первой секции — лампа ЛС2 и второй — лампа ЛС4.

В каждую цепь термоизвещателей включены также контрольные кнопки (тип КЦ2-13-НО) пожарной сигнализации, сопротивления СК1 и СК2 (3,9 к. ом, тип ПТ-1) и звуковой сигнал ЗС (тип С58), установленные на пульте управ-

ления, и предохранители 1П и 2П (тип ПР2) на 15 а, 220 в с плавкими вставками на 10 и 6 а.

Для проверки системы необходимо нажать на соответствующую кнопку, при этом происходит замыкание цепи термонизвещателей дизельного помещения или высоковольтной камеры через сопротивления (вместо ламп) и загорается лампочка в коробке на пульте.

На крышках извещателей эмалью ПФ-56 по ГОСТ 6465—53 наносятся номера, указанные на схеме (см. рис. 269).

Термонизвещатель (рис. 271) состоит из кожуха с крышкой 1, термосопротивления 2 (тип КМТ-10-2,4М), втулки 3, основания 4, планки 5, удерживаемой винтом 6.

Термосопротивление приклеивается к основанию клеем БФ-2, кожух основания и втулка изготавливаются из пресс-порошка К-21-22 или текстолита.

Электрическая проводка подводится к вырезу в основании термонизвещателя и закрепляется винтами. При увеличении температуры воздуха в зоне расположения извещателя сопротивление 2 становится токопроводимым, в результате чего установка приводится в действие.

Кроме пожарной установки, на тепловозе (секции) сохраняются два углекислотных огнетушителя ОУ5 в кабине около штурвала ручного тормоза и один такой же огнетушитель на правой торцевой стенке шахты холодильника по ходу тепловоза. В дизельном помещении ставят также ведро с песком и совок.

До оборудования тепловозов противопожарными установками на тепловозе ставили ручной пенный огнетушитель ОП5 и четыре углекислотных (на каждой секции).

ГЛАВА XIII  
ТЕЛЕЖКИ И КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ТЕЛЕЖКИ

Рама с расположенным на ней оборудованием и кузовом опирается на две трехосные тележки. На рис. 272 показана тележка тепловозов ТЭЗ постройки до 1962 г. Необходимость улучшения динамических характеристик локомотива потребовала введения более мягкого рессорного подвешивания, применения упругих упоров на крайних осях тележек, в результате чего в 1963 г. тепловозы начали выпускать с тележками, общий вид которых показан на рис. 273, 274. В процессе перехода с одной конструкции тележки на другую построено небольшое количество локомотивов с тележками, имеющими промежуточные варианты подвешивания (восьмилистовые рессоры и старые витые рессоры по концам, восьмилистовые рессоры без витых в одном комплекте и новые более мягкие витые рессоры по концам). Описание этих тележек не приводится, так как они не представляют практического интереса, а их рессорное подвешивание при заводском ремонте будет переделываться по одному из основных вариантов (но с обязательным применением упругих упоров на крайних осях).

Обе тележки имеют одинаковую конструкцию и отличаются друг от друга только расположением кабелей и каналов, по которым охлаждающий воздух подводится к тяговым электродвигателям (рис. 276).

Техническая характеристика тележки

Конструкционная скорость . . . . .	100 км/ч
Нагрузка от оси на рельс . . . . .	21±3% т
Число осей и электродвигателей . . . .	3
Зубчатая передача односторонняя с прямым зубом:	
модуль . . . . .	10 мм
передаточное отношение . . . . .	75 : 17=4,12
Вес в сборе . . . . .	24 730 кг

Рама тележки (см. рис. 275) состоит из двух боковин, соединенных между собой четырьмя поперечными балками. К двум средним балкам приваривается продольная шкворневая балка, отлитая из стали марки 25ЛПІІ или 25ЛКІІ.

Эта балка не воспринимает вертикальные нагрузки, так как шкворень рамы не опирается на дно гнезда шкворневой балки и передает только горизонтальные усилия.

Вес верхнего строения тепловоза передается на раму через опоры, расположенные на окружности диаметром 2730 мм, центр которой совпадает с центром шкворня. Такая передача нагрузки в плоскости боковин дает возможность разгрузить элементы рамы от больших изгибающих усилий и обеспечить необходимую прочность при относительно небольшом расходе металла.

Кроме того, опоры, отнесенные на значительное расстояние от шкворня, являющегося центром поворота тележки, позволяют при незначительных возвращающих усилиях или даже за счет одних сил трения обеспечить устойчивое положение тележек под тепловозом.

Рама тележки сварена из листовой стали марки Ст. 3. Боковины рамы, средние поперечные и литая шкворневая балки имеют коробчатое сечение. Так как отливка шкворневой балки такого сечения оказалась технологически сложной, в 1960 г. горизонтальным полкам ее было придано сечение двутавра. Концевые балки выполнены из швеллера № 22. К торцам этих балок приварены планки.

В этих планках и буксовых челюстях крайних колесных пар с каждой стороны имеется по два отверстия диаметром 25 мм, через которые балка призонными болтами скрепляется с боковинами и представляет вместе с ними одну жесткую конструкцию.

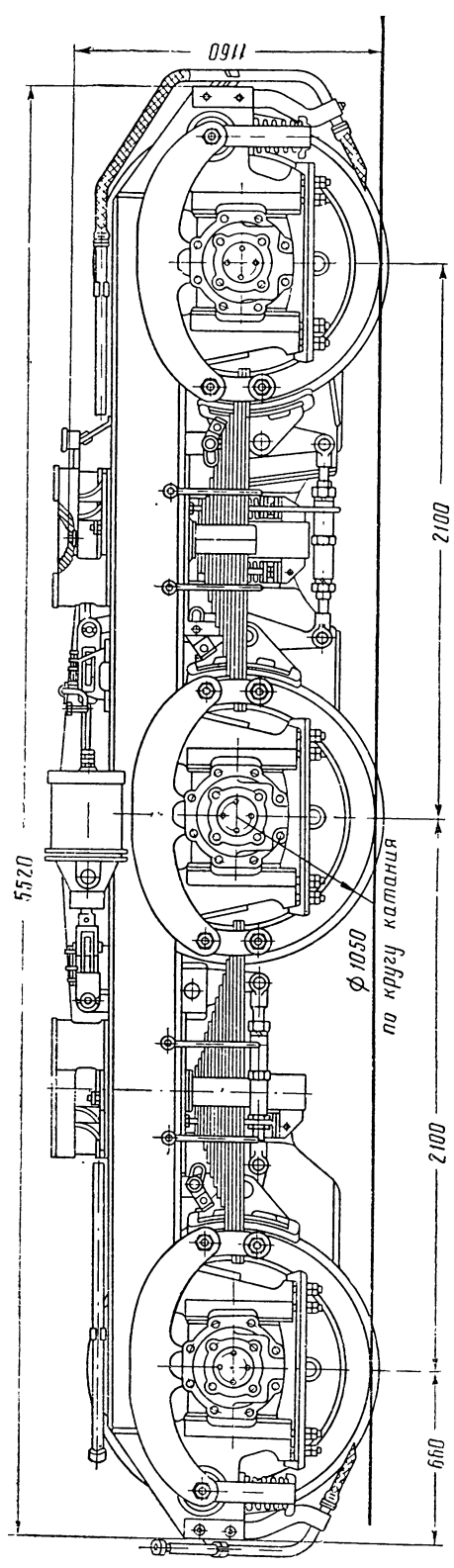
Так как концевые балки мало нагружены, с 1960 г. заводы стали изготавливать их из более легкого профиля. Челюсти отлиты из стали марки 25ЛПІІ или 25ЛКІІ.

В 1957 г. в рамах тележек стали обнаруживаться трещины по сварке в месте загиба нижних листов боковин на концевые челюсти с выходом трещин на вертикальные листы боковин, а также поперечные трещины в нижних листах боковин у мест приварки к ним нижних листов средних поперечных балок. Прочностными же испытаниями, проведенными Всесоюзным научно-исследовательским тепловозным институтом, не устанавливались опасные напряжения в этих элементах тележки. В процессе исследования было доказано, что причиной повреждения явилось нарушение технологии сварки рам в месте загиба нижних листов боковин на концевые челюсти и концентрация напряжений у места выхода нижнего листа поперечной балки на боковину, создаваемая приваркой к нижнему листу угольника для крепления кронштейна, удерживающего тормозные колодки от смещения. Для устранения этих недостатков конфигурация нижнего листа поперечной балки в месте приварки его к боковине была изменена: листу придана скругленная форма, чтобы исключить пересечение его поперечным швом; кронштейн же был перенесен на вертикальный лист боковины.

В связи с тем, что загиб нижнего листа боковины на концевую челюсть затруднял осуществление качественной сварки, было решено сделать на самой челюсти прилив с косым срезом и приваривать нижний лист боковины к челюсти встык (без отгиба). Внесенные изменения полностью оправдали себя в эксплуатации.

К поперечным средним балкам тележки снизу приварены стальные литые кронштейны 2 и 7 (см. рис. 275) для подвески тяговых электродвигателей. Помимо сварки, кронштейны крепят к поперечным балкам двумя контрольными болтами диаметром 24 мм.

Правильное положение колесных пар в раме тележки зависит от расположения внутренних поверхностей челюстей боковин, поэтому перед приваркой наличников челюсти проверяют и «подгоняют» к одной плоскости при помощи подкладок.



А-А  
виз б

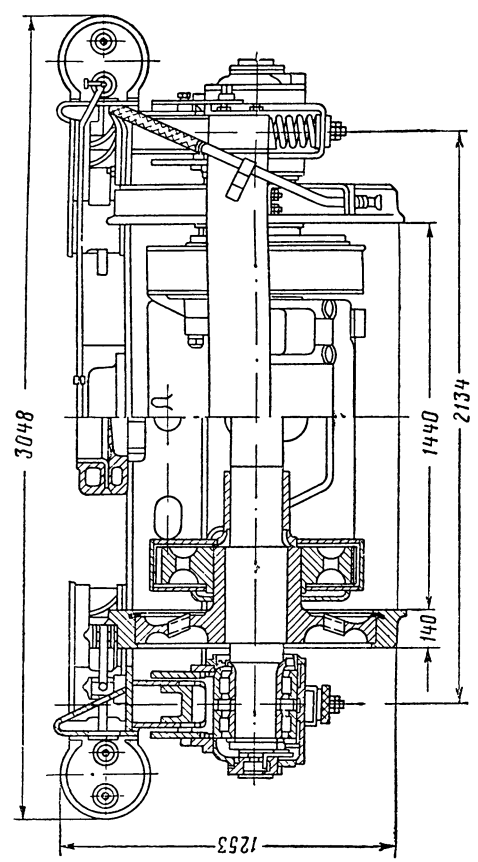
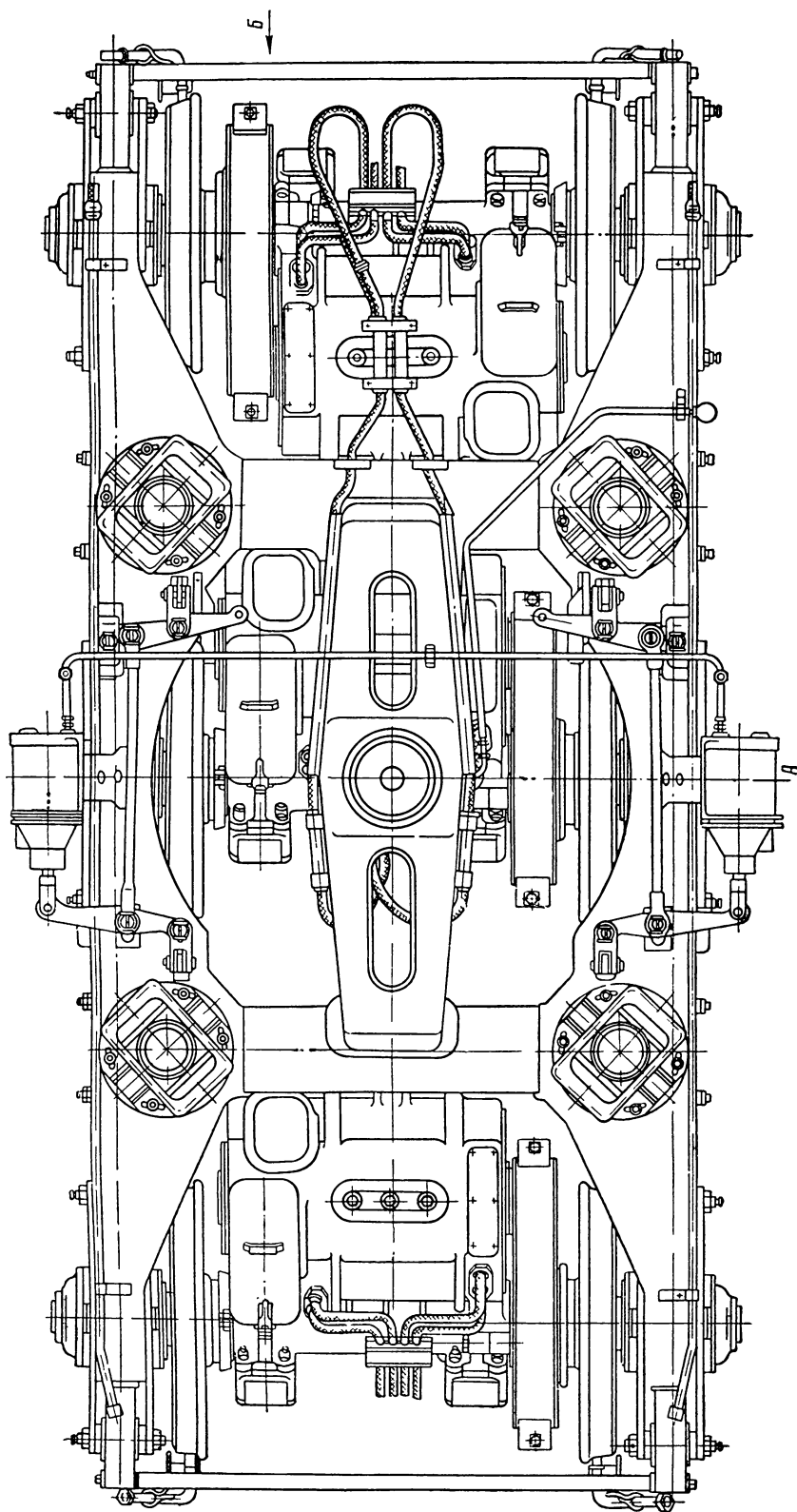
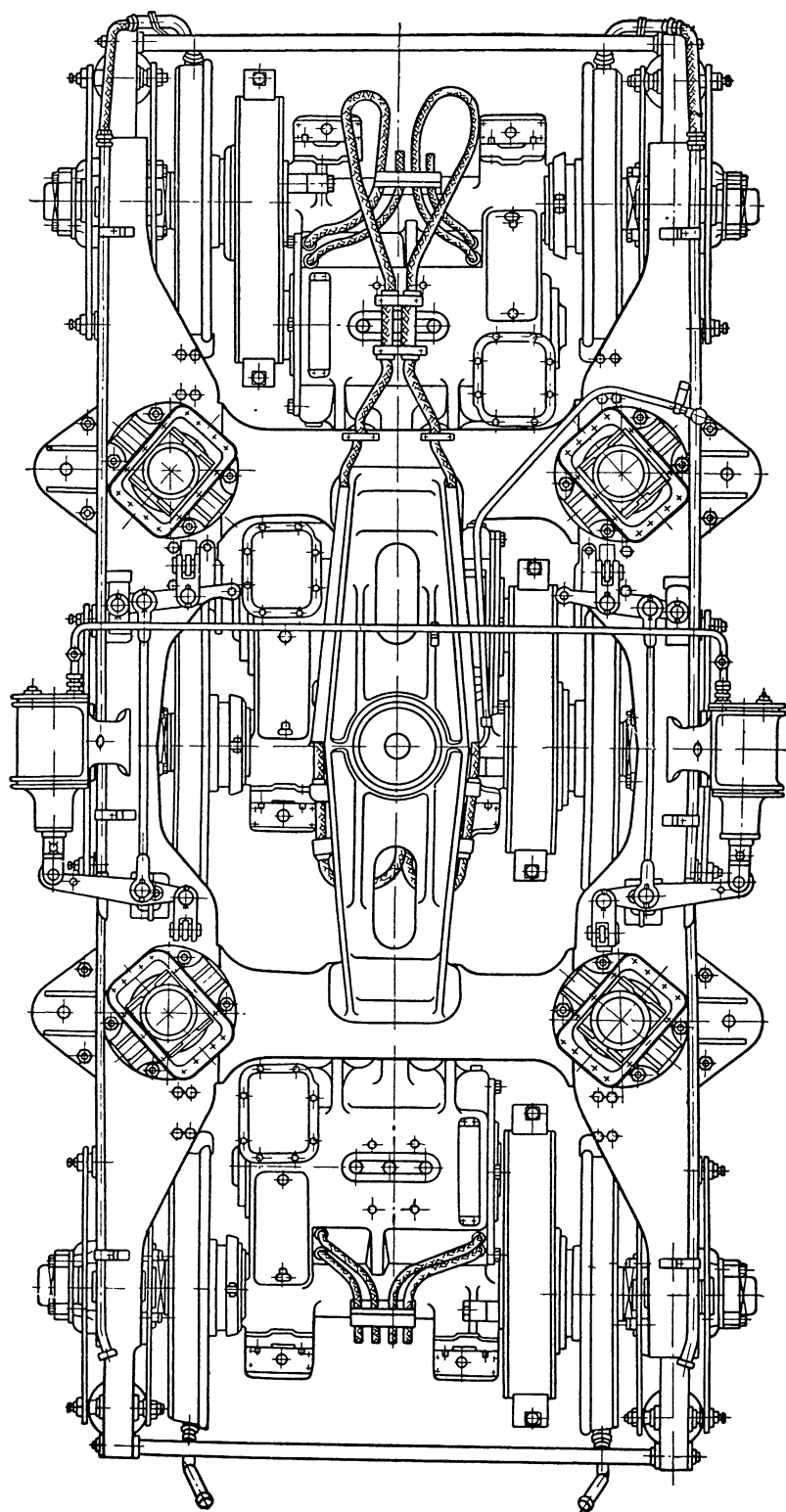


Рис. 272. Тележка тепловоза (первых выпусков)







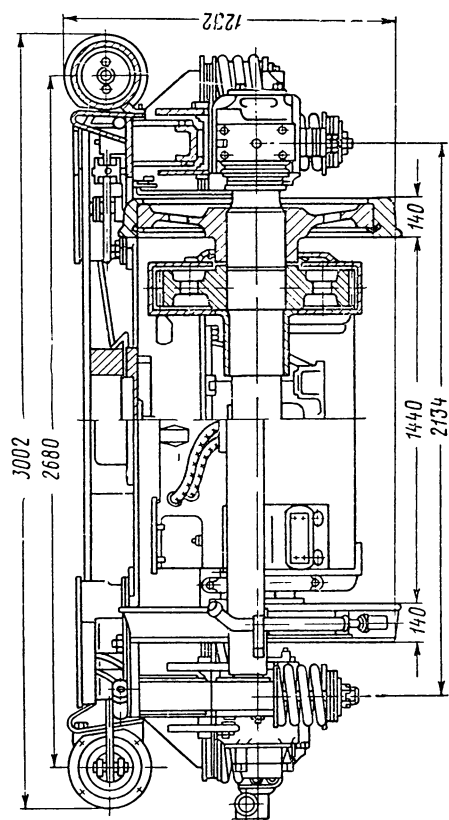


Рис. 273. Тележка тепловоза

Схема проверки рамы перед приваркой наличников, а также после приварки и обработки их показана на рис. 277. Проверка выполняется на середине высоты буксовых направляющих. Разрешается производить проверку по одной стороне рамы. При разности в размерах  $a$  и  $b$  в месте большего расстояния между линейкой и подкладкой (или наличником) должна быть установлена подкладка, равная полуразности этих расстояний, т. е.  $\frac{a-b}{2}$ . Отклонение от крестового угольника всех трех групп буксовых проемов должно иметь одно направление для данной рамы. В ЦНИИ МПС разработан также оптический метод проверки. На локомотивостроительных заводах правильное положение наличников обеспечивается обработкой на агрегатных станках.

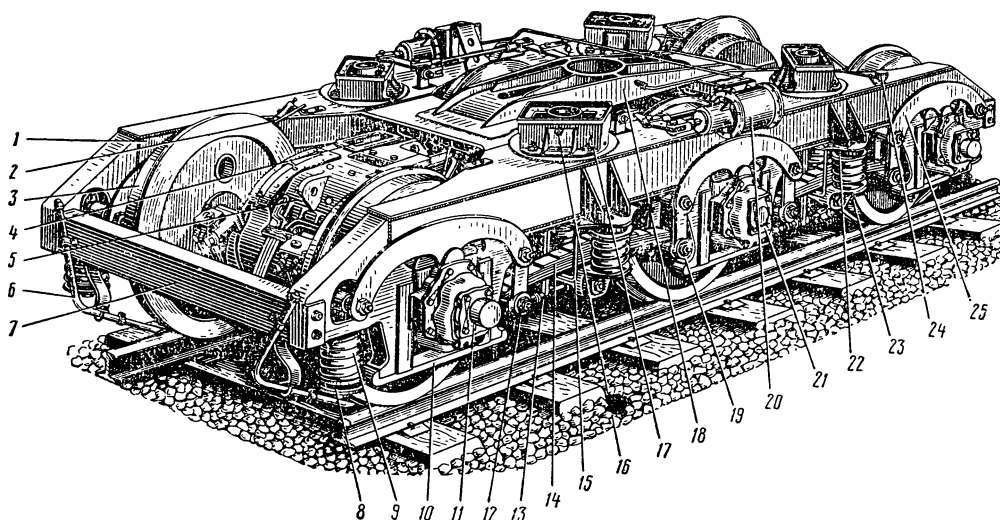


Рис. 274. Тележка тепловоза:

1—рама; 2—гребнесмазыватель; 3—колесная пара; 4—канал для подвода охлаждающего воздуха; 5—тяговый электродвигатель; 6—песочная труба; 7—балка концевая; 8—резиновый амортизатор; 9—пружина; 10—струнка; 11—букса с пружинным упором; 12—подвеска рессоры; 13—винтовая стяжка тормозной тяги; 14—листовая рессора; 15—предохранительная скоба; 16—маслоуказатель; 17—опора рамы; 18—шкворневая балка; 19—подвеска рессоры; 20—тормозной цилиндр; 21—букса; 22—резиновый амортизатор; 23—тормозная колодка; 24—масленка; 25—балансир

Подкладки прикрепляют к челюстям и наличники к подкладкам при помощи электрозаклепок. Лобовые наличники приваривают непосредственно к челюстям электрозаклепками и прерывистым швом по контуру. Подкладки изготавливают из листовой стали марки Ст. 3, а наличники — из стали марки 60Г (ГОСТ 1050—52) и термически обрабатывают до твердости  $HV$  285—363.

Снизу к челюсти четырьмя болтами диаметром 28 мм прикрепляют буксовую струнку (рис. 278). Струнка имеет по концам охватывающие выступы, которые выполнены с уклоном 1:12 и пригнаны к челюсти по краске, причем пятна краски должны равномерно распределяться на 70% рабочей поверхности. Чтобы избежать деформации струнок, рекомендуется подгонку их производить с установленными прокладками 4, которые при окончательной укреплённой струнке должны быть зажаты между ней и челюстью. Головки болтов прихватываются к челюсти электросваркой для предотвращения проворачивания их при завертывании гаек. Струнки отковывают из стали марки Ст. 3.

С 1960 г. Луганский тепловозостроительный завод ввел крепление струнок двумя болтами вместо четырех и приступил к изготовлению также литых струнок из стали марки 25ЛП.

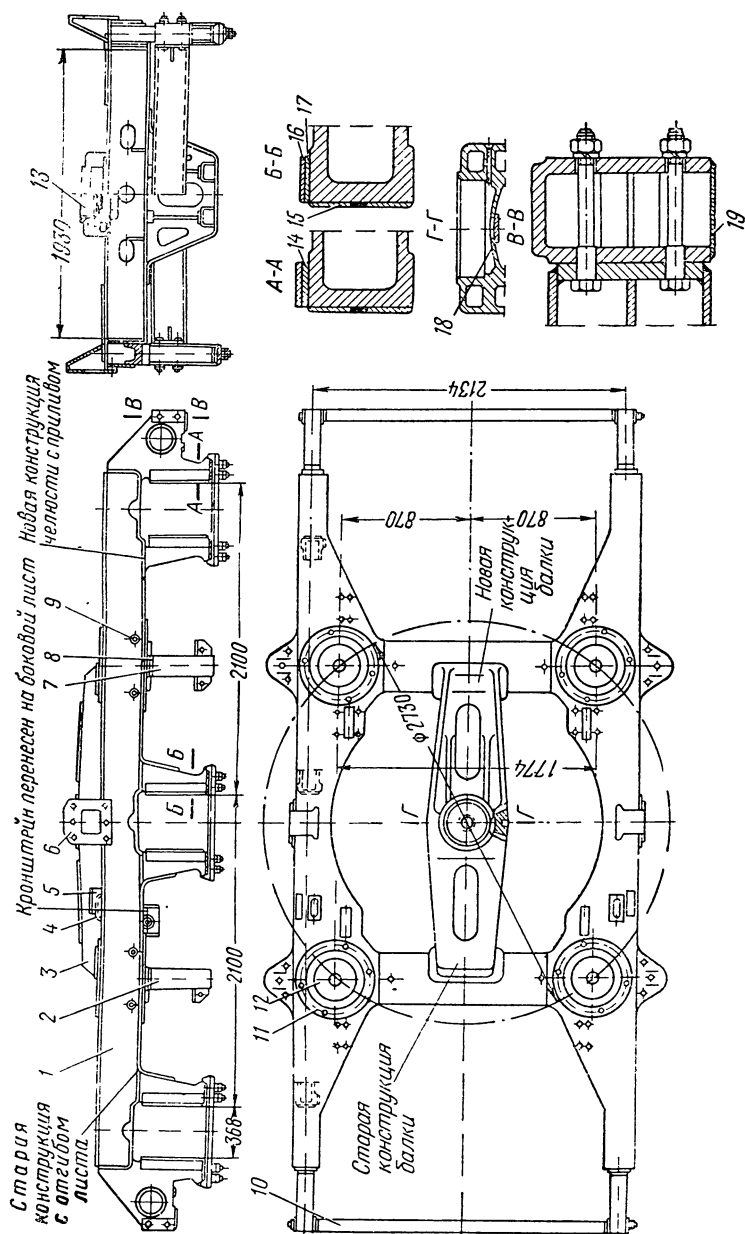


Рис. 275. Рама тележки:  
1 — боковина рамы; 2, 7 — кронштейны поперечных балок; 3 — шкворневая балка; 4 — скоба направляющая; 5 — угольник; 6 — кронштейн для крепления тормового цилиндра; 8 — опоры рессоры; 9 — болка; 10 — балка концевая; 11 — кольцо; 12 — диск; 13 — втулка; 14, 17 — подкладки; 15 — паличник втулочки; 16 — паличник боковой; 18, 19 — заделки

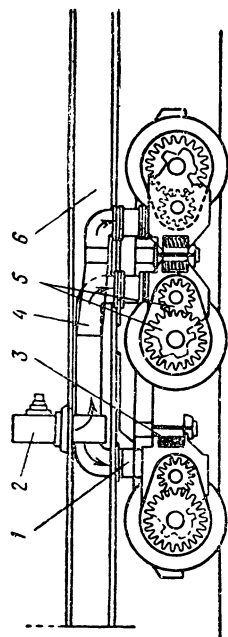


Рис. 276. Система подвода охлаждающего воздуха к тяговым электродвигателям:  
1 — брезентовый рукав; 2 — вентилятор; 3 — подвеска тягового электродвигателя; 4 — воздушный канал в раме; 5 — зубчатая передача между валом электродвигателя и колесной парой; 6 — рама тепловоза

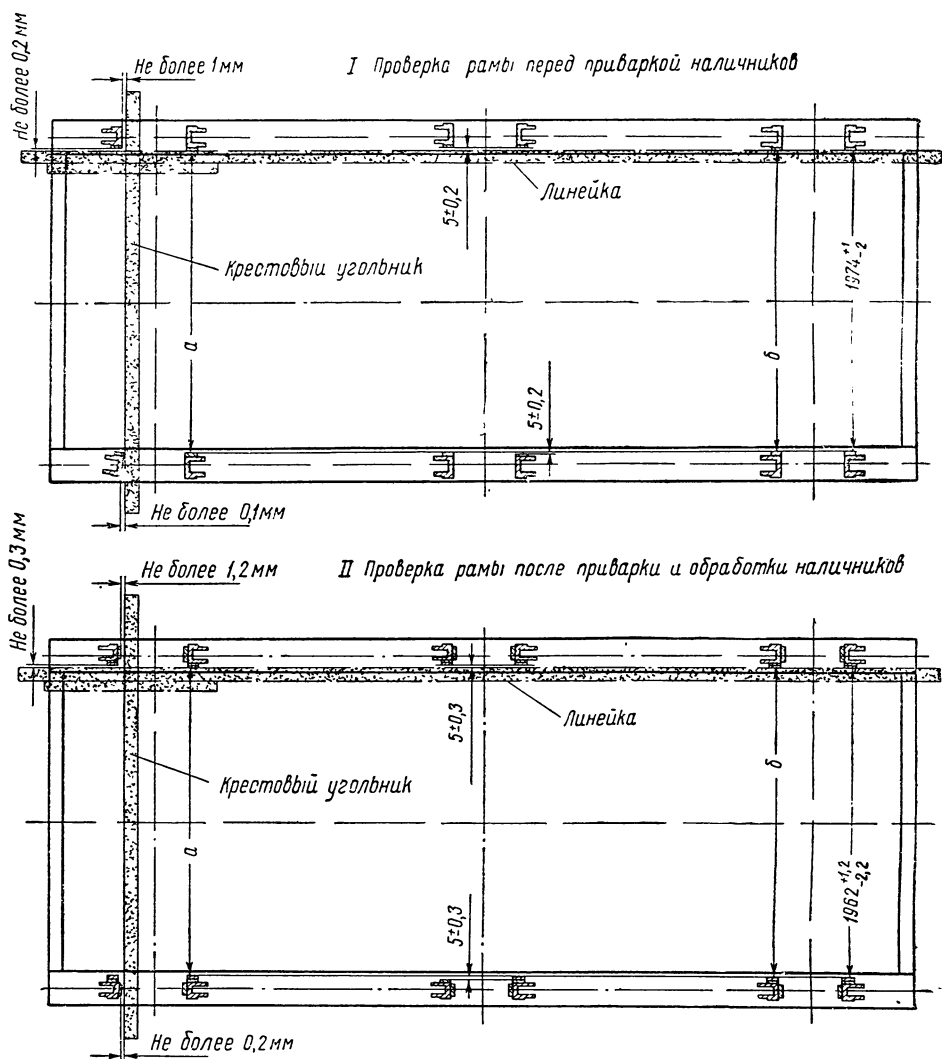


Рис. 277. Схема проверки рамы тележки

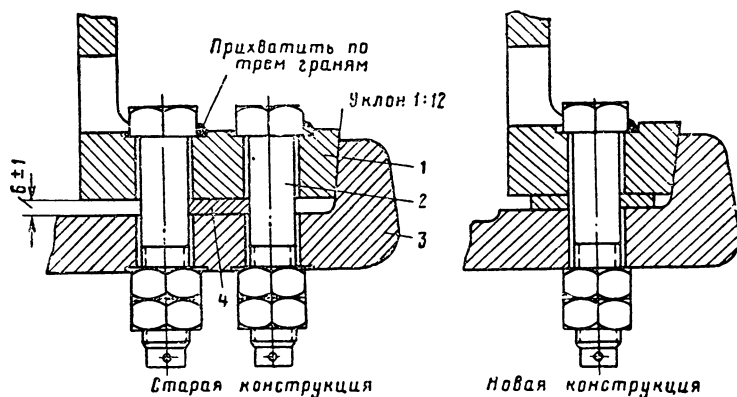


Рис. 278. Крепление буксовой струнки:

1 — челюсть рамы тележки; 2 — болт; 3 — буксовая струнка; 4 — прокладка

## ОПОРЫ РАМЫ И ВОЗВРАЩАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ

На каждую тележку тепловоза через четыре шаровые опоры рамы передается нагрузка  $37,9\text{ т}$ . Таким образом, каждая опора воспринимает около  $9,5\text{ т}$  нагрузки.

Подвижная роликовая опора, установленная на раме тележки, изображена на рис. 279. Опору укрепляют четырьмя болтами над боковинами тележки строго на окружности, центр которой находится в центре поворота тележки. Внутри корпуса 7, отлитого из стали марки 35Л1 или 35ЛК1, помещен подвижной механизм опоры, состоящий из сферического гнезда 1, верхней опорной

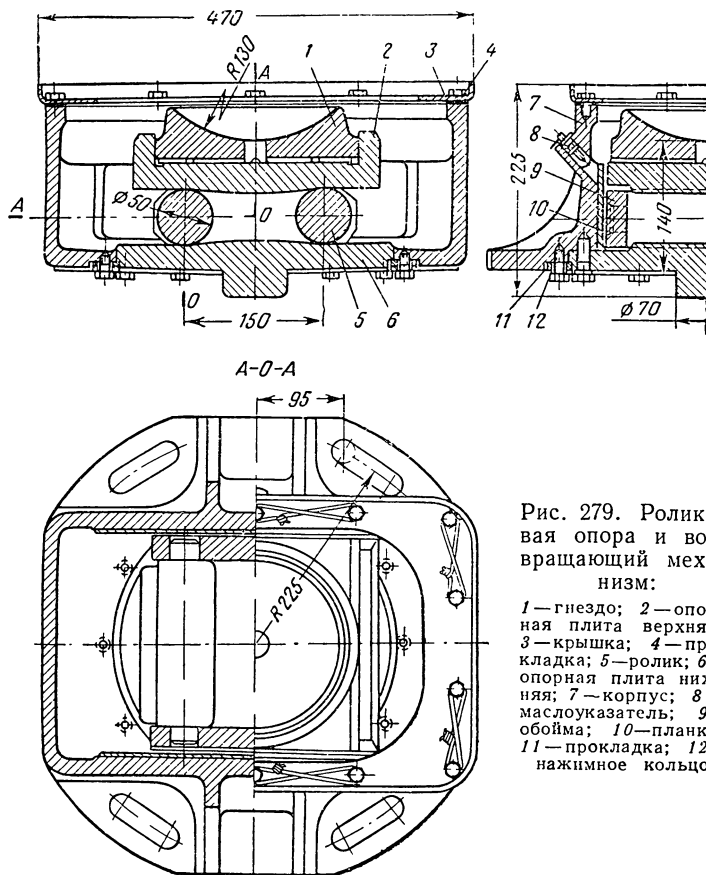


Рис. 279. Роликовая опора и возвращающий механизм:

1 — гнездо; 2 — опорная плита верхняя; 3 — крышка; 4 — прокладка; 5 — ролик; 6 — опорная плита нижняя; 7 — корпус; 8 — маслоуказатель; 9 — обойма; 10 — планка; 11 — прокладка; 12 — нажимное кольцо

Номер детали	Материал	Твердость
7	Сталь 35Л1	—
2, 6	Сталь 12Х2Н4А (20Х2Н4А)	HRC56
1	Сталь 45	HB255—302
9	Сталь 45	HB255—302
5	Сталь 45Х	HB269—321

плиты 2 и цилиндрических роликов 5. Нижняя опора 6 прикреплена к корпусу при помощи болтов и нажимного кольца, и положение ее фиксировано двумя цилиндрическими штифтами.

Внутри к корпусу опоры приваривают ограничительные планки 10. Хвостовики роликов с обеих сторон входят в отверстия обойм 9, что гарантирует параллельное их перемещение при перекачивании.

Рабочие поверхности верхней и нижней опорных плит негоризонтальны, они представляют собой наклонные плоскости.

Внутренняя полость корпуса заполняется осевым маслом в летний период марки Л, а в зимний — марки З по ГОСТ 610—48. Уровень масла должен находиться между верхней и нижней отметками маслоуказателя.

Чтобы внутрь опоры не могли проникнуть пыль и влага, корпус сверху закрывают крышкой, а всю опору закрывают брезентовым чехлом, который хомутами по периметру крепят с одной стороны к корпусу опоры, а с другой — к обечайке, приваренной к раме тепловоза.

При входе тепловоза в кривую тележка поворачивается, опора тележки перемещается по окружности, а подвижная часть опоры тележки удерживается шаровой опорой рамы. Таким образом, верхняя и нижняя опорные плиты смещаются друг относительно друга и ролики накатываются на наклонные поверхности плит. Так как наклонные поверхности прямолинейны, то возникает постоянное горизонтальное усилие, стремящееся вернуть тележку в первоначальное положение. Тележка вращается по окружности, описанной вокруг центра шкворня, а ролики катятся по наклонным плоскостям, перемещаясь по прямой, поэтому гнездо скользит по верхней опорной плите. Если оси опор

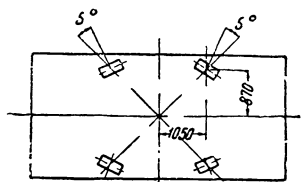


Рис. 280. Расположение опор на тележке

повернуть относительно радиуса окружности, на которой они расположены, как показано на рис. 280, то, очевидно, перемещение гнезда по опорной плите увеличится и работа трения возрастет. Для получения необходимых возвращающих сил и моментов трения, обеспечивающих устойчивое положение тележки под тепловозом и плавное вписывание экипажа в кривую, первоначально были применены опорные плиты с углами наклона рабочих поверхностей к горизонтالي, равными  $3^{\circ}30'$ , а угол поворота опор в плане был выбран равным  $8^{\circ}$ .

Проведенные испытания показали, что принятые вначале величины углов наклона рабочих поверхностей опорных плит создают большие возвращающие усилия, которые в кривых малого радиуса вызывают повышенные напряжения в рельсах. Поэтому, начиная с тепловоза № 115, угол наклона поверхностей был уменьшен до  $2^{\circ}$ , а угол поворота опор — до  $5^{\circ}$ . После того как угол поворота роликовых опор в плане окончательно определился, с 1963 г. продолговатые отверстия в корпусе для крепежных болтов заменены круглыми.

#### ПОДВЕШИВАНИЕ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

На тепловозах ТЭЗ применено опорно-осевое подвешивание тяговых электродвигателей с односторонней передачей крутящего момента с вала якоря на ось (рис. 281). При такой системе подвешивания тяговый электродвигатель с одной стороны при помощи двух приливов на остова, имеющих отъемные крышки, опирается на ось, а с другой — через пружинный комплект на кронштейн, приваренный к средней поперечной балке тележки (см. рис. 275). В приливах остова в месте соединения двигателя с осью устанавливают бронзовые разъемные подшипники, смазка которых осуществляется из масляных ванн, расположенных в крышках (шапках) моторно-осевых подшипников.

Внутри этих крышек размещается также набивка из шерстяной пряжи (1,2 кг), прижимаемая через окно в наружном вкладыше к шейке оси специальным пружинным устройством.

Предварительно шерстяную пряжу пропитывают в осевом масле марки Л или З (ГОСТ 610—48) соответственно времени года при температуре  $30-40^{\circ}$  в течение 24 ч, после чего излишку масла дают стечь. Укладку набивки в шапку подшипника производят перед заливкой в нее смазки. В полость каждой крышки укладывают шесть мотков шерстяной пряжи; три из них должны быть обращены непосредственно к шейке оси, а остальные размещают между первыми тремя мотками и нажимным пружинным устройством. Каждый из первых трех мотков пряжи, имеющих длину 785 мм, перед укладкой скручи-

вают на один оборот. Затем мотки закладывают в полость крышки подшипников, начиная от внутреннего ее торца, последовательно друг за другом вдоль шейки так, чтобы нижние концы их лежали на дне, а верхние выступали за

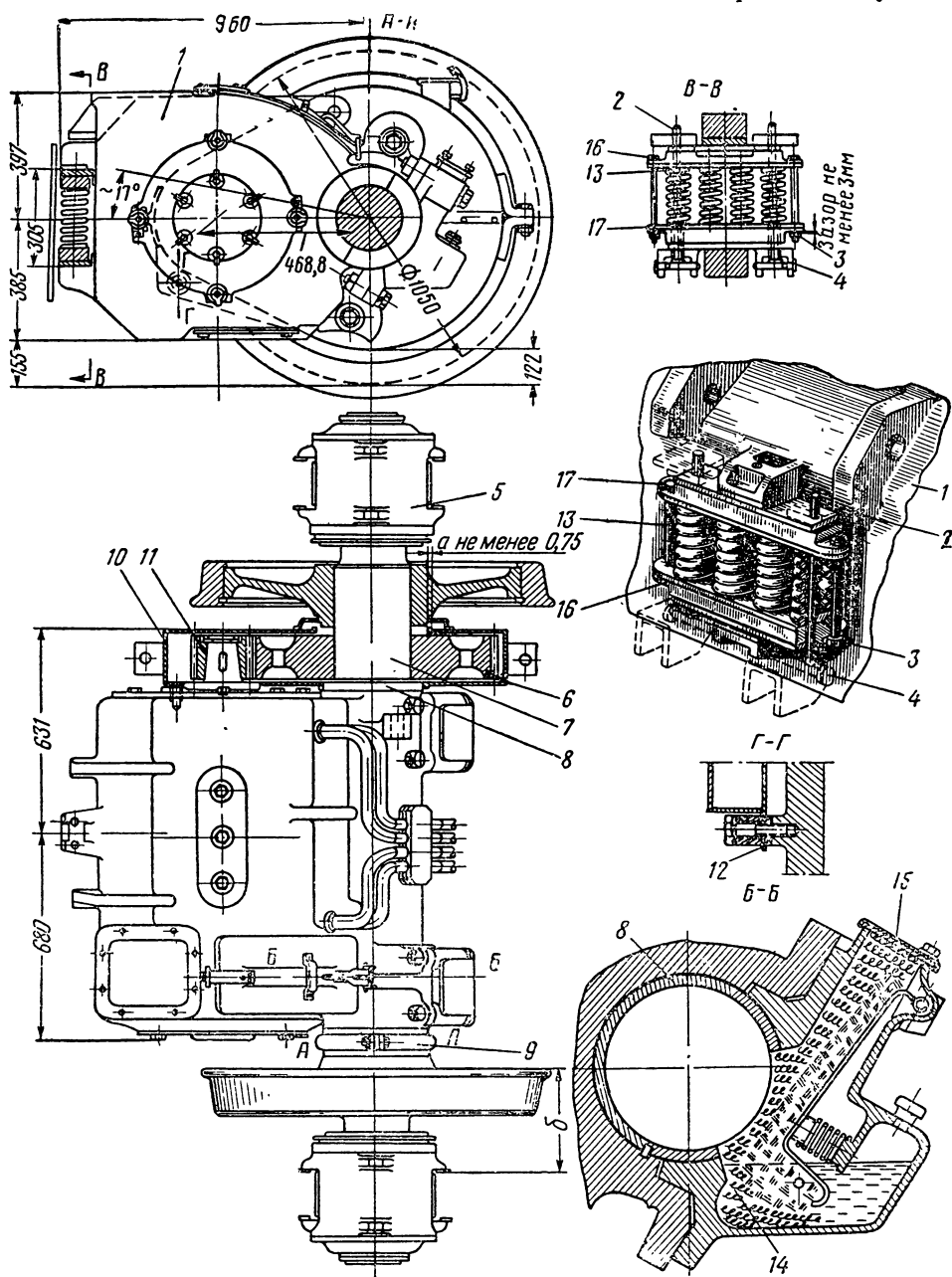


Рис. 281. Расположение тягового электродвигателя на оси колесной пары:

1 — электродвигатель; 2 — направляющий стержень; 3 — стяжной болт с гайкой; 4 — валик; 5 — буksa; 6 — зубчатое колесо; 7 — колесная пара; 8 — вкладыш моторно-осевого подшипника; 9 — уплотнительное кольцо; 10 — кожух зубчатой передачи; 11 — ведущая шестерня; 12 — регулировочные прокладки; 13 — пружина; 14 — набивка (шерстяная пряжа); 15 — предохранительная набивка (хлопчатобумажные концы); 16, 17 — рессорные обоймы

край заправочного окна примерно на 150 мм. После этого, придерживая пряжу от сползания, поджимают ее в сторону шейки и закрепляют в этом положении, прокладывая оставшуюся пряжу между уже уложенной набивкой и пружинным устройством. Свободные верхние концы набивки кладут на добавленную



пряжу, а сверху на шерстяную набивку укладывают подушку из пропитанных в масле хлопчатобумажных концов так, чтобы они плотно закрывали все сечение окна. В настоящее время шерстяная пряжа заменяется синтетическим волокном.

С другой стороны остова между его выступами размещается пружинный комплект, состоящий из четырех пружин, стянутых при помощи верхней и нижней обойм двумя болтами. К обоймам сверху и снизу приваривают сменные накладки.

При установке колесной пары вместе с электродвигателем на место этот комплект располагается между полками кронштейна тележки, охватывающими выступы остова двигателя, и скрепляется с ними двумя направляющими стержнями, удерживаемыми от выпадения из гнезд зашплинтованными валиками.

Для «заводки» выступов остова на пружинный комплект электродвигатель при установке его в тележку должен быть приподнят вверх (повернут относительно колесной пары), чтобы ось его составила с горизонталью угол, равный примерно  $17^\circ$  (как показано на рис. 275).

После постановки электродвигателя с колесной парой на место между гайками стяжных болтов и обоймами должен быть зазор не менее 3 мм, исключающий возможность нагружения этих болтов, гайка при этом должна быть отвернута до упора в шплинт.

Такая система подвешивания позволяет воспринимать пружинным комплектом некоторую часть вертикальных динамических усилий, возникающих в этом узле при движении тепловоза, а также реактивные силы, создающиеся при передаче крутящего момента от тягового двигателя колесной паре.

Ведущая шестерня тягового электродвигателя и ведомое зубчатое колесо оси колесной пары закрываются стальным разъемным кожухом, который крепится болтами к остову двигателя; зазор между стенками кожуха и торцами шестерен должен составлять не менее 8 мм, что достигается регулировкой положения кожуха прокладками в месте крепления. Кожух служит резервуаром для смазки, которая заливается через горловину, расположенную на верхней части кожуха.

Смазка составляется летом из 67% трансформаторного летнего масла, 30% универсальной тугоплавкой синтетической смазки УТС-1 и 3% порошкообразной серы I или II сорта, а зимой из 87% автотракторного трансмиссионного летнего масла, 10% смазки марки УТС-1 и 3% порошкообразной серы.

Положение электродвигателя на оси фиксируется ступицами колесных центров. Осевое перемещение двигателя, установленного на колесную пару, должно составлять 1—1,26 мм, а несовпадение торцов зубьев ведущей шестерни и зубчатого колеса не должно превышать 3 мм. В правильно собранном узле односторонний зазор  $a$  между кромкой отверстия в кожухе и ступицей колесного центра должен быть не менее 0,75 мм. Разность размеров  $b$  при прижатых осевыми упорами буксах к торцам оси должна быть не более 2 мм; при этом разница в толщинах пакетов прокладок под фланцами обоих осевых упоров не должна превышать 0,5 мм. Избыток смазки из моторно-осевых подшипников с одной стороны попадает в кожух редуктора, а с другой — улавливается разъемным уплотнительным кольцом и по внутреннему каналу в нем отводится к специальному отверстию и далее наружу. Это является недостатком конструкции, так как вызывает необходимость частого добавления масла в подшипники.

Обоймы и сменные накладки пружинного комплекта изготавливают из стали марки Ст. 3 или марки 20. Поверхности накладок цементируют на глубину 1,5—2,5 мм и калят до твердости HRC35.

Уплотнительные кольца отливают из стали марок 25Л1, 25ЛК1 или 30Л1. Стяжные болты и направляющие стержни выполняют из стали 40.

Для охлаждения тяговых электродвигателей тележек на раме тепловоза спереди и сзади устанавливаются два вентилятора с механическим приводом от дизеля (см. рис. 258 и 276). От вентиляторов воздух по сварным каналам, проложенным в раме тепловоза, направляется к двигателям. Выходное отверстие каналов и входные двигателей соединяются брезентовыми рукавами.

## КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ

Конструкция колесной пары показана на рис. 282. До 1962 г. левое колесо отличалось от правого удлиненной ступицей центра, на которую напрессовывалось зубчатое колесо.

На центрах колес обычным способом при помощи заводных колец укреплены бандажи, диаметр которых по кругу катания равен 1 050 мм.

Ось колесной пары изготавливается из стали Ос. Л и должна удовлетворять техническим условиям, установленным ГОСТ 3281—53. Поверхности шеек (за исключением поверхности на длине 50 мм от наружной посадочной кромки, рис. 282) подступичную и предступичную части, места под моторно-осевые

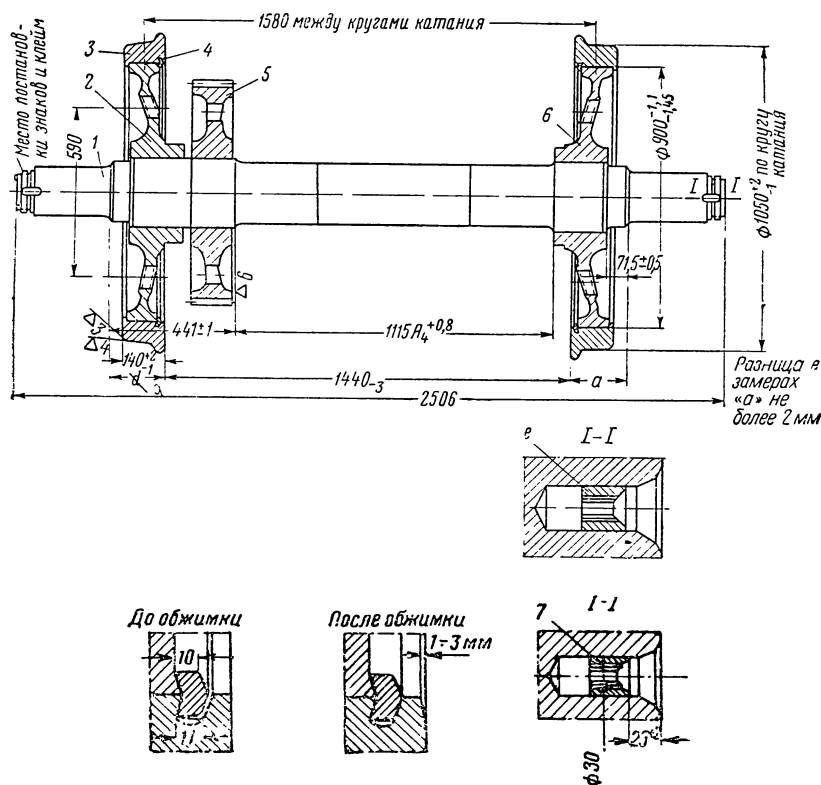


Рис. 282. Колесная пара (постройки до 1962 г.) в сборе и ее ось:  
1 — ось; 2 — колесный центр (левый); 3 — бандаж; 4 — кольцо; 5 — зубчатое колесо (ведомое); 6 — колесный центр (правый); 7 — втулка

подшипники и галтели накатывают роликами за один проход с нагрузкой 4 000 кг на ролик. Затем поверхность шеек шлифуют до диаметра  $160^{+0,052}_{-0,025}$  мм под посадку цилиндрических роликовых подшипников.

Накатка в несколько раз увеличивает усталостную прочность шеек и уменьшает их износ при перепрессовках подшипников. На осях тепловозов, строившихся до 1962 г., между центрами ось имела диаметр, равный 210 мм, одинаковый в местах шеек моторно-осевых подшипников и в средней части. По мере износа шеек моторно-осевых подшипников диаметр их будет несколько уменьшаться, поэтому в эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы у внутренних краев шеек на оси не возникали резкие переходы, так как это может вызвать опасную концентрацию напряжений. Для исключения этого нежелательного изменения геометрии оси в 1962 г. диаметр оси между моторно-осевыми подшипниками был уменьшен до 205 мм.

С правой стороны в углубление оси запрессовывают втулку с квадратным отверстием под хвостовик привода скоростемера; она изготовлена из стали

марки 38ХС и термически обработана до твердости *HRC37—44*, чтобы избежать быстрой разработки квадратного отверстия. При изготовлении оси овальность и конусность буксовых шеек должны быть не более 0,02 мм, а шеек моторно-осевых подшипников — не более 0,03 мм.

Овальность подступичных частей оси не должна превышать 0,05 мм, а конусность их может быть направлена только к середине оси и не должна быть более 0,05 мм.

При проверке оси в центрах радиальное биение поверхностей шеек не должно превышать 0,03 мм, предподступичной части 0,1 мм, подступичной части центра 0,1 мм и подступичной части шестерни — 0,05 мм. Торцовое биение оси и предподступичных частей ее должно быть не более 0,03 мм. Отклонение оси центрального отверстия от оси шейки не должно превышать 0,2 мм.

Колесные центры отливаются из стали марки 25ЛIII, относительное удлинение которой должно быть не ниже 22%.

На колесных центрах имеются конические расточки, которые предупреждают задиры, оси при напрессовке их и устраняют, особенно на левом центре,

возможность образования концентратора напряжений по внутреннему торцу ступиц.

В каждом центре имеются два диаметрально расположенных отверстия технологического назначения. Колесный центр не должен иметь биения отверстия ступицы относительно наружного диаметра более 0,3 мм. Овальность цилиндрической поверхности ступиц не должна превышать 0,05 мм, а конусность—0,1 мм.

У колесных пар, строившихся до 1962 г., овальность, конусность или волнистость цилиндрической

Т а б л и ц а 15		
Наименование параметра	Ведущая шестерня	Ведомое зубчатое колесо
Число зубьев в шт. . . . .	17	75
Модуль в мм . . . . .	10	10
Шаг в мм . . . . .	31,42	31,42
Диаметр делительной окружности в мм . . . . .	170	750
Высота:		
головки зуба . . . . .	14,44	13,76
ножки зуба . . . . .	7,45	8,13
зуба (полная) . . . . .	21,89	21,89
Ширина зуба в мм . . . . .	140	140
Контакт по краске в %:		
по высоте . . . . .	>50	≤50
» длине . . . . .	>70	≤70

ческой поверхности на левом центре под напрессовку зубчатого колеса должна быть не более 0,05 мм, а конусность в пределах 0,1 мм при этом может быть направлена большим диаметром только к центру ступицы. Торцовое биение внутренней поверхности ступицы нового колесного центра не должно превышать 0,05 мм. Конусность цилиндрической наружной поверхности центра должна совпадать по направлению с конусностью бандажа, причем разность в конусности центра и бандажа не должна превышать 0,1 мм.

Бандажи изготавливают из бандажной стали марки 60-III по ГОСТ 398—57. Они должны удовлетворять условиям, предусмотренным ГОСТ 398—57. Профиль бандажа должен соответствовать установленному Инструкцией по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и электросекций (ЦТ/2306).

Ведущая шестерня вала электродвигателя выполняется из стали 12Х2Н4А или 20Х2Н4А, а ведомое зубчатое колесо, насаженное на ступицу оси колесной пары,— из стали 45ХН. Ведется проверка возможности применения для изготовления шестерни и зубчатого колеса из стали других марок. Характеристика зубчатой передачи приведена в табл. 15.

Прилегание отверстия ведущей шестерни к конусному концу вала электродвигателя проверяют по краске, причем пятна краски должны равномерно распределяться на площади, составляющей не менее 80% сопрягаемых поверхностей. Шестерни цементируют и закаливают (за исключением конусного отверстия). Глубина цементированного слоя после шлифовки должна быть в пределах 1,3—1,6 мм, твердость поверхности зуба должна быть не менее *HRC59*, твердость ядра зуба и обода — не менее *HRC35—47*. Шестерню подвергают магнитному контролю на отсутствие трещин после закалки и шлифовки.

В процессе работы тепловоза происходят изгиб оси колесной пары, износ подшипников и перекося вала якоря электродвигателя. Это ухудшает условия работы зубчатой передачи, так как зубья начинают работать одной стороной.

Для лучшего зацепления шестерен рабочие поверхности зубьев малой шестерни выполняются с односторонним скосом, при этом отклонения от параллельности профиля зуба относительно оси шестерни должны быть для правой скошенной стороны зуба (если смотреть на торец шестерни со стороны большего диаметра конусного отверстия)  $0,16—0,20$  мм (угол скоса  $3'56''—4'56''$ ), для левой нескошенной стороны  $0,04$  мм (рис. 283).

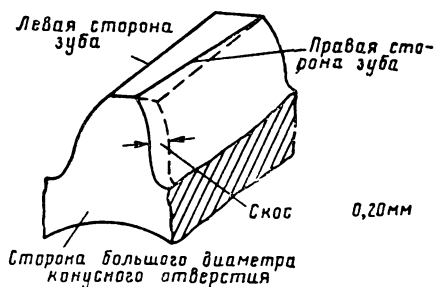


Рис. 283. Скос на зубе ведущей шестерни

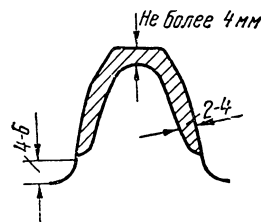


Рис. 284. Расположение закаленной зоны на зубе ведомого зубчатого колеса (при накатке впадины зуба роликом)

Ведомое зубчатое колесо также подвергается термообработке. Зубья его закаливают токами высокой частоты по всему профилю на глубину  $2—5$  мм или же только до впадин, поверхность которых упрочняется затем накаткой роликом (рис. 284). Твердость закаленного слоя должна быть в пределах  $HRC50—58$ , а твердость ядра зуба и обода колеса —  $HB255—311$ .

После закалки зубчатое колесо проходит магнитный контроль на отсутствие трещин. В собранной колесной паре разность диаметров бандажей по кругу катания и радиальное биение бандажа по кругу катания не должны превышать  $1$  мм. Исследованиями, проведенными Всесоюзным научно-исследовательским тепловозным институтом, установлена целесообразность применения на тепловозе цельнокатанных колес (рис. 285). При этом зубчатое колесо насаживают также непосредственно на ось. Это обеспечивает снижение веса колесной пары на  $500$  кг (до  $3$  т на секцию), упрощает конструкцию и улучшает динамику локомотива, так как вес неподрессоренных масс уменьшается. Особенностью таких колесных пар является горячая посадка шестерни и колесных дисков на ось.

Химический состав металла цельнокатанных колес марки II и применяемых в настоящее время бандажей марки III практически одинаков. Цельнокатанные колеса были установлены в 1959 г. на опытном тепловозе, а в 1960—1963 гг. проведена широкая проверка их на опытной партии тепловозов.

Однако в связи с тем, что при горячей посадке центра на ось необходимо иметь значительные площади для размещения остывающих колесных пар и увеличенный задел их, это изменение в серийное производство пока не внедрено. Вместе с тем, учитывая существенное упрощение конструкции при посадке шестерни непосредственно на ось, значительное снижение «мертвого веса» колесной пары, а также многолетний положительный опыт работы таких колес-

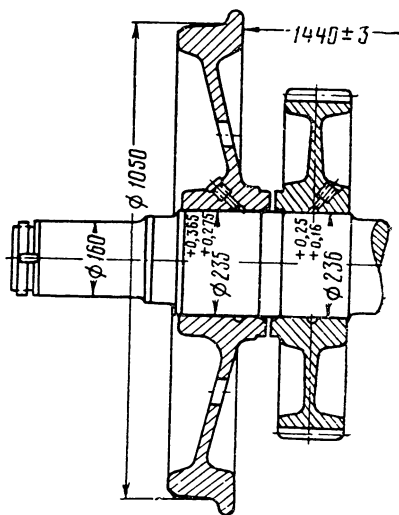


Рис. 285. Цельнокатанное колесо

ных пар под тепловозами ТЭ1, ТЭМ1 и ТЭ2, с 1962 г. Луганский завод приступил к горячей посадке шестерни на ось, но с сохранением литого центра и пресовой посадки его на подступичную часть. При этом для предупреждения коррозионного повреждения осей перед посадкой шестерни подступичная часть оси покрывается клеем ГЭН-150(В).

## БУКСЫ

Колесные пары тепловоза ТЭ3 оборудованы роликовыми буксами (рис. 286).

На каждую шейку оси устанавливается по два цилиндрических роликовых подшипника: внутренний типа ЦКБ 578 и наружный типа ЦКБ 579 размером  $160 \times 320 \times 110$  мм (серийные № 2Н32732Л и 2Н52732Л).

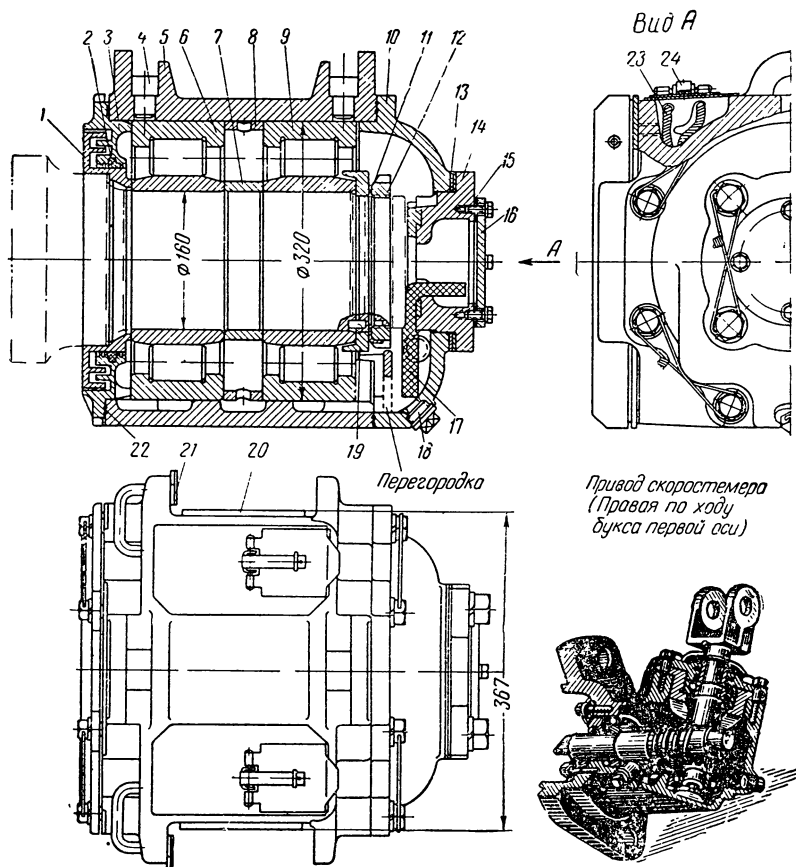


Рис. 286. Роликовая букса:

1—кольцо лабиринтное; 2—кольцо войлочное; 3—задняя крышка; 4—опора балансира; 5—корпус; 6, 9—роликовые подшипники; 7, 8—кольца дистанционные; 10—передняя крышка; 11—шайба стопорная; 12—гайка; 13, 15—прокладки; 14—упор осевой; 16—крышка; 17—фитиль войлочный; 18—пробка для спуска смазки; 19—шпонка; 20—лицевой налицник; 21—внутренний налицник; 22—нитка шелковая; 23—фитиль; 24—крышка масленки

Номер детали	Материал	Номер детали	Материал
5	Сталь 25ЛП, 25ЛКП, 30ЛП, 30ЛКП	4	Сталь 45
3	Сталь 25ЛП, 25ЛКП	7, 8	Сталь Ст. 3
1	Сталь Ст. 3, Ст. 5, 35ЛП	13, 15	Севанит 11, резина № 4326-1 (ТУ № 1166-55р)
10	Сталь 25ЛП, 25ЛКП, 30ЛП, 30ЛКП, 35ЛП, 35ЛКП	23	Войлок технический полу-грубошерстный
14	Сталь Ст. 3, 25ЛП, 25ЛКП	11 (см. рис. 288)	Резина № 4326-1, ТУ № 1166-51р
8 (см. рис. 288)	Сталь 25ЛП, 25ЛКП	3 (см. рис. 288)	Сталь 45
7 (см. рис. 288)	Сталь 60С <sub>2</sub>		
20, 21	Сталь 60Г		

Корпус буксы 5 с прикрепленной к нему задней крышкой 3 и вставленными в него наружными кольцами подшипников с роликами и дистанционным кольцом надвигают на шейку оси с напрессованными на нее лабиринтным кольцом и внутренними кольцами подшипников. После этого весь комплект через упорную шайбу закрепляют на оси гайкой 12, под которую подкладывают стопорную шайбу 11.

К наружной торцовой плоскости корпуса буксы восемь болтами крепят переднюю крышку 10, к которой в свою очередь четырьмя болтами на прокладках 13 прикрепляют осевой упор 14. Центральное отверстие в нем у правой буксы первой по ходу оси служит для пропуска валика привода скоростемера, а в остальных буксах его закрывают крышкой 16.

С внутренней стороны на торцовую поверхность осевого упора наносится армировка из бронзы, которая крепится на упоре при помощи колодцев, проточенных на его торцовой поверхности.

В нижней части осевого упора имеется прямоугольное отверстие, в которое вставляют фитиль 17, опущенный свободным концом в масляную ванну буксы.

К внутренней челюсти и лобовой части буксы наличники приварены электрозаклепками и прерывистыми швами по контуру.

Наличник челюсти 21 имеет по рабочей поверхности в средней части площадку шириной 100 мм и скосы к краям, что обеспечивает перемещение буксы в вертикальном направлении без заеданий при перекосе колесной пары в момент прохождения неровностей пути. В верхней части буксы справа и слева расположены углубления, закрытые крышками, в которых размещены фитильные масленки. Из масленок по трубкам масло подводится к лобовым наличникам и наличникам челюстей. В верхней же части буксы, спереди и сзади, выполнены приливы, между которыми в отверстия вставлены полуцилиндрические опоры балансиров 4.

Цилиндрические роликовые подшипники, установленные в буксах, хорошо работают при радиальных нагрузках, но не рассчитаны на восприятие осевых усилий. Так как в трехосных тележках осевые усилия могут достигать значительных величин и при этом долговечность подшипников будет резко снижаться, в буксе указанной конструкции они воспринимаются осевыми упорами.

При перемещении оси в кривом участке пути она своим торцом подходит к осевому упору и передает через него усилие на буксу. Поверхность упора во избежание быстрого износа смазывают маслом, которое подается из корпуса буксы фитилем 17. Разбег колесной пары в тележке зависит от зазоров между наличником челюсти буксы и наличником рамы тележки, а также между осевым упором буксы и торцом оси. Величина суммарного разбега оси определяется как сумма зазора  $a + b + v + z$  (рис. 287), где  $a$ ,  $b$ ,  $v$  и  $z$  — соответствующие зазоры на правой и левой сторонах тележки. Разбег оси регулируется прокладками между передней крышкой и осевым упором буксы. Изменение суммарной толщины прокладок на буксах одной колесной пары должно производиться на одинаковую величину, при этом разница в суммарной толщине прокладок на новых буксах должна быть не более 0,5 мм. Суммарный зазор

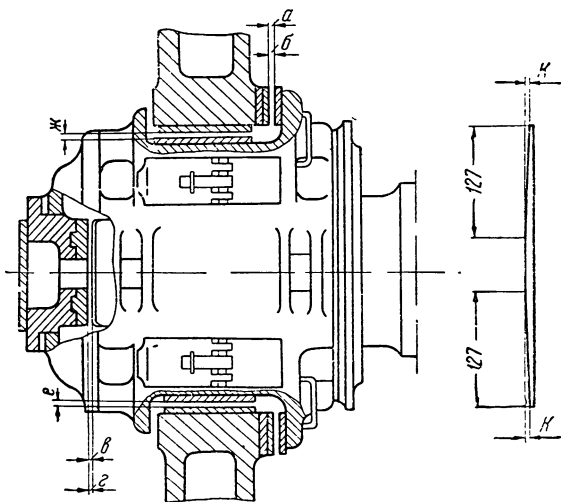


Рис. 287. Эскиз к определению разбега оси колесной пары. Уклон  $K$  на рабочих поверхностях внутренних наличников буксы устанавливают равным 2 мм. Минимальная величина  $K$  в эксплуатации 1 мм.

между буксовой челюстью и буксой ( $e + ж$ ) в продольном направлении при выпуске тепловоза из завода находится в пределах 0,58—2,76 мм. В эксплуатации не следует допускать чрезмерного увеличения данного зазора, так как в этом случае создаются условия для перекоса оси и виляния колесных пар. На тепловозах ТЭЗ, выпущенных в 1955 и начале 1956 гг., поперечный разбег осей на сторону составлял 1,5—3—1,5 мм.

Испытаниями, проведенными Всесоюзным научно-исследовательским тепловозным институтом, было установлено, что наряду с введением скользящих опор горизонтальная динамика локомотива может быть существенно улучшена доведением разбегов осей до 1,5—7—1,5 мм на сторону. Поэтому в 1957 г. разбеги осей на строившихся и эксплуатирувавшихся тепловозах были изменены.

Дальнейшими испытаниями было доказано, что динамические качества локомотива могут быть дополнительно улучшены путем применения на крайних осях тележек упругих упоров (рис. 288). В такой конструкции к передней крышке буксы на болтах крепится фасонный корпус упора, в котором располагается пружина.

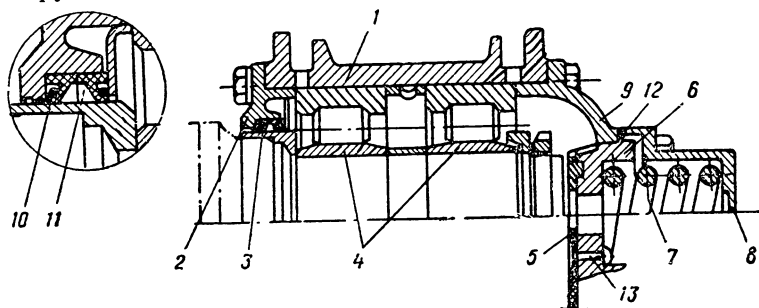


Рис. 288. Букса с упругим упором:

1 — корпус буксы; 2 — задняя крышка; 3 — кольцо; 4 — подшипники; 5 — фитиль; 6 — упор; 7, 10 — пружины; 8 — корпус упора; 9 — передняя крышка; 11 — севонитовый воротник; 12 — прокладки; 13 — заклепка

При постановке упругого упора на место и закреплении болтами фасонного корпуса пружина получает первоначальную затяжку около 800 кг. При этом свободное отклонение на сторону крайних осей тележки 1,5 мм сохраняется (а с учетом сжатия пружин увеличивается до 13 мм), а для средних осей устанавливается в 14 мм. При проходе кривых в этом случае средняя ось разгружается от направляющих усилий и они полностью воспринимаются осями, имеющими упругие упоры, которые смягчают динамические нагрузки. Результаты испытаний показывают, что при такой конструкции букс напряжения в рельсах и их отжатие снижаются в кривых и прямых участках пути в 1,3—1,5 раза, а боковые рамные давления — в 2 раза. Применение упругих упоров позволяет снять ограничения скорости движения тепловозов ТЭЗ на участках с рельсами типа Р43, уменьшить износ рельсов и гребней бандажей в кривых.

В связи с возможностью увеличенного перемещения оси в буксе отдельные элементы ее подверглись изменениям. В задней крышке для обеспечения повышенного перемещения оси предусматривается горизонтальное лабиринтное уплотнение с двумя севонитовыми кольцами вместо вертикального с войлочным уплотнением. Таким образом, указанные выше разбеги осей колесных пар должны устанавливаться только для букс с новыми лабиринтными уплотнениями (см. рис. 288). При лабиринте с канавками (см. рис. 286) свободное перемещение ограничивается зазорами в лабиринте и должно быть в пределах 3—10—3 мм на сторону.

Роликовые подшипники буксы смазываются автотракторным маслом марки АК10 (ГОСТ 1852—57). Количество смазки на буксу около 3,3 л. На передней крышке буксы сбоку имеется пробка для заливки масла, а снизу пробка для его спуска. Необходимая плотность между крышками и корпусом буксы достигается укладкой между привалочными поверхностями шелковой нити



в 2 ряда или установкой прокладок толщиной до 0,6 мм из фибры марки КГ-ФТУ21-40 или паронита по ГОСТ 481—58.

Большим недостатком роликовых букс тепловоза ТЭЗ является применение в них жидкой смазки, так как ее часто необходимо добавлять из-за утечек через уплотнения.

Произведенными в 1961—1963 гг. испытаниями установлено, что роликовые буксы тепловоза ТЭЗ могут успешно работать на консистентной смазке и что для смазки упора достаточно только пропитать фитиль жидкой смазкой.

Однако для того, чтобы обеспечить безусловную подачу смазки на упор, намечается для фитиля выполнить отдельный карман с жидкой смазкой, для чего в нижней части крышки приваривают специальную перегородку (см. рис. 286, пунктир). Проводятся также опыты с применением капроновых упоров, вообще не требующих смазки.

Конусность и овальность поверхностей корпуса буксы под роликовые подшипники должны быть не более 0,03 мм, биение торцовых поверхностей буксы относительно внутренней рабочей поверхности не более 0,05 мм, непараллельность лобовых поверхностей буксы на всей длине — не более 0,1 мм. Непараллельность торцовых поверхностей передней крышки относительно привалочной плоскости в ее габаритах должна быть не более 0,05 мм, радиальное биение отверстия в крышке относительно поверхности привалочного пояса не должно превышать 0,1 мм.

В вертикальном лабиринтном уплотнении радиальное биение канавок допускается не более 0,2 мм, торцовое биение со стороны, обращенной к буксе, — не более 0,03 мм.

У задней крышки радиальное биение по отверстию не должно превышать 0,2 мм, а торцовое биение внутренней упорной поверхности и поверхности привалки — 0,05 мм. На осевом упоре торцовое биение относительно установочного диаметра допускается не более 0,05 мм, а внутренней поверхности, в которую упирается пружина, — не более 0,3 мм.

Пружина термически обработана до твердости HRC40—47. Опора балансира закалена токами высокой частоты до твердости не менее HRC52 на глубину 1,5—3 мм. Наличники буксы также подвергаются термообработке, их твердость доводится до HRC40—48.

Наличники приваривают к буксе электродами марки Э50А; трещины по сварным швам не допускаются. Поверхности наличников должны быть параллельными, отклонение допускается не более 0,15 мм. Опоры балансиров должны плотно входить в гнезда и под опорными поверхностями не иметь зазоров более 0,05 мм.

## РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ

На каждой стороне тележек тепловоза рессорное подвешивание сбалансировано в одну точку. Таким образом, тепловоз ТЭЗ оборудован четырехточечным рессорным подвешиванием (рис. 289 и 290).

Вертикальная нагрузка воспринимается на тележках первого варианта 18-листовыми рессорами, а на тележках второго варианта 8-листовыми рессорами и комплектом витых пружин, опирающихся в первом случае непосредственно на нижний пояс боковин, а во втором — на тот же участок боковины, но через резиновые амортизаторы. По концам тележки рама опирается в первом случае на комплект из двух витых пружин, а во втором — на одну пружину большего диаметра.

Применение восьми листовых рессор, резиновых амортизаторов и более мягких витых пружин позволило увеличить чувствительность подвешивания в 5—8 раз, снизить частоту собственных колебаний надрессорного строения с 4 — 6 до 2,3—2,5 гц, снизить коэффициент вертикальной динамики в 1,5—2 раза и вибрацию кузова в 1,7—2,5 раза.

На каждую буксу устанавливают два балансира — с наружной и внутренней стороны боковины тележки. Соединение балансиров и рессор с подвесками

осуществляется с помощью роликов. Смазка к трущимся поверхностям роликов подводится по осевым и радиальным сверлениям в них через клапаны, расположенные на их наружных торцах.

Основные детали рессорного подвешивания тепловоза изготовляют из следующих материалов:

	Первый вариант	Второй вариант
Листы рессоры	Сталь полосовая размером 10×130 мм 55С (ГОСТ 2052—53)	Сталь рессорная полосовая размером 15×120 мм 60С <sub>2</sub> (ГОСТ 2052—53)
Хомут рессоры	Сталь Ст. 3	Сталь Ст. 3
Подвески	Сталь 25ЛП, 25ЛКП, 35ЛП	Сталь 25ЛП, 30ЛП, 35ЛП (средние), 45 (крайние)
Балансир	Сталь Ст. 3	Сталь Ст. 3
Сменные втулки	Сталь Ст. 5 и Ст. 3	Сталь Ст. 5, Мст 2, 10, 15
Ролики	Сталь Ст. 5, 35	Сталь Ст. 5, 35
Резиновый амортизатор	—	Резина марки 120С (ТУ № ШУ 33-54) со стальными пластинами толщиной 2 мм, склеенными лейконитом (ТУ № 2841-52) с последующей вулканизацией
Опора пружин	—	Сталь 25ЛП

Листы рессоры термически обрабатывают до твердости HB363—432.

Ось отверстия под ролик в стойке пружинного комплекта и опорная поверхность в ней под пружины должны быть параллельными, отклонение до-

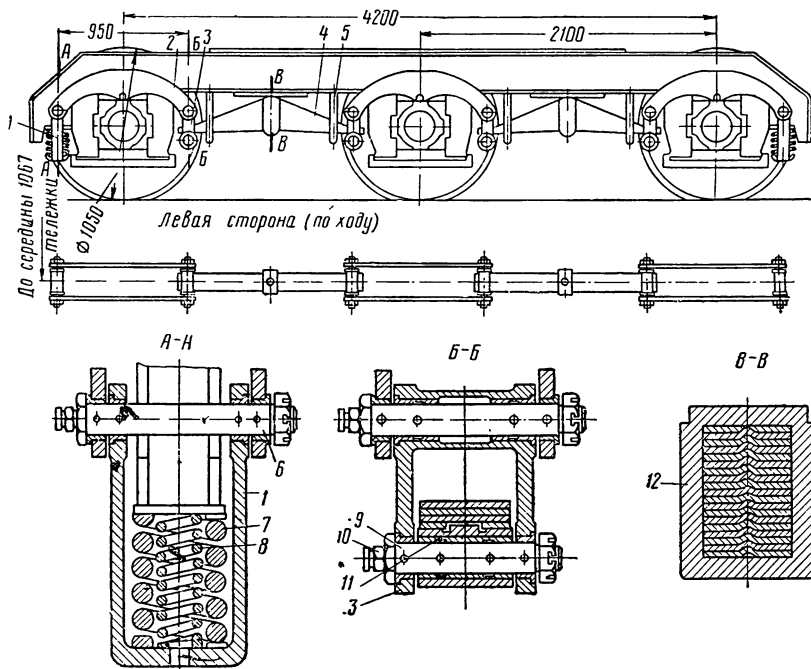
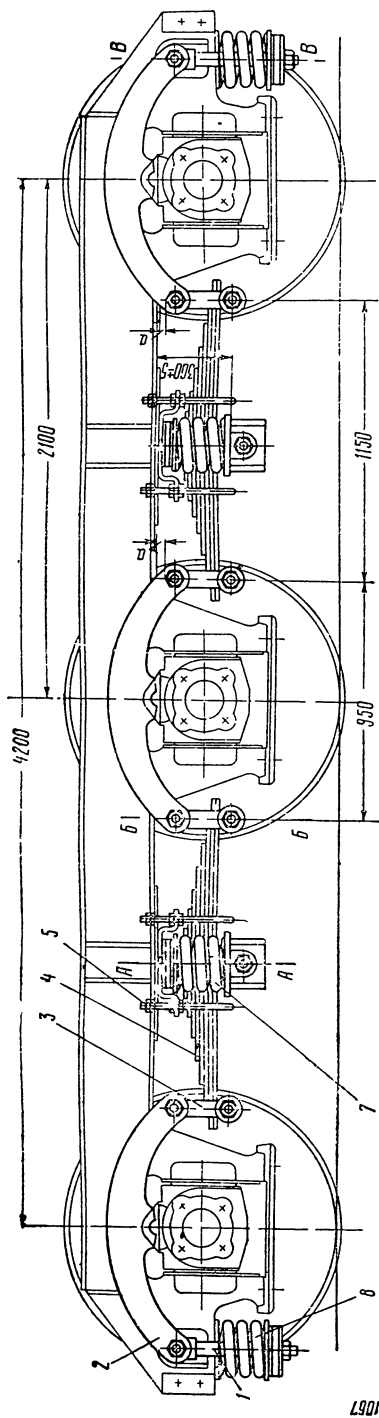


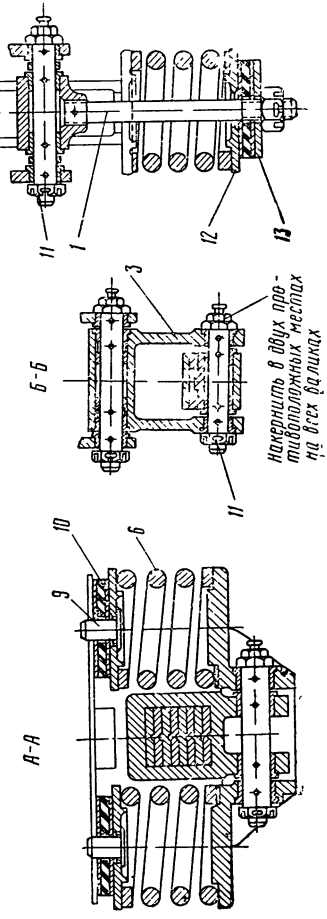
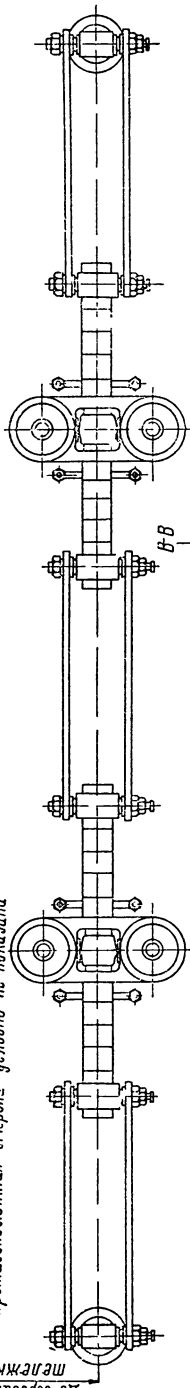
Рис. 289. Рессорное подвешивание тележки тепловоза (выпуск до 1962 г.— первый вариант):

1—подвеска; 2—балансир; 3—подвеска; 4—рессора листовая; 5—скоба предохранительная; 6—ролик балансира; 7, 8—цилиндрические рессоры (пружины); 9—валик рессоры; 10—клапан твердой смазки; 11—опоры листовой рессоры

пускается не более 1 мм. Поверхность балансира, опирающаяся на опоры буксы, наплавляется электродами марки Ж4 или 50ХФА, толщина наплавленного слоя должна быть в пределах 2,5—3,5 мм, твердость его HB415.



Противоположная сторона условно не показана



Накернить в двух противоположных местах на всех балках

Рис. 290. Рессорное подвешивание тепловоза (постройки с 1962 г. — второй вариант):  
1, 3 — подвески; 2 — балансиры; 4 — рессорная листовая; 5 — скоба предохранительная; 6, 7, 8 — пружины цилиндрические; 9 — фиксатор; 10 — резиновый амортизатор; 11 — валик; 12 — тарелка; 13 — подкладка

Испытаниями, проведенными Всесоюзным научно-исследовательским тепловозным институтом, было установлено, что долговечность балансирующих валиков может быть значительно повышена посредством нитроцементации их рабочей поверхности на глубину 1,5—1,8 мм и последующей закалки токами высокой частоты на ту же глубину с доведением их твердости до *HRC55*. Аналогичная операция дает резкое увеличение долговечности сменных втулок, которые нитроцементируют на глубину 1—1,2 мм и закаливают токами высокой частоты на ту же глубину до той же твердости, что и поверхность валиков. Ведутся опыты по применению капроновых втулок в этом узле.

Расположение элементов рессорного подвешивания после сборки должно контролироваться на горизонтальном и прямом участке пути после предварительной обкатки тепловоза; разность размеров *a* на ровном участке пути для экипированного тепловоза не должна превышать 35 мм. Зазор между боковинами рамы тележки и концами балансиров должен быть не менее 4 мм.

При сборке все трущиеся поверхности шарнирных звеньев рессорного подвешивания следует смазывать дизельным маслом, а торцовые зазоры заполнять универсальной среднеплавкой смазкой. После окончательной сборки рессорного подвешивания в звенья необходимо запрессовать дизельное масло.

Для сравнения в табл. 16 приведены характеристики рессорного подвешивания тепловозов ТЭЗ, ТЭ2 и ТЭ1.

Т а б л и ц а 16

Серия тепловоза	Тип тележки	Общая жесткость рессорного подвешивания тележки в кг/мм	Жесткость рессорного подвешивания, приведенная к колесной паре, в кг/мм	Статическая осадка под нагрузкой в мм
ТЭЗ (с 18-листовыми рессорами) . . . . .	Трехосная	818	45,5	60
ТЭЗ (с 8-листовыми рессорами) . . . . .	»	695	43,4	77
ТЭ2 (до № 298) . . . . .	Двухосная	833	104	41
ТЭ2 (с № 299) . . . . .	»	586	73	58
ТЭ1 . . . . .	Трехосная	1 783	99	27

Из таблицы видно, что на тепловозах ТЭЗ статическая осадка рессор резко увеличена по сравнению с тепловозами ТЭ2 и ТЭ1. Это весьма важный показатель и увеличение его дает существенное улучшение вертикальной динамики локомотива.

#### ГРЕБНЕСМАЗЫВАТЕЛИ

Для уменьшения износа гребней бандажей и рельсов, что наблюдается особенно часто на участках дорог с кривыми малого радиуса, применяются гребнесмазыватели различной конструкции, устанавливаемые как на локомотивах, так и непосредственно на рельсах.

В течение ряда последних лет на тепловозах ТЭЗ проводились испытания гребнесмазывателей различной конструкции с жидкой и твердой смазкой. Гребнесмазыватели с твердой смазкой имеют лучшие показатели, так как в этом случае исключается возможность попадания смазки на круг катания и снижения коэффициента сцепления.

Наиболее удачной из всех испытанных конструкций оказался гребнесмазыватель, предложенный Всесоюзным научно-исследовательским тепловозным институтом, который в 1963 г. принят к серийному производству.

Гребнесмазыватель (рис. 291 и 292) укрепляется к раме тележки на специальном кронштейне и смазывает реборды дисульфидмолибденовыми ( $\text{MoS}_2$ )

карандашами правой и левой стороны крайних осей тепловоза на всем пути следования локомотива.

Пленка дисульфидмолибдена, нанесенная на гребень, обладает хорошим налипанием, хорошо противостоит высоким температурам и давлениям без нарушения своих смазочных свойств и, будучи сухой, не собирает пыль. При проследовании локомотива с таким устройством по участку пути пленка переносится на боковые грани рельсов и надежно удерживается на них, поэтому нет необходимости устанавливать гребнесмазыватели на каждый тепловоз, а достаточно иметь их на каждом пятом — десятом работающем локомотиве для каждого конкретного участка по опыту эксплуатации.

В связи с изложенным гребнесмазыватели при постройке не устанавливаются на тепловозе, а прикладываются в комплект выдаваемых принадлежностей.

Гребнесмазыватель (см. рис. 292) состоит из стойки 1, которая установочным болтом 2 на пружине 3, навитой из проволоки 2,5В ГОСТ 5047—49, крепится к кронштейну тележки; трубки 4 диаметром  $25 \times \times 2-20$  по ГОСТ 8734—58, скрепляющейся стяжкой 5 на болтах со стойкой, регулировочного болта 6, карандаша 7 из дисульфидмолибдена и грузика 8 со шплинтом 9. Стяжка, стойка и грузик изготавливают из стали ЗКП по ГОСТ 380—60.

Стойка имеет вырез по профилю бандажа и при поперечном перемещении колесной пары следует за ней, поворачиваясь вокруг установочного болта 2.

Продольный паз в стойке позволяет ей под тяжестью собственного веса перемещаться в сторону гребня до того момента, пока регулировочный болт не упрется во втулку 10, установленную в прорезе стойки на установочном болте. При правильно установленном гребнесмазывателе зазор между гребнем и стойкой должен быть равен 8—10 мм.

После обточки колесной пары регулировочный болт вывертывается на соответствующую величину, зазор между вырезом стойки и гребнем снова устанавливается в заданных пределах и болт закрепляется в нужном положении гайкой.

После того как карандаш износится до длины 20—40 мм, его надо сменить. Для этого стойку необходимо сдвинуть вправо, повернуть весь прибор трубкой на себя, закрывая свободный конец ее рукой, расшплинтовать и вынуть груз и в трубку, не вынимая остатка изношенного карандаша, вставить новый, после чего установить груз на место и поставить гребнесмазыватель в рабочее положение.

В том случае, если карандаш будет полностью израсходован, а нового карандаша для установки не будет, необходимо гребнесмазыватель, ввертывая регулировочный болт, вывести из зацепления с ребордой и в таком положении закрепить.

При установке и осмотре гребнесмазывателя необходимо обращать внимание на то, чтобы боковая поверхность стойки была параллельна внутренней грани бандажа; зазор между стойкой и вершиной гребня был в пределах 8—10 мм; расстояние между обрезом трубки и стойки было не менее 6—7 мм; конец трубки не имел заусенцев, препятствующих свободному выходу карандаша, что может быть при неправильной установке или сползании трубки, и, наконец, чтобы не было недопустимого износа выреза стойки, который в этом случае должен наплавляться электродуговой сваркой с последующей обработкой до чертежных размеров.

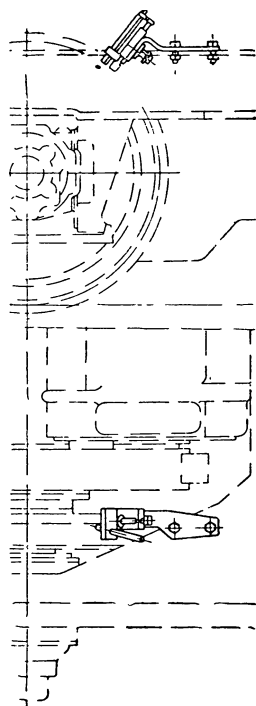


Рис. 291. Установка гребнесмазывателя

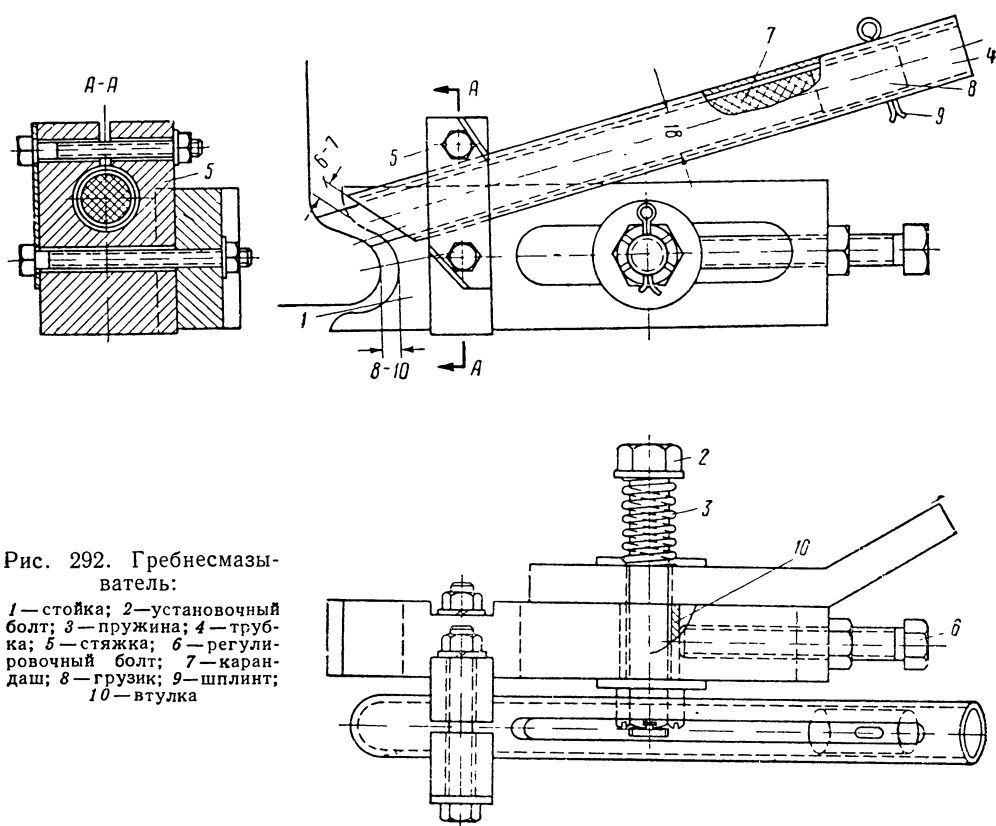


Рис. 292. Гребнесмазывать:

1—стойка; 2—установочный болт; 3—пружина; 4—трубка; 5—стяжка; 6—регулирующий болт; 7—карандаш; 8—грузик; 9—шплинт; 10—втулка

Для крепления стяжки стойка имеет пазы с обеих сторон. Закрепляя стяжку в том или ином пазу, один и тот же гребнесмазывать можно ставить как над левым, так и над правым бандажом.

### ТОРМОЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Тепловоз ТЭЗ оборудован пневматическим тормозом системы Матросова, схема которого показана на рис. 293.

Питание системы сжатым воздухом осуществляется от компрессора типа КТ6, имеющего производительность 5,3—5,7 м<sup>3</sup>/мин.

Компрессор приводится от нижнего коленчатого вала дизеля через гидродуктор и при 850 об/мин вала дизеля скорость вращения вала компрессора составляет 810 об/мин. Некоторая разница в скоростях вращения валов дизеля и компрессора при передаточном отношении зубчатых шестерен редуктора 1:1 объясняется скольжением между насосным и турбинным колесами гидромукты. С 1962 г. на тепловозах начато применение редукторов с приводом компрессора минуя гидромукту. У этих локомотивов число оборотов вала компрессора совпадает с числом оборотов вала дизеля.

С 1963 г. компрессор регулируется на включение при давлении в главном резервуаре 7,5 кг/см<sup>2</sup>, а на выключение при давлении 9,0 кг/см<sup>2</sup>; ранее пределы давления воздуха в резервуаре при включении и выключении компрессора были несколько ниже — соответственно 6,5—8 кг/см<sup>2</sup>. Повышение давления в главном резервуаре сокращает время отпуска тормозов. Как показал опыт, компрессор при этом работает надежно.

Компрессор забирает воздух из дизельного помещения через воздушный фильтр и нагнетает его в четыре главных резервуара общей емкостью 1 080 л, расположенных под рамой тепловоза. Из главных резервуаров воздух через маслоотделитель поступает в питательную магистраль, объединяющую

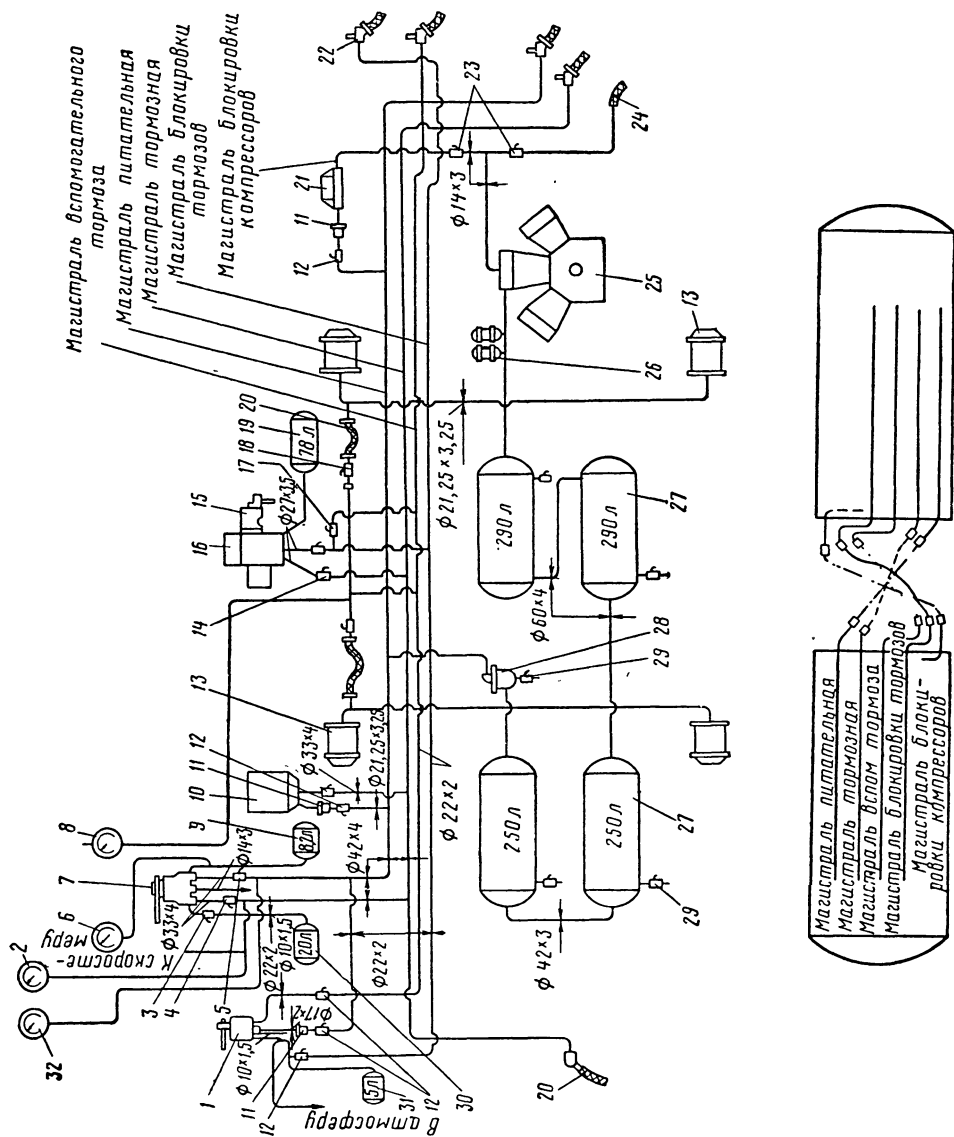


Рис. 293. Схема тормозного оборудова-  
 ния тепловоза и схема соединения воз-  
 духопровода двух секций:

1 — кран вспомогательного тормоза № 254;  
 2 — манометр тормозной магистрали; 3, 23 —  
 краны разобщительные; 4 — кран комбина-  
 ванный № 114; 5 — кран двойной тяги № 317;  
 6 — манометр уравнительного резервуара; 7 —  
 кран машиниста № 222; 8 — манометр тормоз-  
 ных цилиндров; 9 — резервуар уравнительный;  
 10 — клапан автостопа; 11 — фильтр Э-114;  
 12 — кран разобщительный № 388; 13 — ци-  
 линдр тормозной № 507А; 14, 17, 18 — краны  
 разобщительные № 379; 15 — воздухораспре-  
 делитель № 270-002; 16 — камера в сборе  
 № 295-001; 19 — резервуар запасной; 20 — ру-  
 кав; 21 — регулятор давления ЗРД; 22 — кран  
 концевой; 24 — шланг дюритовый; 25 — комп-  
 рессор КТ6; 26 — клапан предохранительный  
 Э216; 27 — резервуары главные; 28 — маслоот-  
 делитель Э120/Г; 29 — кран спускной; 30 —  
 резервуар времени; 31 — резервуар дополни-  
 тельные; 32 — манометр главных резервуаров





резервуары обеих секций в одну систему. От этой же магистрали воздух через кран машиниста № 222 направляется в тормозную магистраль.

Тормозная система тепловоза ТЭЗ имеет прямодействующий тормоз и воздухораспределитель МТЗ-135; в последнее время тепловозы выпускаются с воздухораспределителем типа МТЗ-270. Из питательной магистрали воздух поступает также в систему автоматического управления тепловозом, к тифонам, песочницам и другим вспомогательным устройствам.

Через воздухораспределитель воздух на каждой секции подводится к четырём тормозным цилиндрам (по два на тележке). Каждый тормозной цилиндр приводит в действие тормозную рычажную передачу на одной стороне тележки (рис. 294). Рычажная передача обеспечивает равномерное нажатие колодок на бандажи колесных пар.

Сжатый воздух, поступая в цилиндр, перемещает поршень и выдвигает шток. При этом горизонтальный балансир 7 поворачивается вокруг валика горизонтальной тяги 14. Конец балансира шарнирно связан с вертикальным рычагом 2, который, поворачиваясь, подводит подвеску с башмаком и колодкой к бандажу. Крепление тормозной колодки к башмаку и башмака к подвеске показано на рис. 295. Схема передачи усилия к тормозным колодкам других колес видна из рис. 294. Регулирование положения колодок относительно бандажей осуществляется винтовыми стяжками 1.

Правильное положение башмака относительно бандажа колеса (в поперечном направлении) обеспечивается упорами 4, прикрепленными к раме тележки. Тепловоз ТЭЗ оборудован также ручным тормозом, действие которого распространяется на две задние оси передней тележки. Ручной привод, состоящий из штурвала, цепей и тяг, соединяется с головками *a* горизонтальных балансиров тормозной рычажной передачи тележки.

При затормаживании тепловоза цепь привода выбирается штурвалом, поворачивая горизонтальные балансиры 10, в результате чего тормозные колодки прижимаются к бандажам колес. Шток цилиндра при этом не выдвигается сжатым воздухом, поэтому тормозное усилие на переднюю колесную пару тележки не передается. На тепловозе применены гребневые колодки с твердыми вставками. В 1959 г. после введения ГОСТа на тормозные колодки тепловозы ТЭЗ стали выпускаться с типовыми колодками. С небольшими переделками рычажной передачи тормоза эти колодки были внедрены и на эксплуатировавшемся парке тепловозов.

В 1959—1961 гг. были проведены работы по снижению веса тепловоза ТЭЗ, разработана модификация этого локомотива (ТЭЗ0), начат выпуск тепловозов ТЭ10 на базе тележек тепловоза ТЭЗ с улучшенной динамикой и подготовлен вопрос о применении на этих локомотивах неметаллических колодок.

В результате нагрузка от оси на рельс у тепловоза ТЭЗ снизилась до минимального предела: 21—3%, или до 20,4 т, а у тепловозов ТЭ10 достигла 21,6 т и даже 22,2 у тепловозов этой серии первого выпуска.

Для того чтобы не вызвать заклинивания колесных пар при сниженных нагрузках, нажатие тормозных колодок на бандаж требовало регулировки, при этом в случае установки неметаллических колодок диапазон регулировки становился весьма значительным.

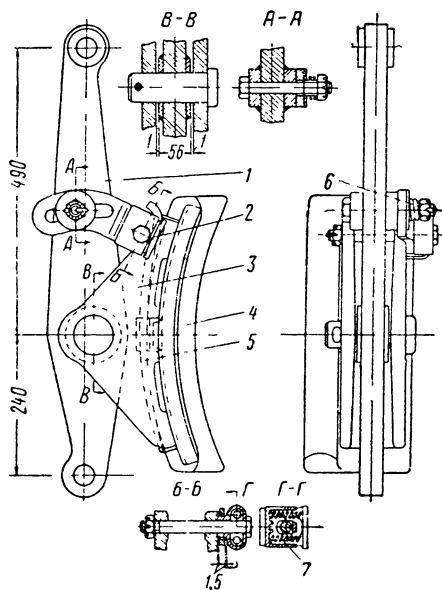


Рис. 295. Крепление башмака с тормозной колодкой к подвеске:

1—подвеска; 2—кронштейн; 3—башмак; 4—тормозная колодка; 5—чека; 6, 7—пружины

В связи с этим в 1962 г. в горизонтальных балансирах 7 (см. рис. 294) было введено два отверстия для присоединения тяг 14, что позволило изменять передаточное отношение рычажной передачи в зависимости от установки тележек под локомотивы различного веса и, изменяя давление в тормозных цилиндрах, добиваться необходимого нажатия колодок на бандаж для всех указанных случаев.

При применении неметаллических колодок максимальное давление в тормозных цилиндрах имелось в виду устанавливать в пределах  $2,5\text{--}2,8\text{ кг/см}^2$ , а валики горизонтальных балансиров — в положение I. На тележках под тепловозами ТЭЗ, выпущенных в 1962 г. и позже, давление в тормозных цилиндрах следует устанавливать в пределах  $3,9\text{--}4,2\text{ кг/см}^2$  и валики в то же положение. При нагрузках более 21 т валики балансира необходимо поставить во II положение.

#### ГЛАВА XIV

### ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ ЗА ЭКИПАЖНОЙ ЧАСТЬЮ ТЕПЛОВОЗА

**Кузов.** Кузов следует ежедневно осматривать. В связи с тем, что при рамной конструкции кузова, как показали испытания, верхняя часть его все же несет часть нагрузки, на всех видах осмотров и при ремонте следует проверять состояние дверных проемов, а при снятии декоративных поясов, разборке кузова над дизелем, снятии жалюзи, — состояние проемов под холодильник и соединительных стыковых элементов.

Если в болтовых соединениях зазоры между стыкующимися полками элементов кузова не заполнены проставочными шайбами или нарушены правила сборки, то это часто приводит к расстройству кузова в стыках его элементов.

На подъемочном ремонте осматривают и устраняют дефекты в люках, жалюзи, переходных мостиках, поручнях, лестницах, скобах; ремонтируют или заменяют негодные замки, ремонтируют полы, обшивки сидений и подлокотников, шкафы и другое оборудование. В отсеках аккумуляторных батарей заменяют негодные бруски новыми, окрашенными кислотостойким лаком № 411.

**Главная рама.** Кроме ежедневного осмотра, главную раму необходимо осматривать при всех видах ремонта. Испытания и опыт эксплуатации подтвердили высокую надежность этого узла. Тем не менее у тепловозов первого выпуска, имевших вырезы в хребтовой балке под воздушный канал генератора, в настильных листах рамы под компрессором и двухмашинным агрегатом, в кронштейнах, соединяющих хребтовые балки с обносными швеллерами, наблюдается появление трещин. Эти трещины разрешается заваривать с применением в необходимых случаях усиливающих накладок. С внедрением агрегатного метода ремонта, при котором дизель-генераторная установка снимается с тепловоза на подъемочном ремонте, имеется возможность очень внимательно проконтролировать состояние рамы во всех указанных выше местах. Одновременно проверяют диаметральный зазор между шкворнем и подпятником. Если этот зазор превышает 2 мм, изношенные кольца заменяют. При трещинах в сварных швах колец швы вырубают и зачищают. При осмотре и ремонте следует также убедиться в надежности крепления путеочистителя, автосцепки, топливного бака и других соединений. Нижний обрез путеочистителя должен быть на высоте 150 мм над головкой рельса, но не выше приемных катушек локомотивной сигнализации.

**Тележки.** Необходимо тщательно осматривать все сварные и болтовые соединения тележек. На всех видах ремонта проверять уровень смазки в боковых опорах кузова, наличие шплинтов, прокладок между струнками и рамой, состояние приварных наличников. В процессе эксплуатации и на всех

видах ремонта масленки для смазки шкворней тележки необходимо проверять и содержать в исправном состоянии. При подъемном ремонте тележки выкатывают. Кроме тех работ, которые выполняют на всех других видах ремонта и осмотрах, раму тележки — боковины, хребтовую и концевые балки — очищают и осматривают самым тщательным образом. Поврежденные сварные швы, трещины вырубают и заваривают с применением в необходимых случаях усиливающих накладок. Изношенные наличники заменяют новыми. В том случае, если толщина их не вышла за пределы норм, допускается под них на раму установка прокладок. Трещины и другие дефекты на раме заваривают по специальной инструкции.

Изношенные места кронштейнов пружинных подвесок тяговых электродвигателей восстанавливают приваркой наделок и электронаплавкой с соответствующей обработкой. Гнездо шкворня проверяют на плотность керосином, который заливают в него до уровня не менее чем 50 мм от дна.

После выдержки в течение 20 мин просачивание керосина наружу не должно иметь места.

Возвращающие устройства следует разобрать и подвергнуть тщательному осмотру. Ролики, опоры, плиты и обоймы разрешается оставлять без исправления, если местная выработка на них не превышает 0,5 мм. Изношенные отверстия обойм возвращающего устройства разрешается восстанавливать электронаплавкой электродами типа Э42 или Э50А с последующей механической обработкой. Негодные чехлы на возвращающих устройствах должны быть заменены.

**Колесные пары с тяговыми электродвигателями.** На всех видах ремонта осматривают колесные пары в соответствии с требованиями Инструкции по освидетельствованию, ремонту колесных пар локомотивов и электросекции № ЦТ/2306. На техническом осмотре, профилактическом и малом периодическом ремонтах осматривают крепление моторно-осевых подшипников крышек (шапок), состояние пружинной подвески тяговых электродвигателей, кожухов, детали, имеющие повреждения, ремонтируют. На малом периодическом ремонте необходимо удалить пыль и грязь с электродвигателей, продуть их полости сухим сжатым воздухом и очистить доступные поверхности, протерев их безворсовым полотном, смоченным в бензине.

На большом периодическом ремонте проверяют и регулируют осевые разбеги колесных пар, проверяют разбеги остовов тяговых электродвигателей по колесным парам, делают ревизию моторно-осевых подшипников, вынимают и заменяют негодную подбивку (годную промывают в керосине), старое масло сливают, а полость крышки очищают и промывают. Разрешается менять мотки пряжи местами, рабочие использовать в качестве закрепительных со стороны пружин и наоборот. Для защиты шерстяной пряжи от истирания разрешается постановка войлочных прокладок с надрезами или надевание на мотки шерсти чулков polyesterных вагонных букс. Нижние части кожухов осевых редукторов следует снять и осмотреть состояние зубьев шестерен, при этом необходимо обратить внимание на отсутствие трещин, особенно во впадинах зубьев. При изломе хотя бы одного зуба колесная пара или двигатель должны быть заменены. Малую шестерню можно допустить к эксплуатации при наличии на ней не более одной вмятины глубиной до 2 мм и площадью 150 мм<sup>2</sup>, а также мелких трещин и надрывов, расположенных выше основания зуба, и коррозионных пятен, если общая площадь их не превышает 15% поверхности зуба.

На подъемном ремонте колесные пары должны быть отремонтированы в полном соответствии с Инструкцией по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и электросекций. Разница диаметров бандажей колесных пар по кругу катания у комплекта колесных пар (2 секции) не должна превышать 12 мм. Толщина бандажей при выпуске из ремонта не должна быть менее 43 мм, а в эксплуатации — менее 36 мм.

При сборке тяговых электродвигателей с колесными парами необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

1. Боковой зазор между зубьями шестерен должен быть не менее 0,3 мм.

2. Разница боковых зазоров (при проверке по нескошенной стороне зубьев) не более 0,3 мм.

3. Прилегание по конусу вала не менее 85 % поверхности.

4. Расстояние от внутренней кромки в выточке вала до торца его при плотной установке холодной шестерни не менее 1,5 мм.

5. Просадка посаженной шестерни против положения холодной на 1,2—1,4 мм. Шестерню перед посадкой нагревают в масле до температуры 120—160°.

На 10 % зубьев шестерен допускается отпечаток на длине не менее 30 %. Шестерни должны удовлетворять требованиям инструкций ЦТ.

Поверхность коллекторов электродвигателей должна быть гладкой, полированной, без задиров и следов подгара. Цвет коллектора может быть коричневатым, однако его нельзя смешивать с цветами побежалости, которые появляются в результате перегрева коллектора.

При наличии на поверхности коллектора темных полос — отложение угольной пыли от щеток — следы их надо удалить продувкой или чистой тряпкой, смоченной в бензине. Если темный след при этом не удаляется, то коллектор нужно зачистить стеклянной шкуркой № 000, наклеенной на деревянную колодку, выполненную по окружности коллектора, после чего продуть его сжатым сухим воздухом. Следует обращать внимание на чистоту и глубину продорожки между коллекторными пластинами. Тщательно осматривают все доступные части электрических машин — полюсы, их соединения и др. Поверхность их должна быть чистой, без следов масла и грязи, изоляция не иметь повреждений, бандажи должны лежать плотно, не допускается касание токопроводящих кабелей к корпусам машин.

Необходимо проверять крепление кронштейнов щеткодержателей. «Поджоги» в щеточных гнездах следует зачистить, поврежденные детали — заменить.

Перед закрытием смотровых люков электродвигателей надо убедиться в том, что посторонние предметы не остались внутри машин.

Уровень смазки в моторно-осевых подшипниках должен быть на 45—90 мм выше дна масляной ванны крышки. Максимально допустимый диаметральный зазор в моторно-осевых подшипниках в эксплуатации равен 2 мм; разница зазоров в подшипниках одной колесной пары допускается не более 0,7 мм. Осевой разбег тягового электродвигателя на колесной паре допускается в эксплуатации до 8 мм.

Износ торцов вкладышей подшипников одного электродвигателя не должен превышать 3 мм. Зазор между осью колесной пары и вкладышем измеряют с помощью узкого, длинного щупа через овальное отверстие в кожухе.

Вкладыши моторно-осевых подшипников должны быть приточены или пригнаны шабровкой по постелям; натяг их должен быть в пределах нормы, при этом прокладки, устанавливаемые между остовом и привалочной поверхностью шапки, не должны иметь толщину менее 0,1 мм. Постановка прокладок по торцам вкладышей запрещается. Торцы вкладышей и изношенные бурты можно наплавлять, при этом вкладыш следует погружать в воду так, чтобы выступающая часть не превышала 10—15 мм. Наплавку ведут электродуговой сваркой. Допускается заливка моторно-осевых подшипников баббитом слоем до 2 мм. После сборки двигателя необходимо проверить зазоры в четырех точках в зацеплении и работу передачи и подшипников вращением двигателя током пониженного напряжения. Вращение колесной пары должно быть без стука и заеданий.

Уплотнение моторно-осевого подшипника осматривают, а негодный сальник заменяют. В плоскости стыка полуколец щуп толщиной 0,2 мм не должен проходить, а полукольца должны быть плотно прижаты к местам.

Кожух тягового редуктора должен быть осмотрен, выправлен и трещины заварены. Зазоры в плоскости разъема более 0,3 мм не допускаются. Односторонний зазор между кромкой и отверстиями кожуха и подступичной частью оси должен быть не менее 0,75 мм. Зазор между закрепленным кожухом и торцевой поверхностью шестерни при крайнем их положении допускается не ме-

нее 4 мм. Регулируют зазор подкладкой шайб под болты крепления кожуха к двигателю.

В пружинных подвесках двигателя износ внутренней поверхности обоймы в местах упора глубиной более 1,5 мм должен быть устранен наплавкой с последующей обработкой. Накладки подвесок с трещинами и износом более 2 мм следует заменить. Пружины, имеющие трещины или просадку более 6 мм, подлежат замене. Собрannую пружинную подвеску необходимо обжать до высоты 305 мм и стянуть болтами, а после установки на место распустить отвертыванием гаек стяжных болтов до упора.

Нагрев моторно-осевых подшипников электродвигателей в эксплуатации может происходить вследствие:

- а) плохого состояния набивки или неправильной укладки ее;
- б) недостатка смазки;
- в) несоответствия смазки времени года;
- г) недостаточного зазора в подшипнике;
- д) большой разницы в зазорах подшипников одного двигателя;
- е) попадания песка или других посторонних предметов в подшипник.

При обнаружении нагрева моторно-осевых подшипников в пути необходимо на ближайшей остановке ослабить болты крышек и уплотнительных полуколец и следовать до депо. Искусственное охлаждение подшипников водой, маслом или воздухом запрещается, чтобы избежать появления трещин в осях.

**Буксы.** На техническом и профилактическом осмотрах буксы осматривают, проверяют крепление крышек, упоров. Утечка смазки из букс по уплотнениям и местам установки крышек не допускается.

На малом периодическом ремонте необходимо провести промежуточную ревизию букс, проверить элементы буксы на отсутствие трещин, снять осевые упоры и осмотреть состояние наружных подшипников, убедиться в отсутствии воды в буксах. Смазку, если она обводнена или загрязнена, следует заменить. На подъемочном ремонте делают полную ревизию буксы. Буксы разбирают и ремонтируют в соответствии с техническими условиями № 231951 издания 1958 г., соблюдая следующие требования:

1. Радиальный зазор в собранном подшипнике на оси 0,1—0,35 мм.
2. Натяг внутренних колец 0,025—0,077 мм, рекомендуемый 0,03—0,065 мм.

Как исключение, на внеплановых ремонтах разрешается установка внутренних колец с натягом не менее 0,013 мм.

3. Радиальный зазор в установленном подшипнике не менее 0,05 мм. Рекомендуется внутренние и наружные кольца подшипников не раскомплектовывать.

Торцовые упоры букс, имеющие наплавку, изношенную до толщины менее 9 мм, необходимо восстановить, просевшие пружины упругого упора и пружины с изломанными витками — заменить.

Пружины должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Неперпендикулярность образующей торцам не более 1,5 мм.
2. Высота пружины под статической нагрузкой 2 250 кг— $144 \pm 1$  мм.
3. Стрела прогиба пружины под рабочей нагрузкой 5 600 кг— $14 \pm 1,5$  мм.

Поперечный разбег осей следует периодически регулировать.

При этом на тепловозах с буксами, у которых лабиринты изготовлены по чертежу ТЭ7.13.024 (торцовый лабиринт) суммарный разбег колесных пар устанавливают:

	Допустимый при выпуске из большого периодического и подъемочного ремонтов, мм	Браковочный в эксплуата- ции, мм
Для крайних осей без пружинных упоров	6—8	Более 12
То же с пружинными упорами до их вклю- чения	3—4	Более 6
Средние	20—21	Более 23

При регулировке осевых разбегов следует руководствоваться инструкционным указанием 117/ТЭЗ и 51/ТЭЗ.

На тепловозах с буксами, у которых лабиринт изготовлен по чертежу ТЭЗ. 13.132 (с севонитовым уплотнением), суммарные разбеги колесных пар устанавливаются:

	Допускаемый при выпуске из большого периодического и подъемочного ремонтов, мм	Браковочный в эксплуатации, мм
Для крайних осей без пружинных упоров .	6—8	Более 12
То же с пружинными упорами до их включения . . . . .	3—4	Более 6
Средние . . . . .	28—29	Более 32

Примечание. При регулировке разбегов колесных пар необходимо руководствоваться чертежом ТЭЗ. 13.050 с 61 и изменением Г. Разбеги должны быть симметричными с правой и левой стороны. Крайние колесные пары на каждой тележке, как правило, должны ставиться с упругими упорами.

В буксах допускается устранение выработок на осевых упорах наплавкой с последующей обработкой, заварка раковин и плен на корпусе буксы, устранение задиров в лабиринтах подваркой и обработкой, наплавка посадочных поверхностей лабиринтов.

После ремонта полость карманов букс под смазку следует опробовать керосином.

**Рессорное подвешивание.** На техническом осмотре тщательно осматривают листовые и винтовые рессоры, осматривают и устраняют дефекты в креплениях валиков, предохранительных скоб. Поврежденные детали и рессоры с ослабшими хомутами заменяют. На малом и большом периодических ремонтах проверяют также и устраняют перекосы в рессорном подвешивании за счет подбора сменных опор букс необходимой высоты. На подъемочном ремонте рессорное подвешивание разбирают полностью и тщательно очищают. Листовые рессоры при трещинах в листах, сдвиге листов, уменьшении фабричной стрелы прогиба более чем на 7 мм и просевшие рессоры заменяют. Цилиндрические рессоры при высоте менее 206 мм в свободном состоянии заменяют. Втулки и валики балансиров при предельных износах заменяют или ремонтируют. Разрешается применение валиков с уменьшенным на 4 мм диаметром с заменой при этом втулок на втулки, имеющие уменьшенный диаметр внутреннего отверстия. Отремонтированные (или новые) валики должны быть зацементированы и закалены до твердости HRC45—42, а втулки HRC52 на глубину не менее 1 мм. Разработанные отверстия в балансирах, изношенные боковые поверхности его на глубину более 1,5 мм, местные выработки глубиной более 8 мм должны быть восстановлены наплавкой и зачищены. Опорную выемку балансира следует восстановить наплавкой специальным электродом с последующей обработкой до чертежных размеров. Сменные опоры под балансир, имеющие износ более 1 мм, следует заменить новыми.

Рабочая поверхность опор должна быть закалена токами высокой частоты или цементирована и закалена на глубину не менее 1,5 мм и иметь твердость HRC44—56.

Опорные поверхности рессорной подвески, гнезда пружин и листовых рессор, имеющих износ более 2 мм, должны быть восстановлены наплавкой, изношенные резиновые амортизаторы заменены.

В подвесках по наименьшим сечениям износы глубиной более 1,5 мм разрешается оставлять без исправления, износы глубиной до 3 мм разрешается восстанавливать наплавкой с последующей обработкой.

Детали рессорного подвешивания, имеющие трещины, подлежат замене. Регулировка рессорного подвешивания может производиться, как указано, за счет высоты сменных опор балансиров с 20 до 30 мм и установкой прокладок под листовые рессоры толщиной до 5 мм. Очищать рессоры путем отжига, устанавливать детали рессорного подвешивания с трещинами, термически не об-



работанные валики и втулки рессорного подвешивания запрещается. Правильность сборки рессорного подвешивания следует контролировать в соответствии с требованиями, изложенными на стр. 390. Зазор между верхней частью буксы и рамой у полностью экипированного тепловоза должен быть в пределах  $45 \pm 5$  мм.

**Песочная система.** Несмотря на то, что тепловоз ТЭЗ имеет большой сцепной вес, в отдельных случаях, связанных с особенностями профиля пути, атмосферными условиями может иметь место боксование колесных пар. Поэтому на всех видах ремонта следует проверять и регулировать подачу песка под колеса локомотива, как это указано на стр. 361.

**Тормозное оборудование и приборы сцепления.** Тормозное оборудование тепловоза необходимо осматривать с особой тщательностью и содержать всегда в исправном состоянии. Болтовые соединения рычажной передачи в процессе эксплуатации и при ремонтах должны систематически крепиться. На профилактических осмотрах необходимо проверять и регулировать выход штоков тормозных цилиндров. Регулировку ведут винтовыми стяжками так, чтобы выход их был в пределах 75—100 мм. На малом периодическом ремонте крышки тормозных цилиндров необходимо снять, проверить состояние манжет, очистить внутреннюю поверхность цилиндров и смазать смазкой ЖТ (4а), проверить плотность поршней тормозных цилиндров. Тормозные колодки толщиной менее 15 мм следует заменить, проверить равномерность отхода колодок на 10—15 мм от круга катания при отпущенном тормозе. Испытать тормоза с проверкой производительности компрессора, плотности системы, чувствительности воздухораспределителей. Во время испытаний компрессор на нулевой позиции дизеля должен поднять давление с 7 до  $8 \text{ кг/см}^2$  в течение 50 сек на каждой секции тепловоза отдельно; давление масла в системе компрессора должно быть не менее  $1,3 \text{ кг/см}^2$  при температуре масла в картере  $50^\circ$ . Падение давления в напорной сети при давлении  $7 \text{ кг/см}^2$ , а в главных резервуарах при перекрытых кранах двойной тяги (у каждой секции) и остановленном дизеле должно быть не более  $0,5 \text{ кг/см}^2$  в течение 10 мин.

В процессе этой проверки приборы с пневматическим приводом не должны отключаться. Падение давления в тормозной магистрали с давления  $5 \text{ кг/см}^2$  допускается не более  $0,2 \text{ кг/см}^2$  в 1 мин, а в тормозных цилиндрах с давления  $3,0 \text{ кг/см}^2$  от крана вспомогательного тормоза не более  $0,2 \text{ кг/см}^2$  в 1 мин. Воздухораспределитель срабатывает при понижении давления в тормозной сети на  $0,4 \text{ кг/см}^2$ . При выдержке в течение 10 мин воздухораспределитель не должен самопроизвольно срабатывать. При установке крана машиниста во второе положение тормоз не должен отпускать.

Необходимо осмотреть головку автосцепки, проверить действие механизма, состояние и износ деталей (отсутствие трещин), измерить зазоры между хвостовиком автосцепки и ударной частью розетки, хвостовиком и верхней кромкой окна в буферном бруске, высоту продольной оси автосцепки относительно горизонтали. Автосцепное оборудование следует ремонтировать по инструкции № 244027 (1956 г.). На подъемном ремонте краны машиниста, воздухораспределители должны быть осмотрены и исправлены в соответствии с действующими инструкциями. Воздушные резервуары не реже чем один раз в 3 года должны пройти гидравлическое испытание в соответствии с правилами надзора за паровыми и воздушными резервуарами подвижного состава железных дорог МПС. В резервуарах разрешается оставлять без исправления вмятины глубиной не более 5 мм с плавными переходами, заваривать трещины в швах, вырубать и вваривать новые штуцеры с последующим гидравлическим испытанием. Запрещается заваривать трещины и вмятины в цилиндрической части, чеканить швы и оставлять в работе резервуары с выпучинами.

Воздухопроводы, соединительные рукава и краны, у которых обнаружены неисправности, должны быть исправлены, продуты сжатым воздухом. Рукава следует подвергнуть гидравлическому испытанию давлением  $10 \text{ кг/см}^2$  и на герметичность давления воздуха  $6—7 \text{ кг/см}^2$ . Все предохранительные клапаны должны быть разобраны и испытаны на установленное давление. Тормозные

цилиндры необходимо разобрать, негодные манжеты и манжеты толщиной в местах прилегания к цилиндру менее 2 мм заменить. Проверить зазор в свободном состоянии у распорных колец, который должен быть не менее 15 мм.

Высота отпускных пружин должна быть в пределах 670—700 мм. При уменьшении высоты на 30 мм и более пружины заменить. Цилиндры после ремонта необходимо смазать тормозной смазкой ЖТ и испытать тормоза в соответствии с правилами текущего ремонта.

При ремонте в депо магнитный контроль должны проходить следующие детали экипажа:

Оси колесных пар: шейки внутренние, предподступичные части, открытые участки предподступичных частей и средняя часть оси	При всех освидетельствованиях колесных пар
Шейки наружные	При подъемном и заводском ремонтах
Бандажи колесных пар — наружная поверхность в зоне наплавки	После механической обработки на станке наплавленных гребней
Зубья ведомых зубчатых колес	При всех видах освидетельствования колесных пар и демонтажа электродвигателя
Зубья шестерен тяговых электродвигателей	Перед посадкой на вал и во всех случаях перестановки двигателя
Конусы валов	При каждой съемке шестерни или подшипника
Подшипники качения колесных пар: кольца и ролики	При каждом ремонте с полной разборкой
кольца, не имеющие сепараторов	Перед каждым монтажом подшипника

При осмотре и ремонте узлов экипажа следует руководствоваться следующими требованиями (дробью отличие для ТЭ7)

Наименование узлов и деталей	Чертежный размер	Допускаемый размер при выпуске тепловоза из подъемного и большого периодического ремонтов	Браковочный размер при выпуске тепловоза из малого периодического и внепланового ремонтов
Зазор между подбуксовой стрункой и рамой . . . . .	5—7	4—7	Менее 3
Толщина наличников буксовых вырезов . . . . .	6—0,1	4—8	Менее 3
Расстояние между верхними и нижними кронштейнами балок для пружинных подвесок тяговых двигателей . . . . .	310—313	310—315	Более 316
Диаметральный зазор между шкворнем пяты и гнездом . . . . .	0,2—0,8	0,2—2	Более 2,5
Толщина наличника буксы:			
лицевого . . . . .	6—0,1	4—8	Менее 3
внутреннего . . . . .	7—0,1	4—7	Менее 3
Продольный зазор между буксой и направляющими буксовой челюсти (суммарный на обе стороны вдоль оси тележки)	0,7—2,7	0,7—3,4	Более 6
	0,58—1,78	0,58—3	Более 5
Поперечный разбег колесной пары (суммарный на обе стороны):			
крайних осей . . . . .	3—4	6—8/10	Более 12
средних » . . . . .	14—16	14—16/18	Более 20
крайних » с пружинным упором	(28—29)	(28—29)	(более 32)
	3—4	3—5/7	Более 9
		3—4	Более 6
Продольное смещение широких граней буксовых направляющих (по наличникам правого и левого буксовых вырезов относительно друг друга) допускается не более . . . . .	1,2	1,2	—

## Продолжение

Наименование узлов и деталей	Чертежный размер	Допускаемый размер при выпуске тепловоза из подъемочного и большого периодического ремонтов	Браковочный размер при выпуске тепловоза из малого периодического и внепланового ремонтов
Внутренние боковые грани буксовых направляющих (по наличникам) каждого буксового выреза должны лежать в одной плоскости параллельно продольной ее оси. Отклонение допускается . . . . .	—	Не более 0,5	—
Широкие грани буксовых направляющих в одном буксовом вырезе должны быть параллельны между собой и перпендикулярны к продольной оси рамы			
Допускается:			
непараллельность . . . . .	—	Не более 0,5	—
неперпендикулярность . . . . .	—	Не более 0,3	—
Зазор между валиком и втулкой рессорного подвешивания (суммарный) . . . . .	0,17—0,51	0,17—1,5/2,5 0,17—1,5/2	4

## Смазка деталей и узлов экипажной части тепловоза ТЭ3

Деталь, узел	Ежедневно перед поездкой	На профилактическом осмотре	На малом периодическом ремонте	Через один малый периодический ремонт	При каждом большом периодическом ремонте	При подъемочном ремонте	Смазка
Буксы роликовые	—	+	+	+	+	+	АК10 (автол 10) ГОСТ 1862—60 То же
Редуктор червячный привода скоростемера, шарикоподшипники	—	+	+	+	+	+	
Буксовые направляющие	+	+	+	+	+	+	Масло осевое ГОСТ 610—48 летом Л, зимой З
Опора рамы с возвращающим устройством	—	+	+	+	+	+	То же
Моторно-осевые подшипники тяговых электродвигателей	—	+	+	+	+	+	»
Шарниры рессорного подвешивания	—	+	+	+	+	+	Масло дизельное ГОСТ 5304—54
Зубчатая передача тяговых электродвигателей	—	+	+	+	+	+	Цилиндровое ГОСТ 1841—51 любой марки, смазка осерненная и зимняя ЦТЧ № 06-58
Шарнирные звенья ручного тормоза	—	—	+	+	+	+	УС ГОСТ 1033—51 любой марки
Манжеты тормозных цилиндров	—	—	—	+	+	+	Тормозная ЖТ (4а) ЦТЧ № 04-58
Подшипники тягового электродвигателя:							
со стороны шестерни	—	—	—	+	+	+	1ЛЗ, ВТУ НП21-58 или УТВ (смазка 1-13 жировая) ГОСТ 1631—52
со стороны коллектора	—	—	—	—	—	+	То же
Обоймы подвесок тяговых электродвигателей	—	—	—	—	—	+	УС ГОСТ 1033—51 любой марки

Деталь, узел	Ежедневно перед поездкой	На профилактическом осмотре	На малом периодическом ремонте	Через один малый периодический ремонт	При каждом большом периодическом ремонте	При подъёмочном ремонте	Смазка
Валики рычажной системы тормоза	—	—	—	—	—	+	УС ГОСТ 1033—51 любой марки
Шкворни тележек	—	+	+	+	+	+	Освое летом Л, зимой З или С ГОСТ 610—48
Привод скоростемера, конический редуктор, шарниры, шарикоподшипники и квадратный хвостовик вертикального вала	—	—	+	+	+	+	Смазка 1ЛЗ ВТУ НП21-58 или УТВ (1-13 жировая) ГОСТ 1631—52
Телескопический вал привода скоростемера	—	—	+	+	+	+	Освое летом Л, зимой З или С ГОСТ 610—48
Подшипники качения тяговых электродвигателей, главных генераторов, двух машинных агрегатов	—	—	—	—	—	+	1ЛЗ ВТУ НП21-58 или УТВ (смазка 1-13 жировая) ГОСТ 1631—52








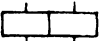























П р и м е ч а н и е. Раздел составлен по материалам действующих инструкций и правил.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЕННЫЕ  
В ТЕПЛОВОЗНЫХ СХЕМАХ**

Наименование	Обозначение по	
	ГОСТ 7624—55	ГОСТ 7624—62
Соединение с землей		
Соединение с корпусом (машины, аппарата и. т. д.)		
Обмотки электрических машин:		
дополнительных полюсов		
компенсационная		
последовательного возбуждения		
фазы статора машины переменного тока		
параллельного или независимого возбуждения		
машины постоянного тока		
Статор (общее обозначение)		
Обмотка статора		
Статор с трехфазной распределенной обмоткой (например, соединенной в треугольник)		
Ротор с распределенной трехфазной обмоткой		
Ротор с распределенной однофазной обмоткой или обмоткой постоянного тока		
Ротор с короткозамкнутой обмоткой		
Ротор с явновыраженными полюсами		
Ротор с явновыраженными полюсами и с короткозамкнутой успокоительной или пусковой обмоткой		
Ротор с обмоткой, коллектором и щетками		
Примечание. Направление выводов статора и ротора не устанавливается.		
Обмотка трансформатора, автотрансформатора, магнитного усилителя (количество полуокружностей и направление выводов не устанавливается, для обозначения начала обмотки можно использовать точку)		
Сердечник ферромагнитный (магнитопровод)		
Катушка индуктивности, дроссель без сердечника		
Дроссель с ферромагнитным сердечником		
Реактор		
Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником		
Трансформатор тока с одной вторичной обмоткой		
Усилитель магнитный с двумя рабочими и общей управляющей обмоткой		
Аккумуляторная батарея		
Элемент нагревательный		
Амперметр		
Вольтметр		
Шунт		

Наименование	Обозначение по	
	ГОСТ 7624—55	ГОСТ 7624—62
Предохранитель плавкий. Общее обозначение		
Контакт выключателя и переключателя:		
а) замыкающий		
б) размыкающий		
в) переключающий		
Контакт с безобрывным переключением		
Контакт реле:		
а) замыкающий		
б) размыкающий		
в) переключающий		
Направление выводов не устанавливается		
Контакт контактора, пускателя, силового контроллера:		
а) замыкающий		
б) размыкающий		
Блок-контакты электрического аппарата должны обозначаться так же, как и главные		
Контакт реле и контактора, замыкающий с выдержкой времени при:		
а) замыкании		
б) размыкании		
Контакт реле и контактора размыкающий с выдержкой времени при:		
а) замыкании		
б) размыкании		
Контакт пневматического (гидравлического) реле		
Контакт с гашением:		
а) замыкающий		
б) размыкающий		
Переключатель цепи управления многопозиционный (пример)		
Контроллер силовой (пример)		
Разъединитель однополюсный		
Выключатель автоматический воздушный		
Соединение штепсельное		
Штепсель		
Гнездо		
Допускается упрощенное изображение штепсельного разъема:		
а) штепсельная часть		
б) гнездовая часть		

Наименование	Обозначение по	
	ГОСТ 7624—55	ГОСТ 7624—62
Кнопка с самовозвратом с замыкающим контактом		
Кнопка с самовозвратом с размыкающим контактом		
Обмотка контактора и магнитного пускателя		
Обмотка реле		
Обмотки двухобмоточного реле		
Сопротивление нерегулируемое		
» нерегулируемое с отводом		
» регулируемое (реостат)		
» подстроечное		
Конденсатор. Общее обозначение		
Лампа осветительная. Общее обозначение		
Лампа накаливания сигнальная		
Прожектор		
Вентиль. Общее обозначение		
Диод полупроводниковый		
Транзистор точечный и плоскостной		
Звонок электрический		
Зуммер		
Гудок		

Примечание. Условные обозначения по ГОСТ 7624—62 приведены без учета изменения № 1, вводимого с I/VII 1965



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>от авторов</i> . . . . .	Стр. 2
-----------------------------	-----------

### 1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВОЗА ТЭЗ

#### *Глава I*

##### Общая компоновка и основные параметры тепловоза

Устройство тепловоза и расположение агрегатов . . . . .	3
Техническая характеристика тепловоза . . . . .	9

#### *Глава II*

##### Главнейшие тягово-эксплуатационные характеристики тепловоза

Тяговые характеристики . . . . .	15
Расходные характеристики . . . . .	17
Сопротивление движению . . . . .	17

### 2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

#### *Глава III*

##### Дизель 2Д100

Описание дизеля . . . . .	19
Основные технические характеристики дизеля 2Д100 . . . . .	25
Поддизельная рама . . . . .	27
Блок дизеля . . . . .	29
Коренные подшипники . . . . .	32
Гильза цилиндра . . . . .	37
Выпускные коробки и коллекторы . . . . .	41
Коленчатые валы . . . . .	44
Вертикальная передача . . . . .	48
Антивибратор . . . . .	54
Шатуны . . . . .	58
Поршни . . . . .	63
Эластичный привод воздухоудвки . . . . .	72
Воздуходувка . . . . .	74
Привод к насосам, гидромеханическому редуктору и регулятору числа оборотов дизеля . . . . .	83
Кулачковые валы топливных насосов и их привод . . . . .	91
Распределение дизеля 2Д100 . . . . .	94
Топливные насосы . . . . .	97
Форсунки . . . . .	116
Регулятор . . . . .	123
Электропневматический механизм и рычажная передача управления регулятором . . . . .	139
Управление дизелем . . . . .	143
Регулирование механизма управления топливными насосами . . . . .	149
Смазка дизеля . . . . .	152
Валоповоротный механизм . . . . .	153
Глушитель шума выпуска газов . . . . .	154

**Трубопроводы и вспомогательное оборудование дизеля**

Масляная система и ее оборудование . . . . .	157
Система охлаждения дизеля, водяной насос . . . . .	168
Топливная система и ее оборудование . . . . .	174
Воздушный фильтр . . . . .	181
Компрессор и схема воздухопровода автоматики тепловоза . . . . .	184

**Глава V****Холодильное устройство и приводы вспомогательного оборудования тепловоза**

Холодильное устройство . . . . .	197
Привод вентиляторов холодильника, компрессора и вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки . . . . .	210
Привод двухмашинного агрегата, тахогенераторов и вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки . . . . .	221
Вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей . . . . .	224

**Глава VI****Уход за дизелем и вспомогательным оборудованием; неисправности при работе**

Пуск и остановка дизеля . . . . .	224
Неисправности при работе дизеля и вспомогательного оборудования; их причины . . . . .	225
Осмотры и обслуживание дизеля и вспомогательного оборудования . . . . .	229

**3. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ****Глава VII****Электрическая схема**

Принципиальная схема электрической передачи . . . . .	234
Исполнительная схема электрических соединений тепловоза . . . . .	247

**Глава VIII****Электрические машины**

Тяговый генератор . . . . .	267
Тяговый электродвигатель . . . . .	282
Двухмашинный агрегат . . . . .	297
Тахогенераторы . . . . .	303

**Глава IX****Электрические аппараты**

Общие сведения . . . . .	308
Контроллер машиниста . . . . .	308
Контакты . . . . .	310
Реверсор . . . . .	316
Регулятор напряжения . . . . .	318
Реле . . . . .	324
Сопротивления . . . . .	331
Селеновые вентили . . . . .	333
Основные технические данные электрических аппаратов . . . . .	334

**Глава X****Аккумуляторная батарея**

Кислотная аккумуляторная батарея типа 32ТН-450 . . . . .	336
Щелочная аккумуляторная батарея типа 46ТПЖН-450 . . . . .	340

**Глава XI****Эксплуатация электрооборудования**

Подготовка электрооборудования к эксплуатации . . . . .	341
Реостатные испытания тепловоза . . . . .	342
Возможные неисправности схемы электрических соединений и их причины . . . . .	349

## 4. ЭКИПАЖНАЯ ЧАСТЬ И КУЗОВ ТЕПЛОВОЗА

### Глава XII

#### Рама и кузов тепловоза

Кузов . . . . .	356
Рама . . . . .	357
Песочная система . . . . .	360
Кабина . . . . .	362
Противопожарная установка . . . . .	363

### Глава XIII

#### Тележки и колесные пары

Общее устройство тележки . . . . .	370
Опоры рамы и возвращающий механизм . . . . .	379
Подвешивание тяговых электродвигателей . . . . .	380
Колесные пары . . . . .	383
Буксы . . . . .	386
Рессорное подвешивание . . . . .	389
Гребнесмазыватели . . . . .	392
Тормозное оборудование . . . . .	394

### Глава XIV

Основные указания по уходу за экипажной частью тепловоза . . . . .	398
--	-----

Приложение. Условные графические обозначения, примененные в тепловозных схемах . . . . .	407
--	-----

Кирилл Александрович Шишкин,  
Абрам Натанович Гуревич,  
Александр Дмитриевич Степанов,  
Владимир Андреевич Васильев, Сергей Николаевич Суржин

#### ТЕПЛОВОЗ ТЭЗ

Редактор *Н. П. Киселева*      Обложка художника *А. С. Завьялова*  
Технический редактор *М. А. Медведева*      Корректор *Р. А. Стоналова*

Сдано в набор 10/XII 1964 г.      Подписано к печати 21/VI 1965 г.      Формат бумаги 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печ. л. 29,75 (5 вклеек) (условных 41,65).      Бум. листов 14,875.      Учетно-изд. листов 42,83.  
Тираж 30 000.      Т 09205. Изд. № 15088. Зак. тип. 962. Цена 2 р. 02 к.

Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4 Главполиграфпрома  
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати  
Б. Переяславская, 46



