

Устройство, эксплуатация и ремонт тепловозов серии ТЭМ18 (ДМ, Д, Г, В)

Учебное пособие



С.В. Мольдерф

УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ТЕПЛОВОЗОВ СЕРИИ ТЭМ18 (ДМ, Д, Г, В)

Рекомендовано

*ФГАУ «Федеральный институт развития образования»
к использованию в качестве учебного пособия в учебном процессе
образовательных учреждений, реализующих программы НПО
по профессии 14241 «Машинист тепловоза».*

*Регистрационный номер рецензии 534
от 20 декабря 2013 г.*

Москва
2014

УДК 629.424.1

ББК 39.235

М76

Рекомендовано Департаментом управления персоналом ОАО «РЖД» и Корпоративным центром развития профессионального обучения персонала ОАО «РЖД» в качестве учебного пособия для использования в образовательном процессе при профессиональной подготовке рабочих кадров ОАО «РЖД»

Рецензенты: начальник отдела новой техники технической службы Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД», канд. техн. наук *Ю.В. Газизов*; начальник Пензенского подразделения Куйбышевского учебного центра профессиональных квалификаций *Н.А. Золкин*

Мольдерф С.В.

М76 Устройство, эксплуатация и ремонт тепловозов серии ТЭМ18 (ДМ, Д, Г, В): учеб. пособие. — М.: ОАО «Российские железные дороги», 2014. — 276 с.

ISBN 978-5-89035-745-8

Дано описание основного оборудования тепловоза ТЭМ18 (ДМ, Д, Г, В), подробно рассмотрены устройство и принцип работы оборудования механической части тепловоза, тяговых электрических и вспомогательных машин, многофункциональной микропроцессорной системы управления тепловозом, пневматического оборудования и многое другое.

Предназначено для обучающихся в учебных центрах профессиональных квалификаций железных дорог по профессии 14241 «Машинист тепловоза» при изучении предмета «Устройство и ремонт тепловозов», а также может быть полезно для обучения персонала, занимающегося ремонтом и эксплуатацией данной серии тепловозов.

УДК 629.424.1

ББК 39.235

ISBN 978-5-89035-745-8

© ОАО «Российские железные дороги», 2014

scan: The Stainless Steel Cat

Введение

Основная часть локомотивов, эксплуатируемых на сети железных дорог России, построена по техническим требованиям 60—80-х гг. XX в., технико-экономические параметры которых не отвечают современным требованиям. Причины тому хорошо известны: система обновления локомотивного парка была разрушена в начале 90-х гг. XX в. в связи с прекращением закупок тягового подвижного состава и нарушением межгосударственных связей.

Одним из приоритетов развития железнодорожного транспорта России сегодня — это приобретение парка тягового подвижного состава с улучшенными техническими характеристиками, повышенными показателями надежности и безопасности, а также планомерное снижение стоимости жизненного цикла приобретаемого подвижного состава и железнодорожной техники. Согласно прогнозу ГИПРОТРАНСТЭИ потребность в локомотивах для обеспечения объемов перевозок на 2010 г. составляет 16013 единиц, но по мере преодоления последствий экономического кризиса к 2020 г. необходимое количество локомотивов возрастет до 18 844 единиц. Для обеспечения потребности российской экономики в перевозках грузов и пассажиров, поддержания парка локомотивов ОАО «РЖД» на должном уровне закупки нового тягового подвижного состава должны в среднем составлять 450—480 единиц тепловозов в год.

Программа развития ОАО «РЖД» до 2030 г. предусматривает закупку новых локомотивов в следующих объемах: в 2010 г. — 142 единицы тепловозов, к 2015 г. закупки возрастут до 411 единиц тепловозов в год, что позволит остановить процесс старения парка локомотивов и начать его обновление.

На магистральной сети железных дорог эксплуатируется около 20 тыс. локомотивов. Основная их часть — устаревшие модели.

Согласно «Стратегии-2030» в период до 2015 г. необходимо закупить более 800 электровозов, более 500 тепловозов, более 1 тыс. маневровых локомотивов.

Значительная доля устаревших моделей локомотивов ограничивает их владельца в возможностях снижения эксплуатационных издержек. Короткие межремонтные пробеги, частая периодичность технического обслуживания, низкая степень автоматизации диагностики локомотивов, значительные трудозатраты по их текущему содержанию и ремонту приводят к тому, что около 25 % локомотивного парка постоянно находится на техническом обслуживании и ремонте. Владелец локомотивов вынужден содержать значительные ремонтные и сервисные мощности, что отвлекает его финансовые и кадровые ресурсы от основного вида деятельности — перевозок грузов и пассажиров.

Исходя из сегодняшних реалий, железнодорожному транспорту необходимы современные модели локомотивов, позволяющие наряду с выполнением задач по перевозке снижать эксплуатационные затраты и повышать уровень безопасности на железнодорожном транспорте. Эта задача в настоящее время решается локомотивостроителями путем проектирования и выпуска переходных, а затем и современных моделей локомотивов, построенных на базовой платформе.

Тепловоз ТЭМ18 выпускается Брянским машиностроительным заводом с 1992 г. Тепловоз предназначен для маневровой, вывозной и легкой магистральной работы на железных дорогах и промышленных предприятиях.

Брянский машиностроительный завод (БМЗ) строит тепловозы данной серии в исполнении для колеи от 1435 до 1676 мм, для умеренного и тропического климата.

Тепловоз ТЭМ18ДМ с новой кабиной машиниста является модификацией шестиосного тепловоза ТЭМ18 мощностью 882 кВт (1200 л.с.) с электрической передачей постоянного тока. Тепловоз ТЭМ18ДМ оборудован более совершенным и экономичным дизелем 1ПД-4Д производства предприятия Пензадизельмаш. Применение этого дизеля позволяет отказаться от радиаторных секций для охлаждения масла, так как в его комплект входит водомасляный теплообменник. Кроме того, используется редуктор, вращающий вентилятор холодильной камеры, без привода водяного насоса холодного контура. Этот насос установлен непосредственно на дизеле.

На новом тепловозе предусмотрены полнопоточный фильтр тонкой очистки масла, двадцать охлаждающих секций типа Р62.131.000,

расширительный бак для воды с датчиками уровня воды. Среди дополнительного комплектующего оборудования — комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ-У, электрический реостатный тормоз, телемеханическая система контроля бодрствования машиниста ТСКБМ, гребнесмазыватели типа АГС-8 (по одному на тележку).

Тепловоз оборудуется системой исключения сбора схемы тяги при недостаточном давлении воздуха в тормозной магистрали, системой автоматического торможения при саморасцепе тепловоза.

В эксплуатации тепловоз ТЭМ18ДМ позволяет получить годовую экономию топлива около 17 т в сравнении с тепловозом ТЭМ18, выполняющим одинаковый объем работы. Дополнительно обеспечивается снижение эксплуатационных расходов. Экипировочные запасы дизельного топлива составляют 5,4 т, песка — 2 т.

Основные особенности усовершенствованных тепловозов ТЭМ18ДМ по сравнению с ТЭМ18:

- модернизированная кабина машиниста, соответствующая современным санитарным нормам, оборудованная двумя пультами машиниста с электронным контроллером; установкой системы микроклимата, включающей в себя отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха; креслами КЛ-7500М.0-02; стеклами с электрическим обогревом; пластиковой внутренней обшивкой;
- микропроцессорная система управления и диагностики;
- система безопасности КЛУБ-У;
- система бортового энергоснабжения на базе синхронного возбудителя ВСТ-26/3300 и трехканального выпрямителя;
- телемеханическая система контроля бодрствования машиниста ТСКБМ;
- электрический реостатный тормоз.

Технические характеристики тепловозов ТЭМ18ДМ

Мощность по дизелю, кВт (л.с.).....	882 (1200)
Осевая формула.....	3_0-3_0
Служебная масса, т.....	126
Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс).....	6,18 (21±0,63)
Касательная сила тяги, кН (тс):	
при трогании с места ($\Psi = 0,3$).....	319 (32,5)
длительного режима при скорости 2,9 м/с (10,5 км/ч).....	206 (21)
Конструкционная скорость, м/с (км/ч).....	27,8 (100)
Габарит по ГОСТ 9238.....	1-Т

Ширина колеи, мм.....	1520
Длина по осям автосцепок, мм.....	16 900
Наибольшая ширина, мм	3120
Высота от головки рельса до крыши кабины, мм.....	4365
Минимальный радиус при прохождении горизонтальной кривой, м.....	80

Тяговая характеристика тепловоза ТЭМ18 представлена на рис. 1.

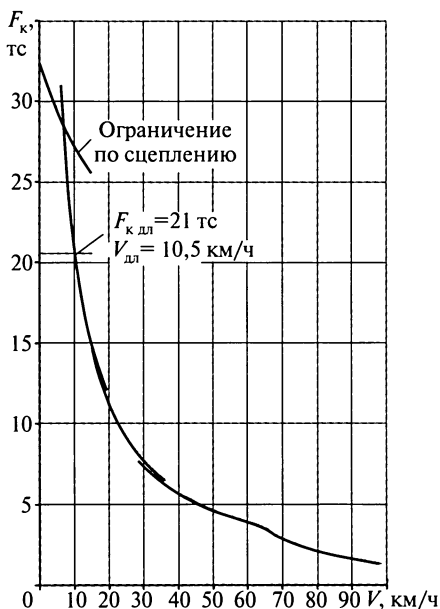


Рис. 1. Расчетная тяговая характеристика тепловоза ТЭМ18

В различных вариантах локомотивы данной серии поставлялись и поставляются в Казахстан (10 единиц в 2006 г.), Польшу а также Гвинею (2 тепловоза в 2006 г. — в тропическом исполнении, с соответствующей модификацией дизеля, влагостойкой краской и специальными кабелями). Еще один тепловоз (ТЭМ18KZ-0001) был изготовлен при участии БМЗ на новом совместном российско-казахстанском предприятии «Казахстанский локомотив» в Павлодаре в 2006 г.

Успешно эксплуатируются тепловозы ТЭМ18 и в нашей стране. В частности, ОАО «РЖД», после 10-летнего перерыва, в 2004 г., вновь стало закупать маневровые тепловозы ТЭМ18Д.

В декабре 2004 г. БМЗ получил сертификат, удостоверяющий соответствие нормам безопасности односекционных маневровых тепловозов типа ТЭМ18.

В связи с планируемым завершением производства тепловозов серии ТЭМ18 завод переходит на выпуск маневровых тепловозов ТЭМ18ДМ.

Тепловоз ТЭМ18Д. Тепловозы данной серии оборудованы более совершенным и экономичным дизелем 1ПД-4Д, комплексной ло-

комотивной системой безопасности КЛУБ-У, электрическим тормозом, телемеханической системой контроля бдительности машиниста ТСКБМ и другими усовершенствованиями и дополнениями. Улучшена шумо- и теплоизоляция кабины машиниста.

Тепловозы ТЭМ18Д с 2004 г. закупаются ОАО «РЖД». Локомотив ТЭМ18Д-001 с сентября 2004 г. выполняет маневровую работу на станции Калининград-Сортировочный Калининградской железной дороги.

Тепловоз ТЭМ18ДМ. Тепловоз серии ТЭМ18ДМ — шестиосный, с электрической передачей постоянного тока, предназначен для выполнения вывозной, маневровой и легкой магистральной работы на железнодорожных путях общего пользования и промышленных предприятий в районах с умеренным климатом при температуре окружающей среды от -50 до $+40$ °С.

Тепловоз ТЭМ18ДМ оборудован новой, увеличенной в размерах кабиной машиниста, более совершенным и экономичным дизелем 1-ПД4Д производства предприятия ОАО «Пензадизельмаш». Применение этого дизеля позволяет отказаться от радиаторных секций для охлаждения масла, так как в его комплект входит водомасляный теплообменник. Кроме того, используется редуктор, вращающий вентилятор холодильной камеры, без привода водяного насоса холодного контура. Этот насос установлен непосредственно на дизеле.

На тепловозе применяются системы бортового энергоснабжения, микропроцессорного управления и диагностики, а также система микроклимата в кабине машиниста. Данные системы обеспечивают дополнительную экономию топлива, снижение расходов на ремонты и техническое обслуживание локомотива, а также улучшение условий труда локомотивной бригады.

На маневровые тепловозы типа ТЭМ18ДМ получен сертификат соответствия № ССФЖТ RU. ЦТОЗ. А. 06925 от 06.02.2010 г., удостоверяющий соответствие нормам безопасности односекционных маневровых тепловозов типа ТЭМ18ДМ. Сертификат выдан Государственным учреждением Регистр сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (РСФЖТ).

Тепловозы ТЭМ18 с номера 3001 выпускаются для железной дороги Монголии и для промышленных предприятий стран СНГ и Балтии.

Тепловоз ТЭМ18 может выпускаться в следующих модификациях:

- ТЭМ18 — с обычной комплектацией;
- ТЭМ18Т — оснащен электрическим тормозом;
- ТЭМ18Д с новым экономичным дизельным двигателем 1ПД-4Д, благодаря которому для охлаждения масла можно не использовать радиаторные секции. Установлена комплексная локомотивная система безопасности КЛУБ-У, электрический тормоз, телемеханическое оборудование контроля бдительности машиниста ТСКБМ и много других дополнений. В кабине машиниста улучшена шумо- и теплоизоляция.

Тепловоз ТЭМ18ДМ отличается от предыдущей версии наличием микропроцессорной системой управления и диагностики (это обеспечивает более умеренный расход топлива и снижает расходы на техобслуживание), системой бортового обеспечения. В этой модели тепловоза кабина машиниста больше и оснащена системой контроля микроклимата.

Тепловоз ТЭМ18Г — модификация, работающая на сжатом природном газе с добавлением запальной порции дизельного топлива или на дизельном топливе.

Тепловоз ТЭМ18В — обновленная версия тепловоза ТЭМ18 с дизелем от Wärtsilä (W6L20LA, мощность которого 882 кВт). Брянский машиностроительный завод получил сертификат соответствия РС ФЖТ, позволяющий предприятию выпустить и передать на российские железные дороги установочную партию тепловозов ТЭМ18В. Сертификат распространяется на партию тепловозов (установочную серию) из 25 единиц и действителен до 1 ноября 2014 г.

ТЭМ18А — универсальный вид тепловоза ТЭМ18, предназначенный для работы на колее 1435 и 1520 мм.

Тепловоз ТЭМ18ЭГ — аналог ТЭМ18, предназначенный для поставки в Гвинею.

Тепловоз ТЭМ18УТ характеризуется микропроцессорной системой управления электропередач — УСТА (благодаря чему повышается надежность работы дизель-генератора, улучшаются тяговые свойства тепловоза, колесные пары служат дольше, сокращается расход песка, снижается износ тормозных колодок) и электрическим тормозом.

1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЗА

1.1. Рама и кузов

Главная рама и кузов предназначены для размещения локомотивной бригады, силового и вспомогательного оборудования, устройств управления локомотивом. К кузовам и главным рамам предъявляются высокие требования по жесткости, прочности и надежности. Ведь несущая рама воспринимает и передает вертикальные тяговые, тормозные и инерционные силы на тележки и ударно-тяговые приборы.

Основными элементами рамы являются две продольные балки и поперечные крепления. Эти балки расположены вблизи продольной оси симметрии рамы и называются *хребтовыми*. Они представляют собой конструкцию из двутавра № 45, усиленного полосами толщиной 22 мм, приваренными к нижней и верхней полкам двутавра, обносного швеллера № 16 и ряда поперечных кронштейнов, отштампованных из листовой стали толщиной 6 мм. Хребтовые балки и соединенные сваркой с ними поперечные расположены таким образом, чтобы можно было установить и надежно зафиксировать оборудование тепловоза. При дефектах рамы (деформации от ударов) появляется вибрация, которая изменяет взаимное расположение и центровку вспомогательного оборудования.

К торцам хребтовых балок закреплены сваркой литые стяжные ящики, в которых находятся поглощающий аппарат и автосцепка. Стяжные ящики расположены несколько ниже центра тяжести поперечного сечения рамы. Это связано с необходимостью учета большого количества дополнительных факторов (опасностью приложения сил выше центра тяжести локомотива, высотой оси вагонной автосцепки, диаметром колесных пар локомотива или вагона и т.д. и т.п.)

Рама тепловоза (рис. 2 и 3) является основанием для крепления силовой установки и вспомогательного оборудования, кузова, бака для топлива, а также служит для передачи на автосцепку тя-

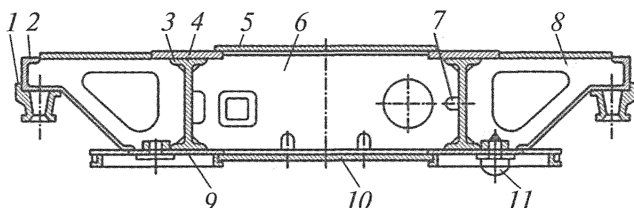


Рис. 2. Поперечный разрез рамы тепловоза:

1 — опора домкрата; 2 — швеллер обносной; 3 — усиливающая пластина верхнего пояса; 4 — продольная или хребтовая балка; 5 — верхний настильный лист; 6 — поперечная перегородка; 7 — отверстия под трубопроводы и кондуиты (кабельные каналы); 8 — поперечный кронштейн; 9 — усиливающая пластина нижнего пояса; 10 — нижний настильный лист; 11 — опора кузова

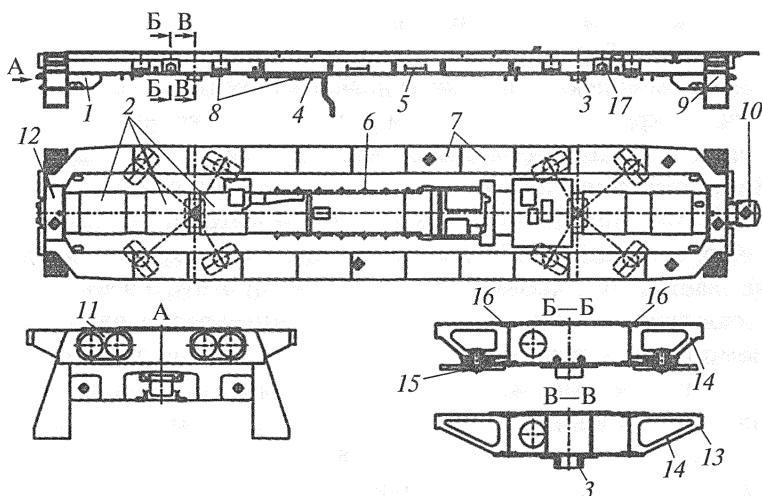


Рис. 3. Рама тепловоза:

1 — стяжной ящик; 2 — настильные листы; 3 — шкворни; 4 — желоба слива; 5 — кронштейны; 6 — прокладки под дизель; 7 — рифленый настил; 8 — воздухопроводы; 9 — лестницы; 10 — переходная площадка; 11 — буферные фонари; 12 — люки; 13 — обносные швеллера; 14 — кронштейны боковые; 15 — шаровые опоры; 16 — балки продольные; 17 — кронштейны под домкрат

гового усилия, развиваемого тяговыми электродвигателями, восприятия ударных нагрузок при толчках и сжимающих усилий при торможении.

Кузов тепловоза практически не воспринимает вес оборудования, толчки, все виды нагрузок, возникающие во время движения. Рама тепловоза поэтому сделана массивной. Такая конструкция называется «главной несущей рамой». На сети железных дорог имеются тепловозы с несущим кузовом, т.е. оборудование закрепляется на кузове. Так выполнен кузов тепловоза ТЭП70, сама конструкция имеет название «раскосно-стоечной». Несущий кузов сделан из стержней, соединенных вертикально и по диагонали и обладает достаточной жесткостью, чтобы нести на себе узлы тепловоза. При несущем кузове отпадает необходимость в креплениях кузова и рамы, соответственно нет узлов крепежа, который расшатывается в процессе движения. Главная рама, топливный бак, боковые стенки кузова неразрывно соединены в единый цельносварной блок.

В нижнем настильном листе рамы под дизель-генератором сделан вырез для слива масла из картера дизеля и установлены люки для осмотра тягового генератора в эксплуатации. Два выреза и соединенные с ними воздушные каналы в раме служат для подвода охлаждающего воздуха от вентилятора к тяговым электродвигателям. В переднем и заднем концах рамы выполнены закрытые крышками ящики для размещения крупного инструмента.

Через шкворни рамы передаются тяговые и тормозные усилия. Шкворень служит своеобразной осью поворота тележки в горизонтальной плоскости. Шкворень литой и приварен к раме кузова.

Впереди и сзади рамы тепловоза к стяжному ящику крепятся путеочистители, предназначенные для сброса с путей посторонних предметов. Высота нижней кромки путеочистителя от головки рельсов должна быть в пределах от 100 до 175 мм (в экипированном состоянии тепловоза).

Оборудование тепловоза монтируется на главной раме, которая устанавливается на две трехосные бесчелюстные тележки (рис. 4). Вес главного строения передается на каждую тележку через четыре опоры скольжения с резино-металлическими элементами.

Кузов тепловоза — капотного типа и состоит из пяти основных частей: холодильной камеры, кузова над двигателем, кузова над высоковольтной камерой, кабины машиниста и кузова над аккумуляторным помещением. Кузов капотного типа применяется на маневровых тепловозах и имеет одну кабину машиниста. Такой кузов обеспечивает хороший обзор станционных путей из кабины. При

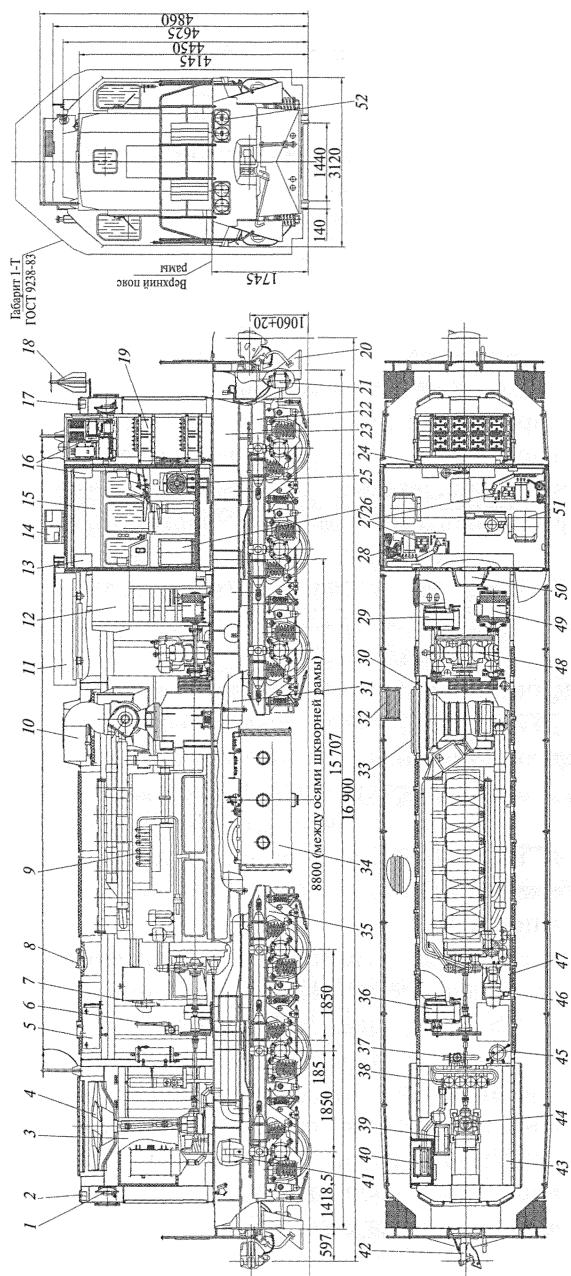


Рис. 4. Общий вид тепловоза ТЭМ18ДМ:

1 — прожектор; 2 — песочницы передние; 3 — камера холодильной камеры; 4 — вентилятор холодильной камеры; 5 — бак водяной расширительный; 6 — насос водяной ручной; 7 — умывальник; 8 — тифон; 9 — дизель-генератор; 10 — искрогаситель; 11 — тормоз электрический реостатный; 12 — камера высоковольтная; 13 — микропроцессорный блок управления УСБЭ; 14 — кондиционер; 15 — кабина машиниста; 16 — установка приборов КЛУБ-У, ТСКБМ, радиостанции, пожарной сигнализации; блока коммутации и управления и блока преобразователя частоты кондиционера; 17 — песочницы задние; 18 — антенны; 19 — батарея аккумуляторная; 20 — путеочиститель; 21 — греб-несмазыватель; 22 — тележка задняя; 23 — главная рама тепловоза; 24 — тормоз ручной; 25 — calorifier; 26 — холодильник пищи; 27 — пульты управления; 28 — краны машиниста; 29 — вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки; 30 — воздухоочиститель дизеля; 31 — главные воздушные резервуары; 32 — подножка переносная; 33 — экранный глушитель шума на всасе дизеля; 34 — бак топливный; 35 — тележка передняя; 36 — вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки; 37 — масляный термостат; 38 — фильтры масляные полнопроточные; 39 — реактор сглаживающий; 40 — модуль управляемых выпрямителей; 41 — резервуары системы самоторможения; 42 — автосцепка; 43 — секции радиаторные охлаждающие; 44 — редуктор вентилятора холодильной камеры; 45 — топливоподогреватель; 46 — насосы маслопрокачивающий и топливоподкачивающий; 47 — бак масляный; 48 — компрессор; 49 — возбудитель синхронный; 50 — шкаф для одежды; 51 — кресла машиниста и помощника; 52 — фонари буферные

ремонте такой кузов легко снимать с рамы при необходимости демонтажа и ремонта агрегатов локомотива.

Для доступа к агрегатам и узлам тепловоза, а также для монтажных работ в кузове имеются боковые двери и люки в крыше.

Вентиляция подкузовного пространства — естественная благодаря наличию просечек в дверях капота.

Кабина машиниста имеет теплозвукоизоляцию. В кабине машиниста установлены: привод ручного тормоза, электропневматический клапан, пульт управления машиниста (основной) ПУ1, пульт управления помощника машиниста (дополнительный) ПУ2, бытовой холодильник, инструментальный ящик.

На пультах управления ПУ1 и ПУ2 установлены аппараты управления и дисплей, с помощью которых управляется и контролируется работа силовой установки и тормозного оборудования.

Управление движением тепловоза осуществляется с помощью электронного контроллера машиниста, состоящего из электронного блока БЭЛ и двух задатчиков (по одному на каждом пульте).

В высоковольтной камере, расположенной перед кабиной машиниста, установлены электрические аппараты.

В дизельном помещении размещены: дизель-генератор, компрессор, возбудитель, вентиляторы охлаждения тяговых электродвигателей, маслопрокачивающий агрегат, топливоподкачивающий агрегат, фильтры грубой очистки топлива, воздушный фильтр дизеля, водяной бак, бак для масла, трубопроводы с арматурой, умывальник.

Дизель-генераторная установка вырабатывает электрический ток, который поступает в электродвигатели, приводящие в движение через зубчатую передачу (тяговый редуктор) колесные пары тепловоза. Главный генератор служит также для пуска дизеля. При этом генератор работает в режиме электродвигателя, получая питание от аккумуляторной батареи, расположенной в отдельном помещении за кабиной машиниста.

От вала главного генератора крутящий момент передается через муфту на компрессор и через клиноременную передачу к синхронному возбудителю и вентилятору охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки.

От переднего конца коленчатого вала дизеля (со стороны масляного насоса дизеля) через конический редуктор и фрикционную муфту посредством карданных валов приводится во вращение вен-

тилятор холодильника, а при помощи клиноременной передачи — вентилятор охлаждения электродвигателей передней тележки.

В передней части тепловоза расположен холодильник, состоящий из 14 секций для охлаждения воды дизеля и масла дизеля в водомасляном теплообменнике и 6 секций для охлаждения воды в системе охлаждения наддувочного воздуха дизеля после турбокомпрессора. Тепловоз оборудован трубопроводом подогрева воды наддувочного контура в холодное время года.

Включение и выключение вентилятора, а также открытие и закрытие жалюзи производится автоматически в зависимости от температуры воды и масла с поста управления при помощи электропневматических устройств и дистанционно с помощью тумблеров.

Посередине тепловоза, под главной рамой, находится топливный бак. На главной раме закреплены главные воздушные резервуары и кондуиты с электропроводкой.

Бункерами для песка служат два отсека, выполненные непосредственно на кузове тепловоза впереди холодильной камеры и сзади аккумуляторного помещения.

Кабина машиниста обогревается при помощи водяного калорифера за счет тепла, отводимого от дизеля его системой охлаждения. Кроме того, под ногами машиниста имеется батарея обогрева ног, также включенная в систему охлаждения дизеля.

Регулирование температуры в кабине производится автоматически или в ручном режиме системой кондиционирования воздуха СКВ-4,5-МТ18 (рис. 5).

Система кондиционирования воздуха СКВ-4,5 предназначена для обеспечения комфортного микроклимата в кабине машиниста локомотива.

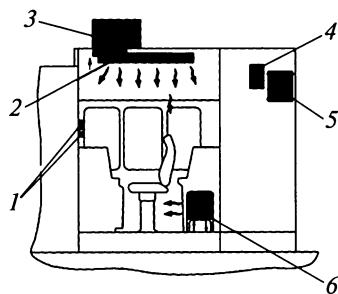


Рис. 5. Схема установки СКВ-4,5-МТ18:

1 — реле температуры воздуха; 2 — устройство раздачи воздуха на торцевую и боковую стенки; 3 — СКВ-4,5-МТ18; 4 — БУК-4,5; 5 — преобразователь напряжения статический; 6 — калорифер

1.2. Тележки

Рама тележки служит для установки на ней колесно-моторных блоков, объединяет и передает через шкворень на раму тепловоза

тяговые и тормозные усилия. Нагрузка от рамы тепловоза и расположенного на ней оборудования через опоры рамы и буксы равномерно распределяется на колесные пары. На раме тележки концентрируются тяговые и тормозные силы, она испытывает переменные нагрузки, вызванные колебаниями тепловоза в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Рама состоит из продольных боковин, связанных электросваркой поперечными креплениями. Для того чтобы закрепить и разместить различное оборудование, на раме крепятся различные кронштейны. Устранение внутренних напряжений, возникающих при сварке, и изменение структуры и свойств металла в зоне нагрева достигается последующей после сварки термической обработкой. Последующая после сварки (окончательная) термическая обработка проводится для улучшения структуры сварного шва и зоны термического влияния и получения необходимых механических свойств. Общий отпуск сварных конструкций производят в печи. Поэтому сварочные работы с узлами рамы возможно проводить только на предприятиях, имеющих необходимое оборудование. На тепловозе ТЭМ18ДМ применена бесчелюстная трехосная тележка, имеющая сварную раму, индивидуальное рессорное подвешивание, индивидуальную рычажную передачу тормоза с двусторонним нажатием на каждое колесо, колесно-моторные блоки в соответствии с рис. 6 с односторонним («гуськовым») расположением, опорно-осевой подвеской тяговых двигателей и поводковыми буксовыми узлами с осевыми упорами качения и опоры рамы. Такое расположение тяговых электродвигателей способствует более равномерному распределению нагрузок по осям при движении тепловоза. На буксах 3-й и 4-й колесных пар тележек в соответствии с рис. 6 установлено по одному датчику ДПС-У-01 (рис. 7), которые входят в состав КЛУБ-У.

Датчик предназначен для измерения угла поворота оси колесной пары и преобразования его в дискретные электрические сигналы, используемые в измерительных системах, контролирующих направление движения, измеряющих пройденный путь, скорость и ускорение. Принцип его действия основан на измерении угла поворота оси колесной пары и преобразовании его в дискретные электрические сигналы импульсы в результате модуляции оптического потока, излучаемого светодиодом. Электрические сигналы, соот-

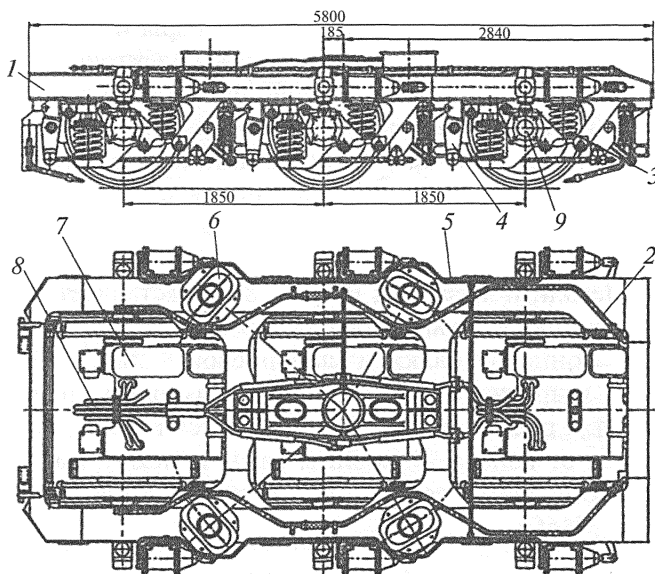
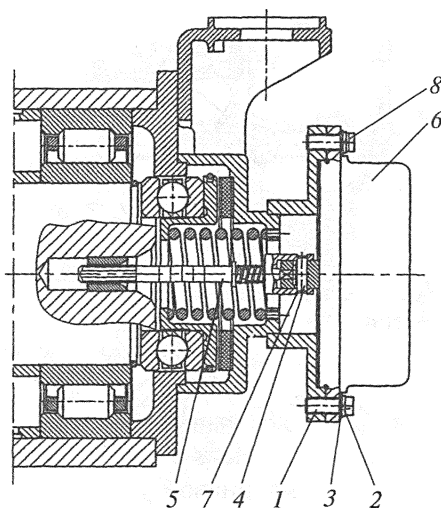


Рис. 6. Тележка тепловоза:

1 — рама тележки; 2 — песочный трубопровод тележки; 3 — рессорное подвешивание; 4 — тормоз тележки; 5 — воздухопровод тележки; 6 — опора рамы; 7 — колесно-моторный блок; 8 — электромонтаж тележки; 9 — установка датчика ДПС-У- 01 на буксе

Рис. 7. Установка датчика ДПС-У-01 на буксе:

1 — болт; 2, 3 — шайба; 4 — штифт; 5 — вал гибкий; 6 — датчик угла поворота ДПС-У-01; 7 — пружина; 8 — проволока



ветствующие углу поворота оси колесной пары и пропорциональные скорости движения поезда, с помощью электрического кабеля передаются на локомотивную аппаратуру системы автоматического управления торможения поезда (САУТ). Датчик конструктивно состоит из фланца с крышкой и подшипникового узла вращения с валом. На валу прикреплен привод с одной стороны и диск с пазами с другой. Под крышкой расположена оптопара и плата формирователя дискретных сигналов.

Рама тележки, показанная на рис. 8, представляет собой сварную конструкцию, состоящую из двух боковин, трех междурамных креплений, концевой балки и шкворневой балки. Литая шкворневая балка вварена между двумя междурамными креплениями и имеет в центре гнездо, в которое вставляется втулка для предохранения гнезда от износа. Боковины рамы и междурамные крепления имеют коробчатое сечение и изготавливаются из листов стали Ст3 или М16С.

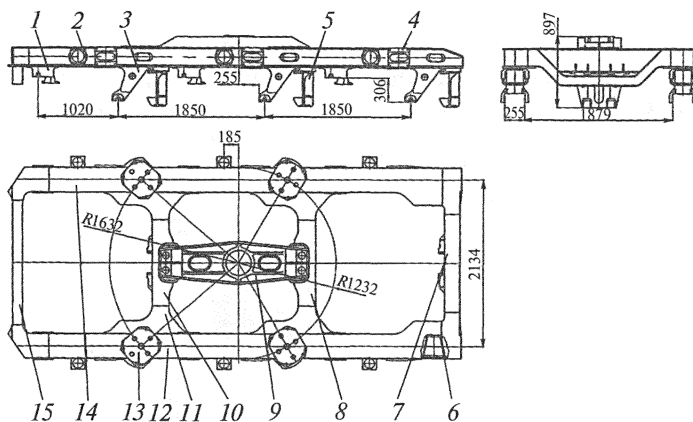


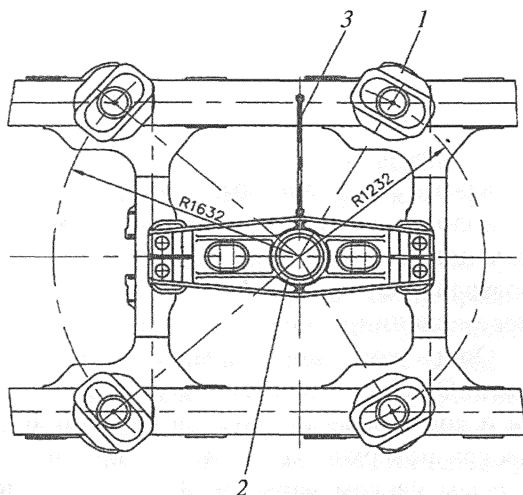
Рис. 8. Рама тележки:

1, 3, 4, 5 — кронштейны; 2 — корпус; 3 — вставка; 7, 8, 10 — междурамные крепления; 9 — шкворневая балка; 11 — лист; 12, 14 — боковины; 13 — пластик; 15 — концевая балка

В опорно-возвращающее устройство тележки, показанное на рис. 9, входят четыре опорных узла с резино-металлическими элементами и шкворневой узел.

Рис. 9. Опорно-возвращающее устройство тележки:

1 — опора рамы; 2 — шкворневый узел; 3 — трубка подвода смазки к шкворневому гнезду

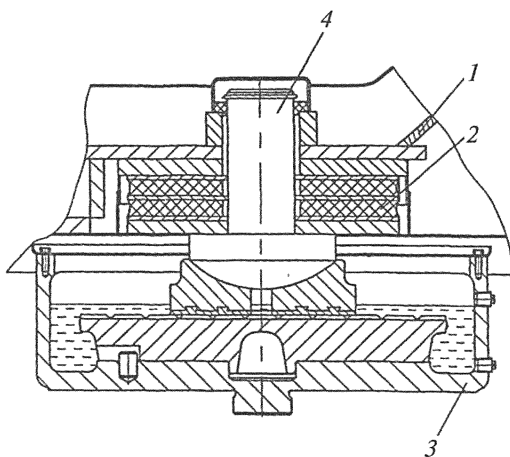


Центры опор развернуты вдоль радиусов установки, а центр шкворня не совпадает с геометрическим центром тележки. Расположение шкворня за средней осью тележки немного снижает боковое усилие на рельс направляющей колесной пары.

Опорный узел тепловоза (рис. 10) состоит из опоры рамы, двух резино-металлических элементов и сферической опоры (грибка). Резино-металлические элементы препятствуют передаче колебаний высокой частоты, которые неспособны погасить пружинные

Рис. 10. Опорный узел тепловоза:

1 — рама; 2 — элемент резино-металлический; 3 — опора рамы; 4 — опора сферическая



комплекты. Грибок от выпадания из рамы тепловоза удерживается пружинным кольцом. От попадания грязи в опору рамы она закрыта брезентовым чехлом. Через опорные узлы на тележку передается приходящаяся на нее часть веса надтележного строения тепловоза.

Кроме этого, опорные узлы служат для обеспечения устойчивого положения тележки под тепловозом при его движении, а также плавного вписывания в кривые и получения необходимых усилий, возвращающих кузов тепловоза в первоначальное положение при перемещении его относительно тележек при движении в кривых.

Опора рамы (рис. 11) закреплена на раме тележки четырьмя болтами. Она состоит из корпуса, в котором размещены опорная плита и армированное антифрикционное гнездо со сферической поверхностью. Внутренняя полость опоры рамы заполнена осевым маслом марки Л, З или С в зависимости от времени года и места эксплуатации. Уровень масла контролируется по верхней пробке корпуса опоры. Уровень масла контролируется по уровню в трубке, подводящей смазку.

Рессорное подвешивание является одним из важнейших элементов ходовых частей. Нагрузка от массы кузова и тележки передается колесным парам через систему упругих элементов поглощающих энергию колебаний. Эта система называется рессорным подвешиванием. Рессорное подвешивание уменьшает динамическое воздействие колес на рельсы при движении по неровностям пути всех ударов и динамических усилий, передающихся от рельсов элементам тележки и кузова, обеспечивает плавность хода.

Различается обрессоренная и необрессоренная части конструкции локомотива. Обрессоренная часть — это та часть конструкции, которая отделена от воздействия ударных нагрузок колесных пар рессорным подвешиванием. Необрессоренная часть — это колес-

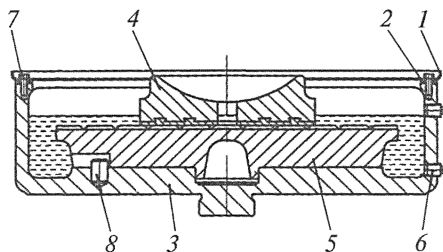


Рис. 11. Опора рамы:

- 1 — крышка; 2 — прокладка;
- 3 — плита опорная; 4 — гнездо армированное; 5 — плита опорная;
- 6 — пробка; 7 — болт; 8 — штифт цилиндрический

ные пары, буксы, тяговый двигатель и другие элементы, не отделенные от рельсов упругими элементами. Когда колесная пара проходит неровности пути, неподдрессоренные части получают ускорения до 25g. Машинисты должны представлять, что означают ограничения по скорости при дефектах круга катания колесной пары. Ударные воздействия в таком случае не только разрушают буксовый узел, но и могут привести к деформации рельса.

На тележке с индивидуальным рессорным подвешиванием вертикальная нагрузка через комплекты пружин передается на приливы бесчелюстных букс. На каждую колесную пару нагрузка передается от рамы четырьмя комплектами пружин. Но имеется недостаток у такого рессорного подвешивания. Это большая чувствительность тележек к изменению статической нагрузки от колес на рельсы от размеров и жесткости пружин, поставленных на тележку.

На рис. 12 представлено рессорное подвешивание бесчелюстной тележки с индивидуальным рессорным подвешиванием.

Рессорное подвешивание тележки одноступенчатое, индивидуальное для каждой колесной пары. Оно состоит из шести одина-

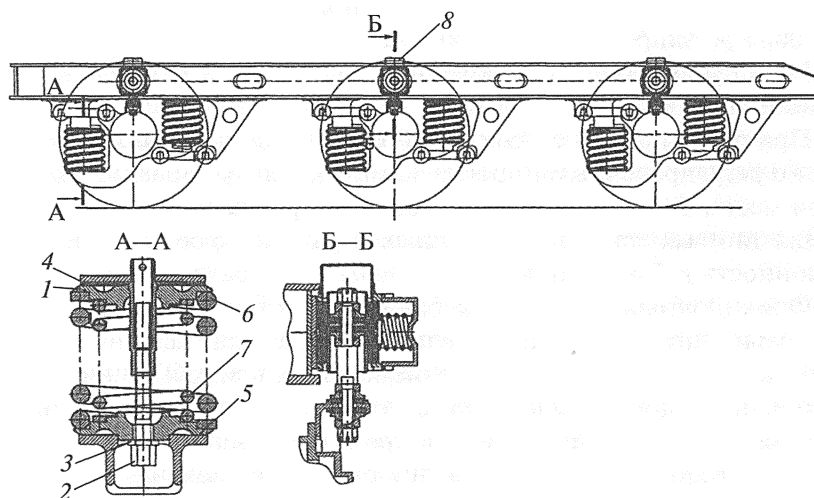


Рис. 12. Рессорное подвешивание:

1 — опора пружины верхняя; 2 — болт технологический; 3 — шайба технологическая; 4 — регулировочные пластины; 5 — опора пружины нижняя; 6 — пружина наружная; 7 — пружина внутренняя; 8 — гаситель колебаний фрикционный

ковых групп, каждая из которых имеет два одинаковых пружинных комплекта и один фрикционный гаситель колебаний.

В пружинный комплект входят две пружины — наружная 6 и внутренняя 7 и две опорные плиты. Витки пружин одного комплекта навиты в разную сторону, ведь при изломе пружины витки одной не смогут попасть между витками другой. Перед установкой на тележку пружинный комплект собирают и стягивают специальным технологическим болтом с шайбой, который после подкатки тележки снимают и хранят вместе с ЗИПом тепловоза.

Для получения правильной развески по осям тепловоза пружинные комплекты собирают с учетом высоты пружин под статической нагрузкой и распределяют на три группы, номер группы для пружинного комплекта определяется по номеру группы наружной пружины. Пружины каждой группы отличаются друг от друга по высоте в среднем на 6 мм.

Бирки с маркировкой группы пружины устанавливаются на втором или третьем витке пружины с наружной стороны.

При взвешивании тепловоза требуемое распределение нагрузок по осям и колесам обеспечивается (при необходимости) за счет подбора регулировочных пластин 4.

Места установки регулировочных пластин и их количество указываются в паспорте тепловоза.

При ремонтах, связанных с разборкой тележки, комплекты пружин с регулировочными прокладками должны устанавливаться на свои места. Это необходимое условие для равномерного распределения тяговых усилий на колесных парах, которое уменьшает их склонность к боксованию.

Фрикционный гаситель колебаний (рис. 13) устанавливается параллельно пружинным комплектам и служит для гашения колебаний наддрессорного строения, возникающих при движении тепловоза. Спиральные пружины обладают малым внутренним трением и не могут предотвратить явление резонанса при движении локомотива. Резонанс может привести к резкому увеличению амплитуды колебаний, ударам рамы тележки о корпус букс. Гаситель колебаний дает возможность «притормаживать» колебания пружинного комплекта. Он состоит из корпуса, приваренного к раме тележки, поршня, зажатого пружиной 5 между двумя вкладышами 2 с установленными в них накладками из асбоматериала и крыш-

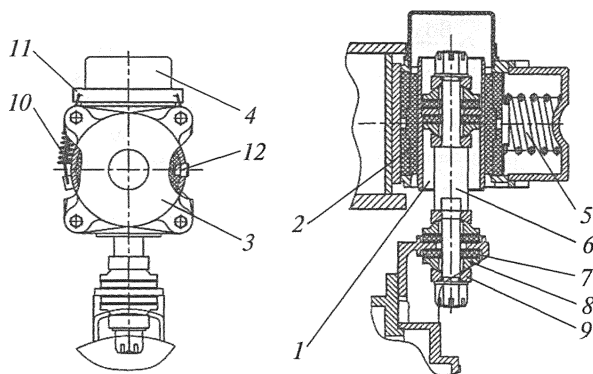


Рис. 13. Гаситель колебаний фрикционный:

1 — поршень; 2 — вкладыш; 3 — крышка; 4 — кожух; 5 — пружина; 6 — тяга; 7 — амортизатор; 8 — сухарь; 9 — обойма; 10 — пружина; 11 — хомут; 12 — шпонка

ки 3. Шпонка служит для предотвращения перекашивания вкладышей при работе гасителя колебаний. Сверху на корпусе крепится полиэтиленовая крышка.

Поршень гасителя колебаний состоит из тяги 6, которая соединена с гильзой поршня 1 и кронштейном, приваренным к крышке буксы с помощью гаек через амортизаторы 7, сухари 8 и обоймы 9. Сухарь и обойма имеют сферические поверхности для компенсации возможных перекосов тяги поршня, возникающих при движении тепловоза.

Сферические поверхности сухаря и обоймы смазывают при сборке гасителя колебаний смазкой Буксол.

Затяжку гайки крепления поршня гасителя колебаний к кронштейну буксового узла контролируют динамометрическим ключом через одно ТО-3. Если силы трения в фрикционных гасителях колебаний будут отличаться друг от друга, то будет нарушено распределение нагрузки на оси колесных пар тепловоза, а это приводит к снижению коэффициента использования сцепного веса, колесные пары начинают пробуксовывать.

Рычажная передача тормоза тележки индивидуальна для каждого колеса. Схема рычажной передачи тормоза для одной из колесных пар показана на рис. 14, остальные колесные пары имеют аналогичную передачу.

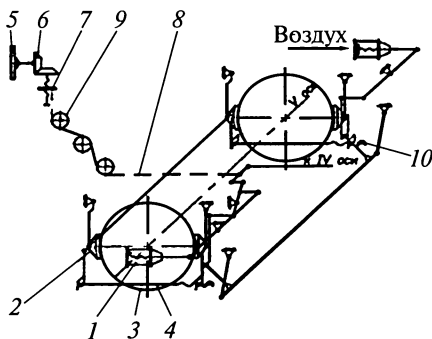


Рис. 14. Схема рычажной передачи тормоза тележки:

1 — тормозной цилиндр; 2 — тормозная колодка; 3 — колесо; 4 — продольная регулируемая тяга; 5 — штурвал; 6 — коническая зубчатая пара; 7 — винтовая передача; 8 — цепь; 9 — направляющий ролик; 10 — регулятор

Ручной тормоз действует на две колесные пары (четвертую и пятую) только задней тележки.

По мере износа тормозных колодок необходимо регулировать величину выхода штоков тормозных цилиндров.

Установочный выход штока должен быть 55^{+5} мм, максимальный в эксплуатации 100 мм. Для уменьшения выхода штоков необходимо отвести скобы и навинчиванием на тягу охранной трубы и гайки (вначале трубу, а потом гайку) укоротить продольную регулируемую тягу 4, установив требуемый выход штока.

После регулировки грани гаек необходимо расположить в одинаковой плоскости так, чтобы скобы их охватили.

В эксплуатации должны применяться гребневые тормозные колодки из серого модифицированного чугуна.

Минимальная толщина колодок в эксплуатации допускается:

- при магистральной работе — не менее 15 мм;
- при маневровой и вывозной — не менее 10 мм.

1.3. Колесные пары

Основными частями колесной пары тепловоза (рис. 15) являются ось, колесные центры и бандажи. Оси изготавливаются из специальной осевой стали. На оси имеются шейки для установки букс, преподступичные части и подступичные части, на которые напрессовываются колесные центры. Колесные центры изготавливаются из стали повышенного качества 25Л. В средней части на внутренней поверхности ступицы колесного центра делается проточка, соединенная каналом с наружной поверхностью ступицы. Канал закрывается заглушкой, а при ремонте в проточку подается под

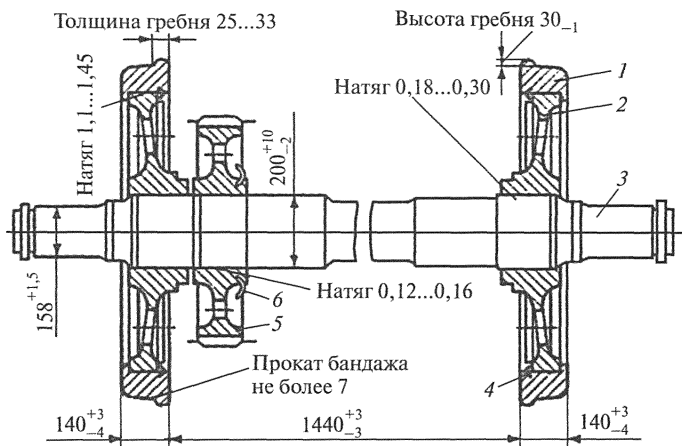


Рис. 15. Колесная пара тепловоза:

1 — бандаж; 2 — колесный центр; 3 — ось; 4 — бандажное кольцо; 5 — зубчатое колесо; 6 — отбойное кольцо

давлением масла, что служит ослаблению натяга между колесом и осью для демонтажа колесной пары. Колесные центры состоят из ступицы, обода и диска. Они напрессовываются на ось с натягом. Бандажи являются сменным элементом колесной пары. Бандажи изготавливаются из раскисленной марганцевой стали с содержанием углерода не выше 0,65 %. Их напрессовывают на колесные центры с натягом тепловым способом, нагревая до температуры 250—320 °С, и закрепляют специальными бандажными кольцами. Применяется холодный и горячий способы соединения элементов колесной пары. При холодном способе колесный центр напрессовывают на ось гидравлическим прессом с записью диаграммы усилия на протяжении всего процесса запрессовки. Натяг, с которым напрессовывают колесный центр, 0,2—0,26 мм. Индикаторная диаграмма запрессовки только тогда считается удовлетворительной, когда имеет вид плавно нарастающей кривой, немного выпуклой вверх. Если имеются «скачки», то это показывает дефект посадочных поверхностей, и колесная пара бракуется.

Тепловой способ используют также и для посадки зубчатого колеса на ось. Но имеются технологические процессы, при которых напрессовывают тепловой посадкой и колесный центр.

Перед тем как бандажи посадить на колесные центра одной колесной пары, их проверяют дефектоскопом и подбирают по твердости. Износ при работе должен быть одинаков на обоих бандажах. После посадки бандажей на их наружных боковых поверхностях выбивают на длине 25 мм четыре—пять кернов глубиной 1—1,5 мм, а последний керн должен располагаться не ближе 10 мм от кромки упорного бурта. На поверхности обода центра напротив кернов наносят риску тупым зубилом. В эксплуатации по этим меткам контролируют возможный сдвиг бандажа. После окраски бандажа по этим кернам и риску наносят полоску белой или красной краски шириной 25 мм. Тем самым, не вглядываясь в риски, можно издали определить сдвиг бандажа. Колесная пара тепловоза ТЭМ18 имеет на оси подступичную часть, на которую напрессовывается зубчатое колесо, а шейки служат опорами моторно-осевых подшипников. В тяговом редукторе принято называть шестерню малого размера — шестерней, а большего размера — зубчатым колесом.

В процессе эксплуатации наиболее интенсивному износу подвергаются бандажи колесных пар. По мере износа бандажей, т.е. при появлении проката поверхности катания и подреза гребня, производится обточка колесных пар. Бандажи заменяются при достижении ими минимальной толщины. Диаметр новых колес по кругу катания, измеряемый на расстоянии 70 мм от внутренней грани бандажа, составляет 1050 мм.

При формировании, ремонте и освидетельствовании колесных пар применяют различные клейма и знаки, наносимые на осях бандажей, на зубчатых колесах и колесных центрах. На оси знаки и клейма наносят на торцах или цилиндрическом пояске, примыкающем к торцу оси (при наличии осевых упоров). Сторона колесной пары, на торце оси которой находятся знаки и клейма, относящиеся к изготовлению оси, считается правой. На левом торце оси наносят только клейма освидетельствования колесной пары (временные, до очередного освидетельствования). На остальных элементах колесной пары клейма наносят: на бандажах — на наружных гранях, на центрах — на наружном торце ступицы центра, на зубчатых колесах — на торцах ступицы или боковых гранях венца со стороны моторно-осевых подшипников.

Примеры маркировки и клеймения колесных пар приведены на рис. 16.

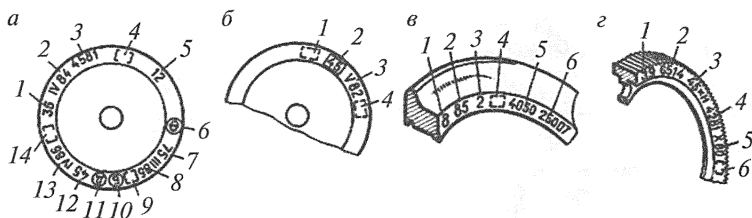


Рис. 16. Знаки и клейма на элементах колесной пары:

а — на правом торце оси: 1 — номер завода-изготовителя заготовки оси; 2 — месяц изготовления заготовки; 3 — номер оси; 4 — клейма технического контроля предприятия-изготовителя и представителя приемки, проверивших правильность переноса маркировки и принявших обработанную ось; 5 — номер завода, обрабатывающего ось; 6 — метод формирования колесной пары (ф — прессовый, фт — тепловой); 7 — номер предприятия, сформировавшего колесную пару; 8 — месяц и год формирования; 9 — клеймо приемки («Серп и молот») или прямоугольник с номером и серпом и молотом; 10 — клеймо в форме круга с буквой «Б», обозначающее динамическую балансировку колесной пары; 11 — клеймо в форме круга с буквой «Д», обозначающее пересформирование колесной пары (спрессовка с оси всех элементов); 12 — номер пункта, освидетельствовавшего колесную пару; 13 — месяц и год освидетельствования; 14 — клейма приемки; *б* — на левом торце оси (временные, до очередного освидетельствования): 1 — место постановки клейм: смены бандажей (СБ), спрессовка левого (ЛД) или правого (ПД) колесного центра; 2 — условный номер ремонтного пункта; 3 — месяц и год полного освидетельствования; 4 — клеймо приемки; *в* — на наружной грани бандажа: 1 — номер завода-изготовителя; 2 — год изготовления; 3 — марка бандажа; 4 — клейма приемки; 5 — номер плавки; 6 — порядковый номер бандажа; *г* — на зубчатом колесе (на венце или ступице): 1 — номер завода-изготовителя; 2 — номер зубчатого колеса; 3 — марка стали; 4 — номер плавки; 5 — месяц и год изготовления; 6 — клейма технического контроля предприятия, производившего установку

Зубчатый редуктор состоит из шестерни, насаженной в горячем состоянии на конический хвостовик вала якоря двигателя, зубчатого колеса, укрепленного на оси колесной пары, и кожуха редуктора, предохраняющего зубчатую пару от пыли и грязи и служащего резервуаром для масла (рис. 17, 18). У тепловоза ТЭМ18ДМ передаточное число и модуль зацепления зубчатой передачи унифицированы с грузовыми тепловозами ($i=4,41$; $m=10$ мм).

Смазка зубчатой передачи, работающей при высоких контактных напряжениях, обладает большой липкостью. Используется смазка СТП (смазка тяговой передачи). Смазка заправляется в сварной ко-

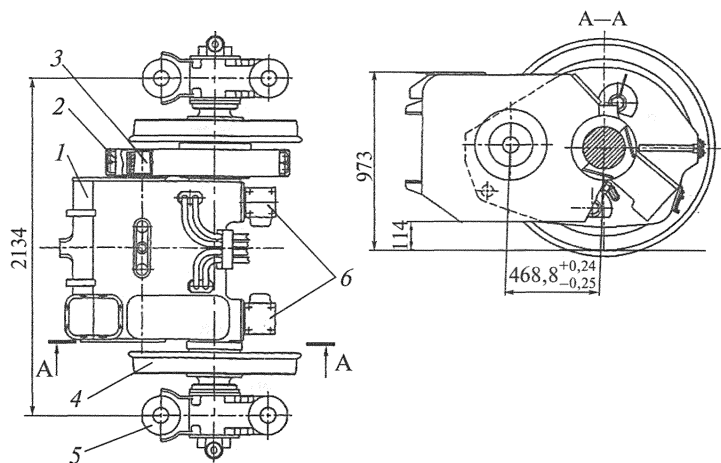


Рис. 17. Блок колесно-моторный:

1 — тяговый электродвигатель; 2 — кожух тягового редуктора; 3 — ведущая шестерня тягового редуктора; 4 — колесная пара; 5 — поводковая букса; 6 — моторно-осевой подшипник

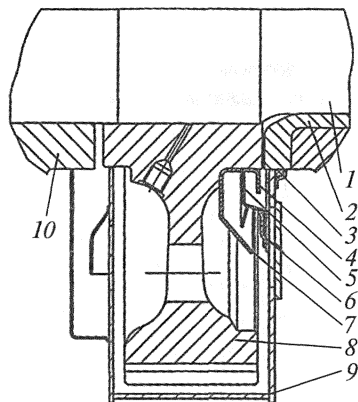


Рис. 18. Редуктор тяговый:

1 — ось колесной пары; 2 — вкладыш моторно-осевого подшипника; 3 — сальник; 4 — кольцо; 5 — желоб; 6 — отбойник; 7 — зацеп; 8 — колесо зубчатое; 9 — кожух редуктора; 10 — центр колесный

жух редуктора (рис. 19) через пробку 2. Уровень заправки контролируется по нижнему уровню заправочной горловины (выше уровня не перельешь). Кожух редуктора состоит из разъемных верхней и нижней полостей. Между половинами кожуха в паз, образованный в верхней половине приваренными изнутри и снаружи накладками,

положена по всему периметру уплотняющая резиновая прокладка. Верхняя и нижняя половины кожуха стягиваются болтами. К боковой стенке кожуха и к обечайке нижней половины приварены специальные бонки, имеющие отверстия с резьбой, куда заворачиваются болты М42, крепящие кожух к тяговому электродвигателю.

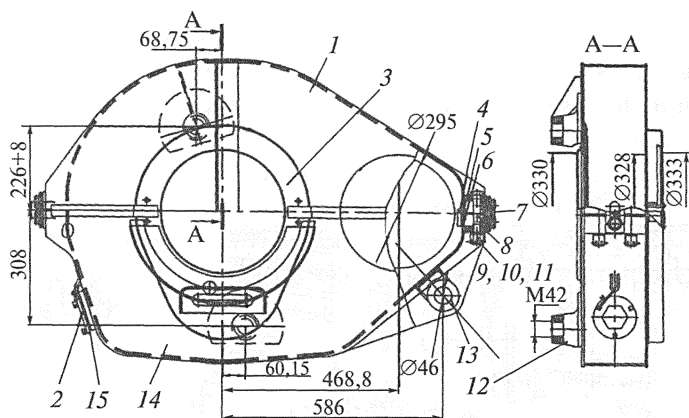


Рис. 19. Кожух тягового редуктора:

1, 14 — верхняя и нижняя половины кожуха; 2 — пробка; 3 — уплотнительный кожух; 4, 5 — накладки; 6 — уплотнительная трубка; 7 — прокладка; 8 — болт; 9 — гайка; 10 — пружинная шайба; 11 — шплинт; 12, 13 — бонки; 15 — кольцо резиновое

Между буртом вкладыша моторно-осевого подшипника и кожухом, а также между горловиной тягового электродвигателя со стороны шестерни и кожухом установлены войлочные сальники.

Кожух заправлен редукторной смазкой в количестве 5 кг.

В процессе эксплуатации контроль уровня смазки рекомендуется производить в интервале от 40 до 60 мин после остановки тепловоза, так как осевая смазка, по своим параметрам вязкая и липкая, за это время стекает в кожух со стенок.

1.4. Буксы

Букса тепловоза служит для передачи нагрузки от подрессоренных масс кузова и тележек на шейки осей колесных пар. В процессе движения роликовые подшипники, установленные в буксах, обеспечивают возможность вращения шеек осей с минимальным

сопротивлением. Роликовые подшипники состоят из наружного (с буртами) и безбуртового внутренних колец, роликов и латунного сепаратора. Сепаратор служит для дистанционного распределения роликов, помогает распределять нагрузку по периметру подшипника и не допускают соприкосновения роликов между собой. На торцах подшипника имеются клейма, указывающие условное обозначение подшипника, завод-изготовитель, год изготовления, комплекточный номер и месяц выпуска подшипника, обеспечиваемого буквами алфавита по порядку. Буксовый узел показан на рис. 20.

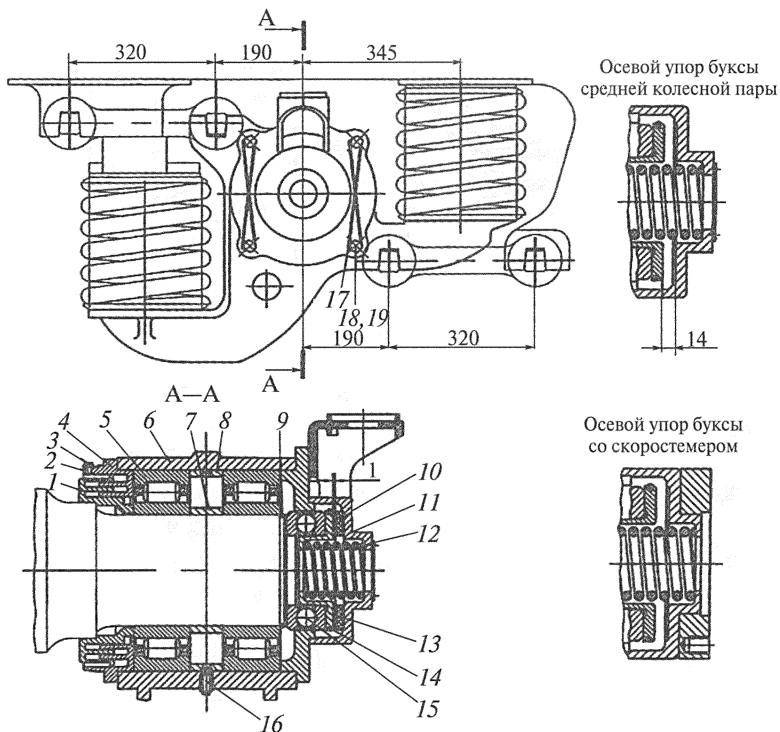


Рис. 20. Букса поводковая:

1 — кольцо лабиринтное; 2 — шайба; 3 — винт; 4 — крышка задняя; 5 — подшипник; 6 — корпус буксы; 7, 8 — кольцо дистанционное; 9 — стопорное кольцо; 10 — амортизатор; 11 — крышка передняя с кронштейном; 12 — пружина; 13 — упор; 14 — кольцо; 15 — подшипник; 16 — пробка; 17 — проволока; 18 — болт; 19 — шайба пружинная

Осевой упор состоит из упорного шарикоподшипника 8320Л, который через упор прижимается пружиной 12 усилием около 200 кгс к торцу оси колесной пары. Осевой упор удерживается в крышке при ее снятии стопорным кольцом. Для крайних колесных пар в выточку крышки вмонтирован амортизатор 10, представляющий собой две металлические пластинки толщиной 2 мм с привулканизированными между ними резиновыми элементом. Удерживается он в выточке с помощью раскернивания в трех точках. На средних колесных парах амортизатор не устанавливается.

При движении тележки в кривой первая колесная пара прижата к наружному рельсу, а задняя к внутреннему. Средняя колесная пара имеет возможность свободно перемещаться в осевом направлении. Осевые разбеги (суммарные) (показаны на рис. 20) колесных пар на тепловозе ТЭМ18ДМ обеспечиваются конструктивно и не подлежат регулировке. Для крайних колесных пар они равны 2 мм, для средних — 28 мм.

Для того чтобы отличать буксы для крайних колесных пар от букс средних колесных пар, на крышке буксы наносится маркировка высотой 10 мм «КР» для крайних и «СР» для средних.

В процессе эксплуатации монтаж роликовых подшипников буксы и его обслуживание должны производиться в соответствии с инструкциями ЦТ/330, 01ДК.421457.001И. Дозаправка смазки Буксол в буксовый узел, при необходимости, может производиться запрессовкой через отверстие с конической пробкой 16, расположенное в нижней части буксы.

Тяговые и тормозные усилия с буксы передаются на раму тележки через буксовые поводки. Основные размеры буксовых поводков для всех тепловозов унифицированы.

Буксовый поводок, показанный на рис. 21, состоит из корпуса, представляющего собой стальную отливку или штамповку с двумя головками, имеющими цилиндрические расточки, в которые запрессованы амортизаторы, сформированные один — на коротком, другой — на длинном валике. Степень радиального сжатия (отношения разности толщин втулки до и после запрессовки к толщине втулки в запрессованном состоянии) равно 0,45—0,46. Предварительно сжатая резина более вынослива к нагрузкам, и срок службы поводка увеличивается.

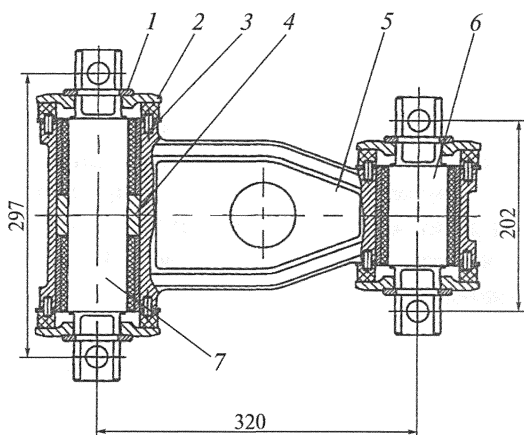


Рис. 21. Поводок буксовый:
 1 — кольцо упорное разъемное; 2 — амортизатор торцевой; 3 — штифт цилиндрический; 4 — кольцо дистанционное разъемное; 5 — поводок; 6 — амортизатор поводка (короткий); 7 — амортизатор поводка (длинный)

Валики имеют трапецевидные (клиновидные) хвостовики для установки их в соответствующие пазы на раме тележки и корпусе буксы. Благодаря трапецевидной (клиновидной) посадке убраны зазоры, неизменно появляющиеся в процессе работы тепловоза. Поэтому в эксплуатации проверяется зазор между дном клиновидного паза и хвостовиком валика буксового поводка, предельно допустимый 0,5 мм, а при выходе из ремонта ТРЗ — 3—7 мм. Крепятся хвостовики болтами М20×80, момент затяжки 150 Н·м (15 кгс·м). Клиновидные хвостовики длинного и короткого валиков у верхних поводков имеют встречное направление, у нижних — попутное.

С обеих сторон на торцевых поверхностях поводка для улучшения горизонтальной динамики тепловоза при движении на хвостовики валиков устанавливаются торцевые амортизаторы, состоящие из литого корпуса, шайбы и привулканизированного к корпусу и шайбе резинового элемента.

Монтируют торцевые амортизаторы с предварительным натягом и крепят с помощью разрезных полуколец, вложенных в пазы валиков и прихваченных к корпусу электросваркой. Штифты предотвращают проворачивание торцевого амортизатора при работе ресурсного подвешивания.

Вертикальное перемещение буксы вызывает скручивание резиновых втулок и сдвиг по плоскости резиновых элементов торцевых амортизаторов. Эти силы сопротивления резины деформированию при колебании частично на 20—25 % уменьшают динами-

ческий прогиб пружин. А упругое поперечное перемещение буксы (за счет деформации резиновых элементов поводка) относительно рамы тележки уменьшает боковые усилия при движении в кривой. Поэтому нельзя допускать попадания топлива и масла на резину амортизаторов (резина разрушается) или утери полуколес.

1.5. Подвеска тягового двигателя

На тепловозе применено опорно-осевое подвешивание (рис. 22), при котором тяговый электродвигатель 1 одним концом через моторно-осевые подшипники 9 опирается на ось колесной пары 4, а другим через пружинный комплект (рис. 23) — на раму тележки. Передача тягового момента колесной паре осуществляется зубчатым редуктором (см. рис. 22), состоящим из зубчатого колеса 2, напрессованного на ось колесной пары, ведущей шестерни 3 на консоли вала двигателя и кожуха редуктора 8, прикрепленного болтами к корпусу двигателя.

Пружинный комплект упругой опоры тягового двигателя называется траверсным (еще называют трамвайной подвеской). Его конструкция представлена на рис. 23. Траверса состоит из нижней 2 и верхней 5 балок, между которыми расположены четыре пружины 3, предварительно затянутые с усилием в 40 кН (4 тс) при помощи

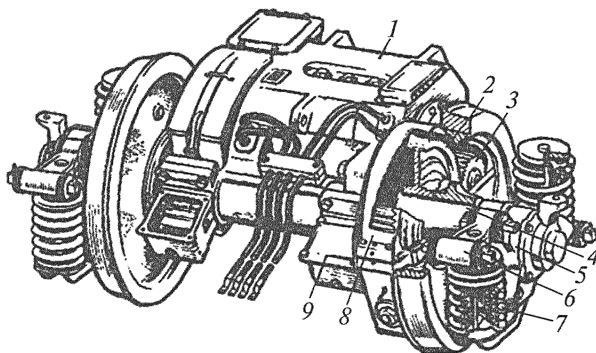


Рис. 22. Колесно-моторный блок с опорно-осевым подвешиванием тягового электродвигателя:

1 — тяговый электродвигатель; 2 — зубчатое колесо; 3 — ведущая шестерня; 4 — колесная пара; 5 — букса; 6 — поводок буксы; 7 — пружины; 8 — кожух редуктора; 9 — моторно-осевой подшипник

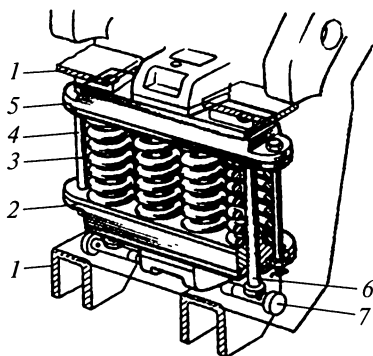


Рис. 23. Траверсное подвешивание тягового электродвигателя: 1 — кронштейн рамы тележки; 2, 5 — нижняя и верхняя балки; 3 — пружина; 4 — стяжные болты; 6 — направляющий стержень; 7 — валик

стяжных болтов 4. Через крайние пружины и кронштейны 1 поперечных балок рамы тележки пропущены направляющие стержни 6, опирающиеся на валики 7, установленные на нижних кронштейнах рамы тележки. От выпадения валики фиксируются штифтами. На кронштейны двигателя, соприкасающиеся с балочками траверсы, приварены сменные пластины из стали 60 Г. Такие же пластины приварены к наружным поверхностям балочек.

Пружины рассчитывают таким образом, чтобы при развитии наибольшей силы тяги между витками оставался зазор. Однако при движении тепловоза электродвигатель совершает колебания вплоть до полной осадки пружины. При ремонтах пружины подбирают одного размера и упругости. Большие ударные нагрузки, передающиеся на корпус двигателя и зубчатую передачу, вызывают дефекты зубьев тяговой передачи, щеточного аппарата и др.

Моторно-осевые подшипники представляют собой разъемные подшипники скольжения (вкладыши), изготовленные из бронзы ОЦС5-5-5. Они охватывают по всему периметру шейки оси колесной пары. Верхние вкладыши укладываются с небольшим натягом в расточку (постель) горловины тягового двигателя, а нижние — в крышки (шапки) моторно-осевых подшипников и стягиваются болтами.

Смазка моторно-осевых подшипников производится с помощью пальстерного устройства из масляных ванн, расположенных в шапках подшипников (рис. 24). Масло заливается осевое, в зависимости от времени эксплуатации марки Л, З или С.

Корпус 3 пальстера установлен и закреплен тремя болтами 18 на приливах 19 в корпусе 15 моторно-осевого подшипника.

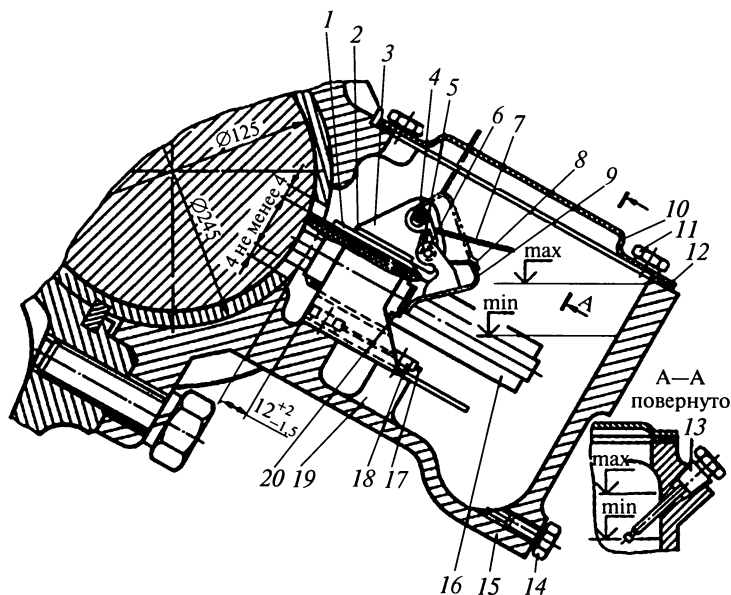


Рис. 24. Polyester тягового двигателя:

1 — пружины пластинчатые; 2 — направляющая; 3 — корпус; 4 — стержень; 5 — трубка; 6 — ось; 7 — фиксатор; 8 — пружина; 9 — рычаг; 10 — крышка; 11, 18 — болты; 12 — прокладка; 13, 14 — пробки; 15 — корпус моторно-осевого подшипника; 16 — фитиль; 17 — стальная проволока; 19 — прилив; 20 — коробка

Для предотвращения раскручивания болты законтрены стальной проволокой 17. В плоских направляющих 2 корпуса 3 полистера помещена коробка 20, в которой при помощи скоб закреплен фитиль 16.

Между коробкой 20 и направляющими 2 помещены фасонные пластинчатые пружины 1, одним концом прикрепленные к коробке и входящие своим выступом на другом конце в соответствующие пазы на коробке. Пластинчатые пружины 1 обеспечивают плотное прижатие коробки к направляющим и одновременно предотвращают перемещение коробки при вибрации. На трубке 5, внутри которой пропущена ось 6, закрепленная концами на стенках корпуса 3, размещены пружины 8, которые одним концом упираются в стержень 4 корпуса 3, а другим давят на перемычку рычага 9. Ры-

чаг установлен на ось 6 и своими лапками упирается в заплечики коробки 20 с фитилем 16, прижимая фитиль к оси колесной пары.

На стержне 4 установлен фиксатор 7, предназначенный удерживать рычаг 9 в поднятом положении для облегчения выемки коробки 20 польстера и препятствующий опусканию крышки до возвращения рычага 9 в рабочее положение после установки коробки 20.

Усилие нажатия коробки с фитилем на ось составляет 4—6 кгс, выступание фитиля относительно переднего края коробки (16 ± 1 мм), при этом зазор между заплечиками и корпусом польстера в рабочем положении $13,5 + 5 / - 3$ мм (контролируется на колесно-моторном блоке). Крышка 10 с паронитовой прокладкой закреплена на корпусе моторно-осевого подшипника четырьмя болтами 11 (М16×25). Корпус подшипника имеет прилив, в который вворачивается заливочная пробка с шупом маслоуказателя. Маслоуказатель имеет только одно нижнее деление, соответствующее минимальному уровню смазки. Максимальному уровню соответствует уровень масла по нижней кромке заправочного отверстия.

Так как на рабочую поверхность (это поверхность давления тягового электродвигателя на ось) масло поступает за счет наволакивания масляной пленки осью колесной пары, существенную роль играет зазор между осью и вкладышем.

При смене направления движения масляная пленка от польстера до точки наибольшего давления веса тягового двигателя проходит разное (в два раза) расстояние. И при увеличении зазора (предельный в эксплуатации — 2 мм) происходит нагрев моторно-осевого подшипника. Размер, допускаемый при выходе из текущего ремонта (ТР-3), — 1,2 мм. Каким образом проверяется зазор, видно из рис. 25.

Масло по польстеру может плохо поступать по причине «засаливания» прижимающегося торца польстера, наличия воды. А в этом случае происходит сухое трение, нагревается как вкладыш, так и шейка оси.

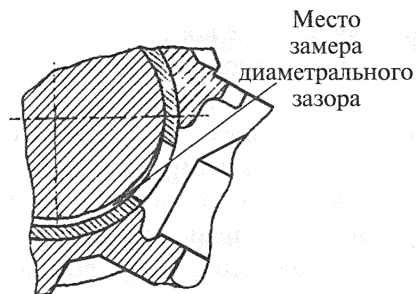


Рис. 25. Производство замера зазора на масло

Недаром на нагрев подшипников обращают пристальное внимание. Ведь подшипник одновременно и удерживает межосевое расстояние между тяговым двигателем и осью колесной пары. При увеличении межосевого расстояния и предельном износе зубьев шестерен тяговой передачи появляется угроза их выкрашивания или заклинивания.

1.6. Песочная система

Устройства, входящие в состав песочной системы (рис. 26) обеспечивают подачу песка в места контакта колес первой и четвертой колесных пар (при движении вперед) третьей и шестой (при движении назад), что увеличивает силу сцепления колеса с рельсом.

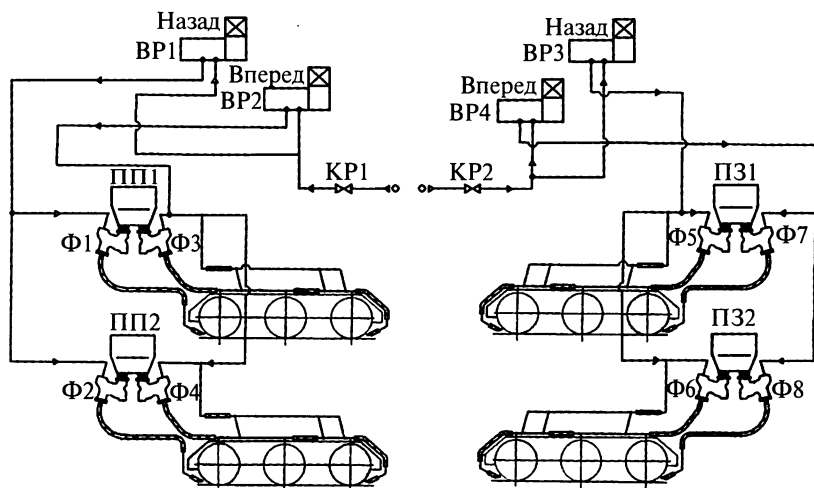
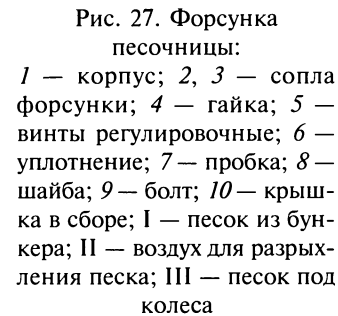


Рис. 26. Устройства песочной системы: направление потока воздуха от питательной магистрали воздухопровода тормоза, давление 0,75—0,85 мПа (7,5—8,5 кгс/см²); VR1—VR4 — пневмораспределитель 181.000РЭ (75В); KP1, KP2 — кран 4302 У2 (№383); ПП1, ПП2 — песочница передняя; ПЗ1, ПЗ2 — песочница задняя; Ф1—Ф8 — форсунки песочницы

К каждому бункеру песочницы снизу крепятся по две форсунки, к которым подводится воздух из питательной магистрали через воздухораспределитель песочницы. Каждая форсунка подает песок только под одно колесо. Расстояние от наконечника (дюритового рукава) песочной трубы до головки рельса должно быть 50—65 мм.

38

KO



1 — корпус; 2, 3 — сопла форсунки; 4 — гайка; 5 — винты регулировочные; 6 — уплотнение; 7 — пробка; 8 — шайба; 9 — болт; 10 — крышка в сборе; I — песок из бункера; II — воздух для разрыхления песка; III — песок под колеса

сункой песка винт следует завернуть, для увеличения отвернуть. Для ориентировки, насколько винт повернут относительно закрытого положения, на корпусе форсунки и на головке винта поставлены керны. Винт от самопроизвольного отворачивания фиксируется контргайкой.

Заправку бункеров производят чистым сухим песком, обязательно через сетки. Заправочные горловины должны иметь герметичные крышки и козырьки, чтобы в песок не попадала влага.

Наилучшие условия для сцепления с рельсами создает однородный кварцевый песок с размерами частиц 0,2—0,5 мм с минимальным содержанием вредных примесей. Песок считается нормальным при содержании кварца не менее 70 %, глины не более 3 %, полевого шпата и других минералов не более 27 %, с влажностью не выше 0,5 по массе (плотность около 1,7 т/м³).

Норма подачи песка под тепловоз ТЭМ18ДМ под первую и шестую колесную пару одной форсункой 1,4—2 кг/мин, под третью и четвертую колесную пару — 0,8—1 кг/мин.

Не рекомендуется применять песок, когда торможение выполняет одиночный локомотив, — есть вероятность того, что слой песка окажется между рельсами и колесами. При этом СЦБ автоматически воспримет отсутствие контакта колес с рельсами как сигнал свободного пути и даст зеленый свет на железнодорожный светофор.

1.7. Автосцепка и поглощающий аппарат

Для сцепления локомотива с поездом, одиночным вагоном или другими локомотивами тепловоз впереди и сзади оборудован автосцепкой. Поглощающий аппарат смягчает удары и рывки, предохраняя подвижной состав, грузы и пассажиров от опасных динамических воздействий. Автосцепка посредством тягового хомута и передней плиты соединена с поглощающим аппаратом (амортизатором). Она является основной частью ударно-тягового прибора (рис. 29), который состоит из поглощающего аппарата 3, тягового хомута 1, передней плиты 5 и клина 6. Автосцепка имеет корпус, в котором размещен механизм сцепления, состоящий из зам-



Рис. 28. Воздухораспределитель 181.000 РЭ (75В)

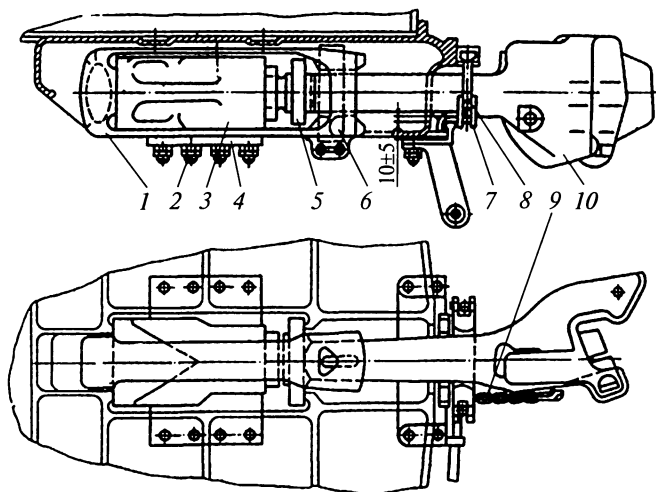


Рис. 29. Ударно-тяговый прибор:

1 — хомут тяговый; 2 — болты; 3 — аппарат поглощающий; 4 — поддерживающая планка; 5 — плита передняя; 6 — клин; 7 — балочка; 8 — маятник; 9 — цепь расцепного рычага; 10 — автосцепка с механизмом сцепления

ка, замкодержателя, предохранителя замка, подъемника и валика подъемника.

Хвостовик автосцепки пустотелый, на конце его имеется отверстие, куда вставляют клин для соединения с тяговым хомутом.

Передний и задний упоры расположены между стенками хребтовой балки. Они передают нагрузку на раму. Передний упор отлит вместе с ударной розеткой. Тяговые усилия передаются на него от поглощающего аппарата через упорную плиту. Ударные нагрузки передаются на задний упор непосредственно от корпуса поглощающего аппарата.

Ударная розетка служит для усиления концевой балки рамы тепловоза и восприятия в некоторых случаях части удара от автосцепки наряду с поглощающим аппаратом.

Центрирующий прибор состоит из двух маятниковых подвесок и центрирующей балочки. Он возвращает автосцепку в центральное положение после бокового отклонения.

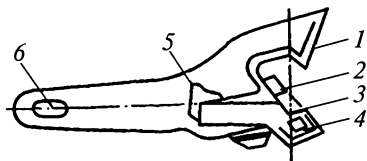
Расцепной привод состоит из расцепного рычага, цепи, поддерживающего и фиксирующего кронштейнов. Он предназначен для расцепления автосцепок.

Поддерживающая планка удерживает автосцепку в горизонтальном положении и на определенной высоте 980—1080 мм.

Корпус автосцепки (рис. 30) представляет собой стальную полуотливку, имеющую головную часть и хвостовик. Головная часть имеет большой 1 и малый зубья 4, которые, соединяясь, образуют зев. Из зева выступают части замка 3 и замкодержателя 2.

Рис. 30. Автосцепка:

1 — большой зуб; 2 — замкодержатель; 3 — замок; 4 — малый зуб; 5 — упор; 6 — отверстие для клина



Горизонтальную проекцию зубьев, зева и выступающей части замка называют контуром зацепления автосцепки. Для обеспечения взаимосцепляемости автосцепок используется стандартизированный контур зацепления. Головная часть корпуса имеет упор 5 для передачи сжимающего усилия через розетку концевой балки. Хвостовик корпуса имеет отверстие 6 для клина, соединяющего корпус с тяговым хомутом упряжного устройства. Для облегчения горизонтального перемещения корпуса автосцепки торцу хвостовика придана цилиндрическая форма.

Корпус автосцепки отливают из углеродистой стали мартеновского производства, которая имеет углерода 0,17—0,27 %, марганца 0,5—0,9 %, кремния 0,17—0,37 %, серы и фосфора не более 0,045 % каждого. Корпуса, отлитые из такой стали, как показывают испытания, разрушаются при ударе силой 2,2—3,9 МН (220—390 тс), когда продольные оси сцепленных автосцепок совмещены.

Механизм автосцепки состоит из замка 1, замкодержателя 2, предохранителя замка (собачки) 3, подъемника 4, валика подъемника 5 и болта с гайкой и двумя шайбами 6 (рис. 31).

Замок предназначен для запираания двух сомкнутых автосцепок. Замкодержатель нужен для удержания замка в сцепленном и расцепленном положениях.

Предохранитель замка представляет собой двуплечий рычаг с отверстием для навешивания на нем замка.

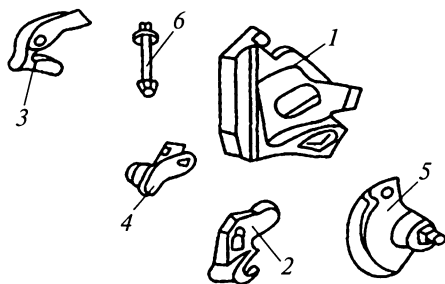


Рис. 31. Детали автосцепки:
 1 — замок; 2 — замкодержатель;
 3 — предохранитель замка (собачка); 4 — подъемник; 5 — валик подъемника; 6 — болт с гайкой и двумя шайбами

Подъемник предназначен для выведения предохранителя замка из положения упора в противовес замкодержателя, перемещения замка внутрь полости корпуса автосцепки и удержания его в этом положении.

Валик подъемника обеспечивает поворот подъемника.

Болт, проходящий через отверстия в приливе корпуса автосцепки, вместе с гайкой и двумя шайбами запирает валик подъемника, а тем самым и остальные части механизма автосцепки.

Процесс расцепления представляет собой выполнение трех задач: выключение предохранителя от саморасцепа; перемещение замка внутрь корпуса; удержание замка в корпусе до разведения подвижного состава.

Для расцепления у одной из сцепленных автосцепок посредством расцепного привода поворачивают валик подъемника. В результате этого поворачивается подъемник, который своим широким пальцем нажимает на нижнее плечо предохранителя замка, вследствие чего верхнее плечо поднимается и располагается выше противовеса замкодержателя. Тем самым решается первая задача.

При дальнейшем повороте подъемника тот же палец нажимает на замок и, поворачивая его, уводит внутрь корпуса. Сигнальный отросток замка при этом выступает наружу; таким образом решается вторая задача.

Для выполнения третьей задачи предназначен узкий палец подъемника, который при повороте нажимает на горизонтальную грань расцепного угла замкодержателя, в результате чего последний, имея овальное отверстие, освобожденный от нажатия, опускается снова вниз. Теперь замок не может вновь выйти в зев, так как он удерживается широким пальцем подъемника. Подъемник

сохраняет такое положение потому, что его узкий палец опирается на вертикальную грань расцепного угла замкодержателя. Последний не может повернуться из-за нажатия на его лапу малого зуба смежной автосцепки.

При разведении подвижного состава освобожденная от нажатия лапа замкодержателя выходит в зев, расцепной угол, поворачиваясь, позволяет повернуться подъемнику, в результате чего замок возвращается в первоначальное положение. У смежной автосцепки замкодержатель также поворачивается, и упор его противовеса располагается ниже верхнего плеча предохранителя замка.

Таким образом, механизмы обеих автосцепок после разведения подвижного состава автоматически восстанавливают готовность к новому сцеплению.

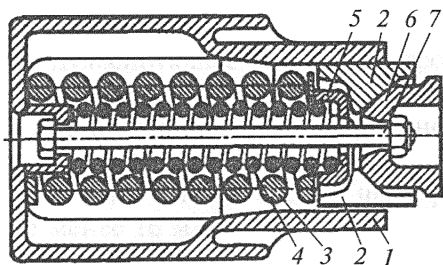
При трогании состава продольное усилие через автосцепку и клин передается на тяговый хомут, который, двигаясь вперед, своей задней стенкой сжимает поглощающий аппарат, прижимая его к упорной плите.

При торможении состава продольное усилие через автосцепку и упорную плиту передается на поглощающий аппарат (рис. 32), который, прижимаясь к задним упорам стяжного ящика, сжимается.

Поглощающий аппарат имеет предварительную затяжку 20 кН (2 тс). Для облегчения установки аппарата на рабочее место готовый аппарат должен иметь, кроме постоянной затяжки, еще и временную дополнительную. Для этого между гайкой стяжного болта и дном нажимного конуса устанавливают металлическую прокладку толщиной 10—15 мм. После первого нажатия на автосцепку прокладка выпадает, и аппарат принимает нормальное положение.

Рис. 32. Поглощающий аппарат:

- 1 — корпус; 2 — клинья;
3, 4 — пружины; 5 — нажимная шайба; 6 — нажимной конус; 7 — болт



Рассеивание энергии обеспечивается за счет работы сил трения, возникающих между фрикционными клиньями и корпусом аппарата. При сжатии аппарата нажимной конус 6, продвигаясь внутрь корпуса 1, перемещает клинья 2 и через нажимную шайбу 5 передает усилие на пружины 3 и 4. Все части аппарата стянуты болтом 7. Сила прижатия клиньев к корпусу увеличивается по мере сжатия аппарата, соответственно растут силы трения и общее сопротивление сжатию. После прекращения действия сжимающей силы пружины возвращают нажимную шайбу, клинья и конус в первоначальное положение. Максимальное сжатие поглощающего аппарата 70 мм. Эффективность поглощающего аппарата примерно 12—38 кН·м (1200—3800 кг·м). После шести-семи лет эксплуатации эффективность аппарата постепенно падает и при значительном износе трущихся частей не превышает 15 кН·м (1500 кг·м).

2. СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

2.1. Общие сведения

Тепловоз оборудован тремя огнетушителями типа ОП-4 и установкой пожарной сигнализации для тягового подвижного состава УПС-ТПС.

Два огнетушителя установлены в дизельном помещении и один — в кабине машиниста.

Установка пожарной сигнализации УПС-ТПС предназначена для обнаружения пожара в помещениях тепловоза и выдачи внешней звуковой и световой сигнализации с указанием места загорания.

В состав установки входят прибор приемно-контрольный пожарный ППКП, датчики тепловые контактные ДТК. Извещатель пожарный комбинированный с оконечным диодом ИПК-ТУ-03.

Извещатель предназначен для обнаружения температуры воздуха выше установленного порога и выдачи сигнала на приемно-контрольный прибор. Извещатель ИПК-ТУ обеспечивает обнаружение загораний по признакам тепла и дыма, осуществляет контроль оптической плотности и температуры воздуха в месте установки и срабатывает при превышении задымленности воздуха, увеличении температуры воздуха выше заданных порогов или скорости роста температуры воздуха свыше 5 °С/мин.

Поставляется в составе установок УПС-ТПС и УПС-ТПС-ПО на тяговый подвижной состав.

Извещатель выдает следующие сигналы:

- «Норма» — световой, слабое пульсирующее свечение встроенного светодиода;
- «Пожар» — световой, яркое постоянное свечение встроенного светодиода;
- электрический — потребление тока извещателем в шлейфе увеличивается скачком до тока не менее 16 мА;

- сигнал «Пожар», выдаваемый извещателем, сохраняется после окончания воздействия температуры, дыма. Возврат извещателя в исходное состояние производится отключением питания извещателя на время не менее 20 мс.

Схема извещателя обеспечивает возможность его работы в системах с накоплением информации, что, в свою очередь, позволяет устранить ложные срабатывания. Кроме того, извещатель обеспечивает непрерывный автоматический контроль работоспособности своей электронной схемы, при этом встроенный светодиод излучает слабое пульсирующее свечение с частотой 1 Гц.

Конструкция дымового канала работает на принципе «трубы». За счет разности давлений теплого дыма и «холодного» воздуха окружающей среды происходит всасывание дыма в зону оптического канала извещателя. В то же время пыль, являясь «холодной», не попадает внутрь оптического канала. Отсутствие накопления пыли позволяет не очищать от нее данную конструкцию в процессе эксплуатации извещателей. Конструкция теплового дифференциального канала реализована на термопарах, что также обеспечивает возможность эксплуатации извещателя без дополнительных расходов на контроль его характеристик в течение всего срока службы.

Установка обеспечивает выдачу сигналов «Норма»; «Пожар» (при срабатывании извещателей). При возникновении неисправности установка выдает световой и звуковой сигналы «Неисправность» с указанием неисправной линии сигнализации и вида неисправности: «Обрыв», «Короткое замыкание».

Питающее напряжение — бортовая сеть тепловоза 75 В +30 %.

2.2. Устройство и работа УПС-ТПС

Основным элементом установки является прибор ППКП (рис. 33). К взаимонезависимым линиям сигнализации ППКП подключается пожарный извещатель ИПК-ТУ (рис. 34) и датчики ДТК (рис. 35). Их общий вид показан на рис. 36.

Общая схема подключений установки приведена в электрической схеме тепловоза.

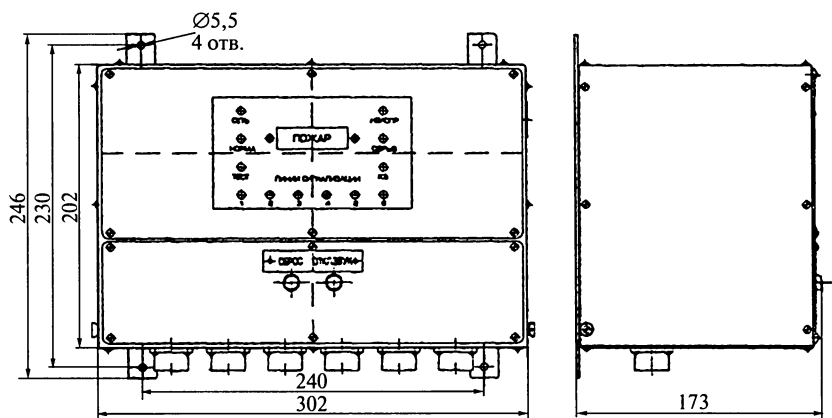


Рис. 33. Прибор приемно-контрольный пожарный ППКП

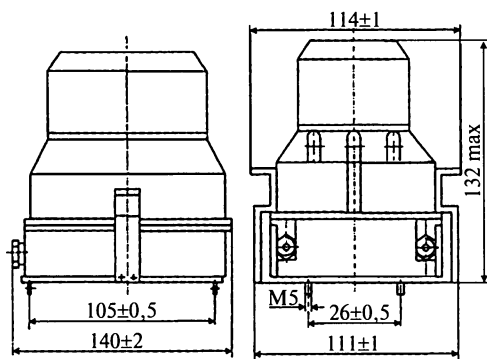


Рис. 34. Извещатель пожарный комбинированный ИПК-ТУ

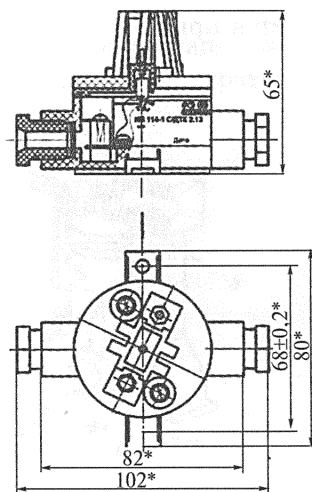


Рис. 35. Датчик тепловой контактный ДТК



Рис. 36. Общий вид комплекта УПС-ТПС

На передней панели прибора приемно-контрольного пожарного ППКП размещены органы управления и световые индикаторы. На нижней панели прибора размещены электрические разъемы, к которым подключаются линии сигнализации и питания установки.

Включение установки производится при включении тумблера СЕТЬ на передней панели прибора. В процессе эксплуатации установки допускается тумблер СЕТЬ не отключать, если это не требуется при обслуживании самой установки.

3. ДИЗЕЛЬ

3.1. Особенности конструкции и основные технические характеристики дизель-генератора

Тепловой двигатель — это двигатель, в котором энергия топлива преобразуется в тепловую энергию, а затем в механическую работу.

На тепловозе установлен двигатель внутреннего сгорания поршневого типа. В нем превращение химической энергии топлива в тепловую энергию, совершающееся при сгорании топлива, происходит в рабочем цилиндре за короткий промежуток времени (тысячные доли секунды) при высокой температуре.

Механизм превращения энергии топлива в механическую работу можно рассмотреть на рис. 37.

Поступивший в цилиндр двигателя через впускной клапан воздух сжимается поршнем и нагревается при этом до температуры 600—650 °С, что выше температуры воспламенения распыленного жидкого топлива. В конце сжатия в нагретый воздух впрыскивается через форсунку топливо, которое воспламеняется и сгорает. В результате сгорания распыленного топлива в цилиндре образуются газы с высокой температурой и давлением. Под давлением газов поршень перемещается вниз, толкая шатун и через кривошип вращает коленчатый вал. Во время расширения объема температура и давление снижаются. Отдав часть энергии на совершение работы, отработавшие газы выбрасываются через выпускной клапан при движении

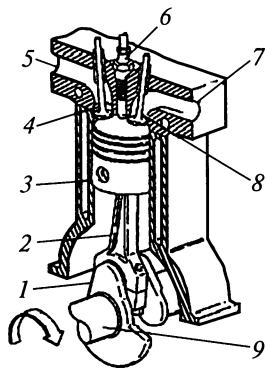


Рис. 37. Схема работы двигателя внутреннего сгорания:

1 — кривошип; 2 — шатун; 3 — поршень; 4 — выпускной клапан; 5 — выход газа; 6 — форсунка; 7 — подача воздуха; 8 — впускной клапан; 9 — коленчатый вал

поршня вверх. При следующем движении поршня (вниз) начинает через впускной клапан поступать воздух. Кривошипно-шатунный механизм включает в себя поршень, шатун, кривошип и коленчатый вал. Этот механизм превращает возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение вала.

В течение одного оборота кривошипа поршень два раза изменяет направление движения. Точка, в которой изменяется направление хода поршня, называется «мертвой» точкой. Точка, при которой поршень имеет наибольшее расстояние от коленвала, называется верхней мертвой точкой (ВМТ), и при смене направления движения, когда поршень максимально приближен к коленчатому валу, называется нижней мертвой точкой (НМТ). Поршень при движении вверх не касается крышки цилиндра. Между поршнем, находящимся в ВМТ и крышкой цилиндра, заключен объем, называемый камерой сжатия. Отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия называется степенью сжатия.

Четырехтактный двигатель — это двигатель, у которого полный рабочий цикл — подача воздуха в цилиндр, сжатие воздуха, подача и вспышка топлива, расширение газов (рабочий ход), выхлоп (удаление газов из цилиндра) осуществляется за четыре хода поршня (такта).

На тепловозе ТЭМ18ДМ установлен дизель-генератор 1-ПДГ4Д. Он состоит из собственно дизеля 1-ПД4Д и генератора ГП-321 или ГПТ84/44-8, присоединенного и установленного на раме дизеля.

Способ образования горючей смеси (смесеобразования) в дизеле — однокамерный, со струйным распыливанием. Этот способ наиболее применяем на тепловозных дизелях, так как такой способ смесеобразования экономичен при малоизменяющихся нагрузках и частотах вращения. Но при малых нагрузках и холостом ходу ухудшено распыливание топлива и перемешивание его с воздухом. Также при струйном распыливании требуется применять высококачественное топливо, использовать точно изготовленную топливную аппаратуру и очень хорошо ее содержать.

Каждый завод, выпускающий дизели, присваивает свою заводскую марку-обозначение. ГОСТом предусмотрены единые правила обозначения типа двигателя, в которых указаны его наиболее важные особенности и параметры. Условное обозначение дизеля 6ЧН 31,8/33, которое расшифровывается так: 6 — число цилинд-

ров; Ч — четырехтактный двигатель (буква Д на этом месте означала бы двухтактный); Н — двигатель с наддувом; 31,8 — (в числителе) диаметр цилиндра в сантиметрах; 33 — (в знаменателе) ход поршня в сантиметрах.

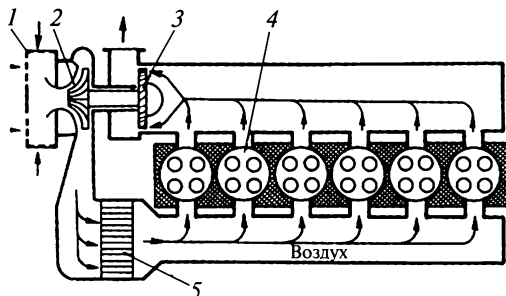
Технические характеристики дизель-генератора 1-ПДГ4Д

Полная мощность, кВт (л.с.)	993 (1350)
Частота вращения, соответствующая полной мощности, об/мин	750
Род тока	постоянный
Напряжение, В	800/788
Удельный расход топлива дизеля на полной мощности, г/(кВт·ч) (г/л.с·ч)	197,2 (145)
Удельный расход масла на угар дизеля на полной мощности, г/(кВт·ч) (г/л.с·ч)	1,09 (0,8)
Масса сухого дизель-генератора, кг	22 400
Габаритные размеры L×B×H, мм	5328×1617×2454
Температура наружного воздуха, К (°C)	223 (–50)...323 (+50)
Ресурсы дизель-генератора, тыс. ч:	
до первой переборки	23,5
до первого капитального ремонта	70,0

В дизеле применен газотурбинный наддув, схема которого показана на рис. 38. Сущность наддува состоит в том, что воздух в цилиндры дизеля нагнетается турбокомпрессором. Благодаря наддуву в цилиндры на каждый рабочий цикл подается больше воздуха, чем при всасывании (при движении вниз поршня), что одновременно позволяет подавать в цилиндры и сжигать большее количество топлива, а соответственно получать при тех же размерах цилиндров и той же частоте вращения вала дизеля большую мощность.

Наддув позволяет при почти таких же размерах и массе двигателя увеличить его мощность в 2—3 раза. Однако при сжатии воз-

Рис. 38. Схема газотурбинного наддува:
1 — воздухозаборник; 2 — рабочее колесо компрессора; 3 — рабочее колесо газовой турбины; 4 — цилиндры двигателя; 5 — воздушный холодильник



дух нагревается и его удельный объем возрастает, что уменьшает воздушный заряд в цилиндре. Поэтому в воздушном тракте устанавливаются воздухоохладители.

Охлаждение наддувочного воздуха на каждые 10 °С дает увеличение мощности дизеля на 3—4 % и снижает удельный расход топлива на 1,5—2 г/(кВт·ч).

Одним из направлений совершенствования дизельных двигателей является применение электронной системы управления впрыском топлива (ЭСУВТ).

Внедрение системы позволяет обеспечить получение более эффективных параметров двигателя по расходу топлива и выбросам вредных веществ.

В 2010 г. на заводе были проведены стендовые испытания дизель-генератора 1-ПДГ4Д оборудованного системой ЭСУВТ, разработанной и изготовленной ООО «НПП Дизельавтоматика», г. Саратов.

Результаты стендовых испытаний подтвердили эффективность применения данной системы, особенно на режимах частичных нагрузок и холостого хода, наиболее используемых на маневровых локомотивах типа ТЭМ18.

Как известно, одним из факторов, оказывающих значительное влияние на протекание рабочего процесса дизеля, является угол опережения впрыска топлива относительно внутренней мертвой точки (ВМТ) такта сжатия. Применительно к каждому значению частоты вращения коленчатого вала существует оптимальный угол опережения впрыска топлива, при котором КПД дизеля будет иметь максимальное для него и данных условий работы значение.

Чтобы получить максимальный КПД (а следовательно, и минимальный расход топлива), для каждого режима работы дизеля необходимо при прочих равных условиях соответствующим образом изменять угол опережения впрыска топлива. Это можно обеспечить путем изменения углового положения кулачкового вала ТНВД относительно коленчатого вала.

Изменить угол опережения впрыска топлива можно, если использовать принципиально иные системы подачи топлива в дизель. Функциональная схема представлена на рис. 39. Основными элементами системы являются топливный насос высокого давления 1, топливный аккумулятор 4 и форсунки 13—18, снабженные

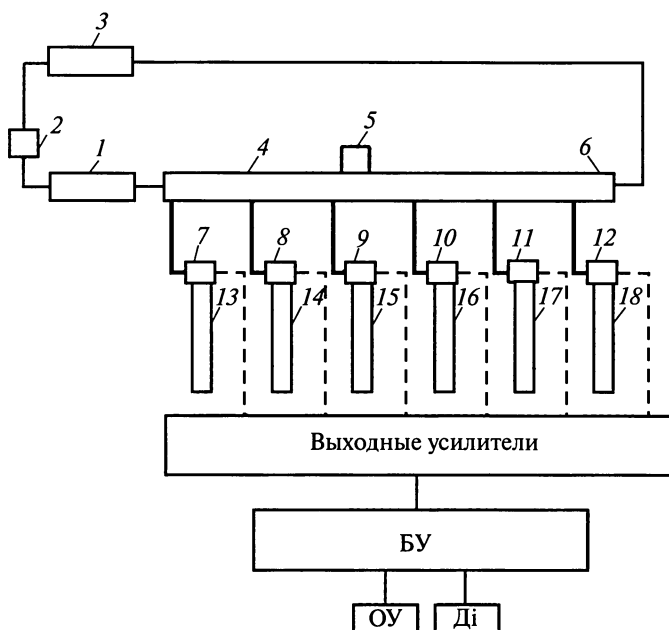


Рис. 39. Функциональная схема системы подачи топлива в дизель с топливным аккумулятором:

1 — топливный насос высокого давления; 2 — топливный фильтр; 3 — топливный бак; 4 — топливный аккумулятор; 5 — датчик давления топлива; 6 — перепускной клапан; 7—12 — электромагнитные клапаны; 13—18 — форсунки; БУ — блок управления; ОУ — органы управления; Ді — датчики (частоты вращения коленчатого вала, синхронизации давления масла в масляной системе дизеля, давления топлива и др.); — гидравлические магистрали низкого давления; — гидравлические магистрали высокого давления; --- электрические линии связи

электромагнитными клапанами 7—12 соответственно. Топливный насос высокого давления 1 непрерывно подает топливо из топливного бака 3 через топливный фильтр 2 в топливный аккумулятор 4. В последнем с помощью перепускного клапана 6 поддерживается постоянное давление, величина которого равна 50—130 МПа.

Каждая из форсунок 13—18 снабжена электромагнитным клапаном, соответственно 7—12. При отсутствии тока в обмотке электромагнита топливо к распылителю форсунки не поступает, так как

клапан, к которому подводится топливо из топливного аккумулятора 4, закрыт. Когда в обмотку электромагнита подается ток, клапан открывается, и топливо из топливного аккумулятора 4 в конечном итоге через соответствующую форсунку подается в цилиндр дизеля.

Таким образом, начало подачи топлива в цилиндр и ее продолжительность однозначно определяются моментом подачи и продолжительностью импульса тока, поступающего от выходного усилителя к электромагнитному клапану. Импульсы тока, управляющие электромагнитными клапанами 7—12, формируются блоком БУ, представляющим собой специализированный промышленный компьютер. Выходные усилители согласовывают параметры управляющих сигналов, вырабатываемых блоком БУ, с параметрами обмоток электромагнитов клапанов 7—12. Сигналы управления форсунками 13—18 формируются блоком БУ при обработке информации, поступающей от органов управления (ОУ) и датчиков в соответствии с заложенной в него программой.

Данная топливная система обеспечивает регулирование угла опережения впрыска топлива и значительное снижение расхода топлива. Вместе с тем она имеет существенный недостаток в виде дополнительной сложной системы высокого давления топлива.

В результате проведенных в разных странах исследований были разработаны безаккумуляторные топливные системы дизелей, к которым относится и система электронного управления подачей топлива ЭСУВТ.01 для дизеля 64Н31,8/33 тепловозов ТЭМ2, созданная в ООО «ППП Дизельавтоматика» (г. Саратов). Система предназначена для автоматического регулирования частоты вращения коленчатого вала дизеля. При этом обеспечивается регулирование угла опережения впрыска топлива в пределах $\pm 5^\circ$ по углу поворота коленчатого вала согласно заданному закону в зависимости от его частоты вращения.

Система ЭСУВТ.01 позволяет индивидуально по каждому цилиндру изменять продолжительность подачи топлива в пределах $\pm 20\%$ от расчетной, полученной в процессе регулирования частоты вращения. Это позволяет выравнивать нагрузку по цилиндрам. Кроме того, система обеспечивает:

- восьмипозиционное задание частоты вращения коленчатого вала дизеля с устанавливаемой точностью;

- возможность изменения задания частоты вращения коленчатого вала для каждой позиции;
- раздельное задание темпа увеличения и снижения частоты вращения коленчатого вала при изменении позиции контроллера;
- отключение любого цилиндра или части цилиндров путем отключения подачи управляющих сигналов на соответствующие электромагниты клапанов форсунок;
- ограничение величины подачи топлива по заданному закону в зависимости от частоты вращения коленчатого вала;
- ограничение величины топливоподачи по заданному закону в зависимости от давления наддува;
- формирование двухфазной топливоподачи (пилотный впрыск);
- остановку дизеля при выключении сигнала «Работа» с пульта управления и выключении питания системы, обрыве цепей датчиков частоты вращения коленчатого вала, фазовой отметки распределительного вала и синхронизации, достижения предельной частоты вращения коленчатого вала, снижении давления в масляной системе дизеля ниже допустимой величины.

Функциональная схема электронной системы ЭСУВТ.01 приведена на рис. 40. Ее основными элементами являются топливные насосы высокого давления 4—9, приводимые в действие кулачками распределительного вала, электромагнитные клапаны 10—15, форсунки 16—21, блок управления БУ, выходные усилители, набор датчиков, программатор ПР и блок питания БП. Блок БУ представляет собой специализированный промышленный компьютер, а выходные усилители согласовывают параметры управляющих сигналов, вырабатываемых БУ, с параметрами обмоток электромагнитов клапанов.

Программатор ПР выполняет функции клавиатуры обычного компьютера. Он позволяет при необходимости оперативно изменять программу, заложенную в БУ, и выводить на экран имеющегося у него дисплея текущие значения различных параметров. Система позволяет вместо программатора подключать портативный персональный компьютер, который через программу «GazService» обеспечивает оперативное изменение программы управления системы, ее настройки и архивирование текущих параметров системы в режиме реального времени, которые представляются в виде графиков.

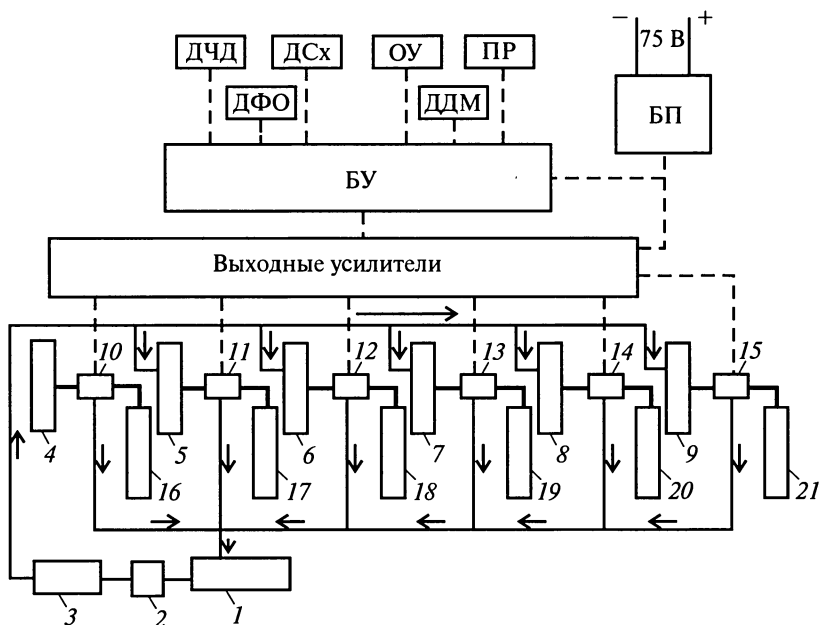


Рис. 40. Функциональная схема электронной системы ЭСУВТ.01:

1 — топливный бак; 2 — топливный фильтр; 3 — вспомогательный топливный насос; 4—9 — топливные насосы высокого давления; 10—15 — электромагнитные клапаны; 16—21 — форсунки; БУ — блок управления; ДЧД — датчик частоты вращения коленчатого вала дизеля; ДФО — датчик фазовой отметки распределительного вала дизеля; ДСх — датчик синхронизации; ОУ — органы управления; ДДМ — датчик давления масла; ПР — программатор; БП — блок питания; — гидравлические магистрали низкого давления; --- электрические линии связи

Блок питания БП подает на блок БУ, программатор ПР и на электрические цепи датчиков постоянный ток напряжением 24 В. Блок БП подключается к источникам питания бортовой сети тепловоза и при входном напряжении, равном 75 ± 20 В постоянного тока, поддерживает выходное напряжение 24 ± 2 В.

Конструкция каждого из топливных насосов высокого давления (ТНВД) 4—9 принципиально не отличается от конструкции штатных ТНВД дизеля 6ЧН31.8/33 дизель-генератора 1-ПДГ4Д. При работе дизеля плунжеры ТНВД постоянно находятся в положе-

нии максимальной подачи. В свою очередь, конструкция каждой из форсунок 16—21 принципиально не отличается от конструкции штатных форсунок отмеченного дизеля.

Действует система следующим образом. Топливо из топливного бака 1 забирается вспомогательным топливным насосом 3 через топливный фильтр 2 и по магистрали низкого давления подается к каждому из насосов 4—9. Если, например, по обмотке электромагнита клапана 10 (см. рис. 40) ток не протекает, то этот клапан находится в таком положении, что при рабочем ходе плунжера топливного насоса высокого давления 4 топливо поступает не в форсунку, а по магистрали низкого давления сливается в топливный бак 1.

Если же по обмотке электромагнита протекает ток нужной величины, то клапан займет такое положение, что при рабочем ходе плунжера топливо будет поступать в форсунку и, в конечном итоге, будет происходить процесс его впрыска в цилиндр. Причем впрыск будет продолжаться до тех пор, пока по обмотке электромагнита протекает ток.

В результате продолжительность впрыска определяется только длительностью протекания тока по обмотке электромагнита. Импульсы тока, управляющие электромагнитными клапанами 10—15, формируются блоком БУ так же, как и в системе с топливным аккумулятором.

Систему ЭСУВТ.01 испытывали в дизельной лаборатории ОГК ОАО «Пензадизельмаш» на силовой установке 1-ПДГ4Д в два этапа. На первом этапе дизель оборудовали штатной топливной системой со штатным гидромеханическим регулятором, на втором — эту система заменили электронной системой управления впрыском топлива ЭСУВТ.01. Результаты испытаний приведены в табл. 1 и 2, а также на рис. 41.

Таблица 1

Расход топлива дизелем дизель-генератора 1-ПДГ4Д
со штатной топливной системой

Позиция контроллера	n , об/мин	P , кВт	g , г/кВт·ч
8	750	882	205,2
7	650	724	202,6
6	570	559	199,5
5	480	393	206,3

Позиция контроллера	n , об/мин	P , кВт	g , г/кВт·ч
4	400	268	209,4
3	330	176	219,4
2	300	114	237,5
1		55	315,4
0		0	7,5 кг/ч

Таблица 2

Расход топлива дизелем дизель-генератора 1-ПДГ4Д с электронной системой управления впрыском топлива ЭСУВТ.01

Позиция контроллера	n , об/мин	P , кВт	g , г/кВт·ч
8	750	882	204,1
7	650	724	202,5
6	570	559	200,6
5	480	393	204,4
4	400	268	207,4
3	330	176	211,6
2	300	114	222,2
1		55	262,7
0		0	6,23 кг/ч
	5,2 кг/ч		
	4,72 кг/ч		

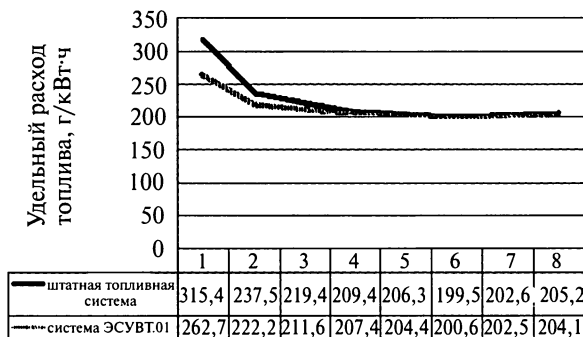


Рис. 41. Удельный расход топлива дизель-генератора 1-ПДГ4Д

Как уже отмечалось, оптимальное значение угла опережения впрыска топлива обычно устанавливают для частот вращения коленчатого вала, близких к номинальной. Это подтверждается зависимостями, представленными на рис. 41: при использовании ЭСУВТ.01 удельный расход топлива, начиная с 4-й позиции контроллера, заметно снижается.

Электронная система впрыска топлива уменьшает его расход и на холостом ходу при минимальной частоте вращения коленчатого вала с 7,5 до 6,23 кг/ч (см. табл. 1 и 2). Система обеспечивает устойчивую работу дизеля силовой установки 1-ПДГ4Д на холостом ходу, когда частота вращения коленчатого вала понижена до 220 об/мин. Это приводит к дополнительному снижению расхода топлива (см. табл. 1 и 2).

Необходимо отметить, что созданная в ООО «ППП Дизель-автоматика» система электронного управления подачей топлива ЭСУВТ.01 может реализовать так называемый «пилотный» впрыск топлива. При таком впрыске порция топлива, которая должна быть подана в цилиндр, разделяется на две неравные части. Сначала впрыскивается меньшая часть, а затем через некоторое время — остальная. Собственно, «пилотным» впрыском называют предварительный впрыск небольшой части топлива.

При «пилотном» впрыске топливо воспламеняется быстрее, а скорость увеличения давления и температуры газа в цилиндре снижается. В результате улучшается использование теплоты, полученной при сгорании топлива (т.е. уменьшается удельный расход топлива) и, кроме того, снижается «жесткость» работы двигателя и его шум.

Эксплуатационная проверка в течение 1 года показала снижение расхода топлива до 15—20 % на холостом ходу при уменьшении частоты вращения коленчатого вала с 300 до 240 об/мин.

Результаты эксплуатационной проверки подтверждены актом приемочной комиссии с участием ОАО «РЖД».

3.2. Рабочий цикл

Рабочий цикл — строгая последовательность рабочих процессов (тактов), периодически повторяющихся во всех цилиндрах двигателя внутреннего сгорания. Каждый такт происходит в тече-

ние одного хода поршня. В четырехтактном двигателе один рабочий цикл осуществляется за четыре хода поршня. Рабочий цикл четырехтактного двигателя внутреннего сгорания включает в себя следующие такты:

- впуск;
- сжатие;
- рабочий ход;
- выпуск.

При вращении коленчатого вала (рис. 42, *а*) поршень движется от ВМТ к НМТ, объем в цилиндре увеличивается, давление уменьшается. В это время с помощью газораспределительного механизма открывается впускной клапан (выпускной закрыт), и в цилиндр поступает чистый воздух. Осуществляется такт впуска. На индикаторной диаграмме (рис. 42, *д*) линия *ra*. Коленчатый вал повернется на 180° .

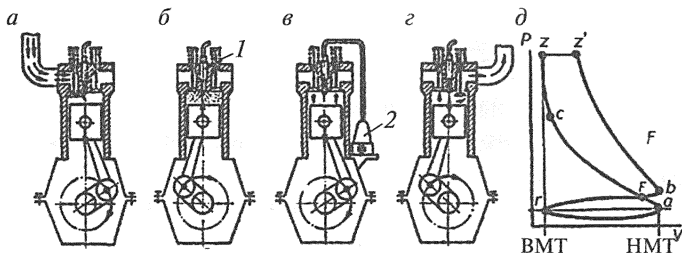


Рис. 42. Рабочий цикл и индикаторная диаграмма четырехтактного дизельного двигателя:

а — впуск; *б* — сжатие; *в* — расширение; *г* — выпуск; *д* — индикаторная диаграмма; 1 — форсунка; 2 — топливный насос

При дальнейшем вращении коленчатого вала поршень достигнет НМТ и поменяет направление движения. Впускной клапан закрывается, выпускной останется закрытым. Поршень движется от НМТ к ВМТ и сжимает чистый воздух (рис. 42, *б*), объем его в цилиндре уменьшается, а давление и температура повышаются. К концу сжатия давление увеличивается до 5,0—7,0 МПа (50—70 атм), а температура поднимается до 500—750 °С. На индикаторной диаграмме линия *az*. В точке *с* через форсунку 1 в цилиндр под высоким давлением от топливного насоса 2, впрыскивается дизельное топливо в мелко распыленном виде. Соприкос-

нувшись с нагретым воздухом, оно быстро испаряется, образуется горючая смесь, которая самовоспламеняется. В точках zz' давление увеличивается до 8,0—13,0 МПа (80—130 атм), а температура — до 1700—2000 °С. Поршень меняет направление движения и движется от ВМТ к НМТ под давлением расширяющихся газов (рис. 42, *в*). Происходит такт рабочего хода, при котором тепловая энергия преобразуется в механическую, а возвратно-поступательное движение поршня — во вращательное движение коленчатого вала и в виде крутящего момента передается через полужесткую муфту на якорь генератора. Коленчатый вал повернется на 180°. На индикаторной диаграмме линия $z'b$.

С опусканием поршня в цилиндре объем над поршнем увеличивается, а давление газов к концу расширения уменьшается до 0,5—0,8 МПа. В этот момент открывается выпускной клапан, и отработавшие газы устремляются в атмосферу. Поршень, дойдя до НМТ, начинает двигаться к ВМТ, вытесняя отработавшие газы из цилиндра. Происходит такт выпуска (рис. 42, *г*). Давление газов в цилиндре уменьшается к концу выпуска до 0,11—0,12 МПа, а температура — до 550—650 °С. Коленчатый вал повернется на 180°. На индикаторной диаграмме линия br .

Таким образом, в дизельном двигателе полезной работе соответствует площадь (рис. 42, *д*), ограниченная линией $Fzz'bF$, отрицательной работе (потерям) — линия $aFra$.

В дизелях с наддувом процесс зарядки цилиндра происходит следующим образом. Турбокомпрессор засасывает воздух из атмосферы при давлении P_o (рис. 43) и сжимает до давления P_k . Сжатый в турбокомпрессоре воздух, прежде чем попасть в цилиндр, проходит через воздухоохладитель, впускной коллектор и впускные клапаны; на пути от турбокомпрессора до цилиндра его давление снижается от P_k до P_a . Поэтому линия давления впуска расположена ниже линии P_k и выше атмосферной линии P_o .

После заполнения цилиндра воздухом поршень, двигаясь от точки a налево, сжимает воздух. Процесс сжатия изображен на кривой ac . В конце сжатия в цилиндр впрыскивается топливо, которое воспламеняется в точке c . Процесс сгорания показан линиями cz и $z'z$. Расширение газов происходит по кривой ze . В точке e открываются выпускные клапаны, и отработавшие газы выталкиваются в газовую турбину (при давлении P_p), а затем выбрасываются

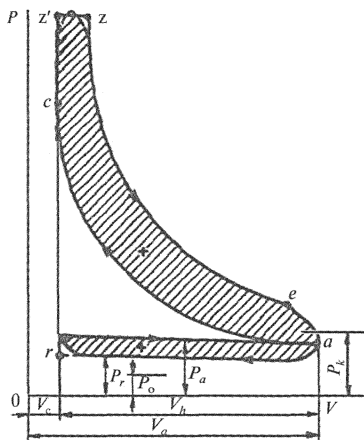


Рис. 43. Индикаторная диаграмма четырехтактного дизеля с газотурбинным наддувом:

P_a — давление в период наполнения; P_r — давление в период выпуска; P_k — давление воздуха в наддувочном коллекторе; V_c — объем камеры сжатия; V_h — объем, описываемый поршнем; V_a — полный объем цилиндра

в атмосферу. Таким образом, линия выпуска газа из цилиндра расположена выше атмосферной и ниже линии наполнения. Энергии отработавших газов вполне достаточно, чтобы нагнетатель сжимал воздух до давления P_k , более высокого, чем P_r .

В результате наддува площадь индикаторной диаграммы, а соответственно, и мощность дизеля значительно возрастают.

В действительности процесс сгорания происходит не по прямым линиям cz и $z'z$, а по штриховой линии (см. рис. 43), так как скорость и интенсивность горения изменяются во времени.

Перемешивание топлива в камере сгорания дизеля с воздухом не является совершенным, и молекулы воздуха не успевают (ввиду очень малого времени горения) в полном объеме взаимодействовать с молекулами топлива. Поэтому для полного сгорания впрыснутой порции топлива необходимо обеспечить избыток подаваемого воздуха. Экспериментально было определено, что для нормальной работы дизеля при номинальной мощности коэффициент избытка воздуха должен составлять 1,8—2,2. Если он будет меньше, то топливо сгорает неполностью, что сопровождается дымным выхлопом, перегревом выхлопного коллектора (соответственно и охлаждающей его воды), попаданием несгоревшего топлива по стенкам цилиндра в картер, закоксовыванием соплового аппарата, компрессионных колец и т.д. При повышенном коэффициенте избытка воздуха дизель не будет выдавать полную

мощность и будет иметь повышенные потери тепла с отработавшими газами.

Все эти выкладки рассчитывают по средней объемной доли кислорода в воздухе, равной 0,21. Однако с изменением атмосферной температуры или давления объемная доля кислорода изменяется в большую или меньшую сторону, следовательно, коэффициент избытка воздуха будет изменяться с соответствующими последствиями в работе дизеля.

При рассмотрении процессов, происходящих в цилиндре дизеля, следует упомянуть о мощности. Мощность, получаемая при сгорании топлива в цилиндрах дизеля, называется индикаторной. А мощность, «дошедшая» по шатуну, коленчатому валу и снимаемая с вала отбора мощности, — эффективная.

Несложно представить, что пока индикаторная мощность пройдет свой путь до снятия с вала отбора мощности, то потеряет небольшое количество энергии на преодоление трения. Следовательно, индикаторная мощность больше эффективной на величину мощности механических потерь. Если разделить эффективную мощность на индикаторную, то получим коэффициент использования механической мощности или по другому — получим величину механического КПД.

Механический КПД дизеля определяется как отношение эффективной мощности к индикаторной, характеризует механические и гидравлические потери в трущихся частях двигателя, а также затраты мощности на привод вспомогательных механизмов дизеля (топливные, масляные, водяные насосы, механизм газораспределения и прочее); он зависит от конструкции и качества сборки машины и при номинальной мощности принимает значения от 0,78 до 0,9.

Так как двигатель приводит во вращение генератор ГП-321 или ГПТ84/44-8, то эффективную мощность можно подсчитать по показаниям амперметра и вольтметра, подключенных к выводам генератора:

$$N_{\text{г}} = \frac{IU}{1000\eta_{\text{г}}},$$

где I и U — ток генератора, А, и его напряжение, В;
 $\eta_{\text{г}}$ — КПД генератора (0,9—0,95).

Согласно паспортным данным полная мощность дизель-генератора — 993 (1350) кВт (л.с.), однако появляется кажущееся несоответствие с характеристиками, указанными в описании тепловоза, а именно: полная мощность дизеля при температуре окружающей среды 293 К (+20 °С), барометрическом давлении 760 мм рт. ст. и относительной влажности воздуха 70 % — 882 (1200) кВт (л.с.).

Чтобы уяснить такое расхождение, надо вспомнить, что при работе тепловоза мощность уходит и на привод вспомогательных механизмов и машин (вентилятор холодильника, компрессор, возбудитель и т.д.).

Поэтому при работе на тепловозе машинист для эффективного использования ресурса тепловоза должен учитывать потери мощности, куда и как уходит энергия, а соответственно, и топливо.

Удельный расход топлива дизеля во время работы показывает, сколько грамм топлива расходуется в течение часа работы для выработки одной единицы мощности. Это может быть г/кВт·ч или г/л.с·ч. Эти параметры показаны в паспортных данных как дизеля, так и тепловоза. И здесь тоже можно увидеть разницу, причина была указана выше.

Очень сильно влияет на мощность дизеля правильная установка угла опережения подачи топлива (начала подачи форсункой топлива в цилиндр по отношению к положению коленвала).

На рис. 44 показана диаграмма фаз газораспределения дизеля. Именно по этой диаграмме построен порядок открытия клапанов, подача топлива. Диаграмма является «законом» для дизелиста, ведь

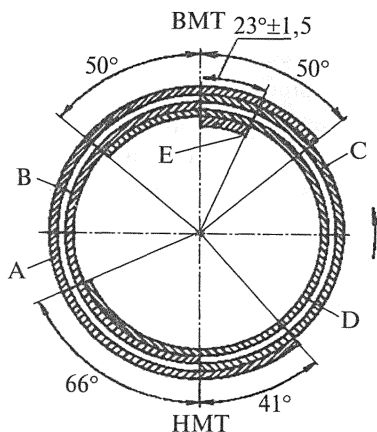


Рис. 44. Круговая диаграмма фаз газораспределения:
А — процесс всасывания; В — рабочий ход; Е — момент начала подачи топлива; D — процесс выхлопа; С — процесс сжатия; ВМТ — верхняя мертвая точка; НМТ — нижняя мертвая точка

даже при небольшом нарушении фаз газораспределения заметно падает мощность дизеля.

За $23 \pm 1,5^\circ$ до ВМТ форсунка начинает впрыск топлива, топливо, распыляясь, должно все поступить и вспыхнуть в момент нахождения поршня в ВМТ. Затем поршень идет вниз, расширяющиеся газы толкают его, происходит рабочий ход (В). За 66° до НМТ открываются выпускные клапана, происходит выход газов, еще имеющих силу на раскручивание турбины турбокомпрессора. Происходит выхлоп. Миновав НМТ, поршень движется вверх, выталкивая остатки газов через открытые выхлопные клапана. За 50° до ВМТ открываются впускные клапана, происходит выдувание остатков газа, поршень проходит ВМТ и начинает двигаться вниз. При повороте вала на 50° закрываются выпускные клапана, а через открытые впускные происходит наполнение воздухом. Поршень минует НМТ и начинает двигаться вверх, через 41° закрываются впускные клапана и начинается сжатие воздуха. За $23 \pm 1,5^\circ$ до ВМТ форсунка начинает впрыск топлива. Цикл завершился и начался сначала.

Что же может произойти, если изменится угол начала подачи топлива (23°)?

Например, угол 20° (поздняя подача топлива). Как известно, форсунка подает какую-то порцию топлива, зависящую от величины подачи топливного насоса высокого давления (ТНВД). Эта порция рассчитана на время горения, топливо горит 23° (как видно по диаграмме). При 20° впрыска топливо будет гореть и после ВМТ в том случае, когда поршень идет вниз, и вдогонку догорает топливо. Дизель будет недополучать мощность, газы будут догорать в выхлопном коллекторе, будет перегрев на фоне падения мощности.

А теперь рассмотрим угол 25° (ранняя подача топлива). ТНВД начал подавать на форсунку топливо раньше, чем предписано диаграммой. Порция топлива сгорела за 23° движения коленчатого вала, а поршень не дошел до ВМТ всего 2° . Газы от вспыхнувшего топлива, расширяясь, сопротивляются движению поршня эти 2° . Поршень все равно дойдет до ВМТ, но за счет усилия других цилиндров. При этом звук работы двигателя становится звонким, мощность заметно уменьшается.

3.3. Рама дизеля

Рама дизеля (рис. 45) является основанием для установки всех частей дизеля. Она представляет собой отливку из чугуна.

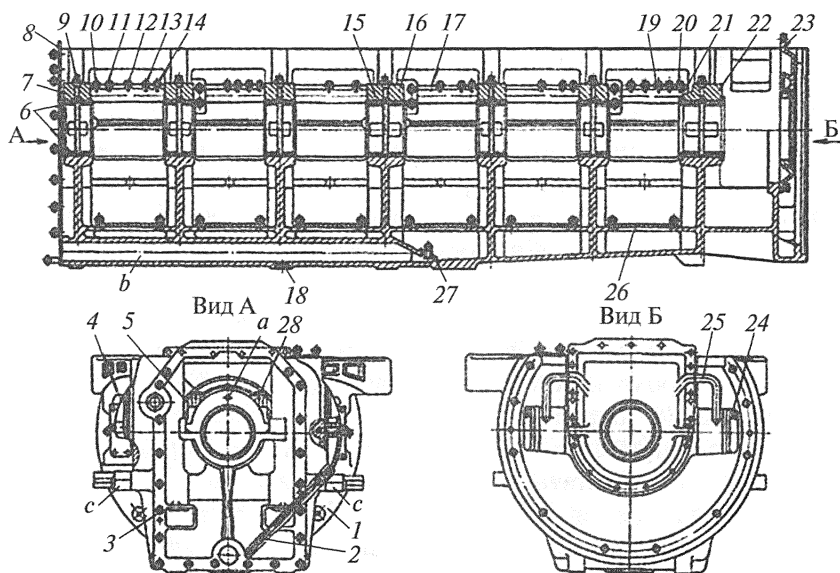


Рис. 45. Рама дизеля:

1 — рама; 2 — маслоизмеритель; 3 — шпилька; 4 — крышка люка; 5 — гайка крепления крышки коренного подшипника; 6 — вкладыш 1, 2, 3, 5 и 6-й опор; 7 — крышка подшипника 1, 2, 3, 5 и 6-й опор; 8 — прокладка; 9 — штуцер подвода масла к коренному подшипнику; 10, 14 — штуцера отвода масла к подшипникам распределительного вала; 11, 13 — штуцера отвода масла к коренным подшипникам; 12 — штуцер подачи масла к рычагам; 15 — вкладыш 4-й опоры; 16 — крышка подшипника 4-й опоры; 17 — масляная магистраль; 18 — спускная пробка; 19 — штуцер отвода масла к пальцу паразитной шестерни; 20 — штуцер отвода масла к 7-й опоре распределительного вала; 21 — вкладыш 7-й опоры; 22 — крышка подшипника 7-й опоры; 23 — корпус уплотнения коленчатого вала; 24, 26, 27 — стальная сетка; 25 — трубка; 28 — шпилька крепления крышки коренного подшипника; *a* — глухое отверстие, *b* — канал; *c* — продольная лапа

В раме, имеющей корытообразную форму, расположены поперечные перегородки, которые, утолщаясь в средней части, образуют постели или гнезда для установки нижних половин вкладышей коренных подшипников. Крышки коренных подшипников крепятся к раме дизеля шпильками 28. Крышки подшипников 1, 2, 3, 5, 6-й опор крепятся двумя шпильками, крышки подшипников 4-й и 7-й опор крепятся четырьмя шпильками (нумерация подшип-

ников ведется со стороны привода насосов). Верхняя обработанная поверхность рамы служит основанием для установки на ней блока цилиндров. Блок цилиндров крепится анкерными шпильками, проходящими через отверстия, выполненные в специальных приливах (колоннах) рамы в плоскости поперечных перегородок, и сшивными шпильками, для которых в раме предусмотрены отверстия.

Слева, в верхней части поперечных перегородок, между колоннами для прохода анкерных шпилек и боковой стенкой рамы имеются специальные окна для установки масляной магистрали 17. Масляная магистраль представляет собой трубу, заглушенную пробкой со стороны генератора и с фланцем на переднем торце. В магистраль ввернуты штуцера для присоединения трубок отвода масла к коренным подшипникам, подшипникам распределительного вала, к рычагам толкателей, управлению регулятора и оси паразитной шестерни.

Нижняя часть рамы представляет собой маслосборник, в который стекает масло. Над маслосборником установлено шесть стальных сеток 26, которые являются своеобразными грубыми фильтрами, а также служат как успокоители масла.

Для спуска масла из дизеля снизу в днище рамы ввернута спускная пробка 18, входящая в канал *b*, который соединяет маслосборник с всасывающей полостью маслососа.

В передней части рама имеет обработанный фланец для крепления корпуса привода насосов. Корпус крепится к раме двадцатью четырьмя шпильками 3, из которых двадцать шпилек ввернуты по периферии фланца рамы, а четыре шпильки — в блок цилиндров. Корпус фиксируется на фланце рамы двумя установочными штифтами.

С утолщенной (задней) стороны рама имеет два обработанных фланца: меньший — на перегородке картера распределительных шестерен и больший — на внешнем торце рамы. К меньшему фланцу крепится двенадцатью болтами и фиксируется двумя установочными штифтами разъемный корпус 23 уплотнения коленчатого вала. К большему (внешнему) фланцу крепится десятью шпильками и фиксируется двумя штифтами статор генератора.

Уплотнение коленчатого вала предназначено для предотвращения проникновения масла из дизеля в полость генератора. Уплот-

нение выполнено в виде лабиринта между коленчатым валом и корпусом уплотнения. Так как в полости рамы во время работы дизеля создается разрежение, то воздух из атмосферы через окна, закрытые сетками 24, по трубам 25 и лабиринту уплотнения поступает в картер и своим встречным движением препятствует появлению масла в полости генератора.

К боковым стенкам с обеих сторон рамы прилиты две продольные лапы с для установки дизель-генератора на раму тепловоза. Каждая лапа имеет восемь отверстий для крепления.

Над лапами с каждой стороны рамы между поперечными перегородками имеется по шесть окон, через которые производится монтаж и демонтаж подшипников коленчатого вала. Каждое окно закрывается крышкой. Крышка крепится восемью шпильками, ввернутыми в раму. Между крышками и рамой, а также у основания шпилек на раме устанавливаются уплотнительные паронитовые прокладки.

3.4. Блок цилиндров

Блок цилиндров отлит из чугуна и представляет собой жесткую коробчатую конструкцию. В блоке цилиндров устанавливаются цилиндрические втулки и монтируется распределительный вал с рычагами и штангами толкателей.

Блок (рис. 46) имеет две обработанные горизонтальные плоскости, из них нижняя является фланцем. Этим фланцем блок крепится к раме четырнадцатью анкерными 20 и двадцатью девятью сшивными шпильками 18. В плоскости сшивных шпилек с левой стороны блока просверлены два отверстия для установки конических штифтов 25, фиксирующих блок на раме. К верхней плоскости блока крепятся крышки цилиндров. Каждая крышка цилиндров крепится к блоку восемью силовыми шпильками 16.

Внутри блок разделен поперечными перегородками, образующими шесть гнезд, в которые вставляются цилиндрические втулки. Вставленные в блок цилиндрические втулки и окружающие их стенки блока образуют зарубашечные пространства цилиндров, в которых циркулирует охлаждающая вода.

Справа, отдельно от водяного пространства цилиндров, отлит продольный канал, который служит водоподводящим трубопрово-

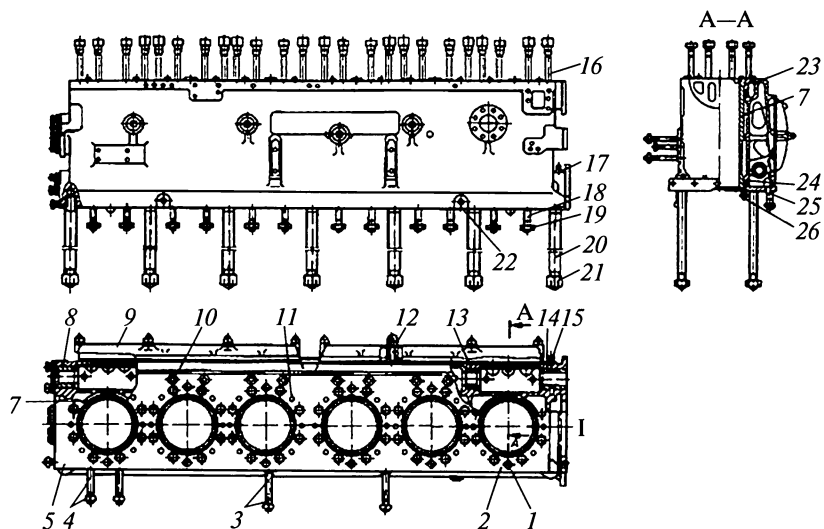


Рис. 46. Блок цилиндров:

1 — водоперепускная втулка; 2 — резиновое кольцо; 3 — шпилька крепления топливного насоса; 4 — шпилька крепления топливного фильтра; 5 — болт; 7 — втулка цилиндра; 8, 13, 14 — втулки распределительного вала; 9 — крышка алюминиевая; 10 — маслоуплотнительное кольцо; 11 — водоперепускное резиновое кольцо; 12 — шпилька; 15 — штуцер; 16 — шпилька силовая; 17 — штуцер отвода масла к валу привода топливного насоса и турбокомпрессору; 18 — шпилька сшивная; 19, 21 — гайки; 20 — шпилька анкерная; 22 — контрольная пробка; 23 — маслоуплотнительная втулка; 24 — резиновое кольцо уплотнения; 25 — штифт конический; 26 — штуцер; I — сторона генератора

дом для дизеля 1-ПД4А. На дизеле 1-ПД4Д этот канал не используется. Он закрывается глухими фланцами.

Из квадратного канала охлаждающая жидкость поступает по вертикальному каналу, отлитому в блоке, в нижнюю часть водяного пространства.

Водяные пространства каждого гнезда цилиндра в блоке сообщаются между собой через окна в нижней части поперечных перегородок.

Для перепуска охлаждающей жидкости из охлаждающих полосей блока в крышки цилиндров и равномерного охлаждения последних, в верхней плоскости блока вокруг каждого цилиндра на

равных расстояниях друг от друга просверлено по восемь отверстий, сообщающихся с восемью большими карманами, отлитыми по окружности водяного пространства под верхними центрирующими поясами гнезд цилиндров. Сверху в шесть перепускных отверстий устанавливаются специальные водоперепускные резиновые кольца 11, а в два отверстия, расположенные на поперечной оси цилиндра, устанавливаются водоперепускные втулки 1, уплотняемые резиновыми кольцами 2. При перегреве дизеля водоперепускные резиновые кольца 11 трескаются, резина теряет свои упругие свойства и вода начинает поступать к картер дизеля.

С левой стороны за продольной перегородкой имеется полость для распределительного вала, рычагов и штанг толкателей. Эта полость, в свою очередь, разделена поперечными перегородками, в нижней части которых, а также в передней и задней стенках блока расточены гнезда под подшипники распределительного вала. Распределительный вал уложен в бронзовых подшипниках, залитых баббитом и запрессованных гнезда перегородок и стенок блока. Отсек распределительного вала имеет люки, закрытые двумя крышками и имеющие уплотнения из паронитовых прокладок. Масло к подшипникам поступает по трубкам, а затем по каналам в блоке.

В верхней стенке блока над полостью распределительного вала имеются двенадцать отверстий для прохода штанг толкателей к рычажным механизмам на крышках цилиндров. По этим же отверстиям стекает масло из коробки привода клапанов в картер. Сверху эти отверстия имеют выточку для установки маслоуплотнительных колец 10, которые уплотняют соединение между крышкой и блоком.

Внешняя стенка блока со стороны распределительного вала имеет шесть окон, расположенных вдоль блока между поперечными перегородками. Окна служат смотровыми люками. Каждые три окна закрываются общей алюминиевой крышкой 9 и уплотняются паронитовой прокладкой подобно смотровым люкам рамы дизеля. Между окнами смотровых люков имеются фланцы для крепления кронштейнов рычагов толкателей.

На блоке, в местах выхода концов распределительного вала отлиты два фланца, один из которых (со стороны генератора) служит для крепления к блоку корпуса привода шестерен, другой (со стороны привода насосов) закрывается заглушкой.

С правой стороны блока, в средней его части прилиты две обработанные площади, в которые ввернуты четыре шпильки 3 для крепления топливного насоса. Вверху, в этих же площадках просверлены два отверстия для установочных штифтов.

Другая площадка с правой стороны блока служит для крепления к ней четырьмя шпильками 4 топливного фильтра.

На передней и задней стенках блока прилиты фланцы с буртами, используемые для крепления троса при подъеме и транспортировке блока или дизель-генератора в сборе.

3.5. Втулка цилиндра

Втулка цилиндра отлита из модифицированного чугуна. Два пояса *a* и *b* (рис. 47) фиксируют ее в блоке цилиндров. Верхняя часть втулки, от середины кверху утолщена, так как давление газов в верхней части гораздо больше, чем в нижней. В три кольцевые канавки (ручьи) с устанавливаются резиновые кольца, уплотняющие водяное пространство вокруг втулки.

В верхней части втулка имеет бурт, которым она опирается на упорный бурт блока. На периферийной части бурта имеется кольцевая поверхность *e*, на которую опирается бурт крышки цилиндров.

Внутренняя поверхность втулки (зеркало цилиндра) хонингуется.

Риска *d* фиксирует первоначальную установку втулки в блоке.

Цилиндровую втулку хранят и перевозят только в вертикальном положении, так как, невзирая на свою толщину, она незначительно деформируется, что может сказаться на скорости износа зеркала.

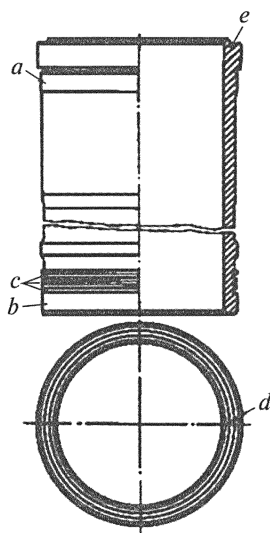


Рис. 47. Втулка цилиндра

3.6. Вал коленчатый

Коленчатый вал работает в очень тяжелых условиях. На него действуют нагрузка от ударов поршней, он испытывает усилия от

крутильных колебаний. Изготавливать вал технологически сложно: разворот кривошипов, шлифовка шеек, сам размер вала. Вал изготавливается из стальной поковки (Ст40). Заготовка вала весит 13 т, а готовый вал в сборе весит 1839 кг, около 86 % материала уходит в отходы.

Коленчатый вал (рис. 48) — имеет шесть кривошипов, расположенных в трех плоскостях под углом 120° друг к другу, шесть шатунных и семь коренных шеек. При подсчете шеек ясно видно, что каждые два кривошипа одинаково направлены. Значит, вспышка топлива происходит одновременно в двух цилиндрах.

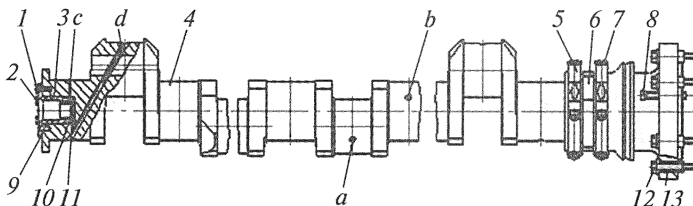


Рис. 48. Вал коленчатый:

1 — болт; 2 — пластина; 3 — втулка шлицевая; 4 — вал коленчатый; 5 — бугель; 6 — шестерня разъемная; 7 — болт бугеля; 8 — болт отжимной; 9 — штифт; 10 — заглушка; 11 — кольцо; 12 — болт крепления генератора; 13 — центрирующая втулка; *a* — маслоотводящие отверстия в шатунных шейках; *b* — маслоотводящие отверстия в коренных шейках; *c* — отверстие для установки приспособления; *d* — маслоподводящий канал

Шатунные шейки коленчатого вала для уменьшения массы сделаны полыми. Коренные и шатунные шейки соединены наклонными отверстиями *d*. От коренной шейки на шатунную подается масло, а в полости шатунной шейки масло проходит к подшипнику по вставленной в отверстия трубке. В коренных шейках, кроме средней, просверлены сквозные отверстия *b*, а в шатунных — отверстие *a*. Четвертая и седьмая коренные шейки более нагруженные, поэтому они выполнены длиннее остальных. Четвертая шейка воспринимает удары от движущихся масс третьего и четвертого цилиндров. Седьмая воспринимает часть массы якоря генератора и является еще упорной.

На конце седьмой коренной шейки имеется упорный бурт, воспринимающий осевые усилия. За упорным буртом с помощью бугелей 5 монтируется разъемная шестерня 6 с косым зубом, переда-

ющая вращение через шестерни привода распределительного вала, топливному насосу и регулятору частоты вращения.

На этом конце имеется большой фланец с шестью отверстиями, служащий для крепления к нему якоря генератора. Во фланце имеются еще два технологических резьбовых отверстия под отжимные болты, используемые при разборке. Перед фланцем расположен конический маслоотбойный бурт.

С переднего торца имеется глухое отверстие, в которое устанавливается шлицевая втулка 3, через которую при помощи шлицевого вала приводятся шестерни привода насосов.

Втулка к торцу переднего фланца крепится шестью болтами 1 и тремя штифтами 9. От осевого перемещения штифты ограничиваются пластинами 2, которые также предохраняют болты от самоотворачивания.

На переднем конце вала (отсчет ведется со стороны управления) болтами закрепляется валоповоротный диск, имеющий по наружной цилиндрической поверхности двенадцать глухих отверстий, куда вставляется монтажный лом (так называемый «карандаш») при повороте коленвала вручную во время ремонтов или регулировки. На этом диске с внешней стороны есть два выштампованных ушка со сменными кулачками, которые служат водилом поводка масляного насоса и шкива привода редуктора вентилятора охлаждающего устройства.

Коленчатый вал, несмотря на свою массивность и крепкость материала, весьма капризен к транспортировке и хранению. Шейки коленчатого вала для уменьшения трения тщательно шлифуются и затем оберегаются (при хранении) с помощью смазки и вошеной бумаги от коррозии. Для предотвращения деформации вал хранят на специальных подставках, расположенных на одной оси и обитых войлочными полосами. При перемещении коленчатый вал цепляют за шейки тросами с резиновыми накладками или перемещают матерчатыми стропами. При ремонте шейки коленчатого вала перешлифовывают, удаляя выработку. Изменение размера шеек строго регламентировано и называется градационным размером. Градации вала отличаются между собой на 0,5 мм.

Коленчатый вал в корпусе дизеля установлен на подшипниках скольжения (вкладышах), указанных на рис. 49. Коренные подшипники состоят из двух одинаковых взаимозаменяемых бронзовых ка-

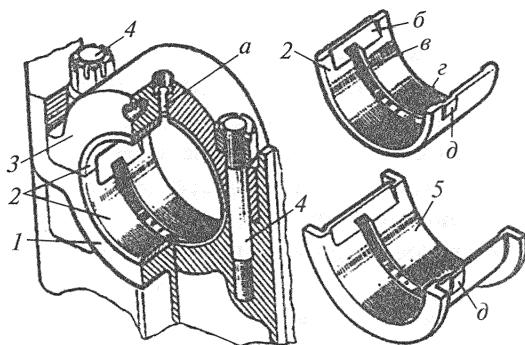


Рис. 49. Коренные подшипники:

1 — опора вкладыша; 2 — вкладыши опорных подшипников; 3 — крышка; 4 — шпилька крепления крышки; 5 — вкладыш опорно-упорного подшипника; а — отверстие подвода масла; б — холодильник; в — канавка кольцевая; г — отверстие; д — выступ (замок)

навочных вкладышей 2, крышки 3, установленной на шпильках 4 на раме дизеля, трубки, подводящей масло к отверстию *a* подшипника. Вкладыши установлены с натягом 0,26 мм, удерживающим их от проворачивания. От осевого смещения вкладыши фиксируются отбортованными выступами *д*, которые входят в соответствующие пазы, выфрезерованные на стыках гнезд рамы и крышек подшипников. По толщине вкладыши изготавливают по десяти градационным размерам. Толщина вкладыша нулевого градационного размера 7,5 мм, а десятого 10 мм. Толщина баббитовой заливки марки БК2 вкладышей 0,75 мм.

Вкладыши подшипников отличаются по ширине. У четвертого она равна 179 мм, у седьмого — 208 мм, а у остальных — 146 мм. Вкладыши седьмого подшипника имеют бурты, которые ограничивают перемещение вала в подшипнике. Рабочие поверхности буртов залиты баббитом. Крышки подшипников пригоняют к горизонтальным и вертикальным плоскостям опор блока по краске. Плотная посадка крышки в опоре разгружает шпильки 4 от срезающих и изгибающих усилий.

Крышки коренных подшипников стальные штампованные. В центре каждой крышки просверлено сквозное отверстие для подвода масла к опорным шейкам коленчатого вала. В верхней части боковых сторон крышек просверлены и нарезаны глухие отверстия *a* (см. рис. 45), по одному с каждой стороны, служащие для монтажа и демонтажа крышек.

Посередине внутренней поверхности вкладышей (рис. 50) имеется кольцевая проточка, сообщающаяся через отверстие с масло-

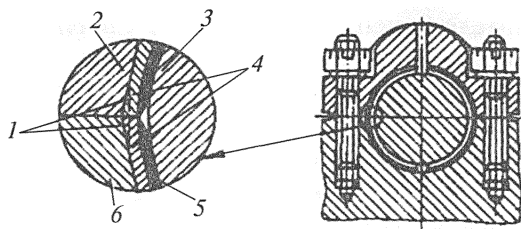


Рис. 50. Фиксация коренных вкладышей и холодильники («усы») на баббитовой заливке вкладышей:

1 — выступ, фиксирующий вкладыш в гнезде рамы и крышки; 2 — крышка подшипника; 3 — шейка коленчатого вала; 4 — вкладыш; 5 — баббитовая заливка; 6 — рама

подводящим каналом в крышках коренных подшипников. У стыков вкладышей выфрезерованы масляные холодильники, назначение которых — увеличить циркуляцию масла через подшипник для его охлаждения.

3.7. Поршень

Поршень 3 (рис. 51) отлит из специального алюминиевого сплава. Головка поршня выполнена толстостенной с плавным переходом.

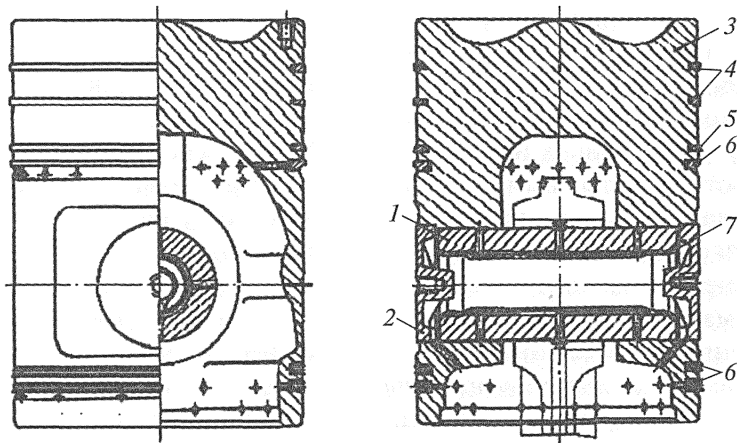


Рис. 51. Поршень:

1 — палец поршневой; 2 — заглушка алюминиевая; 3 — поршень; 4 — кольцо поршневое (трапециевидное); 5 — кольцо поршневое (уплотнительное); 6 — кольцо поршневое (маслосгонное); 7 — кожух

дом от вытеснителя (в центральной части) к периферии. Вытеснитель на поршнях позволяет сохранить штатную величину степени сжатия и увеличивает подвижность топливно-воздушной смеси в конце такта сжатия (что обеспечивает быстроту распространения фронта пламени и равномерность горения).

Углубление сложной формы в головке совместно с плоским дном крышки цилиндра образует камеру сгорания. Два резьбовых отверстия на торце головки используются во время монтажа и демонстрации поршня.

Поршень 3 имеет две бобышки, в которые вставляется поршневой палец. С торцов бобышек вставляются с натягом алюминиевые заглушки 2.

Резьбовое отверстие в центре заглушки используется при выпрессовке ее из поршня с помощью съемника.

Палец в поршне служит для соединения верхней головки шатуна с поршнем. Поршневой палец 1 плавающего типа, стальной, полый, с цементированной (науглероженной для повышения износостойкости) и полированной наружной поверхностью.

Во внутреннюю полость поршневого пальца вставляется тонкостенная стальная трубка, развальцованная по краям. Между втулкой и пальцем образуется кольцевое пространство для масла. В пальце в средней его части просверлены четыре радиальных отверстия. Через эти отверстия масло поступает из зазора между пальцем и втулкой верхней головки шатуна в кольцевое пространство между коухом и внутренней поверхностью пальца.

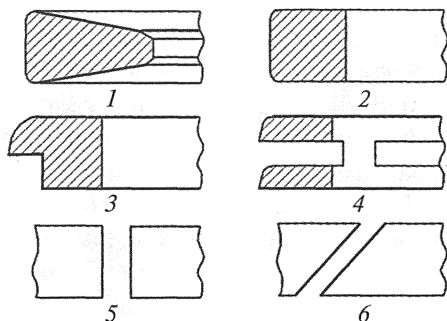
По краям пальца имеются еще восемь отверстий, которые сообщаются с кольцевым пространством внутри пальца и служат для подвода масла к трущимся поверхностям в бобышках поршня.

Для обеспечения надежного уплотнения поршня в цилиндре на поршне устанавливают поршневые кольца. Для регулировки подачи масла к трущимся поверхностям цилиндрической втулки установлены маслосъемные кольца. Кольца необходимы для уплотнения камеры сгорания и ограничения потерь масла «на угар». В зависимости от состояния колец, их изношенности экономичность дизеля по расходу масла может изменяться в 5—10 раз. Качество изготовления колец, их материал, постановка в «ручьи» по размерам должны при изготовлении и сборке поршня строго контролироваться.

На поршне проточено шесть канавок (называют еще их ручьями), четыре из которых расположены выше, а две — ниже оси отверстия поршневого пальца. Два верхних ручья служат для установки хромированных компрессионных колец трапециевидного сечения, в четырех последующих ручьях устанавливаются одно компрессионное (прямоугольного сечения) и три маслосъемных кольца (рис. 52).

Рис. 52. Форма сечений и замки колец:

- 1 — трапециевидное;
- 2 — прямоугольное,
- 3 — скребковое без прорези;
- 4 — коробчатое с двойной скребковой поверхностью,
- 5 — прямой замок;
- 6 — косой замок



Верхние маслосъемные кольца хромированные односкребковые, два нижних двухскребковые коробчатого типа. Трапециевидные хромированные кольца изготавливаются из высокопрочного чугуна. Выступание над боковой поверхностью поршня не допускается, а предельное утопление до 0,27 мм. Форма трапеции обеспечивает более плотное прилегание торцевой поверхности кольца к стенке гильзы. Это происходит за счет скольжения скошенной поверхности кольца в ручье под действием движения поршня по направлению к стенке гильзы.

Кольца в ручьи ставят с зазором. Для колец прямоугольного сечения зазор допускается от 0,15 до 0,25 мм (брак более 0,35 мм). Зазоры играют важную роль в работе поршней (рис. 53). При движении поршня вниз масляная пленка со стенок гильзы цилиндра попадает в зазор под кольцо (рис. 53, а), охлаждает его. А в НМТ кольцо перемещается (рис. 53, б), выталкивая перед собой порцию масла, и движется по смазанной поверхности (рис. 53, в). Благодаря насосному действию колец масло периодически перекачивается от одного ручья к другому. Однако при увеличении зазоров большее количество масла будет доходить до камеры сгорания, появится дымный выхлоп, возрастет расход масла. Кроме того, начина-

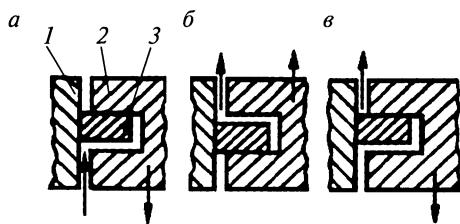


Рис. 53. Схема насосного действия уплотнительных колец:
1 — цилиндр; 2 — поршень;
3 — уплотнительное кольцо

ет закоксовываться верхнее кольцо, появляется сухое трение, увеличивается износ стенки гильзы, уменьшается компрессия и т.д. Причем этот процесс нарастает лавинообразно.

Кольца изготавливаются из высокопрочного легированного (с добавками) чугуна, этот материал наиболее устойчив к трению.

Трапецеидальные кольца (поверхности трения о цилиндр) покрываются пористым хромом. Это покрытие повышает срок службы колец в 3—4 раз и уменьшает износ цилиндрических втулок. Для лучшей приработки кольца прямоугольного сечения покрывают тонким слоем полуды (оловом).

В канавках под маслосъемные кольца просверлены сквозные отверстия для отвода масла, снимаемого с зеркала цилиндрической втулки во внутреннюю полость поршня, а оттуда в маслосборник рамы дизеля.

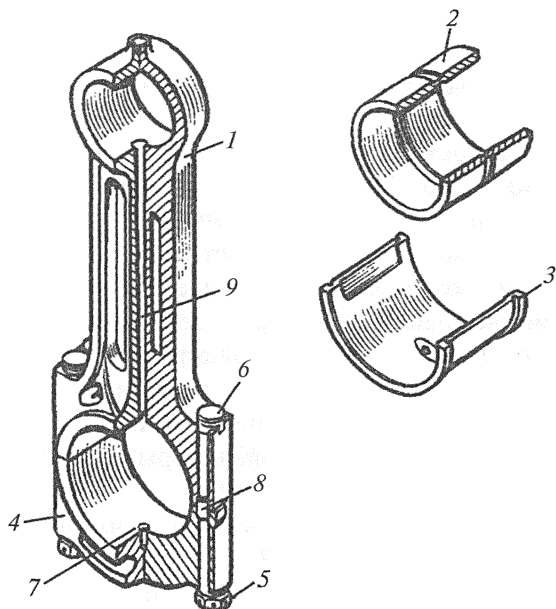
3.8. Шатун

Шатун (рис. 54) отштампован из легированной стали. Стержень 1 шатуна имеет двутавровое сечение. Вдоль стержня просверлен канал 9 для прохода масла от нижней головки к верхней. В верхнюю головку запрессована втулка 2, являющаяся подшипником поршневого пальца. Втулка 2 имеет снаружи и внутри кольцевую канавку, совпадающую с каналом 9 в стержне шатуна и с четырьмя сверлениями для подвода масла к внутренней поверхности втулки.

Нижняя головка шатуна разъемная. Крышка 4 изготовлена из той же стали, что и шатун, и крепится к нему четырьмя болтами 6, стопорящими от проворачивания штифтами. Гайки 5 шатунных болтов корончатые под шплинговку.

Шатунные подшипники, состоящие из двух половин (вкладышей 3), бронзовые, тонкостенные, с заливкой специального баббита.

Рис. 54. Шатун:
 1 — стержень; 2 —
 втулка; 3 — вкла-
 дыш; 4 — крышка;
 5 — гайка; 6 — болт;
 7 — штифт; 8 — кон-
 трольный штифт;
 9 — канал



та марки БК2. Вкладыши шатунных подшипников имеют гиперболическую расточку рабочей поверхности баббитового слоя.

Вкладыши от проворачивания стопорятся натягом, от осевого перемещения — буртами.

Отверстие в нижнем вкладыше служит для правильной фиксации его в крышке шатуна с помощью штифта 7. Аналогичное отверстие в верхнем вкладыше совпадает с каналом 9 и служит для прохода масла к верхней головке шатуна.

Шатунные болты несут очень большую нагрузку, к их изготовлению предъявляются особые требования. Если ослабнет гайка или выйдет из строя (оборвется) шатунный болт, испытывающий воздействие возникающих в процессе движения поршня больших усилий, произойдет авария дизеля. Чтобы противостоять действующим усилиям, болт должен обладать достаточной прочностью; особая точность предъявляется также к резьбе шатунного болта и гайки. Резьба на них не нарезается плашкой, а накатывается на станке специальным роликом. Такую резьбу называют накатной и при забоинах или смятии допускается правка резьбы только роликом

на токарном станке. Крышка нижней головки шатуна прикрепляется к телу шатуна четырьмя шатунными болтами по два с каждой стороны. На болте имеются направляющие пояса, призонно подогнанных к отверстию по стыкам (призонный — значит без зазора и без натяга, очень точная посадка, предотвращающая малейший зазор). Плотная посадка болта крайне важна, так как предотвращает взаимное смещение стягиваемых элементов подшипника и тем самым разгружает болт от срезающих усилий. В более быстроходных двигателях задача предотвращения смещения половинок подшипника перекладывается на специальные замки или на зубцы, специально нарезаемые в плоскости разъема. Головка болта от проворачивания стопорится штифтом. Гайки от проворачивания фиксируются шплинтами.

В большинстве случаев обрывы болтов происходят по следующим причинам:

- недостаточная, чрезмерная или неравномерная затяжка болтов;
- ослабление затяжки гайки болта;
- появление люфтов в подшипнике вследствие перегрева или подплавки баббитового сплава (недостаток подачи масла, разжижение, перегрев, большой зазор на масло);
- большая эллиптичность (овальный износ) шейки вала;
- плохое прилегание гайки или головки болта к их опорным поверхностям, неплотная посадка болта в отверстии головки;
- заклинивание или заедание поршня;
- разнос двигателя.

Крепление крышки шатуна (затяжку) производят по углу поворота гаек, ведя отсчет по их граням или специальным делениям. Для правильного отсчета граней делают отметки карандашом на торцах гаек и их болтов или шпилек.

Если шатунный болт или гайка имеют какой-либо дефект, то заменяют комплектно болт и гайку.

Шатуны, крышки нижних головок шатунов, шатунные болты и их гайки комплектуются на заводе-изготовителе отдельно для каждого дизель-генератора и имеют следующую маркировку: номер шатуна или номер цилиндра (цифры от 1 до 6) проставлены слева на боковой поверхности шатуна.

Комплектность каждого шатуна с крышкой, болтами и гайками помечена двумя буквами, например: АА, АВ, АВ и т.д., БА, ББ, БВ и т.д., ВА, ВБ, ВВ, ВГ и т.д., или тремя — АБА, АББ, АБВ, АВГ и т.д.

Буквы комплектности поставлены на боковых поверхностях шатуна и крышки, на верхнем торце каждой гайки и на боковой поверхности головки каждого шатунного болта, как показано на рис. 55 и 56.

Гайки и болты каждого шатуна имеют порядковые номера. Порядковые номера проставлены также на крышках нижних головок шатунов против соответствующих болтов и гаек.

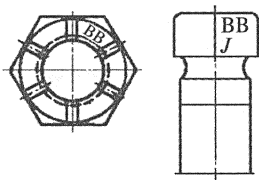


Рис. 55. Обозначение комплектности шатунных болтов и гаек

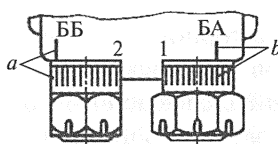


Рис. 56. Комплектность, деления на гайках, метки карандашом (а) и окончательные метки (б)

Метки (риски) положения гаек на шатунных болтах после их затяжки находятся на боковых поверхностях каждой крышки шатуна и на цилиндрической поверхности гаек и обозначены «Окончательные метки» (рис. 56).

36 делений (рисок) на цилиндрических поверхностях шатунных гаек, равномерно расположенных по окружности, как показано на рис. 56, для более точного отсчета углов поворота гаек при их затяжке, чем отсчет по граням гаек. Окончательными метками являются удлиненная риска одного из делений гайки и против нее риска на крышке шатуна.

Затяжку гаек до упора на каждом шатуне производить по диагонали, т.е. в последовательности, показанной на рис. 57.

Завернуть окончательно шатунные гайки в шесть—восемь приемов — по 1,5 деления (четверти грани) за прием до совпадения

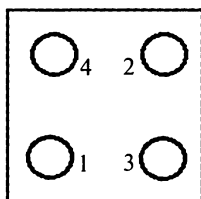


Рис. 57. Схема последовательности затягивания шатунных болтов

меток на цилиндрических поверхностях гаек с метками на боковых поверхностях крышки нижней головки шатуна в той же последовательности, что и при установке до упора.

Если какая-либо гайка будет завернута больше, т.е. дальше на 3—4 деления, чем остальные три гайки одного и того же шатуна, отвернуть полностью все четыре гайки, установить до упора и вновь затянуть до совпадения меток.

Если при переборке шатунов усилие при затяжке шатунных болтов окажется меньше нормального (нормальное усилие — это усилие одного человека на ключе с рукояткой 1 м) либо производилась зачистка торцов гаек, торцов шатуна, крышки или замена шатунных болтов и их гаек — снять ранее нанесенные метки и затяжку производить следующим образом:

а) завернуть шатунные гайки до упора ключом с рукояткой длиной 300 мм;

б) проверить отсутствие зазора между торцами гаек и крышкой шатуна (щуп 0,03 мм не должен проходить);

в) проверить по краске прилегание торцов головок шатунных болтов к шатуну, предварительно отвернув все четыре гайки, ранее установленные до упора, касание по краске должно быть по всей опорной поверхности, допускаются разрывами по длине пояса не более 3 мм и не более двух разрывов для одного болта;

г) вновь завернуть до упора все шатунные гайки;

д) поставить метки карандашом: одну — на цилиндрической поверхности гайки на одном из 36 делений и другую — против этой метки на боковой поверхности крышки;

е) завернуть равномерно шатунные гайки на 9—12 делений (90—120°) в шесть—восемь приемов в последовательности, показанной на рис. 57.

Нанести удлиненную риску на одном из делений каждой гайки против риски на крышке шатуна и зашплинтовать все шатунные гайки.

Шплинты должны находиться в прорезях гаек и отверстиях шатунных болтов плотно, без какой-либо качки. При разборке шату-

нов во избежание деформации вкладышей гайки отвертывать в таком же порядке, как их завертывали.

Каждую новую затяжку шатунных болтов отметить в формуляре дизель-генератора (на сколько делений переставлены метки), это позволит на ремонте контролировать удлинение болтов.

Если новая риска отличается от установленной на заводе-изготовителе более чем на один оборот гайки (36 делений), болт с гайкой заменить.

Комплектный выход из строя или выход из строя отдельных вкладышей подшипников, вследствие чего требуется их замена, происходит по следующим причинам:

а) недостаточная вязкость масла вследствие повышенной температуры масла или разжижения его топливом;

б) попадание воды в масло;

в) плохая очистка масла;

г) несоблюдение правил эксплуатации: не выдержаны зазоры в подшипниках, присутствие металлической стружки в масле.

Не допускаются к дальнейшей эксплуатации вкладыши, имеющие:

а) отслоение баббитового слоя, трещины, выявленные методом промасливания;

б) выкрашивание или коррозия баббитовой заливки более 3 см^2 поверхности;

в) кольцевые риски глубиной более $0,1 \text{ мм}$ и шириной более $0,75 \text{ мм}$ (допускается на каждой паре вкладышей не более четырех кольцевых рисок). Кольцевые натирки устранить шабровкой;

г) забоины, металлические включения;

д) наклепы на тыльной и стыковых поверхностях вкладышей.

Наибольшая толщина вкладыша (рис. 58) клеймится на холодильнике.

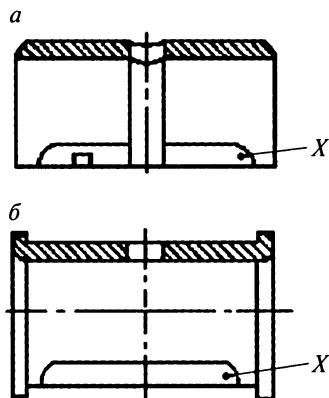


Рис. 58. Место клеймения (X) наибольшей толщины на коренных (а) и шатунных (б) вкладышах

3.9. Крышки цилиндров

Крышка цилиндра (рис. 59) служит для размещения впускных, выпускных клапанов, топливной форсунки и со втулкой цилиндра и головкой поршня образует рабочий объем цилиндра. В самой крышке, ее надстройке (в закрытии крышки, клапанной коробке) находятся элементы распределительного механизма — клапаны и рычаги привода клапанов с толкателями.

Крышка цилиндра отлита из чугуна. Она представляет собой плоскую полую коробку и служит для размещения в ней двух впускных и двух выпускных клапанов, форсунки, индикаторного крана. Индикаторный кран показан на рис. 60.

Внутренняя часть крышки разделена на три основные полости: две полости впускного и выпускного клапанов, соединяющиеся с камерой сгорания цилиндров отверстиями под гнезда соответствующей пары клапанов и полость охлаждения, куда охлаждающая жидкость перепускается из блока через восемь отверстий, равномерно расположенных по окружности в днищевой части крышки. Для увеличения охлаждающей поверхности днища в зоне выпускных клапанов расстояния между отверстиями для них выполнены несколько большими, чем между отверстиями для впускных клапанов.

Охлаждающая жидкость омывает стенки бобышек, в отверстиях которых запрессованы направляющие чугунные втулки 5 (см. рис. 59) (длинные для выпускных) и 8 (короткие для впускных) клапанов, стакан в центре крышки с запрессованной в него стальной гильзой 14 под форсунку, свод камеры и стенки впускного и выпускного каналов, а затем через патрубок 3, закрепленный со стороны выпуска на верхней плоскости крышки, отводится в водяной коллектор. Для распределения потока охлаждающей жидкости в отверстие, находящееся со стороны воздушного канала, запрессована чугунная втулка с диаметром проходного сечения 35 мм.

Восемь сквозных отверстий *a* служат для прохода шпилек крепления крышки к блоку цилиндров.

Два сквозных отверстия *b* служат для прохода штанг толкателей.

В отверстиях *b* сделаны проточки, куда вставляются проставки (втулки) 13. Выступающие торцы проставок уплотняются маслостойкими резиновыми кольцами 12.

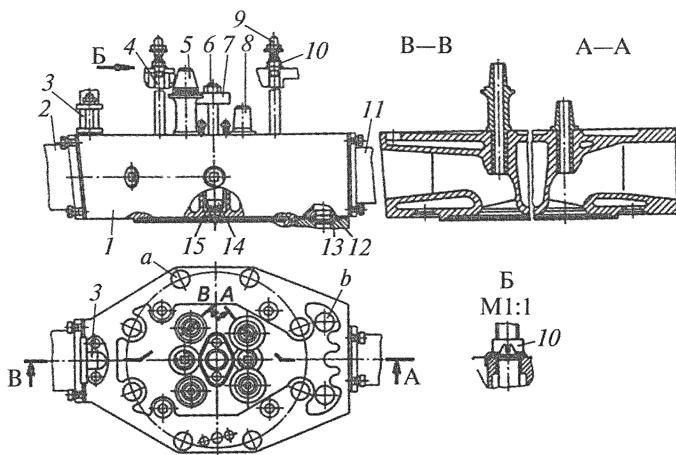


Рис. 59. Крышка цилиндров:

1 — крышка цилиндров; 2 — выпускной коллектор; 3 — патрубок отвода охлаждающей жидкости; 4 — шпилька крепления корпуса привода клапанов; 5 — направляющая втулка выпускного клапана; 6 — шпилька крепления форсунки; 7 — фланец крепления форсунки; 8 — направляющая втулка впускного клапана; 9 — гайка крепления крышки корпуса; 10 — гайка крепления корпуса привода клапанов; 11 — наддувочный коллектор; 12 — уплотнительное кольцо; 13 — проставка; 14 — гильза стальная; 15 — гайка и шпилька крепления индикаторного крана

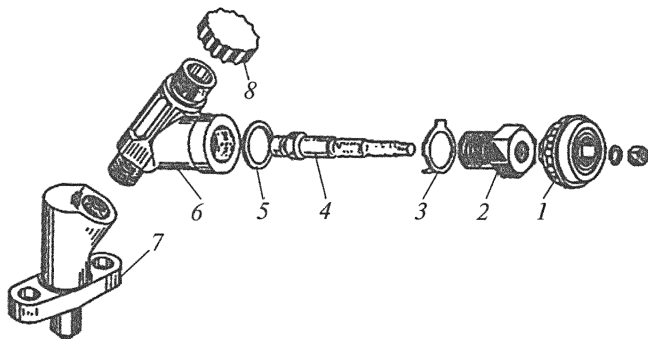


Рис. 60. Индикаторный кран:

1 — маховик; 2 — штуцер; 3 — стопорная шайба; 4 — шпindelь; 5 — прокладка; 6 — корпус индикаторного крана; 7 — держатель; 8 — колпачок

Кольцевой бурт на нижней плоскости крышки служит для уплотнения газового стыка цилиндровой втулки с крышкой. Уплотнение достигается за счет раздельной притирки поверхности бурта и соответствующей кольцевой выточки втулки цилиндров.

Отверстия, которые уплотняются резьбовыми пробками на верхней и боковых стенках крышки, предусмотрены для осмотра и очистки водяной полости от накипи.

Для эксплуатационной регулировки дизелей применяется прибор — максиметр, который устанавливается на индикаторный кран (см. рис. 60) предварительно сняв колпачок 8. Для выравнивания мощности по цилиндрам необходимо знать причину недогрузки или перегрузки отдельных цилиндров, а для этого требуется определить давление сгорания и давление сжатия в каждом цилиндре в отдельности.

Давление сжатия и сгорания можно определить при помощи максиметра. Газы из цилиндра двигателя через открытый индикаторный кран (открутив маховик 1) поступают в максиметр. При включенных топливных насосах манометр, установленный на максиметре будет показывать давление сгорания, а при выключенной подаче топлива — давление в конце хода поршня (сжатие).

После продувания индикаторного крана и присоединения максиметра индикаторный кран открывают не более чем на 30 с. Газ из камеры сгорания поступает в максиметр и через некоторое число рабочих циклов в полости прибора устанавливается давление, равное максимальному давлению в цилиндре двигателя. После определения давления газы выпускают в атмосферу и прибор снимают с индикаторного крана.

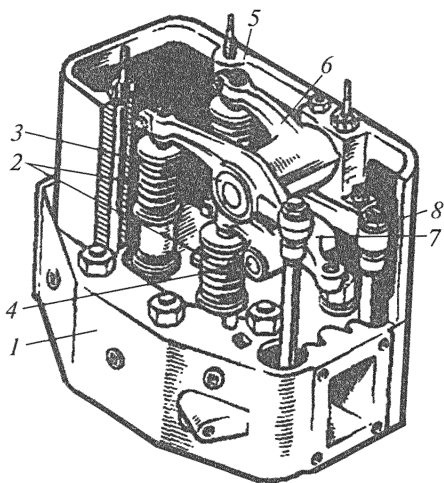
После проверки, зная паспортную величину давления сгорания или сжатия, можно сказать о качестве компрессии цилиндра или насколько изменен угол опережения подачи топлива.

Максимальное давление сгорания на мощности дизеля 1200 л.с., не более 8,3 (85) МПа (кгс/см²).

Неравномерность максимального давления сгорания по цилиндрам допускается $\pm 0,2$ (2) МПа (кгс/см²), это показывает равномерность нагрузки по каждому цилиндру, соответственно равномерность нагрузки на каждую шейку коленчатого вала.

На крышке цилиндра 1 в сборе (рис. 61) установлен клапанный механизм, состоящий из механизма и его привода. Клапаны отштамповываются из высококачественной хромистой стали. Впуск-

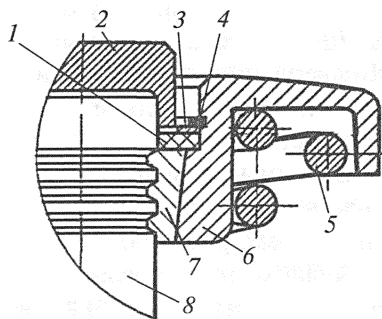
Рис. 61. Крышка цилиндров в сборе:
 1 — крышка цилиндра;
 2 — пружины впускного и выпускного клапанов; 3, 4 — оси рычагов впускных и выпускных клапанов; 5 — клапанная коробка; 6, 7 — рычаги выпускных и впускных клапанов; 8 — толкатель



ные и выпускные клапана отличаются только по высоте стержня. Тарелки клапанов притираются к своим посадочным местам настолько плотно, что раскаленные газы не просачиваются в месте стыка. Сам стержень клапана при работе перемещается в чугунной втулке. Втулка запрессована в цилиндрическую крышку и при износе может быть заменена. Чугун выбран из-за своей стойкости к истиранию. На наружных буртах втулок установлены двойные пружины 2 из хромованадиевой проволоки. Навивка пружин разнонаправленная. Во время работы витки внутренней и наружной пружины не смогут помешать друг другу.

Пружины снизу упираются в тарелку клапана 6 (рис. 62), которая удерживается замочными сухарями 7. Сухари удерживают-

Рис. 62. Крепление тарелки:
 1 — резиновое кольцо; 2 — колпачок клапана; 3 — шайба; 4 — стопорное кольцо; 5 — пружина; 6 — тарелка клапана; 7 — сухарь клапана; 8 — клапан



ся на замочной части клапанов тремя трапецеидальными выступами, входящими в специальные выточки на стержнях клапанов. При нажатии пружины на тарелку, благодаря коническому сопряжению тарелки с сухарями, они плотно охватывают замочную часть клапанов. Для уменьшения шума при работе клапана над сухарями установлены фибровые прокладки, удерживаемые в тарелках стопорными кольцами. Сверху на клапана свободно установлены стальные закаленные колпачки.

Рычаги клапанов находятся в литой чугунной клапанной коробке (рис. 63) и закрыты алюминиевой крышкой. В клапанной коробке с обеих сторон имеется по два прилива, в сквозные расточки которых установлены оси рычагов. На ось 15 установлен рычаг 14 впускных клапанов, а на ось 10 — рычаг 9 выпускных. Оси рычагов жестко закреплены в приливах. Сами приливы имеют прорезы и стянуты болтами. Снаружи отверстия под оси рычагов закрыты плоскими заглушками и установлены на пасту «Герметик».

Для предотвращения вытекания масла через зазоры в торцах рычагов в их выточках установлены самоподжимные сальники.

Рычаг толкателя (рис. 64) представляет собой жесткую штампованную из стали марки Ст40 конструкцию. Рычаги выполнены одноплечими. В одном конце рычага расточено цилиндрическое гнездо и запрессована втулка 5. Этот конец рычага надевается на ось 2. Второй конец рычага имеет вильчатую головку с отверстиями в нижней части для крепления оси 9 с роликом 8 и выточку в верхней части под пята 10 штанги.

Масло подводится во внутреннюю полость оси 2 через отверстие в среднем выступе кронштейна 1. Через два отверстия в оси масло поступает для смазки втулок 5 рычагов.

По горизонтальному отверстию в рычаге масло поступает к пяте 10 и далее на опорные шаровые поверхности пяты и штанги. По сверлению в лапе рычага, которое совпадает с радиальным отверстием в оси ролика, масло поступает для смазки опорной поверхности ролика 8.

Впускные и выпускные клапаны приводятся в действие от кулачков распределительного вала через специальный рычажный механизм (см. рис. 63).

Кулачки распределительного вала 26 (см. рис. 63) нажимают на ролики 23 рычагов толкателей 20, рычаги толкателей через штан-

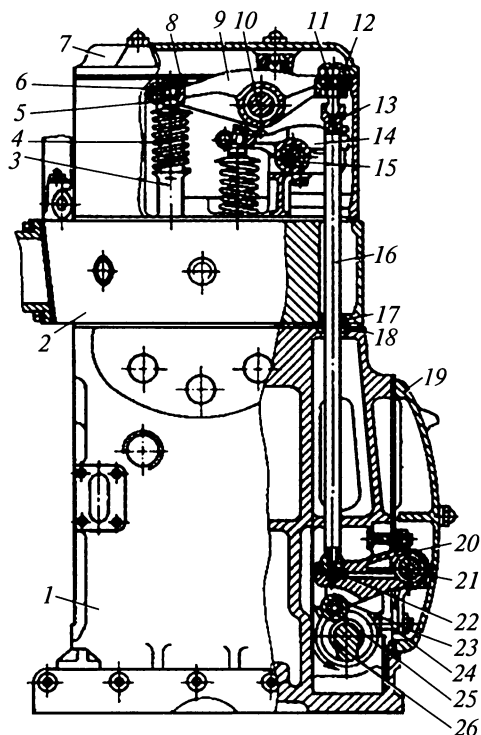


Рис. 63. Привод клапанов:

1 — блок цилиндров; 2 — крышка цилиндра; 3 — направляющая втулка выпускного клапана; 4 — пружина клапана; 5 — колпачок клапана; 6 — ударник; 7 — крышка корпуса привода клапанов; 8 — жиклер; 9 — рычаг выпускных клапанов; 10 — ось рычага; 11 — толкатель; 12 — гайка толкателя; 13 — наконечник штанги; 14 — рычаг впускных клапанов; 15 — ось рычага впуска; 16 — штанга толкателя; 17 — маслоуплотнительное кольцо; 18 — маслоуплотнительная втулка; 19 — крышка смотрового люка блока; 20 — рычаг толкателя; 21 — ось рычага толкателя; 22 — пята рычага толкателя; 23 — ролик рычага толкателя; 24 — кронштейн рычага толкателя; 25 — ось ролика; 26 — распределительный вал

ги 16 воздействуют на рычаги впускных 14 и рычаги выпускных 9 клапанов, а рычаги — непосредственно на клапаны.

Рычаги толкателей монтируются на специальных кронштейнах 24, которые крепятся в нижней части поперечных перегородок блока

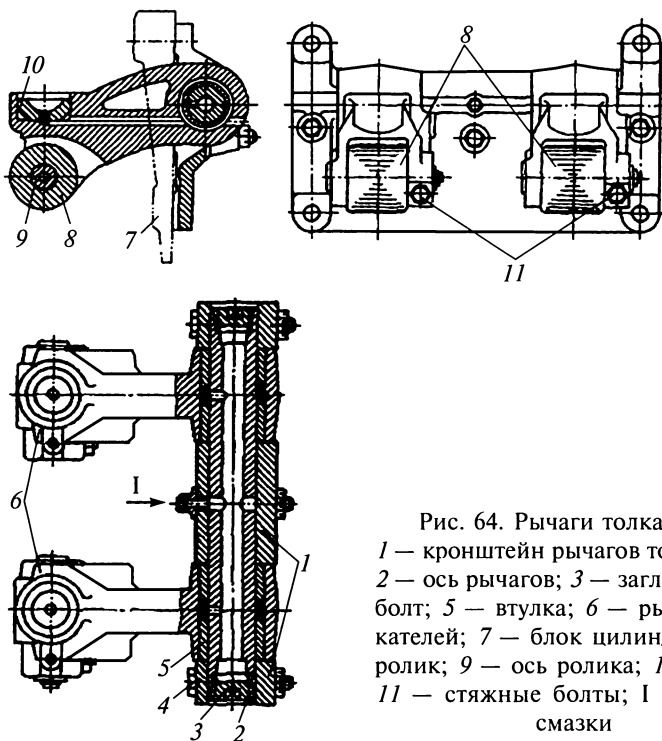


Рис. 64. Рычаги толкателей:
 1 — кронштейн рычагов толкателей;
 2 — ось рычагов; 3 — заглушка; 4 — болт; 5 — втулка; 6 — рычаги толкателей; 7 — блок цилиндров; 8 — ролик; 9 — ось ролика; 10 — пята; 11 — стяжные болты; I — подвод смазки

цилиндров 1 со стороны смотровых люков. Каждый кронштейн крепится к фланцам перегородок на четырех болтах.

Кронштейн 1 (см. рис. 64) представляет собой стальную штампованную стойку с двумя выступами на концах и одним посередине. В выступах установлена ось 2, представляющая собой полый стальной стержень, шлифованный по наружному диаметру и заглушенный с торцов. На ось устанавливаются два рычага толкателей. Один из рычагов воздействует на впускные, а второй — на выпускные клапаны.

Ролик 8 рычага толкателя — стальной, цементированный кругом. Ось 9 ролика изготовлена из бронзы.

Резьба в отверстии пята 10 служит для ее демонтажа из выточки в головке рычага, а также для установки болта при регулировке фаз газораспределения. С отверстием в пите совпадает отверстие в шаровой головке штанги, по которому масло, заполняя внутрен-

ную полость штанги, поступает для смазки рычажного механизма привода клапанов. Штанги выполнены неодинаковыми по длине, более длинные предназначены для выпускных клапанов. В остальных штанги выпуска и штанги впуска не имеют конструктивных отличий и представляют собой стальные трубки, в которые с обеих сторон запрессованы хвостовики упорных головок.

Рычаги привода клапанов подразделяются на рычаги впуска и рычаги выпуска. Они смонтированы в корпусе привода клапанов. Корпус привода клапанов (см. рис. 62) представляет собой литую чугунную коробку, открытую сверху и снизу. Верхний и нижний торцы коробки образуют фланцы корпуса. Нижний фланец предназначен для установки корпуса на крышке цилиндров, верхний — для крышки 7 корпуса (см. рис. 63). Изнутри корпуса прилиты четыре вертикальные бобышки со сквозными отверстиями *a* для прохода шпилек крепления корпуса к крышке цилиндров (рис. 65).

На боковых стенках корпуса 6 имеются приливы, в которых расточены гнезда для установки осей 7 и 9. На осях установлены рычаги 3 и 5 привода клапанов. Оси от проворота и осевого перемещения фиксируются болтами 10.

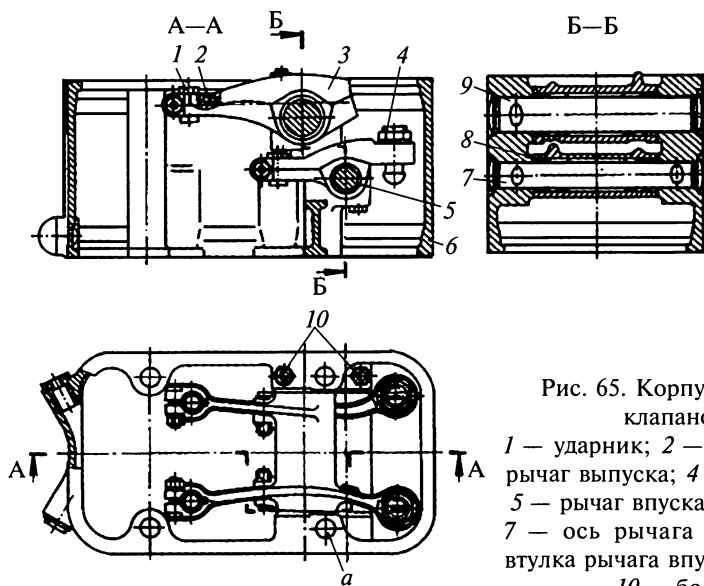


Рис. 65. Корпус привода клапанов:

- 1 — ударник; 2 — жиклер; 3 — рычаг выпуска; 4 — толкатель;
- 5 — рычаг впуска; 6 — корпус;
- 7 — ось рычага впуска; 8 — втулка рычага впуска; 9 — ось;
- 10 — болты

Рычаги впуска и выпуска (рис. 66 и 67) выполняются двупле-
чими.

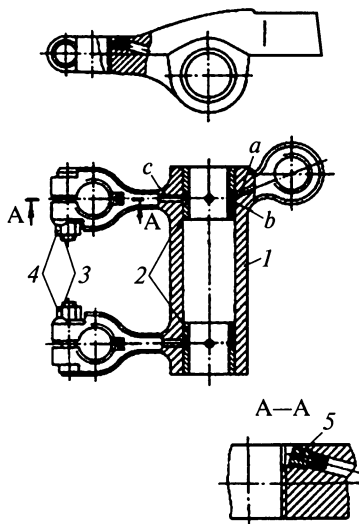


Рис. 66. Рычаг впуска:
1 — рычаг; 2 — стопорная втулка;
3, 4 — болт и гайка для крепления
ударников; 5 — жиклер

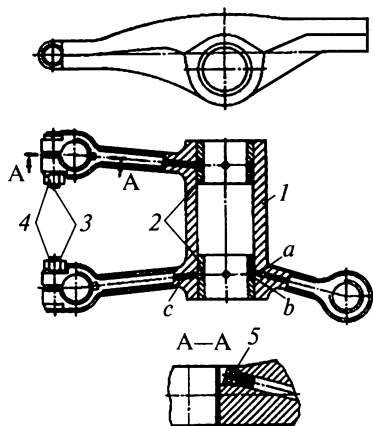


Рис. 67. Рычаг выпуска:
1 — рычаг; 2 — стопорная втулка;
3, 4 — болт и гайка для крепления
ударников; 5 — жиклер

В рычагах расточены гнезда, в которые с торцов запрессова-
ны бронзовые втулки 2. Внутренние торцы втулок не соприкаса-
ются между собой, образуя кольцевое простран-
ство для масла вокруг осей, на которых расположе-
ны рычаги.

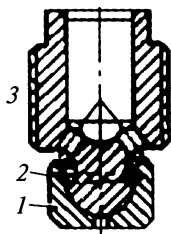


Рис. 68. Удар-
ник в сборе:
1 — боек; 2 —
проволочный
замок; 3 —
ударник

В плечах рычагов просверлены каналы *a*, сооб-
щающиеся с кольцевой выточкой на самом толкате-
ле и служащие для подвода масла к опорным втул-
кам рычагов через кольцевые канавки *b* и радиа-
льные отверстия. От кольцевых канавок масло также
поступает по отверстиям *c* в жиклеры 5. Жиклер
представляет собой винт с дроссельным отверстием.

Узел ударника (рис. 68) состоит из ударника 3,
изготовленного из стали, бронзового бойка 1 и про-
волочного замка 2. Снизу ударник имеет головку

с шаровой полированной поверхностью, упирающуюся в шаровое углубление бойка. Для удержания бойка на ударнике в канавку бойка вставлен проволоочный замок. По отверстию в бойке масло поступает далее для смазки рабочей поверхности колпачка клапана. Ударник стопорится в гнезде рычага болтом 3 (см. рис. 66 и 67), который, сжимая вилку рычага, предотвращает самоотворачивание ударника.

3.10. Механизм газораспределения

Система газораспределения двигателя внутреннего сгорания осуществляет газообмен, обеспечивая зарядку цилиндра воздухом, а также выпуск из цилиндра отработавших газов.

Газораспределительные органы должны обеспечить качественную очистку и наполнение цилиндра при достаточной надежности в работе. Совершенство очистки и наполнения цилиндра зависит, в первую очередь, от величины проходного сечения газораспределительных органов и длительности их открытия. При этом длительность открытия зависит не только от конструктивных особенностей газораспределительного механизма, но и от частоты вращения коленчатого вала.

Распределительный вал (рис. 69) изготовлен из легированной стали и состоит из трех отдельных частей. Каждая часть распределительного вала имеет опорные шейки и кулачки, изготовленные за одно целое с валом, каждый кулачок через рычажную систему

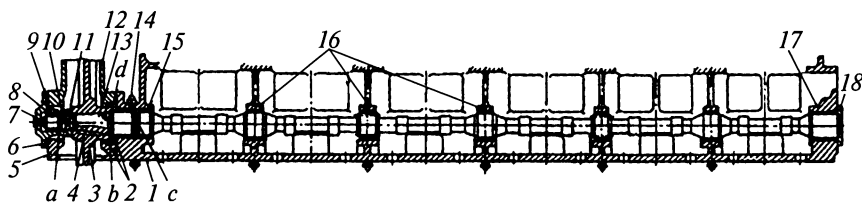


Рис. 69. Вал распределительный:

1 — блок цилиндров; 2 — упорное полукольцо; 3 — шестерни; 4 — шпонка; 5 — корпус привода; 6 — опора; 7 — пробка; 8 — втулка опоры; 9 — прокладка; 10 — шплинт; 11 — гайка; 12 — крышка корпуса привода; 13 — распределительный вал; 14 — штуцер; 15, 16, 17 — втулки распределительного вала; 18 — заглушка; *a* — внутренний канал; *b* — радиальное отверстие; *c* — кольцевая проточка; *d* — наклонный канал

воздействует на два одноименных впускных или выпускных клапана. Для каждого цилиндра, считая со стороны генератора, первым является кулачок привода выпускных клапанов, а вторым — кулачок привода впускных клапанов. Кулачки расположены на собранном распределительном валу (по отношению друг к другу) в соответствии с фазами газораспределения и порядком работы цилиндров дизеля: 1—3—5—6—4—2.

На крайних шейках средней части распределительного вала и соединяющихся с ними шейками внешних частей вала (упорной и концевой) на торцах находятся по восемь отверстий для призонных шпилек, с помощью которых все части вала соединяются в одно целое. Конец одной части вала в фланцевом соединении своим выступом плотно входит в выточку другой части, что обеспечивает их осевую центровку и увеличивает прочность соединения.

Распределительный вал в сборе имеет восемь опорных шеек и двенадцать кулачков. Хвостовик распределительного вала конический и на нем с помощью призматической шпонки 4 монтируется шестерня 3.

В хвостовике распределительного вала имеется внутренний канал *a*, сообщающийся через два радиальных отверстия с кольцевой проточкой *c* на 7-й шейке вала. Внутренний канал на торце хвостовика закрыт пробкой. Поступающее под давлением масло из масляной магистрали поступает к 7-й опоре распределительного вала, заполняет кольцевую проточку *c* на шейке вала и по радиальным отверстиям проходит в канал хвостовика. Из внутреннего канала *a* через радиальные отверстия в концевой шейке масло выходит для смазки втулки опоры 8, а через радиальное отверстие *b* в конической части хвостовика проходит по наклонному каналу *d* и горизонтальному каналу в ступице шестерни 3 и смазывает ее трущиеся торцевые поверхности и упорные полукольца 2.

Из кольцевой канавки *c* на 7-й шейке распределительного вала по каналу в блоке и штуцеру 14 часть масла поступает по трубке для смазки подшипников турбокомпрессора, вала привода топливного насоса и подшипников топливного насоса. Из кольцевой канавки *c* через штуцер масло отводится по трубке к контрольному манометру, установленному в кабине машиниста.

3.11. Привод распределительного вала и топливного насоса

Механизм привода (рис. 70) служит для передачи вращения от коленчатого вала к распределительному валу, валу топливного насоса в строгом соответствии с углом поворота коленчатого вала. Механизм монтируется в чугунном корпусе 7 с крышкой 9.

Привод, находящийся в корпусе, крепится к раме дизеля и блоку цилиндров в концевой части со стороны генератора. В корпусе привода монтируется три зубчатых колеса: зубчатое колесо 3, входящее в зацепление с зубчатым колесом 2 коленчатого вала, является паразитным; два зубчатых колеса 1 и 6 распределительного вала и вала привода топливного насоса входят в зацепление с зубчатым колесом 3.

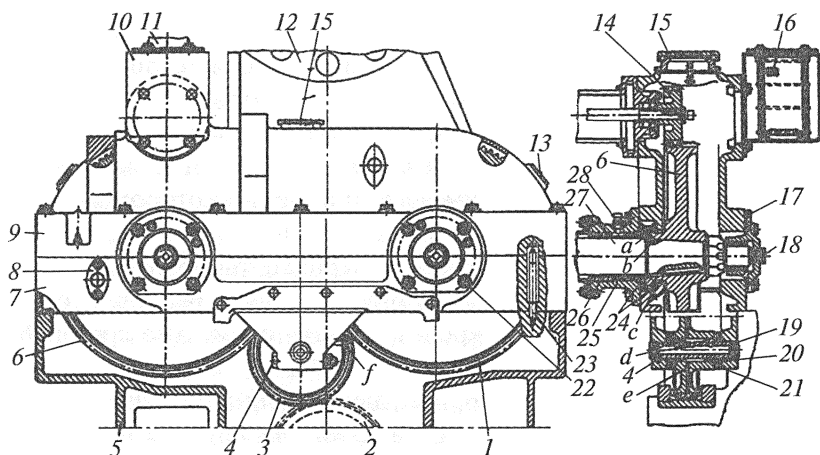


Рис. 70. Привод распределительного вала и топливного насоса:

1 — зубчатое колесо распределительного вала; 2 — зубчатое колесо коленчатого вала; 3 — зубчатое колесо (паразитная шестерня); 4 — стяжной болт; 5 — рама; 6 — зубчатое колесо вала топливного насоса; 7 — корпус; 8 — фланец; 9 — крышка; 10 — маслоуловитель; 11 — труба вентиляции картера; 12 — блок цилиндров; 13 — пробка; 14 — зубчатое колесо водяного насоса; 15 — предохранительный клапан; 16 — сетка; 17 — опора; 18 — пробка; 19 — ось паразитной шестерни; 20 — упорное кольцо; 21 — втулка; 22 — болт; 23 — конический штифт; 24 — полукольцо; 25 — корпус подшипника; 26 — опорная втулка; 27 — вал привода топливного насоса; 28 — штуцер

На месте стыка корпуса 7 с крышкой 9 расточены гнезда, в которые со стороны цилиндрического блока проходят хвостовики распределительного вала и вала привода топливного насоса, а со стороны генератора устанавливаются опоры 17. На конических хвостовиках валов внутри корпуса на шпонках монтируются зубчатые колеса 1 и 6.

С торцов хвостовика ступицы зубчатых колес 1, 6 устанавливаются упорные бронзовые полукольца 24 с баббитовой заливкой, которые ограничивают осевой разбег валов.

Смазка упорных поверхностей полуколец 24 производится под давлением масла, поступающего из внутренних отверстий распределительного вала и вала привода топливного насоса через радиальные отверстия *b* в конических хвостовиках валов к отверстию *a* в ступицах зубчатых колес. По косому отверстию *c* в нижней части выточки корпуса отработанное масло стекает в раму дизеля. Прилив в верхней части крышки 9 имеет с обеих сторон фланцы с расточенными в них гнездами. Гнездо со стороны цилиндрического блока закрывается глухим фланцем. С противоположной стороны к фланцу крепится маслоуловитель 10 системы вентиляции картера. Сверху крышки корпуса имеется прилив, на котором крепится предохранительный клапан 15 (см. рис. 21).

Крышка 9 крепится к корпусу четырнадцатью болтами, из которых четыре ввертываются в корпус, а десять болтов проходят сквозь отверстия корпуса и крепят крышку совместно с корпусом к раме дизеля.

Крышка фиксируется на корпусе двумя цилиндрическими штифтами, а корпус фиксируется на раме дизеля двумя коническими штифтами 23. Цилиндрические и конические штифты имеют сверху резьбу для удобства их демонтажа.

Корпус привода крепится к блоку цилиндров двенадцатью болтами, из которых десять ввертываются в корпус, а два — с внутренней стороны корпуса. Со стороны цилиндрического блока к фланцу корпуса привода крепится восемью болтами корпус подшипника 25 вала привода топливного насоса.

В корпусе подшипника вала привода топливного насоса и в опорах 17 выносных цапфах распределительного вала и вала привода топливного насоса запрессованы бронзовые втулки с баббитовой заливкой по внутренней поверхности. Смазка опорной втул-

ки 26 подшипника вала привода топливного насоса осуществляется через штуцер 28, к которому подсоединяется трубка от седьмого подшипника распределительного вала. Смазывая рабочую поверхность втулки, масло по отверстиям вала привода поступает в его продольный канал, а оттуда через радиальное отверстие — на смазку концевой опоры 17.

Зубчатые колеса 1, 6 — цилиндрические косозубые, имеют одинаковые размеры (число зубьев 120). Они приводят распределительный вал и вал привода топливного насоса с передаточным отношением 1 : 2, т.е. за один оборот коленчатого вала эти валы проворачиваются на 0,5 оборота.

Паразитная шестерня 3 монтируется на оси 19, установленной в гнездах кронштейнов в нижней части корпуса 7 привода шестерен. Ось фиксируется в кронштейнах от проворачивания стяжным болтом 4. В ступице паразитной шестерни запрессованы с торцов две бронзовые втулки 21. По отверстию f в кронштейне крепления паразитной шестерни со стороны генератора масло из главной масляной магистрали дизеля поступает через крайнее радиальное отверстие d в оси 19 во внутреннюю ее полость, а оттуда по трем другим радиальным отверстиям на смазку втулок 21 и через отверстия e на смазку зубьев.

Толщиной упорных колец 20, устанавливаемых с торцов паразитной шестерни 3, регулируется ее осевой разбег.

Вал 7 привода топливного насоса (рис. 71) имеет одну рабочую шейку, опирающуюся на бронзовую втулку 22 подшипника со стороны корпуса 14. Вторым подшипником вала привода служит концевой подшипник кулачкового вала 1 топливного насоса, так как оба вала соединяются между собой жестко шестью призонными болтами 5, и опора одного из них является опорой другого.

Внутренняя полость вала привода сообщается с внутренней полостью кулачкового вала 1 топливного насоса и служит каналом для подвода масла к подшипникам топливного насоса. В канал вала привода масло поступает из штуцера 9 (он же штуцер 28 на рис. 70) по радиальным отверстиям в корпусе подшипника 10 к втулке 22 и радиальным отверстиям во внутреннюю полость вала.

Вал привода сверху закрыт разъемными кожухами 4 и 8. Уплотнение частей кожуха обеспечивается резиновой кольцевой прокладкой.

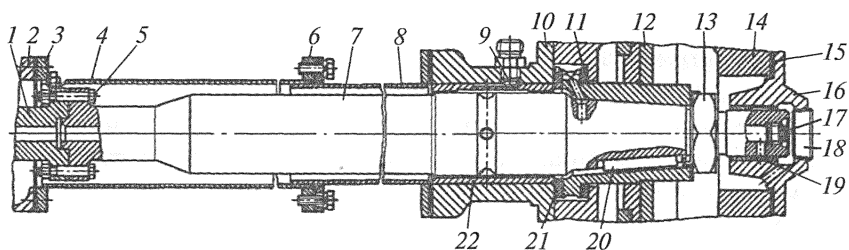


Рис. 71. Привод топливного насоса:

1 — кулачковый вал топливного насоса; 2 — картер топливного насоса; 3 — фланец; 4, 8 — разъемные кожуха; 5 — болт; 6 — болт кожуха; 7 — вал привода топливного насоса; 9 — штуцер; 10 — корпус подшипника; 11 — штифт полуколысца; 12 — зубчатое колесо привода топливного насоса; 13 — гайка крепления зубчатого колеса; 14 — корпус привода; 15 — прокладка; 16 — опора; 17, 18 — пробки; 19 — втулка опоры; 20 — шпонка; 21 — упорное полуколыско; 22 — втулка подшипника

Снятый распределительный вал и вал привода топливного насоса подлежат контролю.

Контроль заключается в следующем:

а) осмотреть соединение частей валов. Соединения должны быть жесткими, без нарушения затяжки гаек и их шплинтовки;

б) осмотреть кулаки. На поверхности профиля кулаков не допускается трещины, забоины, сколы, отслаивания поверхностных слоев. Мелкие сколы на переходных кромках и торцовых поверхностях зачистить и заполировать.

На поверхности кулаков допускаются следы матовых натиров без явно выраженных признаков износа. Небольшие кольцевые риски должны быть зачищены;

в) осмотреть распределительный вал и вал привода топливного насоса на отсутствие трещин по кольцевым проточкам для подвода смазки на опорные шейки и на всех переходных углах и радиусах;

г) осмотреть состояние конических поверхностей валов под посадку шестерен. Следы износа, наклепы, вмятины и трещины не допускаются;

д) осмотреть шпоночные пазы под шпонки. Вмятины, наклепы на боковых поверхностях и трещины на переходных углах не допускаются;

е) проверить чистоту всех маслоподводящих отверстий;

ж) осмотреть и обмерить диаметры опорных шеек валов. На опорных поверхностях задиры, вмятины, трещины не допускаются. Мелкие кольцевые и продольные риски зачистить и заполировать.

Зубчатые колеса распределения подлежат осмотру и контролю. Контроль заключается в следующем:

а) осмотреть зубья колес. На зубьях не допускаются трещины, забоины, сколы и отслаивания поверхностных слоев. Заусенцы и вмятины по кромкам зубьев зачистить;

б) по блику приработки на зубьях колес определить условия работы зубчатой передачи. Величина приработки зубьев должна быть не менее 60 % длины и высоты зуба;

в) обмером зубьев определить степень их износа. Боковой зазор между зубьями колес в эксплуатации допускается не более 0,45 мм;

г) на больших шестернях проверить отсутствие трещин по сварным швам;

д) осмотреть поверхности упорного бурта на больших зубчатых колесах. Задиры не допускаются. Прилегание упорной поверхности к упорным кольцам должно быть не менее 85 % ширины кольца и 100 % по окружности;

е) осмотреть состояние поверхности и конической посадочной поверхности, поверхности шпоночного паза. Наклепы, вмятины и трещины не допускаются;

ж) проверить чистоту маслоподводящих отверстий подвода смазки к поверхностям упорного буртика;

з) проверить осевой разбег больших шестерен. Браковочный зазор составляет 0,6 мм. При необходимости заменить полукольца;

и) осмотреть состояние рабочих поверхностей подшипниковых втулок паразитной шестерни.

На радиальных и торцовых поверхностях задиры, глубоких рисок, вмятин, трещин не допускается. Ослабление посадок втулок по отверстию шестерни не допускается.

Сборку корпуса привода распределительного вала, топливного насоса производить с соблюдением нижеперечисленной последовательности и требований:

а) осмотреть привалочные поверхности корпуса привода распределения, забоины зачистить;

б) вернуть в резьбовые отверстия оси паразитной шестерни две конические пробки;

в) осмотреть шестерню. Забоины, риски на зубьях и внутренней поверхности бронзовых втулок подшипников зачистить;

г) проверить щупом зазор между осью паразитной шестерни и поверхностями подшипниковых втулок. Зазор должен быть в пределах 0,08—0,14 мм для новой пары;

д) установить шестерню между кронштейнами корпуса привода (короткой частью ступицы в сторону под стяжной болт);

е) установить два регулировочных кольца с соответствующими толщинами по месту (согласно клеймам на кольцах). Допуск на осевой люфт должен быть 0,04—0,08 мм. В случае необходимости допускается подшабровка торцов втулок шестерни;

ж) запрессовать ось с выемкой в сторону отверстия под стяжной болт;

з) установить стяжной болт и затянуть гайкой;

и) зашплинтовать гайку стяжного болта;

к) вернуть штуцер в резьбовое отверстие кронштейна корпуса привода;

л) проверить чистоту радиальных маслоподводящих отверстий в шестерне.

Рассмотрим установку корпуса в сборе с паразитной шестерней на раму с блоком. При установке необходимо соблюдать следующие требования и последовательность:

а) установить корпус привода в сборе с паразитной шестерней на раму с упором в торец блока и введения паразитной шестерни в зацепление с шестерней коленчатого вала;

б) затянуть болтами корпус к блоку. При этом ступенчатость торцов корпуса и рамы должна быть не более 0,05 мм. Зазор между зубьями шестерен должен быть в пределах 0,1—0,3 мм;

в) проверить по краске прилегание зубьев. Прилегание должно быть не менее 60 % длины и высоты зуба.

Примечание. Проверку боковых зазоров между зубьями шестерен производить после затяжки блока цилиндров и корпуса привода к раме.

Установку распределительного вала на дизель производить соблюдая нижеперечисленную последовательность и требования:

а) надеть на распределительный вал между кулаками технологические втулки. Установить шпонку в паз конической поверхности;

б) поддерживая распределительный вал по осевой линии втулок подшипников блока, плавно вводить его со стороны переднего торца блока в сторону привода распределения;

в) установить зубчатое колесо распределительного вала в корпус привода, введя в зацепление с паразитной шестерней таким образом, чтобы метка «2» на шестерне совпадала с разъемом корпуса привода с крышкой с внешней стороны;

г) продвинуть распределительный вал, направляя шпонку вала по шпоночному пазу шестерни до посадки зубчатого колеса на коническую поверхность вала;

д) установить стопорную шайбу и затянуть гайкой зубчатое колесо; законтрить гайку стопорной шайбой;

е) после окончательного закрепления шестерни проверить совпадение маслоподводящих каналов от распределительного вала к торцевым упорным поверхностям буртика зубчатого колеса;

ж) проверить боковой зазор между зубьями зубчатого колеса распределительного вала и паразитной шестерни, который должен быть 0,1—0,3 мм. Проверить по краске прилегание зубьев, которое должно быть не менее 60 % длины и высоты зуба;

з) осевой люфт зубчатого колеса с распределительным валом отрегулировать установкой упорных разъемных колец в пределах 0,15—0,2 мм (в эксплуатации не более 0,6 мм);

и) определить размеры упорных колец, при определении размеров необходимо учитывать ступенчатость торцов паразитной шестерни и зубчатого колеса привода распределительного вала, которая должна быть не более 2 мм; толщина колец должна быть не менее 10 мм;

к) проверить биение выносной цапфы распределительного вала; допуск должен быть не более 0,05 мм.

Внимание! Увеличенное биение может быть следствием перекоса сопрягаемых торцов шестерни и гайки;

л) заштифтовать корпус привода к раме двумя коническими штифтами; снять технологические втулки.

Сборку кулачкового вала топливного насоса с валом привода производить с соблюдением следующих требований:

а) установить вал привода топливного насоса на призмы контрольной плиты фланцем к фланцу кулачкового вала;

б) соединить кулачковый вал топливного насоса с валом привода так, чтобы контрольный штифт фланца вала привода вошел в отверстие во фланце кулачкового вала; при этом должно быть совпадение меток «2» на фланцах валов;

в) установить призонные болты и затянуть гайками; при этом совместить шлицы на гайках с отверстиями под шплинты;

г) зашплинтовать призонные болты; при этом один конец шплинта отогнуть на грань гайки, а второй на торец болта;

д) установить шпонку в паз вала привода;

е) надеть на кулачковый вал между кулаками технологические втулки;

ж) ввести вал в корпус топливного насоса до выхода конца вала из корпуса в сторону привода; снять с кулачкового вала технологические втулки;

з) надеть на конец вала привода топливного насоса последовательно детали закрытия (прокладки, кожуха, фланец, уплотнительное кольцо и корпус подшипника);

и) установить зубчатое колесо привода топливного насоса в корпус привода, введя в зацепление с паразитной шестерней таким образом, чтобы метка «3» на ободе шестерни совпадала с разъемом корпуса привода с крышкой с внешней стороны; при этом поршень шестого цилиндра должен находиться в ВМТ;

к) продвинуть вал привода топливного насоса, направляя шпонку вала по шпоночному пазу колеса до его посадки на коническую поверхность вала;

л) установить стопорную шайбу и затянуть гайкой зубчатое колесо; законтрить гайку стопорной шайбой;

м) после окончательного закрепления зубчатого колеса проверить совпадение маслоподводящих каналов от вала привода к торцевым упорным поверхностям буртика зубчатого колеса;

н) проверить зазор между зубьями зубчатых колес приводного вала и паразитной (промежуточной) шестерней; величина зазора должна быть в пределах 0,1—0,3 мм;

о) проверить по краске прилегание зубьев; прилегание должно быть не менее 60 % длины и высоты зуба;

п) осевой люфт зубчатого колеса с валом привода отрегулировать установкой упорных разъемных колец в пределах 0,15—0,2 мм (в эксплуатации не более 0,6 мм);

р) определить размеры упорных колец. При определении размеров необходимо учитывать ступенчатость торцов паразитной шестерни и шестерни привода топливного насоса, которая должна быть не более 2 мм. После пригонки толщина колец должна быть не менее 10 мм;

с) при установке новых упорных колец предварительно определить толщину упорных колец;

т) проверить биение выносной цапфы вала привода топливного насоса. Допуск должен быть не более 0,05 мм. Увеличенное биение может быть следствием перекоса сопрягаемых торцов шестерни и гайки;

у) перед закрытием корпуса привода крышкой проверить и отрегулировать угол опережения подачи топлива и фазы газораспределения.

Примечание. Перестановка шестерен привода распределительного вала и привода вала топливного насоса на один зуб относительно паразитной шестерни даст изменение угла по коленчатому валу на 6°.

Общая сборка привода производится в следующей последовательности:

а) установить крышку на корпус привода так, чтобы упорные кольца шестерен вошли в канавки крышки, а установочные штифты колец вошли в пазы крышек. Совместить отверстия под контрольные штифты в крышке с отверстиями в корпусе;

б) установить контрольные штифты;

в) закрепить крышку болтами с шайбами к корпусу привода;

г) закрепить болтами с шайбами крышку с корпусом к раме и фланцу блока;

д) проверить плотность прилегания в разъеме корпуса с крышкой; щуп 0,03 мм не должен проходить;

е) установить выносные опоры вала привода топливного насоса и распределительного вала;

ж) проверить через отверстия под пробки выносных опор зазоры на масло между подшипниками выносных опор и диаметрами хвостовиков валов; диаметральный зазор должен быть в пределах 0,095—0,175 мм;

з) закрепить и заштифтовать опоры;

и) закрепить кожухи закрытия вала привода топливного насоса к корпусу подшипника и корпусу топливного насоса;

к) надвинуть уплотнительное кольцо до упора в выточку кожуха и прижать его фланцем затяжкой болтов.

4. ПРИВОД ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

4.1. Привод насосов

Привод насосов (рис. 72) предназначен для передачи вращения от коленчатого вала рабочим колесам водяных насосов и ведущей шестерне масляного насоса.

Привод насосов установлен на переднем торце рамы и представляет собой зубчатую передачу из прямозубых шестерен, размещенных в корпусе, состоящем из двух частей, корпуса переднего 1 и заднего 9. Корпуса соединены между собой болтами 25 и зафиксированы призонными болтами 26. Стыки корпусов уплотнены прокладками. На ступице 5 установлена шестерня 14, которая приводится во вращение от коленчатого вала посредством шлицевого вала 16. На переднем торце ступицы запрессована полумуфта 7 для отбора мощности от дизеля на собственные нужды тепловоза. Шестерня 14 передает вращение шестерням 2, 11, 20. От шестерни 11 через шлицевой вал 12 и муфту 13 передается вращение ведущей шестерне масляного насоса, а от двух шестерен 20 через шлицевые валы 21 — вращение рабочим колесам водяных насосов. Ступица 5 и шестерни 2, 11, 20 вращаются в подшипниках качения, установленных в корпусе привода. Осевое перемещение подшипников ограничивается стопорными кольцами.

Ступица уплотняется маслоотбойником 3 и заглушкой 6 с резиновыми кольцами. Осевое перемещение шлицевого вала 16 ограничивается пружиной 15.

Масло к трущимся деталям привода насосов поступает из канала *a* и далее по каналу *d* в корпусах привода распределяется на смазку шестерен и подшипников. Смазка шестерен осуществляется маслом, поступающим через дозирующие отверстия *b*.

Смазка подшипников качения осуществляется масляным туманом, создаваемым от разбрызгивания масла вращающимися шестернями привода.

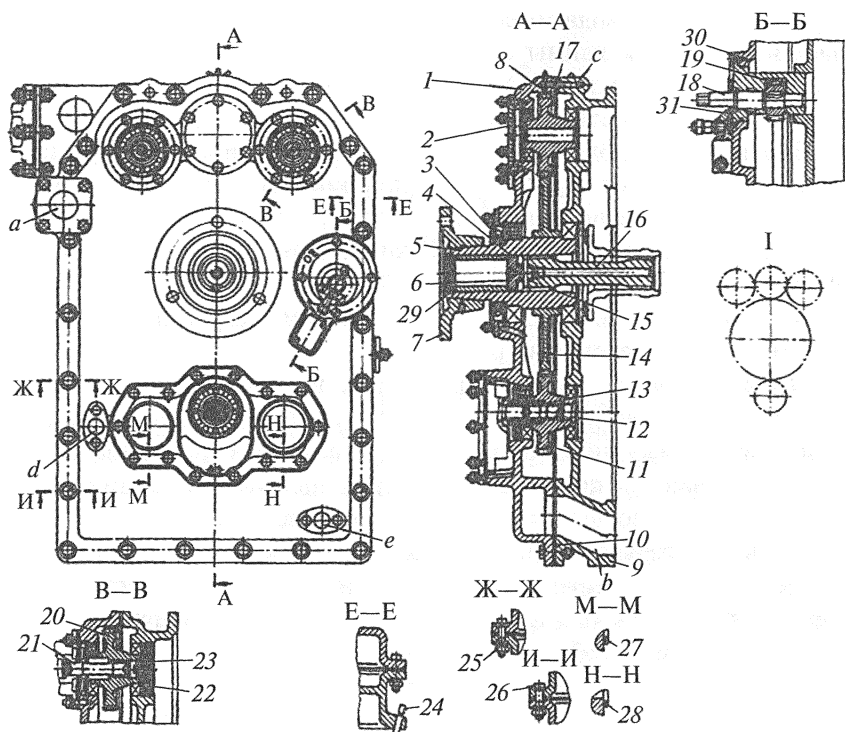


Рис. 72. Привод насоса:

1 — корпус передний; 2, 11, 14, 19, 20 — шестерни; 3 — маслоотбойник; 4, 10, 17, 27, 28 — кольца резиновые; 5 — ступица; 6 — заглушка; 7 — полумуфта; 8 — уплотнение; 9 — корпус задний; 12, 16, 21 — вал шлицевой; 13 — муфта; 15 — пружина; 18 — механизм валоповоротный; 22 — проставка; 23 — заглушка; 24 — штифт; 25 — болт; 26 — болт призонный; 29 — стопорное кольцо; 30 — винт; 31 — кольцо; *a*, *b*, *c* — каналы маслоподводящие; *d* — слив масла от регулирующего клапана; *e* — канал отбора масла к маслопрокачивающему насосу; I — схема зацепления шестерен

Из канала *a* по каналам в заднем корпусе и отверстиям, расположенным в проставках 22, смазываются шлицевые валы водяных насосов.

Масло для смазки шлицов вала 16 поступает из полости первой коренной шейки коленчатого вала.

В корпусе привода имеется канал *c*, по которому масло поступает из масляной ванны во всасывающую полость масляного насоса. Шлицы вала *12* смазываются маслом, поступающим из масляного насоса по отверстию в ведущей шестерне насоса.

Вентилятор холодильника включается фрикционной муфтой, которая не позволяет осуществлять плавное регулирование температур жидкости при постоянной частоте вращения коленчатого вала дизеля, что ведет к перерасходу топлива тепловозом. Схема привода представлена на рис. 73.

Конструктивные особенности и принцип действия фрикционной муфты приведены на рис. 74.

Порядок работы муфты: при подаче воздуха в механизм включения освобождается коромысло, что позволяет силовым пружинам сжать прижимной диск с фрикционными (последние свободно перемещаются по ведущему валу на шлицевом соединении) и таким образом соединить ведомый вал с ведущим. При отключении подачи воздуха поршень механизма включения за счет пружины перемещается вправо, воздействуя на коромысла, которые сжимают силовые пружины, освобождая из зацепления фрикционные диски с прижимным.

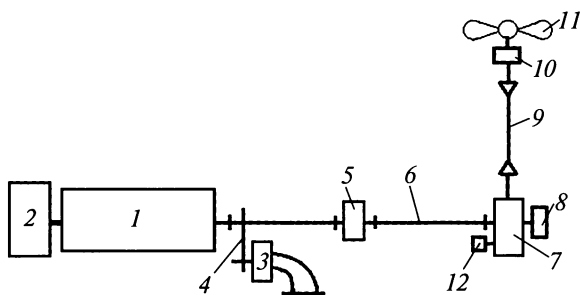


Рис. 73. Схема механического привода вентилятора охлаждающего устройства тепловоза:

1 — дизель; *2* — тяговый генератор; *3* — вентилятор охлаждения ТЭД передней тележки; *4* — ременная передача; *5* — промопора; *6* — валопровод; *7* — редуктор вентилятора; *8* — фрикционная муфта включения вентилятора; *9* — карданный вал; *10* — подпятник; *11* — вентилятор; *12* — водяной насос второго контура

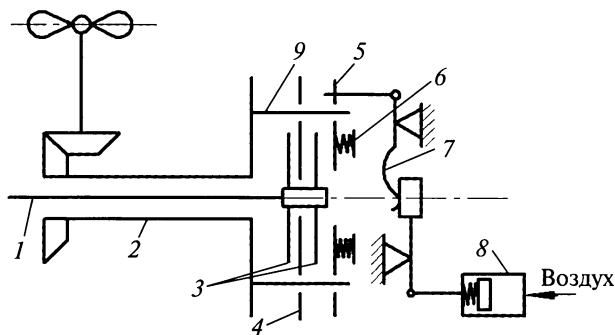


Рис. 74. Схема фрикционной муфты:

1 — ведущий вал; 2 — ведомый вал с фланцем; 3 — фрикционный диск; 4 — промежуточный диск; 5 — прижимной диск; 6 — силовая пружина; 7 — коромысло; 8 — механизм включения муфты; 9 — палец

Недостатки фрикционной муфты: быстрый износ фрикционных дисков, что требует частой регулировки муфты, а при ремонте — их замены; включения муфты при большой частоте вращения вентиляторного колеса и выключения ее после сброса позиций контроллера машиниста могут приводить к разрушению деталей валопровода и к скручиванию валов.

На тепловозе для привода возбuditеля и вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей применяется клиноременная передача. Возбудитель и вентилятор охлаждения двигателей передней тележки приводятся от шкива с девятью клиновыми пазами, насаженного на вал генератора. Валопровод привода возбuditеля представляет собой стальной вал, на один конец которого насажен фланец, соединяющийся пластинчатой муфтой с фланцем вала агрегата, а на втором на шпонке укреплен шкив с шестью клиновыми канавками. Конец вала со стороны шкива опирается на опору через сферический подшипник, воспринимающий усилие от натяжения ремней.

4.2. Привод вентилятора холодильника

Привод в соответствии с рис. 75 состоит из редуктора вентилятора (рис. 76), фрикционной муфты (рис. 77), горизонтальных и вертикальных карданов, промежуточной опоры и подпятника. Враще-

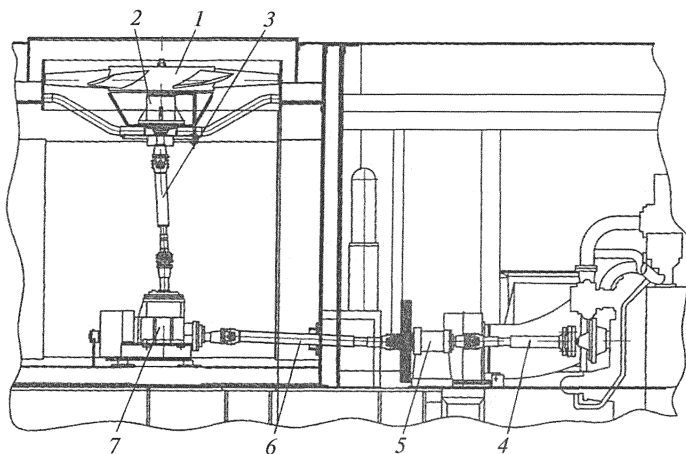


Рис. 75. Привод вентилятора холодильника:

1 — колесо вентиляторное; 2 — подпятник; 3, 4, 6 — вал карданный вертикальный; 5 — опора промежуточная; 7 — редуктор

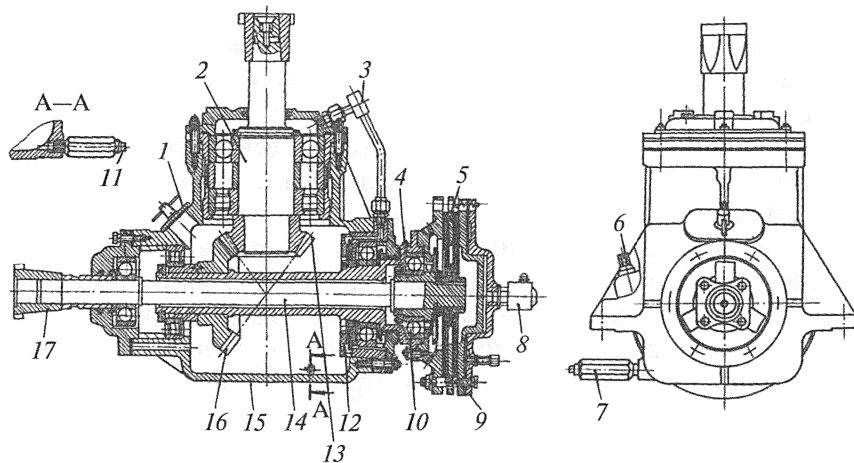


Рис. 76. Редуктор вентилятора:

1 — люк; 2 — вал вертикальный; 3 — маслопровод; 4 — пресс-масленка; 5 — муфта фрикционная; 6 — шуп; 7 — штуцер; 8 — муфта воздухопроводящая; 9 — цилиндр; 10 — подшипник 314; 11 — пробка; 12 — насос вихревой; 13 — шестерня ведомая; 14 — вал промежуточный; 15 — корпус; 16 — шестерня ведущая; 17 — фланец

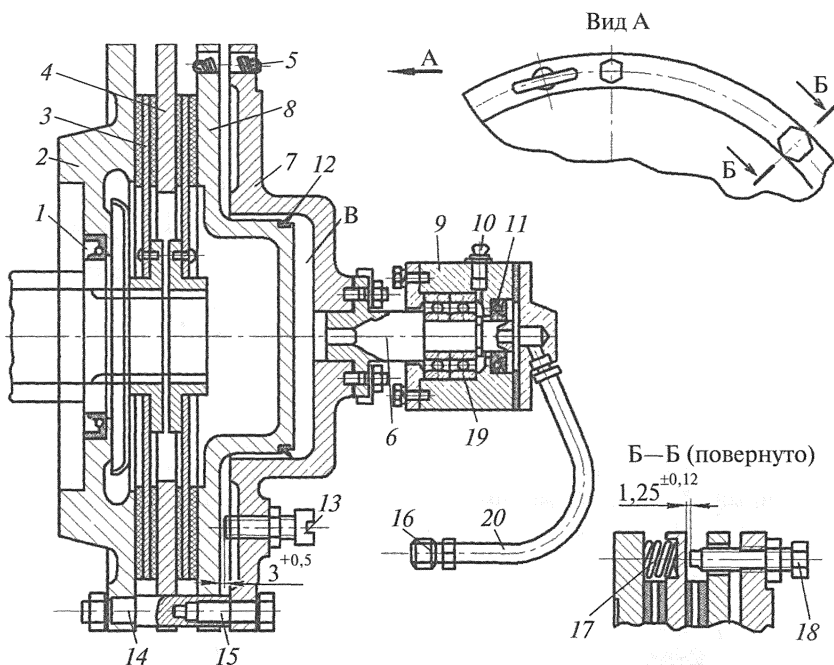


Рис. 77. Механизм включения фрикционной муфты:

1 — сальник; 2 — фланец муфты; 3 — фрикционные диски; 4 — диск сцепления средний; 5 — пружина; 6 — вал; 7 — цилиндр; 8 — поршень; 9 — муфта воздухоподводящая; 10 — масленка; 11 — манжета (20×40); 12 — манжета цилиндра (Ø140 мм); 13 — винт; 14 — палец дисков сцепления; 15 — болт; 16 — штуцер; 17 — пружина; 18 — винт регулировочный; 19 — подшипник 204; 20 — шланг дюритовый

шение через промежуточный вал редуктора и фрикционные диски передается на фланец муфты, прикрепленной к полуму валу и через шестерни на ведомый вертикальный вал. Смазка редуктора циркуляционная, посредством вихревого насоса, смонтированного на полум валу. Подшипник № 314 заполняется консистентной смазкой через масленку.

На тепловоз установлен редуктор вентилятора с пневматическим механизмом включения фрикционной муфты, в соответствии с рис. 77, нажимной диск которой совмещен с поршнем пневмоцилиндра. При включении муфты воздух поступает в воздушную полость В через воздухоподводящую муфту 9 из системы автома-

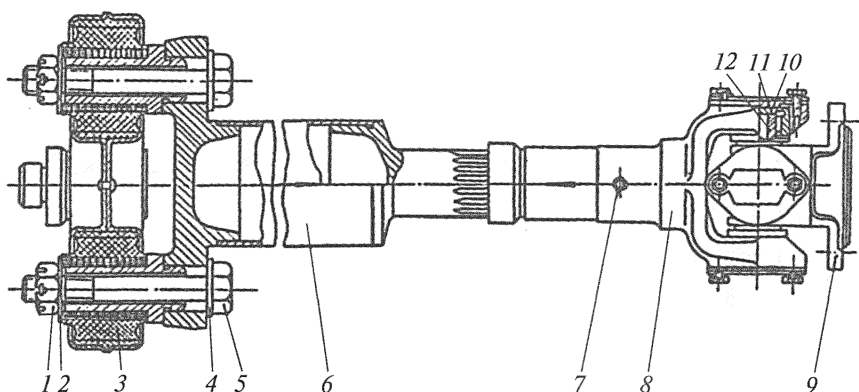


Рис. 78. Вал горизонтальный:

1 — гайка; 2 — шайба; 3 — головка кардана; 4 — шайба; 5 — болт; 6 — вал карданный; 7 — пресс-масленка; 8 — вилка; 9 — фланец; 10 — подшипник игольчатый; 11 — крышка; 12 — крестовина

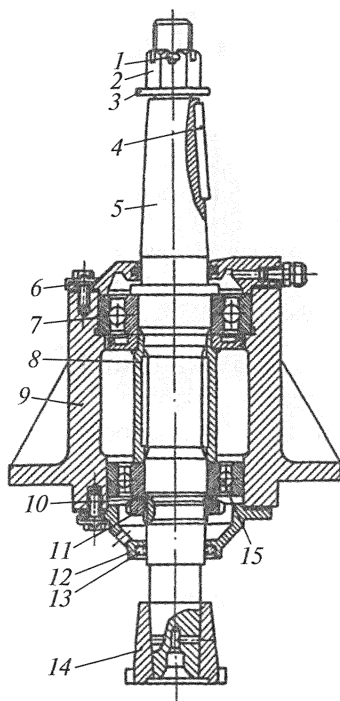
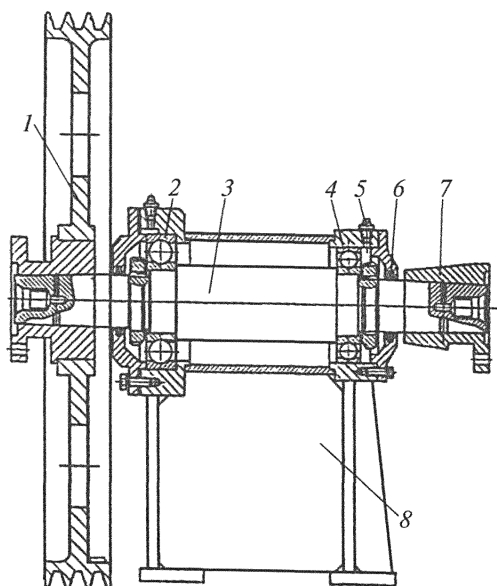


Рис. 79. Подпятник вентилятора:

1 — шплинт; 2 — гайка; 3 — шайба; 4 — шпонка; 5 — вал; 6 — крышка верхняя; 7 — подшипник 314; 8 — втулка; 9 — корпус; 10 — шайба стопорная; 11 — гайка круглая; 12 — крышка нижняя; 13 — сальник; 14 — фланец; 15 — подшипник 312

Рис. 80. Опора промежуточная:
 1 — шкив; 2 — подшипник;
 3 — вал; 4 — подшипник;
 5 — пресс-масленка;
 6 — кольцо войлочное;
 7 — фланец;
 8 — корпус



тики по дюритовому шлангу 20. Поршень при этом перемещается и происходит сцепление фрикционных дисков.

Карданные валы привода вентилятора (рис. 78) автомобильного типа. Шарниры головок снабжены игольчатыми подшипниками. Одна головка кардана упругая с резиновыми втулками.

Подпятник вентилятора (рис. 79) служит опорой вентиляторного колеса. Нижняя крышка имеет самоподжимной сальник, верхняя снабжена войлочным кольцом.

Промежуточная опора (рис. 80) состоит из корпуса, подшипников и крышек. Уплотнения в крышках войлочные. Фланцы промежуточной опоры и фланец подпятника посажены на конусные хвостовики валов с натягом. Для привода вентилятора охлаждения ТЭД на опоре установлен шкив.

Вентиляторное колесо осевого типа (шестилопастное) представляет собой сварную конструкцию.

4.3. Привод возбуждателя

Привод возбуждателя, как показано на рис. 81, смонтирован на опорной плите. Привод состоит из корпуса подшипника, вала, сфе-

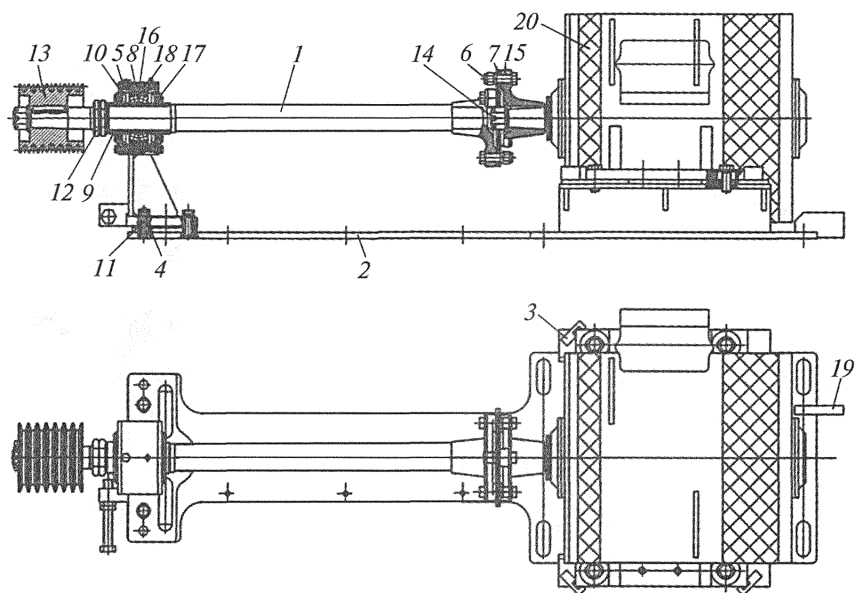


Рис. 81. Привод возбуждателя:

1 — вал привода; 2 — плита; 3 — фиксаторы; 4 — прокладки регулировочные; 5 — прокладка; 6 — болт муфты; 7 — диски муфты; 8 — корпус; 9 — втулка; 10 — крышка подшипника; 11 — штифт; 12 — гайка; 13 — шкив; 14 — гайка; 15 — фланец ведомый; 16 — подшипник; 17 — кольцо; 18 — масленка; 19 — планка; 20 — возбуждатель ВСТ26/3300

рического подшипника, пакетной муфты и шкива, насаженного на концевой хвостовик вала на горячую посадку.

Пакетная муфта состоит из 18 дисков, изготовленных из листовой легированной стали толщиной 0,5 мм.

4.4. Привод компрессора

Компрессор КТ6 приводится в движение посредством указанной на рис. 82 пластинчатой муфты. На конусный хвостовик вала тягового генератора (на горячую посадку) насажен шкив привода компрессора, к которому прикреплены четырьмя болтами с корончатыми гайками диски муфты. К последним прикреплена длинная траверса муфты, которая в свою очередь через промежу-

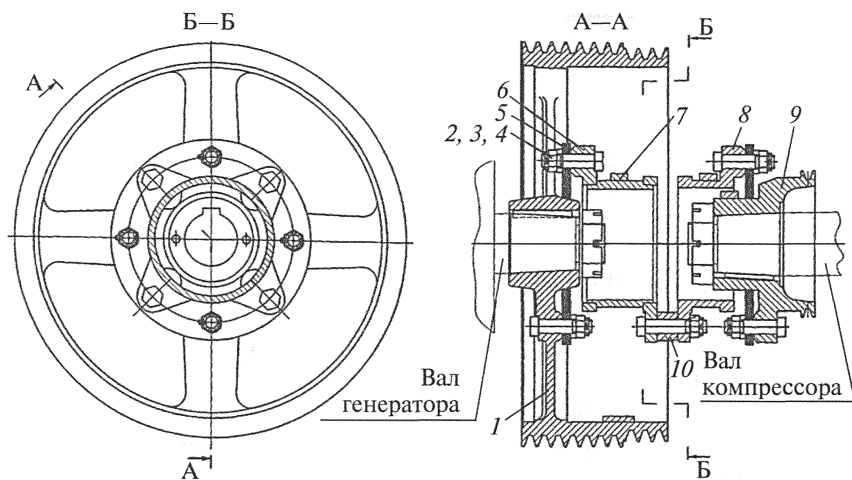


Рис. 82. Привод компрессора.

1 — шкив ведущий; 2 — болт; 3 — гайка; 4 — шайба; 5 — диск муфты; 6 — траверса муфты длинная; 8 — траверса муфты короткая; 9 — шкив-ступица; 10 — втулка

точные втулки соединена с короткой траверсой муфты. Промежуточные втулки служат для удобства смены клиновых ремней. Короткая траверса муфты через диски пакетов соединена со ступицей, которая насажена на конусный хвостовик коленчатого вала компрессора и закреплена корончатой гайкой.

6. ВЫХЛОПНАЯ СИСТЕМА, ИСКРОГАСИТЕЛЬ

6.1. Искрогаситель

Искрогаситель, указанный на рис. 84, служит для гашения искр выхлопных газов путем дожигания их в корпусе искрогасителя до выброса в атмосферу.

Газовый поток из турбокомпрессора дизеля поступает в корпус искрогасителя 4 по выпускному патрубку 6, установленному на фланце турбокомпрессора. Корпус искрогасителя с помощью опор 3 крепится к крыше кузова тепловоза. Направляющее устройство 5 закреплено к корпусу искрогасителя 4 с помощью шпилек 2.

Сетка 1 предохраняет внутреннюю полость искрогасителя от попадания посторонних предметов.

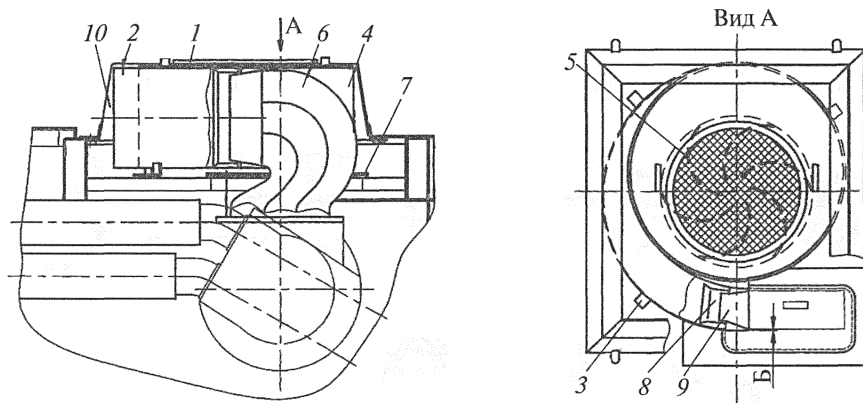


Рис. 84. Установка искрогасителя:

1 — сетка; 2 — шпилька крепления направляющего устройства; 3 — опора; 4 — корпус искрогасителя; 5 — направляющее устройство; 6 — выпускной патрубок; 7 — заделка; 8 — диффузор; 9 — сопло выпускного патрубка; 10 — кожух

Установка искрогасителя на тепловозе значительно уменьшает количество искр, вылетающих в атмосферу с отработанными газами дизеля.

6.2. Выхлопной коллектор

Выхлопные газы из цилиндров дизеля по двум выпускным коллекторам (рис. 85) поступают к турбокомпрессору и приводят во вращение его ротор. По нижнему коллектору отводятся выхлопные газы из 1, 4, 5-го цилиндров, а по верхнему — из 2, 3, 6-го цилиндров.

Каждый коллектор состоит из трех отдельных секций, соединенных между собой телескопическими соединениями, компенсирующими тепловые расширения секций коллекторов при работе дизеля.

Уплотнение стыков производится посредством уплотнительных колец, изготовленных из специального чугуна.

Каждая секция представляет собой отрезок стальной трубы с приваренным патрубком круглого сечения и фланцем для соединения с крышкой цилиндра. Форма патрубка обеспечивает наименьшие потери скорости выхлопных газов при выходе из крышек цилиндров в коллектор.

Труба секции имеет теплоизоляционный слой из супертонкого базальтового волокна, снаружи закрыта стальным кожухом.

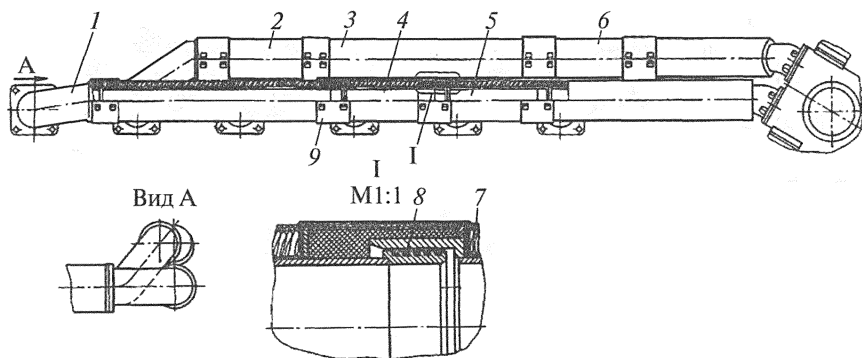


Рис. 85. Выхлопной коллектор:

1—6 — секции цилиндров от 1-го до 6-го; 7 — теплоизоляция трубы; 8 — кольцо уплотнительное; 9 — кожух разъемный

Патрубки также имеют слой изоляции, предохраняющий выхлопные газы от потерь тепловой энергии.

После установки выпускных коллекторов на дизель стыки между секциями заполняются тестообразной смесью глины и асбеста, после чего закрываются разъемными кожухами.

На патрубках секций предусмотрены отверстия с резьбой для установки термодатчиков, необходимых для измерения температуры выхлопных газов за цилиндром.

7. РЕГУЛИРОВКА РАВНОМЕРНОСТИ НАГРУЗКИ ПО ЦИЛИНДРАМ

Равномерная нагрузка цилиндров является важнейшим условием, определяющим надежную работу дизель-генератора. Перегрузка отдельных цилиндров сопровождается повышением температуры в этих цилиндрах, появлением необычных стуков в сочленениях деталей кривошипно-шатунного механизма, дымным выхлопом, что приводит к повышенным износам и снижению экономичности работы дизель-генератора.

Прежде чем приступить к регулировке, надо убедиться в нормальной работе топливной аппаратуры (форсунок, секций топливного насоса), а также в исправности трубопровода высокого давления. Проверку регулировки равномерности нагрузки цилиндров производят на режиме полной мощности дизель-генератора, а также на минимальных оборотах под нагрузкой 10—15 кВт.

Показателем равномерного распределения нагрузки по цилиндрам служат одинаковые величины температур выхлопных газов и максимальных давлений сгорания в цилиндрах дизеля.

Если разность температур выхлопных газов по цилиндрам превышает 30° , то для выравнивания температур необходимо произвести подрегулировку количества подаваемого топлива соответствующими секциями топливного насоса, проворачивая стержень 3 (рис. 86) по часовой стрелке (для увеличения) или против часовой (для уменьшения).

При повороте стержня 3 на пол-оборота (180°) температура выхлопных газов в цилиндре изменяется примерно на $8\text{--}10^{\circ}$.

Если максимальное давление сгорания в отдельных цилиндрах превышает допустимое или разность давлений сгорания в цилиндрах дизеля превышает 0,2 МПа (2 кгс/см^2), произвести регулировку величины угла опережения подачи топлива. Для снижения величины давления сгорания угол подачи топлива уменьшить, а для повышения — увеличить.

Подрегулировку произвести за счет изменения длины регулировочного болта толкателя топливного насоса.

Параметры газов перед турбиной

Температура газов перед турбиной, °С:	
без ограничения по времени,	
не более	600
не более одного часа непрерывно	
и не более 10 % наработки турбо-	
компрессора	650

Соединение газоприемного корпуса с выхлопными коллекторами двигателя должно производиться через компенсаторы в виде сильфонов или телескопических соединений для снижения температурных расширений металла.

Выхлопной трубопровод не должен передавать свой вес на турбокомпрессор, он должен быть снабжен компенсатором, обеспечивающим свободу тепловых расширений.

При монтаже турбокомпрессора между фланцем выхлопного корпуса и выхлопным трубопроводом силовой установки, а также между фланцем газоприемного корпуса и выхлопными коллекторами двигателя применяются уплотнительные прокладки из асбостального полотна.

Параметры выхлопных газов дизеля

Температура выхлопных газов, К (°С), не более:	
за выпускными клапанами	743 (470)
перед турбиной	813 (540)
после турбины	713 (440)
Разность температур по цилиндрам, град	30
Противодавление выхлопных газов	
с искрогасителем, МПа (мм вод. ст.), не более	0,0049 (500)

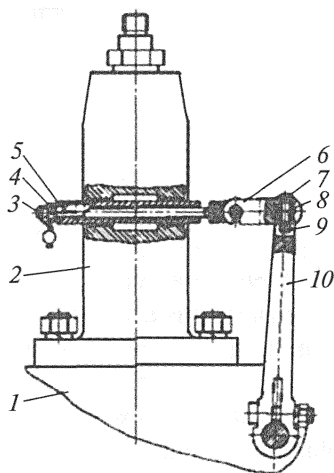


Рис. 86. Передача к рейке топливоподачи:

1 — картер топливного насоса; 2 — секция топливного насоса; 3 — стержень; 4 — гайка; 5 — рейка регулирующая; 6 — серьга; 7 — палец; 8 — валик; 9 — шплинт; 10 — рычаг подачи

8. ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА

8.1. Общие сведения

Топливная система обеспечивает своевременный впрыск в требуемой последовательности определенных порций топлива под высоким давлением в камеры сгорания цилиндров дизеля и распыливания его на мельчайшие частицы.

В систему входят топливоподкачивающий насос, топливные фильтры, топливный насос высокого давления, трубопроводы низкого и высокого давления.

Общая схема топливной системы показана на рис. 87.

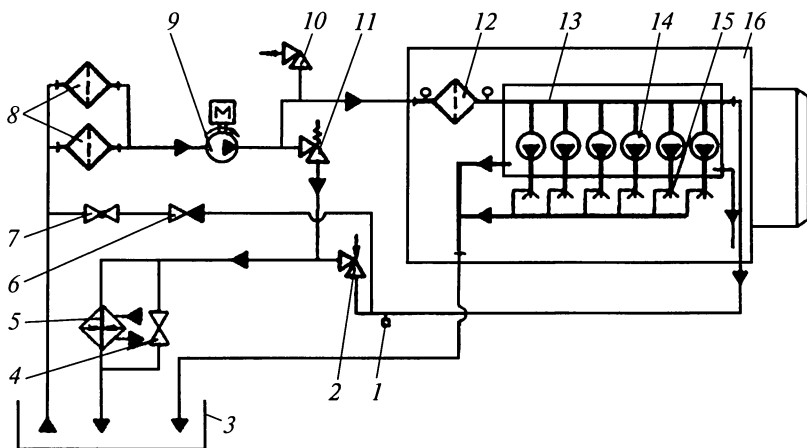


Рис. 87. Общая схема топливной системы:

1 — бонка для манометра; 2 — регулирующий клапан на 0,245 МПа (2,5 кгс/см²); 3 — топливный бак; 4 — вентиль; 5 — топливоподогреватель; 6 — клапан обратный; 7 — кран; 8 — фильтр грубой очистки топлива; 9 — топливоподкачивающий насос; 10 — кран для спуска воздуха; 11 — разгрузочный клапан 0,52 МПа (5,3 кгс/см²); 12 — фильтр тонкой очистки топлива; 13 — топливный коллектор; 14 — секция топливного насоса; 15 — форсунка; 16 — дизель; — топливный трубопровод дизеля; — топливный трубопровод тепловоза

Топливоподкачивающий насос засасывает топливо из расходного бака через сетчатый фильтр грубой очистки и подает его под давлением не выше 0,53 МПа (5,3 кгс/см²) к топливному фильтру тонкой очистки, установленному на дизеле.

Разгрузочный клапан, установленный на магистрали от топливоподкачивающего насоса к фильтру, не допускает повышения давления в топливном трубопроводе выше 0,53 МПа (5,3 кгс/см²), перепуская излишнее топливо в расходный бак по сливной трубе.

Из топливного фильтра тонкой очистки отфильтрованное топливо поступает под давлением в коллектор топливного насоса высокого давления.

Давление 0,25 МПа (2,5 кгс/см²) в топливном коллекторе поддерживается регулирующим клапаном, отводящим избыток топлива по сливной трубе в бак.

Клапан обратный 6 и кран 7 служат для аварийного питания дизеля топливом.

Топливный насос нагнетает топливо под высоким давлением в форсунки согласно порядку работы цилиндров дизеля.

Просочившееся топливо из форсунок и насоса высокого давления сливается в расходный бак.

8.2. Насос топливный

Топливный насос высокого давления (рис. 88, 89, 90) служит для подачи топлива к форсункам строго отмеренными порциями и в определенные моменты, соответствующие заданным положениям коленчатого вала дизеля.

Топливный насос высокого давления представляет собой насос плунжерного типа. Плунжеры насоса имеют постоянную величину хода. Регулировка количества подаваемого топлива осуществляется перепуском избыточного топлива в конце хода нагнетания.

Основные технические данные насоса

Число секций (плунжеров)	6
Диаметр плунжера, мм	20
Ход плунжера, мм	26
Порядок работы секций	1—3—5—6—4—2
Направление вращения вала насоса	против часовой стрелки, если смотреть со стороны генератора

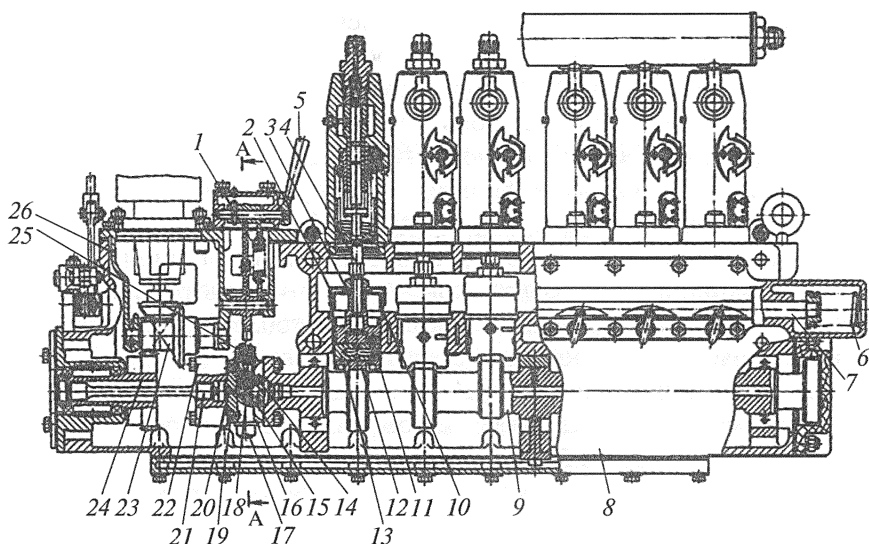


Рис. 88. Насос топливный (продольный разрез):

1, 6 — пружины; 2 — стакан; 3 — манжета; 4 — болт толкателя; 5 — рукоятка аварийной остановки дизель-генератора; 7 — тяга выключения секций насоса; 8 — картер; 9 — кулачковый вал; 10 — стакан; 11 — корпус толкателя; 12 — ролик толкателя; 13 — палец толкателя; 14 — рычаг предельного выключателя; 15 — корпус предельного выключателя; 16 — рычаг; 17 — груз; 18 — сердечник; 19 — ограничитель хода; 20 — конический штифт; 21 — валик шлицевой; 22 — диск; 23 — привод регулятора; 24 — шестерня; 25 — регулирующая гайка; 26 — корпус привода регулятора

Картер 8 насоса (см. рис. 88) представляет собой чугунную литую коробку, предназначенную для монтажа всех деталей и для крепления насоса к блоку цилиндров.

В нижней части картер имеет полость, в которой помещается кулачковый вал, в средней части расположены шесть толкателей, а на верхней обработанной плоскости картера установлены шесть секций насоса. В нижней полости картера имеются три поперечных перегородки с расточенными гнездами для установки разъемных подшипников кулачкового вала, изготовленные из алюминиевого сплава.

Между верхней плоскостью и полостью кулачкового вала картер имеет горизонтальную перегородку по всей длине. В перегород-

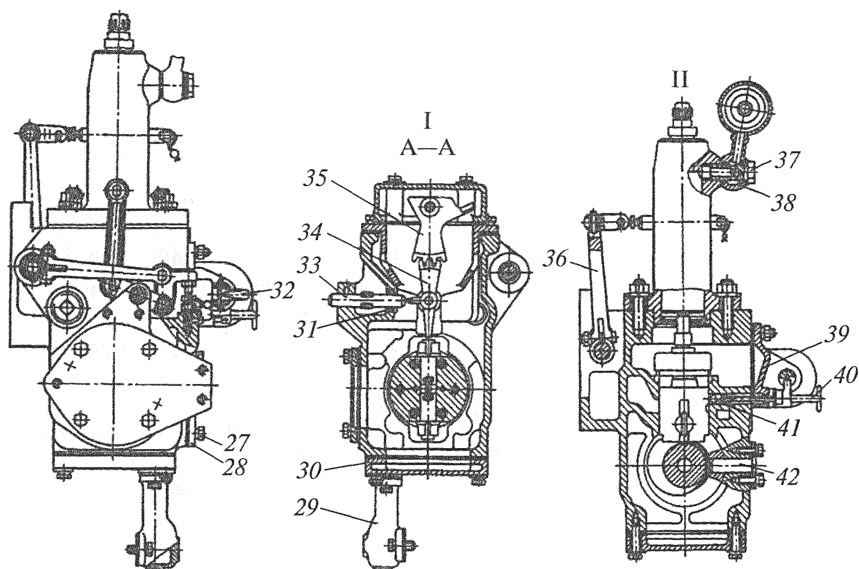


Рис. 89. Насос топливный (поперечный разрез):

27 — болт; 28, 39 — крышки; 29 — сливной патрубок; 30 — поддон; 31 — сальник; 32 — установочная рукоятка; 33 — упорный валик; 34, 35 — нижний и верхний сектор механизма аварийной остановки; 36 — рычаг; 37 — штуцер подвода топлива; 38 — топливный коллектор; 40 — рукоятка стопора секции насоса; 41, 42 — стопоры; I — разрез по корпусу привода регулятора; II — разрез по стопору толкателя

ке соосно с гнездами под секции расточены шесть гнезд для толкателей. Снаружи с левой стороны (смотреть со стороны привода насоса) картер имеет продольный люк, закрывающийся крышкой. В крышке смонтирован механизм выключения секций насоса.

В левой стенке картера в верхней его части прилит кронштейн, усиленный тремя поперечными перегородками. В перегородках кронштейна расточены гнезда и запрессованы роликовые подшипники, служащие опорой вала регулировки подачи топлива. На валу жестко закреплены шесть рычагов, связанных с зубчатыми рейками.

Кулачковый вал 9 служит для периодического перемещения плунжеров насоса из нижнего положения в верхнее. Он имеет шесть кулачков, расположенных под углом 60° друг к другу в порядке 1—3—5—6—4—2, считая со стороны привода насосов.

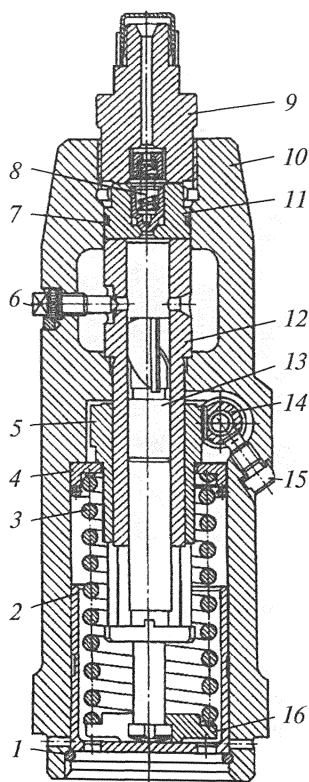


Рис. 90. Секция топливного насоса:

1 — пружинное кольцо; 2 — стакан пружины плунжера; 3 — пружина; 4 — верхняя тарелка пружины; 5 — поворотная втулка; 6 — стопорный винт; 7 — уплотнительное кольцо; 8 — клапан; 9 — нажимной штуцер; 10 — корпус; 11 — седло; 12 — гильза; 13 — плунжер; 14 — регулирующая рейка; 15 — стопорный винт; 16 — нижняя тарелка пружины

Вал имеет три опорные шейки, опирающиеся на подшипники. Фланцы кулачкового вала обработаны и служат: передний — для крепления предельного выключателя с цилиндрической шестерней, а задний — для соединения с валом привода топливного насоса.

Внутри кулачковый вал имеет осевое отверстие, служащее каналом для подвода масла к опорным подшипникам и предельному выключателю.

Толкатели приводят в движение плунжеры насоса.

Каждый толкатель состоит из корпуса 11, ролика 12, пальца 13, стакана 2, манжеты 3, болта 4.

Корпус толкателя — стальной, цементированный, с цилиндрической наружной поверхностью и хвостовиком с внутренней

резьбой для болта толкателя. В нижней части корпуса толкателя имеется поперечное сквозное отверстие для пальца 13 ролика 12.

Болт толкателя служит для регулировки моментов начала подачи топлива плунжерами. Он снабжен шестигранником под ключ и цилиндрической головкой с шаровой поверхностью, на которую опирается стакан пружины плунжера. Положение болта фиксируется контргайкой.

Секции топливного насоса выполнены съемными, что позволяет их менять в процессе эксплуатации.

Корпус 10 секции (см. рис. 90) представляет собой полый стакан, отлитый из чугуна, предназначенный для монтажа в нем всех деталей секции, а также для крепления секции на картере насоса.

В корпусе секции на уровне головки поворотной гильзы 5 имеется прилив, в нем расточено сквозное горизонтальное отверстие, в которое с обеих сторон запрессованы две латунные втулки. Через втулки проходит регулирующая рейка 14, зубья которой входят в зацепление с зубьями на головке поворотной гильзы плунжера. Конец стопорного винта 15 входит в продольный паз на рейке и предотвращает возможность ее поворачивания. На заднем конце рейка имеет срезы и отверстие, позволяющее через шарнирное звено соединять рейку с рычагом 36 (см. рис. 89). На противоположном конце рейка имеет деления, служащие для определения правильности ее установки при монтаже секции и регулировке подачи топлива.

Насосный элемент (плунжер и гильза) является прецизионной парой, т.е. эти две детали пригнаны друг к другу с высокой точностью.

Гильза 12 плунжера (см. рис. 90) представляет собой цилиндр, имеющий в верхней утолщенной части два отверстия, соединяющие внутреннюю полость гильзы с расточкой в корпусе секции, к которой подводится топливо.

Плунжер 13 предназначен для подачи топлива в форсунку и одновременно служит для регулировки количества подаваемого топлива в соответствии с нагрузкой дизеля.

В нижней части плунжер имеет два выступа, входящих в вырезы поворотной втулки 5. На головку плунжера надевается нижняя тарелка 16 пружины плунжера. Пружина 3 служит для возвращения плунжера в нижнее положение.

Нагнетательный клапан служит для разобщения внутренней полости трубопровода высокого давления и надплунжерного пространства при ходе плунжера вниз для того, чтобы трубопровод оставался заполненным. Нагнетательный клапан, состоящий из собственно клапана 8 и седла 11 клапана (см. рис. 90), также является прецизионной парой, т.е. изготовлен с особой точностью. Седло 11 клапана устанавливается на верхний торец гильзы 12 плунжера и прижимается к ней при помощи нажимного штуцера 9, ввертываемого в корпус секции.

Клапан 8 имеет вертикальные лыски f , предназначенные для прохода топлива после подъема клапана к седла (см. рис. 91). Клапан имеет цилиндрический разгрузочный пояс h , который выполняет функции поршенька при посадке клапана на седло. Коническая поверхность k клапана является рабочей фаской. Пружина нагнетательного клапана предназначена для посадки клапана на седло после окончания подачи топлива.

Пружинное кольцо 1, установленное в канавке нижней части корпуса, стопорит стакан 2 пружины плунжера (см. рис. 90).

Смазка топливного насоса принудительная. Масло подводится по валу привода в сквозной канал кулачкового вала. Из этого канала масло поступает по радиальным отверстиям в опоры. Через среднюю опору масло проходит в продольный масляный канал в картере, сообщающийся с каждой направляющей толкателя.

Отсюда масло попадает в маслосборную канавку на цилиндрической поверхности толкателя и по отверстиям в толкателе и пальце поступает к поверхности ролика. Сквозной канал в кулачковом валу сообщается через косые отверстия во фланце вала и корпусе предельного выключателя с масляной полостью. Из этой полости по радиальному отверстию масло разбрызгивается.

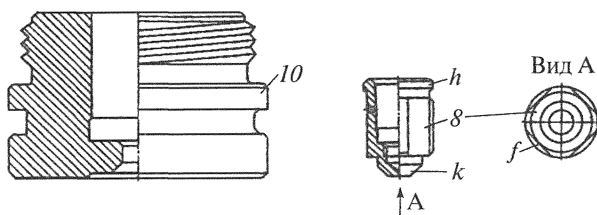


Рис. 91. Клапан и седло клапана (обозначения те же, что и на рис. 90)

Детали предельного выключателя смазываются разбрызгиванием. Стекающее с трущихся поверхностей масло собирается в поддоне картера насоса и отводится через сливной патрубок в маслосборник рамы.

Детали секций топливного насоса и форсунок смазываются топливом, которое просачивается по зазорам прецизионных пар.

Топливный насос работает следующим образом.

Кулачковый вал, приводимый во вращение валом привода, посредством кулачков через толкатели сообщает возвратно-поступательное движение плунжера.

При ходе вверх плунжер своей верхней кромкой перекрывает отверстия в гильзе плунжера, сообщающие полость всасывания секции с надплунжерной полостью в гильзе. С этого момента полость над плунжером отделяется от полости всасывания и происходит повышение давления топлива над плунжером.

Когда давление достигает величины, превышающей силу затяжки пружины нагнетательного клапана, последний поднимается и топливо проходит по нагнетательному трубопроводу в форсунку. Нагнетание топлива будет продолжаться до тех пор, пока нижняя спиральная кромка плунжера не откроет отсечное отверстие в гильзе.

При дальнейшем движении плунжера вверх топливо из надплунжерной полости по вертикальному пазу в плунжере и перепускному отверстию в гильзе плунжера будет перетекать во всасывающую полость; давление над плунжером резко упадет; при этом нагнетательный клапан под действием пружины и разности давлений в нагнетательной трубке и в полости над плунжером сядет на седло. С момента входа пояска h клапана δ (см. рис. 91) в направляющее отверстие седла клапан при посадке работает как поршень для отсасывания топлива из нагнетательного трубопровода. В результате этого происходит быстрое уменьшение давления в нагнетательном трубопроводе, и впрыск топлива мгновенно прекращается. Таким способом обеспечивается быстрая посадка на седло иглы форсунки, что дает четкую отсечку (прекращение) подачи топлива, обеспечивающую надлежащее качество распыливания последнего.

При ходе плунжера вниз топливо поступает из всасывающей полости через отверстия в гильзе и заполняет надплунжерную полость. Изменение начала подачи топлива относительно угла поворота кулачкового вала при регулировке достигается поворотом бол-

та толкателя. Чем больше отвернут болт толкателя, тем раньше начнется подача топлива и наоборот.

Количество топлива, подаваемого насосом, изменяется путем регулировки конца подачи топлива поворотом плунжера вокруг оси при помощи регулировочной рейки и поворотной гильзы.

Начало подачи топлива происходит всегда при одном и том же угле поворота коленчатого вала (до ВМТ в такте сжатия) независимо от нагрузки дизеля — $(23 \pm 1,5^\circ)$.

8.3. Форсунка

Форсунка (рис. 92) служит для распыливания топлива на мельчайшие частицы в камере сгорания. Форсунка закрытого типа, т.е. внутренняя полость ее после впрыска топлива закрывается и не соприкасается с полостью камеры сгорания.

В стальном корпусе 5 форсунки монтируются все ее детали. В нижней части к торцевой поверхности корпуса при помощи гайки 2 присоединен распылитель 3. В верхней части к корпусу форсунки ввернуты штуцер с щелевым фильтром 13 и топливоотводящий штуцер 10.

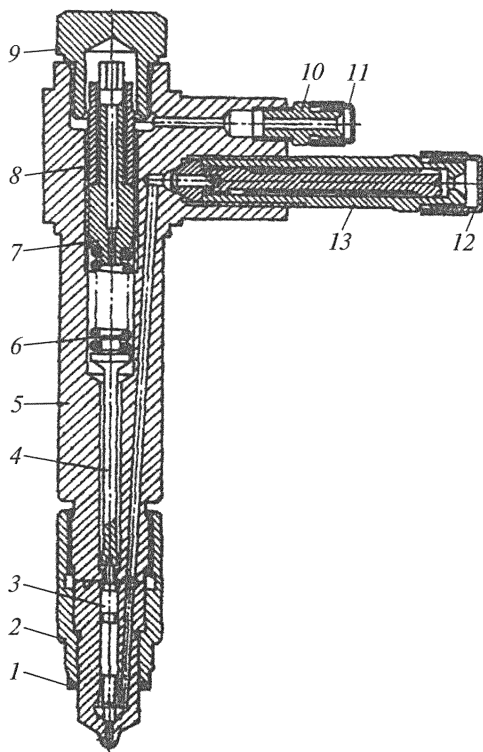
Сверху в корпус форсунки ввернут болт регулировочный 7, который после регулировки затяжки пружины стопорится штуцером. Пружина 6 опирается на тарелку штанги 4.

Распылитель 3 и его игла являются прецизионной парой. Замена одной отдельной детали не допускается.

Сверху на торцевой поверхности корпуса распылителя имеется кольцевая выточка, совпадающая с топливоподводящим каналом в корпусе форсунки. В выточке корпуса распылителя просверлены три наклонных канала для подвода топлива под иглу. В нижней части, выступающей в камеру сгорания, корпус распылителя имеет сферическую головку с девятью отверстиями диаметром по 0,4 мм, равномерно расположенными по окружности. Через эти отверстия топливо из форсунки впрыскивается в камеру сгорания.

Игла распылителя 3 имеет запорный конус, который притирается к седлу в корпусе распылителя и отделяет внутреннюю полость форсунки от камеры сгорания. В верхней части игла имеет хвостовик. На него опирается шаровая поверхность штанги 4 форсунки. Штанга передает усилие пружины 6, обеспечивая посадку иглы распылителя на седло в корпусе.

Рис. 92. Форсунка:
 1 — кольцо уплотнительное; 2 — гайка; 3 — распылитель; 4 — штанга; 5 — корпус; 6 — пружина; 7 — болт регулировочный; 8, 10 — штуцера; 9 — пробка корпуса форсунки; 11, 12 — колпачки; 13 — фильтр щелевой



Затяжка пружины форсунки определяет постоянное начальное давление впрыска топлива независимо от числа оборотов и нагрузки дизеля, которое равно 27,0 МПа (275 кгс/см²).

От секции топливного насоса по нагнетательной трубке топливо подводится к топливоподводящему штуцеру форсунки. Пройдя щелевой фильтр форсунки, топливо поступает в канал корпуса и далее в кольцевую выточку на торце корпуса распылителя, откуда через три наклонных отверстия оно поступает в полость носка распылителя.

Когда давление топлива начнет превышать усилие затяжки пружины, игла распылителя приподнимается и топливо через распыливающие отверстия впрыскивается в камеру сгорания.

Как только прекращается подача топлива из насоса, давление его падает и игла под действием пружины садится на свое седло, прекращая впрыск топлива.

8.4. Топливные фильтры

На дизель-генераторе в обычном исполнении установлен фильтр тонкой очистки (рис. 93), на дизель-генераторах в экспортном и экспортно-тропическом исполнении (рис. 94).

Фильтр тонкой очистки топлива (см. рис. 93) состоит из чугунного корпуса 1 с закрепленными в нем двумя стержнями 2. На стержни устанавливаются фильтрующие элементы 3 и закрепляются гайками 4. Фильтрующие элементы закрыты колпаками 5. Колпаки закрепляются гайками 6. Для замены фильтрующих элементов необходимо снять колпаки, предварительно отвернув гайки крепления.

На нижних концах колпаков расположены пробки 7 для спуска отстоя. Неочищенное топливо поступает в полость между колпаками и фильтрующими элементами, далее через фильтрующие элементы и по сверлениям в стержнях проходит в полость очищенного топлива и далее в топливный насос высокого давления дизеля.

Фильтр тонкой очистки топлива (см. рис. 94) состоит из чугунного корпуса 4, в котором расположены две фильтрующие секции, закрытые колпаками 12, которые крепятся к корпусу стяжными болтами 17. Торцевые поверхности корпуса и колпаков уплотняются паронитовыми прокладками 11.

Каждая фильтрующая секция представляет собой пакет войлочных пластин 13, набранных на сетчатый каркас 9. На каркас предварительно надевается шелковый чехол 10, который препятствует попаданию в топливный трубопровод ворсинок войлока.

Войлочные пластины зажаты гайкой между верхней и нижней стальными пластинами.

Неочищенное топливо поступает в фильтр через штуцер 21. Под давлением, создаваемым топливоподкачивающим насосом, топливо проходит через войлочные пластины, очищаясь при этом от механических примесей, и по каналу через штуцер 20 отводится к топливному насосу. Штуцер 1 служит для подключения манометра.

Пробка 2 предназначена для выпуска воздуха из фильтра, две пробки 18 — для спуска отстоя.

Фильтр грубой очистки топлива вместо набора войлочных пластин имеет сетчатые фильтрующие элементы и на дизеле не устанавливается.

Топливная система предназначена для размещения запасов топлива, его фильтрации и обеспечения бесперебойной подачи очи-

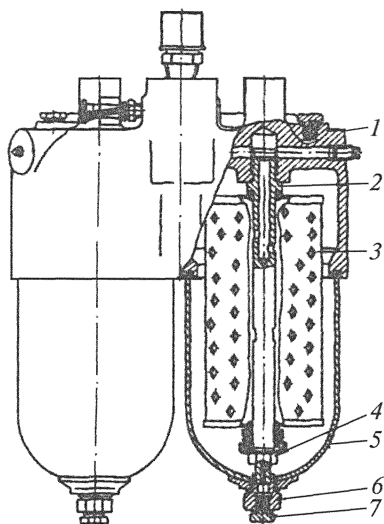


Рис. 93. Фильтр тонкой очистки топлива для дизель-генератора в обычном исполнении:

1 — корпус; 2 — стержень; 3 — фильтрующий элемент; 4 — гайка крепления фильтрующего элемента; 5 — колпак; 6 — гайка крепления колпака; 7 — пробка слива отстоя

щенного топлива к топливным насосам высокого давления.

Система состоит из топливного бака 9 объемом 6400 л, подвешенного между тележками к раме тепловоза на поперечных кронштейнах. Корпус бака состоит из листов стали толщиной 4 мм, соединенных сваркой с двумя вертикальными несущими листами. Для жесткости конструкции, предотвращения раскачивания и вспенивания топлива внутри вварены поперечные и продольные перегородки с отверстиями. Внутренняя поверхность бака фосфатируется для пре-

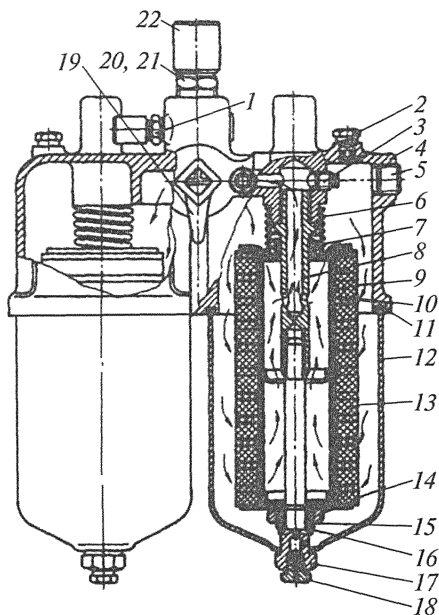


Рис. 94. Фильтр тонкой очистки топлива для дизель-генератора в экспортном и экспортно-тропическом исполнении:

1 — штуцер трубки манометра; 2 — пробка для спуска воздуха; 3, 5 — пробки; 4 — корпус; 6 — пружина; 7, 15 — сальники; 8 — стержень; 9 — сетчатый каркас; 10 — чехол шелковый; 11 — прокладка; 12 — колпак фильтра; 13 — пластина войлочная; 14 — гайка; 16 — дно каркаса; 17 — стяжной болт; 18 — пробка для слива топлива; 19 — рукоятка; 20, 21 — штуцер отвода и подвода топлива; 22 — заглушка

дотвращения корроирования. По обеим сторонам бака расположены заправочные горловины с металлическими сетками внутри и закрывающиеся резьбовыми крышками. В верхние листы бака вварены вентиляционные трубы. В нижней части бака расположен отстойник, в котором оседают вода и примеси. Для слива примесей в нижней части отстойника размещен клапан. На боковых стенках бака имеются люки для удобства при промывке бака во время ремонта. К топливной системе также относятся два параллельно включенных фильтра грубой очистки топлива (ФГО) 4 и два фильтра тонкой очистки (ФТО) 6. Они указаны на рис. 95.

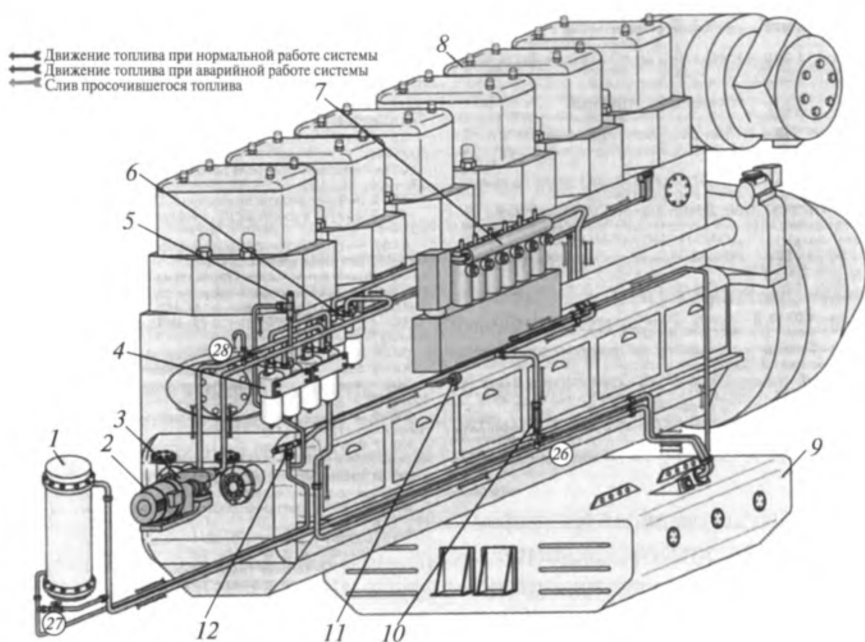


Рис. 95. Топливная система:

1 — топливоподогреватель; 2 — электродвигатель; 3 — топливоподкачивающий насос; 4 — фильтр грубой очистки топлива; 5 — разгрузочный клапан на $5,3 \text{ кг/см}^2$; 6 — фильтр тонкой очистки топлива; 7 — топливный насос высокого давления; 8 — дизель; 9 — топливный бак; 10 — обратный клапан; 11 — датчик давления топлива; 12 — регулирующий клапан на $2,5 \text{ кг/см}^2$; 26, 27, 28 — номера вентилей и кранов

Корпус 2 (рис. 96) имеет прилив Б с четырьмя отверстиями для его крепления. В корпус вставлены два фильтрующих пакета, каждый из которых состоит из наружной 4 и внутренней 6 секций. Наружная секция изготовлена из гофрированной обечайки, обмотанной витком к витку медной или латунной проволокой специального профиля. К торцам секции припаяны донышки. Внутренняя секция имеет аналогичную конструкцию. Каждый фильтрующий пакет накрыт колпаком 5, прижимаемым через прокладку 3 к корпусу 2 стяжным болтом 10. Коническая пружина 8 прижимает секции друг к другу и к гнезду корпуса, отделяя тем самым полость А очищенного топлива от полости В неочищенного топлива.

К корпусу 2 притерта пробка трехходового крана 14, прижимаемая фланцем 13. При работающем топливном насосе трехходовым краном можно отключить один из фильтрующих пакетов и очистить его. Топливо в полость В попадает из топливного бака через штуцер 1, отверстия трехходового крана (ручка крана установлена вертикально вниз) и каналы в корпусе (на рис. 96 не показано). Из полости В топливо проникает через зазоры (0,07—0,09 мм) между витками проволоки фильтрующей секции и далее в полость А.

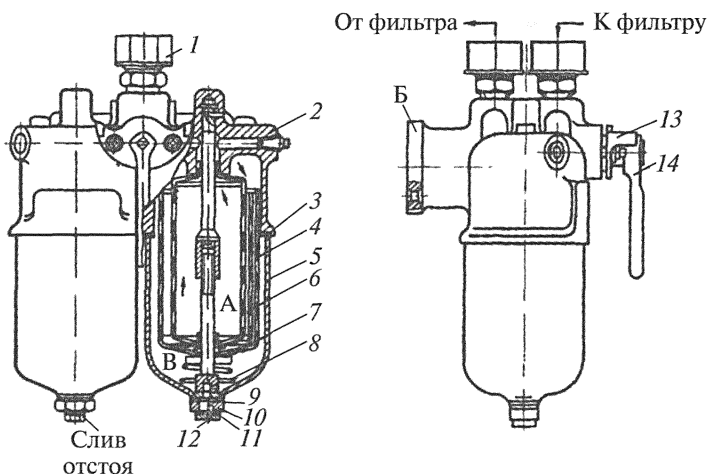


Рис. 96. Фильтр грубой очистки топлива:

1 — штуцер; 2 — корпус; 3, 9, 11 — прокладки; 4 — наружная секция фильтра; 5 — колпак; 6 — внутренняя секция фильтра; 7 — проставка; 8 — коническая пружина; 10 — стяжной болт; 12 — пробка; 13 — фланец; 14 — пробка трехходового крана

Очищенное топливо из полости А через отверстия в корпусе и пробке трехходового крана поступает на всасывание в топливоподкачивающий агрегат. Для разборки фильтра при очистке вывертывают пробку 12 и сливают топливо в заранее приготовленную посуду. Затем отвертывают стяжной болт 10 и снимают колпак 5 вместе с фильтрующим пакетом. После очистки фильтра ручку трехходового крана необходимо установить вертикально вниз (в этом случае работают оба пакета).

В месте стыка колпака и корпуса при некачественной сборке может происходить подсос воздуха в систему.

Обеспечивают подачу топлива топливоподкачивающий насос 3 (см. рис. 95), приводимый электродвигателем 2, топливоподогреватель 1, топливный насос высокого давления (ТНВД) 7, а также клапаны и трубопроводы с арматурой.

Топливо из бака 9 по трубопроводу заборного устройства засасывается топливоподкачивающим насосом 3. По пути от бака до насоса топливо проходит фильтры грубой очистки 4, которые извлекают из него механические примеси. От насоса топливо под давлением поступает в фильтр тонкой очистки 6, где оно очищается от мелких частиц, а затем попадает в коллектор топливных насосов высокого давления 7, откуда порциями забирается плунжерными парами секций насоса и нагнетается к форсункам.

Чтобы предохранить топливоподкачивающий насос и трубопровод от перегрузок в случае засорения фильтра тонкой очистки, на трубопроводе между насосом и этим фильтром установлен разгрузочный клапан 5, отрегулированный на давление $5,3 \text{ кгс/см}^2$. Если давление топлива до ФТО превысит указанную величину, то клапан откроется и топливо будет сливаться по трубопроводу в бак.

Топливоподкачивающий насос подает топливо в коллектор топливного насоса высокого давления (ТНВД) в количестве большем, чем это необходимо для работы дизеля. Избыток топлива из коллектора по трубопроводу через регулирующий клапан 12, настроенный на давление $2,5 \text{ кгс/см}^2$, отводится через топливоподогреватель 1 в бак, благодаря чему в системе поддерживается давление не менее отмеченного. Циркуляция топлива в системе под давлением обеспечивает надежное заполнение коллектора ТНВД, а также исключает подсос воздуха.

Схема позволяет поддерживать необходимую температуру топлива в холодное время года с помощью топливоподогревателя 1. Для

включения этого устройства в работу необходимо открыть вентиль на подсоединяемом к нему водяном трубопроводе. А вентиль 27 на топливном трубопроводе, установленном параллельно топливopодогpевателю, надлежит закрыть.

В этом случае топливо будет полностью проходить через подогреватель и сливаться в бак через заборное устройство. Труба всасывающего и сливного трубопровода расположены рядом, поэтому часть подогретого топлива смешавшись с холодным вновь поступает в систему.

Часть топлива, просочившаяся через притирочные поверхности игл и корпусов распылителей форсунок, по дренажным трубкам стекает в капельницы. Затем эта часть по сливному трубопроводу вместе с топливом, просочившимся через плунжерные пары ТНВД, по сливному трубопроводу выводится в топливный бак.

В топливной системе предусмотрено аварийное питание дизеля в случае выхода из строя топливopодкачивающего насоса. Для перехода на аварийный режим работы необходимо отключить автоматический выключатель «Топливный насос» и открыть кран 26. При этом топливо из бака, минуя все фильтры, будет за счет разрежения, создаваемого плунжерными парами ТНВД, засасываться и нагнетаться к форсункам.

Мощность дизеля при таком режиме его работы составляет 2/3 от нормальной. Пользование аварийным питанием разрешено в исключительных случаях и в ограниченный период времени, так как топливо, засасываемое плунжерными парами, не очищается должным образом, что приводит к их интенсивному износу.

Контроль давления дизельного топлива осуществляется электроманометром на пульте управления, датчик 11 которого расположен на трубопроводе перед регулирующим клапаном. Уровень топлива измеряется по топливомерным стеклам, установленным на баке. Заправка осуществляется через горловины, расположенные по обеим сторонам бака.

В процессе эксплуатации тепловоза машинисту необходимо следить за температурным режимом топлива. Особенно это касается локомотивов, которые не оборудованы системами контроля температуры топлива, такими как АПК БОРТ. Если несвоевременно обращать внимание на режим работы топливopодогpевателя, возможен излишний нагрев топлива или, наоборот, чрезмерное его ох-

лаждение. При излишнем нагреве снижается вязкость топлива, что приводит к повышенному износу деталей форсунки.

Холодное топливо также отрицательно влияет на работу топливной системы и дизеля в целом, так как затрудняется его воспламенение, а образование солей парафиновых кислот в холодном топливе ухудшает проходимость топлива по системе и забивает фильтры. Такие случаи, как правило, происходят в весенний и осенний периоды года, если локомотивные бригады не осуществляют необходимый контроль.

Кроме того, когда не поддерживается стабильный температурный режим, не обеспечивается достоверность учета по показаниям топливомерных реек, так как при повышении или понижении температуры топлива изменяется его объем.

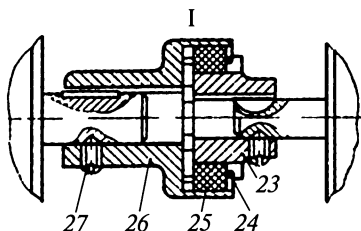
8.5. Топливоподкачивающий агрегат

Топливоподкачивающий агрегат (рис. 97) подает топливо под давлением к топливным насосам дизеля. Агрегат состоит из насоса и электродвигателя постоянного тока *1* типа П21, установленных на общей плите *7* и соединенных между собой эластичной муфтой. Питание электродвигателя осуществляется от аккумуляторной батареи.

Топливоподкачивающий насос выполнен шестеренного типа. За одно целое со стальным валом насоса выполнена ведущая втулка *10*, имеющая зубья с внутренним зацеплением, впадины которых сквозные (прорезанные). Вал вставляется в корпус *15* насоса со стороны крышки *13*. Ведущая втулка *10* по наружной поверхности плотно прилегает к корпусу насоса, а с внутренней стороны зубья втулки также плотно прилегают к серповидному выступу крышки *13*.

Звездочка *9* сидит на оси *8*, запрессованной в отверстие крышки *13*. Ось звездочки расположена эксцентрично относительно оси вала ведущей втулки *10*, но с обеспечением зацепления зубьев втулки и ведомой звездочки. Топливо по штуцеру *11* поступает в полость всасывания.

Заполняя впадины зубьев звездочки *9* и втулки *10*, топливо при вращении последних перегоняется в нагнетательную полость и далее через штуцер насоса по нагнетательному трубопроводу к фильтру тонкой очистки. Точностью пригонки звездочки и втулки к



1 — электродвигатель постоянного тока; 2, 5, 27 — штифты; 3 — шпилька; 4 — кожух; 6 — болт; 7 — плита; 8 — ось; 9 — звездочка; 10 — ведущая втулка; 11 — штуцер; 12 — заглушка; 13 — крышка; 14 — прокладка; 15 — корпус насоса; 16, 19, 22 — втулки; 17 — уплотнительная втулка; 18 — накидная гайка; 20 — пружина; 21 — сильфон; 23, 26 — ведомая и ведущая полумуфты; 24 — стопорное кольцо; 25 — палец резиновый

Герметичность насоса обеспечивается уплотнением сильфонного типа. На вал ведущей втулки 10 напрессована втулка 22, которая по наружной поверхности плотно входит в расточку корпуса. К торцу втулки 22 плотно прилегает торец втулки 16. Плотность прилегания торцов втулок обеспечивается и шлифованием, и притиркой. К буртику втулки 16 припаяна гофрированная трубка сильфона 21, другая сторона которой припаяна к уплотнительной втулке 17. Пружина 20 стремится раздвинуть втулки. Накладная гайка 18 прижимает конический буртик втулки 17 к пояску корпуса насоса. Пружина 20 прижимает втулку 16 к втулке 22, исключая возможность попадания топлива, просачивающегося по

зазору между корпусом и втулкой 22, в внутреннюю полость гофрированной трубки.

Герметичность уплотнительного узла насоса проверяется опрессовкой топливом под давлением 0,5 МПа в течение 2 мин. При проворачивании от руки вал насоса должен вращаться плавно, без заеданий. Торцовый зазор между ведущей втулкой 10 и корпусом насоса регулируется прокладками 14.

Нормальная работа насоса обеспечивается, если радиальный зазор между ведущей втулкой и корпусом находится в пределах 0,03—0,09 мм, а осевой зазор ведущей втулки в пределах 0,05—0,14 мм. Соосность оси электродвигателя с осью насоса регулируется прокладками. Стабильность центровки валов насоса и электродвигателя обеспечивается установкой штифтов 2 и 5.

Соединительная муфта состоит из ведущей 26 и ведомой 23 полумуфт, посаженных с помощью шпонок на валы электродвигателя насоса. Продольные перемещения полумуфт исключены установкой штифтов 27. Между лепестками полумуфт с натягом вставлены резиновые пальцы 25, продольное перемещение которых ограничивается стопорным кольцом 24.

Для подогрева топлива в холодное время года используется многоходовой трубчатый подогреватель (рис. 98).

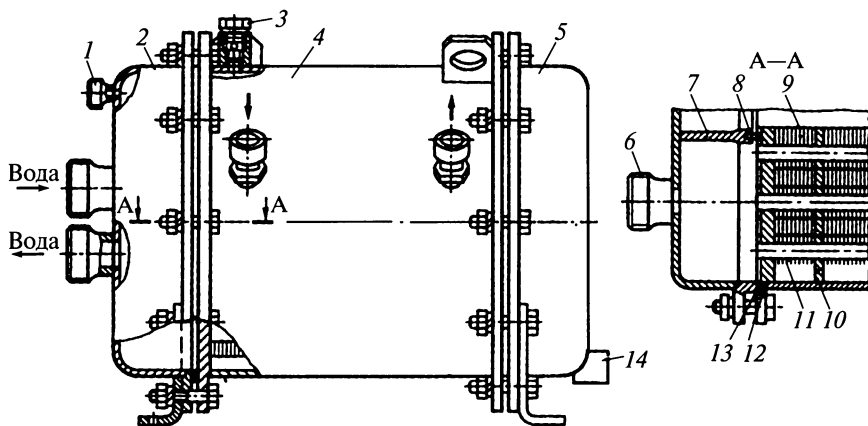


Рис. 98. Подогреватель топлива:

1, 6 — штуцера; 2, 5 — крышки; 3 — болт полый; 4 — корпус подогревателя топлива; 7, 10 — перегородки; 8, 13 — прокладки; 9 — пластина охлаждающая; 11 — трубка стальная; 12 — трубная доска; 14 — бонка

Трубная часть подогревателя собрана из 88 стальных трубок 11 наружным диаметром 17 мм и толщиной стенки 2 мм, приваренных к трубным доскам 12.

Для обеспечения требуемой эффективности передачи тепла от воды к топливу на трубки надеты и припаяны пластины 9 из белой жести, на каждой из которых выполнено более 600 насечек. Кроме того, установка перегородок 10 позволяет топливу совершать 10 ходов.

К крышке 2 приварена перегородка 7, уплотненная с трубной частью резиновой прокладкой 8. Горячая вода из контура охлаждения дизеля подводится через штуцер крышки 2, совершает два хода в подогревателе и отводится через штуцер 6. Крышки крепятся к трубным доскам болтами и уплотняются паронитовыми прокладками 13.

Для выпуска воздуха из полости топлива в бонку обечайки ввернут полый болт 3. Отвод воздуха и пара из водяной полости подогревателя происходит через штуцер 1.

Вода из подогревателя топлива сливается через бонки 14.

9. ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР

9.1. Общие сведения

В настоящее время на тепловозах все шире начинают применяться электронные регуляторы частоты вращения и мощности типа ЭРЧМ30Т, регулирующие частоту вращения коленчатого вала и мощности дизеля. Такие регуляторы устанавливаются как на новые, так и на находящиеся в эксплуатации локомотивы, заменяя штатные гидромеханические.

Специалисты ООО ППП «Дизельавтоматика» (г. Саратов) при участии сотрудников ОАО «ВНИИЖТ» разработали различные модификации электронных регуляторов для тепловозных дизелей. В частности, маневровые тепловозы ТЭМ2 и ТЭМ18 с дизелями типа Д50 оборудуют регулятором модификации ЭРЧМ30Т4-01.

Назначение электронного регулятора частоты вращения вала для дизеля тепловоза ТЭМ2:

- поддержание заданной частоты вращения коленчатого вала дизеля в зависимости от позиции контроллера машиниста;
- дистанционное восьмипозиционное задание частоты вращения вала дизеля в соответствии с комбинациями четырех входных дискретных сигналов управления, поступающих от схемы тепловоза. В качестве сигнала управления используется напряжение постоянного тока величиной 75 В. Его наличием (или отсутствием) на дискретных входах электронного блока управления (БУ) определяется величина частоты вращения коленчатого вала. Раскладка частоты вращения по позициям контроллера машиниста тепловоза соответствует табл. 3;
- раздельное задание темпа снижения и увеличения частоты вращения коленчатого вала дизеля в пределах 2—30 об/с⁻¹;
- включение в процессе пуска дизеля подачи топлива при достижении частоты вращения коленчатого вала 34 ± 8 мин⁻¹;
- ограничение величины цикловой подачи топлива при пуске дизеля;

— вывод реек топливных насосов высокого давления в положение «Ноль подачи» при обесточивании электронного блока управления, обрыве цепи на преобразователь частоты вращения коленчатого вала или на исполнительное устройство;

— вывод реек топливных насосов высокого давления в положение «Ноль подачи» при достижении коленчатым валом дизеля частоты вращения $825 \pm 2 \text{ мин}^{-1}$.

Таблица 3

Позиция контроллера	Частота вращения коленчатого вала дизеля, мин^{-1}	Порядок подачи сигналов на дискретные входы управления частотой вращения коленчатого вала дизеля			
		ДВХ1	ДВХ2	ДВХ3	ДВХ4
0, 1, 2	300	—	—	—	—
3	330	+	—	—	—
4	400	+	+	—	—
5	480	—	+	+	—
6	570	+	—	—	+
7	650	—	—	+	+
8	750	+	+	+	+

Примечание: (+) — напряжение подано; (–) — напряжение снято.

Для управления работой дизеля, помимо четырех дискретных входов БУ, обозначенных ДВХ1—ДВХ4, используются еще два — ДВХ5 и ДВХ6. Если на дискретный вход блока управления ДВХ6 подано напряжение управления, то дизель может быть запущен и возможна его работа. При отсутствии напряжения на отмеченном входе:

- пуск дизеля осуществить нельзя;
- работающий дизель будет остановлен.

Если предстоит длительная работа дизеля в режиме холостого хода, то с целью уменьшения расхода топлива целесообразно насколько возможно уменьшить частоту вращения коленчатого вала — перевести дизель в режим длительного холостого хода. Для этого используется дискретный вход ДВХ5.

На тепловозах, оснащенных электродинамическим тормозом, дискретный вход ДВХ5 используется для задания частоты вращения коленчатого вала дизеля, при которой локомотив работает в режиме электродинамического торможения. При подаче дискрет-

ного сигнала на вход ДВХ5 частота вращения коленчатого вала независимо от поданных сигналов на дискретные входы ДВХ1—ДВХ4 принимает значение, заданное пользователем тепловоза.

Электронный регулятор ЭРЧМ30Т4-01 содержит:

- блок управления (БУ);
- исполнительное устройство (ИУ);
- блок питания (БП);
- преобразователь частоты вращения коленчатого вала дизеля (ПЧД);
- комплект ЗИП;
- программатор (ПР), входящий в комплект ЗИП;
- комплект жгутов и кабелей связи;
- комплект монтажных частей.

Блок управления обеспечивает прием и обработку сигналов датчиков, команд управления, выдачу сигналов управления на исполнительное устройство.

Исполнительное устройство предназначено для преобразования электрического сигнала электронного блока управления в механическое перемещение (поворот) выходного вала исполнительного устройства, связанного с рейками топливных насосов высокого давления посредством механической передачи.

Блок питания — устройство, с помощью которого от бортовой сети тепловоза получает питание электронный регулятор.

Преобразователь частоты вращения вырабатывает электрический сигнал переменного тока с частотой, пропорциональной преобразуемой частоте вращения коленчатого вала дизеля.

Комплект ЗИП служит для замены деталей регулятора в гарантийный срок его эксплуатации штатным персоналом депо. Входящий в комплект ЗИП программатор, фактически представляющий собой переносной пульт управления, предназначен для оперативной диагностики и настройки регулятора.

Комплект кабелей связи обеспечивает соединение составных частей регулятора между собой и подключения регулятора к цепям управления и питания тепловоза.

Комплект монтажных частей предназначен для проведения монтажа регулятора на тепловозе.

Структурная схема регулятора частоты вращения коленчатого вала представлена на рис. 99. К основному элементу регулятора —

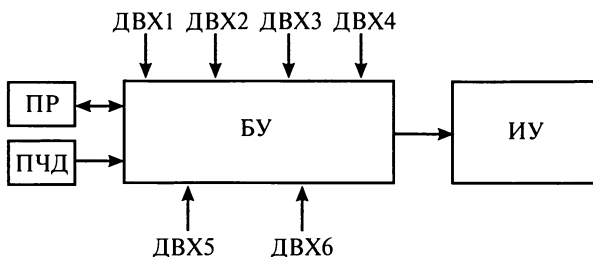


Рис. 99. Структурная схема электронного регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля:

ПР — программатор; ИУ — исполнительное устройство; ПЧД — преобразователь частоты вращения коленчатого вала дизеля; БУ — блок управления

электронному блоку управления (БУ) подключено исполнительное устройство (ИУ). Кроме того, к БУ подводятся сигналы управления от электрической схемы тепловоза, условно обозначенные ДВХ1—ДВХ6.

Перечисленные сигналы управления обеспечивают:

- ДВХ6 — выполнение пуска или остановки дизеля, а также работу дизеля;

- ДВХ5 — формирует задание частоты вращения коленчатого вала дизеля, при которой тепловоз работает в режиме электродинамического торможения. Комбинации сигналов ДВХ1—ДВХ4, определяемые позицией контроллера машиниста, используются для формирования заданий частоты вращения коленчатого вала дизеля для каждой позиции.

Управление частотой вращения коленчатого вала дизеля осуществляется устройством ИУ. Данное устройство непосредственно перемещает уже отмеченные рейки по управляющему сигналу, формируемому БУ в соответствии с программой, размещенной в его программируемом запоминающем устройстве, и комбинацией сигналов ДВХ1—ДВХ4.

9.2. Устройство и работа БУ

Блок управления состоит из стального корпуса с герметизированной открывающейся крышкой, внутри которого установлены на отдельных платах все функциональные узлы электронного регулятора. В частности, на пяти платах размещены функци-

ональные узлы: контроллера, интерфейса, усилителя мощности, защит и сопряжения.

Главный элемент БУ — микроконтроллер типа 17C756L — расположен на плате контроллера. Платы контроллера и интерфейса предназначены для обработки сигналов с датчиков регулятора и дискретных сигналов управления, а также управления импульсными источниками тока платы усилителя мощности. На плате усилителя мощности расположен импульсный источник тока, предназначенный для управления ИУ.

На плате защит размещены элементы дискретных входных каналов, обеспечивающие защиту элементов БУ от возможных кратковременных перенапряжений, возникающих в электрических цепях тепловоза при коммутации электрических аппаратов. Кроме того, эти элементы обеспечивают преобразование входных сигналов управления с уровнем напряжения 75 В в сигналы с уровнем напряжения 15 В, подаваемые на плату контроллера. На плате сопряжения находятся:

- радиатор с транзистором стабилизатора напряжения, выходное напряжение которого предназначено для питания микросхем платы усилителя мощности и импульсного источника питания, расположенного на плате интерфейса;

- защитные диоды;

- усилитель управления силовым транзистором канала управления ИУ.

Схема подключения регулятора типа ЭРЧМ30Т4-01 к электрическим цепям тепловоза ТЭМ18ДМ приведена на рис. 100. Питание электронного блока управления БУ осуществляется от специального блока питания БП, включаемого на полное напряжение аккумуляторной батареи. Блок БУ сохраняет полную работоспособность при величине напряжения питания в пределах 50—105 В, а при пуске дизеля допускается уменьшение напряжения питания до 40 В в течение не более 12 с. Габаритный чертеж электронного блока БУ приведен на рис. 101.

Блок БУ работает следующим образом. Дискретные сигналы управления с уровнем напряжения 75 В, поступающие на плату защиты, преобразуются в сигналы с уровнем напряжения 15 В, которые затем поступают через плату интерфейса на плату микроконтроллера. Здесь в соответствии с поступившими сигналами и заданной программой вырабатываются следующие команды:

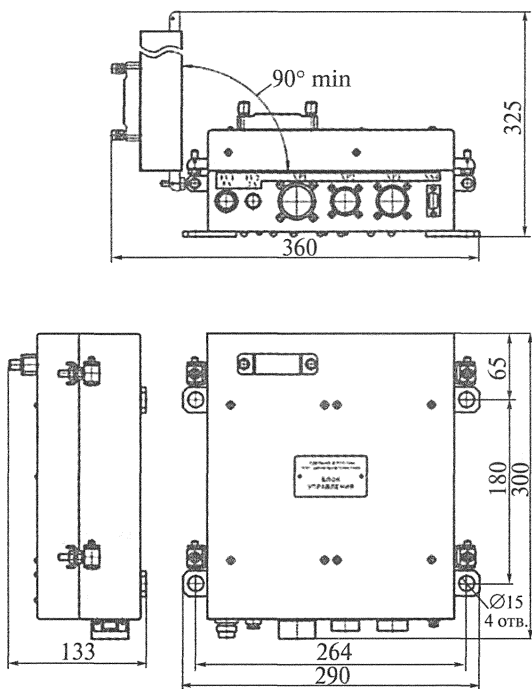


Рис. 101. Габаритный чертеж БУ

— при поступлении сигнала ДВХ6 («Стоп/Работа») формирует команду «Работа дизеля». При этом дизель может быть запущен, и в дальнейшем будет работать. Если же данный сигнал не поступил, то пуск дизеля не произойдет.

На плату микроконтроллера также поступает сигнал от преобразователя ПЧД в виде частотного сигнала. На основе этого сигнала вырабатывается управляющий сигнал по каналу регулирования частоты вращения дизеля в виде импульсов с частотой 300—2000 Гц, который поступает на плату усилителя мощности.

Поступившие на усилитель мощности управляющий сигнал регулирования частоты вращения коленчатого вала и сигнал обратной связи с резисторов обратной связи, включенных в цепь ИУ, обрабатываются по соответствующему закону. В результате вырабатывается управляющий сигнал для силового ключа управляющего устройства ИУ.

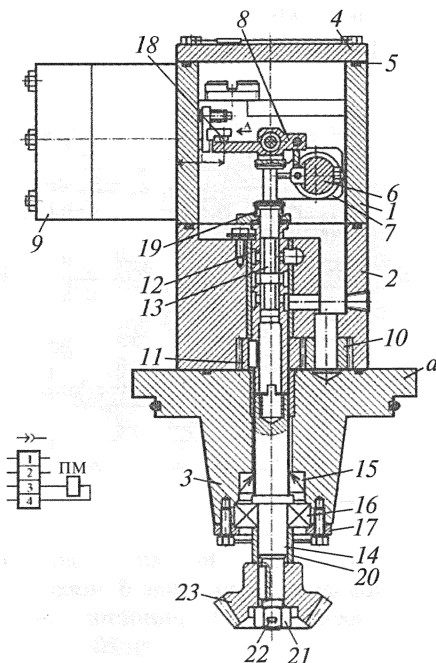
При поступлении сигнала ДВХ5 (режим длительного холостого хода) частота вращения коленчатого вала дизеля, независимо от поданных сигналов на дискретные входы ДВХ1—ДВХ4, принимает значение, заданное пользователем тепловоза. При включении электродинамического тормоза (если локомотив им оснащен) сигнал ДВХ5 используется для задания частоты вращения 300 мин^{-1} независимо от поданных сигналов на дискретные входы ДВХ1—ДВХ4.

9.3. Устройство и работа ИУ

В регуляторах используются ИУ типа ЭГУ102 (рис. 102). Исполнительное устройство содержит три корпуса: верхний 1, средний 2 и нижний 3, а также крышку 4. На верхнем корпусе закреплены поворотный электромагнит 9 и штепсельный разъем для подключения обмотки поворотного электромагнита к БУ. В верхнем корпусе 1 расположены силовой вал 6, рычаги 7, 18 и система рычагов 8 обратной связи. В верхнем корпусе 1 расположены силовой вал 6, рычаги 7, 18 и система рычагов 8 обратной связи. Рычаг 18 жестко закреплен на выходном валу поворотного магнита 9. Поворотный электромагнит ИУ крепится

Рис. 102. Исполнительное устройство ЭГУ102:

1 — верхний корпус; 2 — средний корпус; 3 — нижний корпус; 4 — крышка; 5 — уплотнительное кольцо; 6 — силовой вал; 7, 18 — рычаги; 8 — система рычагов обратной связи; 9 — поворотный электромагнит; 10, 11 — шестерни масляного насоса; 12 — втулка золотника; 13 — золотник; 14 — приводной вал; 15 — манжета; 16 — шариковый подшипник; 17 — фланец; 19 — пружина; 20 — проставочная втулка; 21 — коническая гайка; 22 — шплинт; 23 — коническая шестерня; а — фланец нижнего корпуса



к верхнему корпусу четырьмя шпильками. Рядом на корпусе находится упомянутый штепсельный разъем.

В среднем корпусе 2 (см. рис. 102) расположены шестерни масляного насоса 10 и 11, втулка золотника 12, золотник 13, поршень сервомотора и аккумулятор (на рисунке не показаны). В нижнем корпусе 3 размещены приводной вал 14, выполненный заодно с приводной шестерней, манжета 15 и шариковый подшипник 16. Подшипник фиксируется фланцем 17.

Поворотный электромагнит 9 (см. рис. 102) состоит из четырех-полюсного корпуса 5 (рис. 103), в котором размещены катушка 8 и магнитопровод 4. На валу 9, установленном в корпусе 5, на двух подшипниках 6 расположен якорь 3 также с четырьмя полюсами. На одном из полюсов корпуса предусмотрен упор, ограничивающий угол поворота якоря 3. На корпусе 5 размещена пружина 2 с небольшим предварительным натягом. Пружина прижимает один из полюсов якоря 3 к упору.

На конце вала 9, снабженном шлицами, укреплен рычаг 18 (см. рис. 102), действующий через систему рычагов обратной связи 8 на золотник 13 исполнительного устройства. Для защиты внутренней полости поворотного электромагнита от попадания

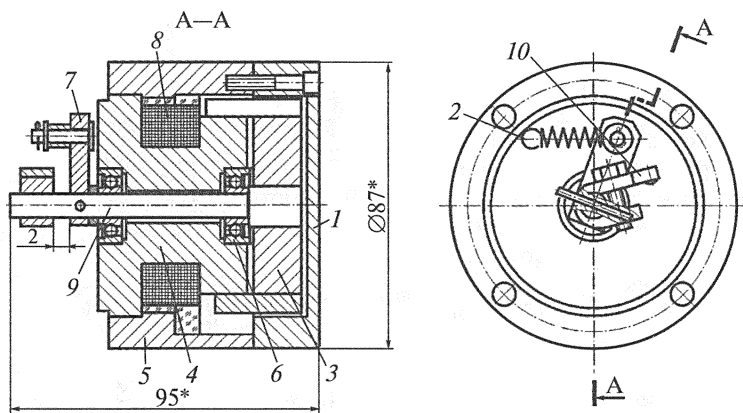


Рис. 103. Поворотный электромагнит:

1 — колпак; 2 — пружина; 3 — якорь; 4 — магнитопровод; 5 — корпус четырехполюсный; 6 — подшипник; 7 — рычаг пружины; 8 — катушка; 9 — вал; 10 — упорный рычаг

пыли и влаги предусмотрен колпак 1 (см. рис. 103). Управляется исполнительное устройство путем изменения значения тока, протекающего через катушку поворотного электромагнита 9, подключаемую через штепсельный разъем (на рис. 102 не показан) к БУ.

При протекании через катушку 8 (см. рис. 103) электрического тока между полюсами корпуса 5 и магнитопровода 4 возникает магнитный поток, замыкающийся в радиальном направлении через полюса якоря 3. Магнитный поток создает силу, стремящуюся втянуть полюса якоря 3 в зазор между полюсами корпуса 5 и магнитопровода 4. Отмеченная сила создает на валу 9 вращающий момент, величина которого пропорциональна силе тока, протекающего по катушке 8. Этому моменту противодействует момент, создаваемый пружиной 2, который пропорционален углу поворота вала 9. В результате каждому значению тока, протекающего по катушке 8, однозначно соответствует определенный угол поворота вала 9.

Для ознакомления с работой ИУ можно воспользоваться схемой, приведенной на рис. 104. Работает ИУ следующим образом. Допустим, что на рис. 104 показано равновесное состояние подвижных частей ИУ, соответствующее некоторой силе тока, проте-

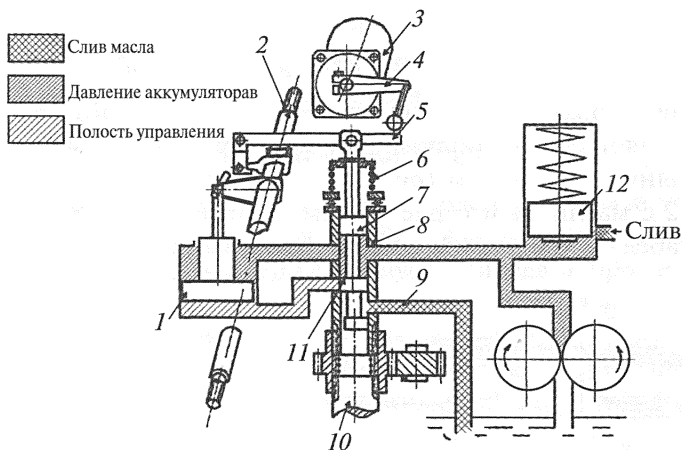


Рис. 104. Упрощенная схема исполнительного устройства ЭГУ102:

1 — поршень сервомотора; 2 — силовой вал; 3 — поворотный электромагнит; 4 — рычаг; 5 — система рычагов обратной связи; 6 — пружина; 7 — золотник; 8 — втулка золотника; 9 — слив; 10 — приводной вал; 11 — рабочая кромка золотника; 12 — поршень аккумулятора

кающего по катушке поворотного электромагнита. Если позиция главной рукоятки контроллера увеличилась, то ток отмеченной катушки также увеличится, вал 9 (см. рис. 103) повернется по часовой стрелке и займет новое положение, соответствующее новому значению тока катушки электромагнита. При этом золотник сместится вниз и его рабочая кромка откроет доступ маслу от масляного насоса под поршень сервомотора, в результате чего давление по обе его стороны будет одинаковым.

Но так как площадь нижней части поршня больше, чем верхней, то он начнет перемещаться вверх, поворачивая силовой вал по часовой стрелке. На этом валу закреплен рычаг, механически связанный с рейками топливных насосов высокого давления, которые будут двигаться в положение увеличения подачи топлива. Как только золотник займет первоначальное положение, его рабочая кромка перекроет доступ масла под поршень сервомотора, который теперь будет зафиксирован в новом положении, соответствующем изменившейся величине тока, протекающего по катушке поворотного электромагнита. Если ток катушки поворотного электромагнита уменьшится, то все процессы станут протекать в противоположном направлении.

9.4. Устройство и работа ПЧД

Преобразователь частоты вращения коленчатого вала дизеля представляет собой микромощный генератор переменного тока с постоянным магнитом (рис. 105). В корпусе 1 размещается обмотка 2 с магнитным сердечником 3. Выводы обмотки 6 проводами кабеля 8 соединены со штепсельным разъемом 9. Преобра-

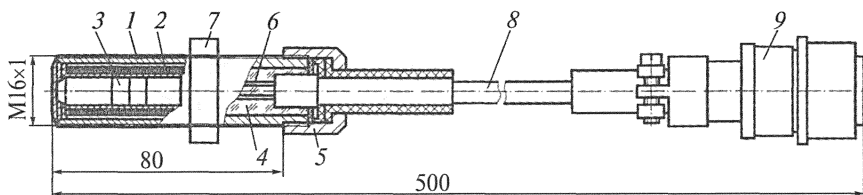


Рис. 105. Преобразователь частоты вращения коленчатого вала дизеля: 1 — корпус; 2 — обмотка; 3 — магнитный сердечник; 4 — изоляционный материал; 5 — обжимная гайка; 6 — выводы обмотки; 7 — контргайка; 8 — кабель; 9 — штепсельный разъем

зователь имеет неразборную конструкцию, так как после сборки внутренние полости ПЧД заливаются эпоксидным компаундом. Работа ПЧД основана на принципе электромагнитной индукции. Преобразователь устанавливается так, чтобы торец корпуса 1 находился на расстоянии 0,8—1,5 мм от наружной поверхности зубьев шестерни распредвала, выполненной из ферромагнитного материала (стали). Когда зуб этой шестерни приближается к торцу магнитного корпуса 1, магнитный поток, протекающий через сердечник 3 в осевом направлении, нарастает, что индуцирует появление и увеличение тока прямого направления в обмотке 2. При удалении зуба шестерни от торца корпуса 1 происходит спадание магнитного потока в сердечнике 3, индуцирующее увеличение тока обратного направления в обмотке 2.

При последовательном прохождении зубьев около торца корпуса 1 в обмотке 2 индуцируется ток с частотой, равной частоте их движения. Величина тока, индуцируемого в обмотке 2, нарастает прямо пропорционально увеличению частоты движения зубьев (нарастанию скорости изменения магнитного потока). Коэффициент пропорциональности при этом зависит от величины зазора между магнитным сердечником 3 и вершиной зуба. Чем меньше зазор, тем больше величина тока при фиксированной частоте движения зубьев, и в большей степени нарастает величина выходного сигнала ПЧД с увеличением частоты следования зубьев.

9.5. Установка ПЧД

Преобразователь частоты вращения коленчатого вала устанавливается в резьбовое отверстие М16×1, выполненное в стальной пробке, размещенной в крышке корпуса привода напротив зубьев шестерни распредвала. Преобразователь должен свободно вворачиваться в отверстие пробки «от руки» без заедания и применения инструмента. Устанавливать ПЧД следует так, чтобы гарантированный минимальный зазор (с учетом биения шестерни) между вершинами зубьев зубчатого венца и торцом ПЧД составлял не менее 1 мм. При этом максимальный зазор не должен превышать 3 мм.

Когда отсутствует возможность прямого контроля зазора, допускается устанавливать ПЧД по следующей методике:

- повернуть коленчатый вал так, чтобы вершина зуба шестерни находилась напротив центра отверстия М16×1;

– вернуть «от руки» ПЧД в отверстие до упора торца его корпуса в вершину зуба. При этом следует избегать приложения больших усилий;

– вывернуть «от руки» ПЧД на 1—2,5 оборота;

– провернуть коленчатый вал на полный оборот и проконтролировать отсутствие задевания вершин зубьев за торец корпуса ПЧД.

После регулировки зазора необходимо зафиксировать положение ПЧД с помощью контргайки 7 (см. рис. 105), входящей в комплект поставки.

9.6. Устройство и работа программатора

В корпусе программатора (рис. 106) размещена плата, на которой закреплены восемь индикаторов, расположенных в два ряда по четыре индикатора в каждом ряду, и шесть функциональных кнопок 1—6. Кроме того, на плате установлены четыре восьмибитных регистра, предназначенных для кратковременного запоминания и вывода текущей информации.

Функциональные кнопки обеспечивают переключение режимов просмотра и настройки параметров БУ и дизель-генератора. Задействованы пять кнопок, одна — резервная. Величины контролируемых или настраиваемых параметров отображаются индикаторами. Назначение функциональных кнопок:

кнопка 1 — изменение номера режима (PE);

кнопка 2 — изменение номера подрежима (ре);

кнопка 3 — разрешение записи;

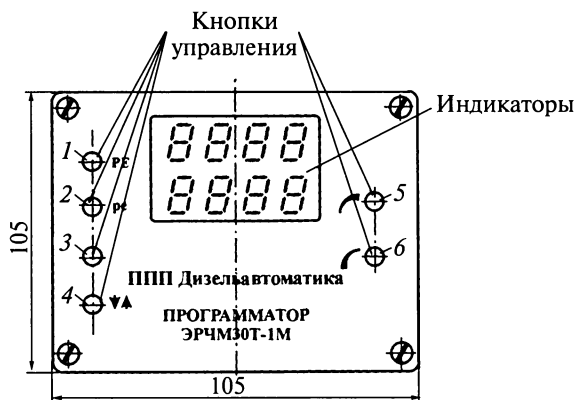


Рис. 106. Программатор

кнопка 4 — выбор рядности индикаторов, активный ряд подсвечивается точкой в правом нижнем углу;

кнопка 5 — увеличение номера режима/подрежима или величины регулируемого параметра;

кнопка 6 — уменьшение номера режима/подрежима или величины регулируемого параметра.

С помощью программатора возможны просмотр параметров БУ и дизеля, а также настройка параметров БУ для обеспечения нормальной работы дизель-генератора. Значения каждого параметра находятся в определенных ячейках памяти запоминающего устройства контроллера, вызов которых на индикацию программатора обеспечивается установкой на нем определенного режима и подрежима. Фактически номера режима и подрежима в своей совокупности являются адресом ячейки запоминающего устройства, в которой хранится информация, интересующая оператора в данный момент времени. Нумерация режима и подрежима выполнена в шестнадцатеричной системе. Соответствие показаний индикаторов десятичной системе приведено в табл. 4.

Таблица 4

Соответствие нумерации режима и подрежима шестнадцатеричной системы показаниям индикаторов десятичной системы

Шестнадцатеричная система	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Десятичная система	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Максимальное количество режимов — 16. Каждый режим разбит на 16 подрежимов. Номера режима и подрежима высвечиваются, соответственно, на третьем и четвертом индикаторах нижнего ряда индикаторов при нажатой кнопке 1 или 2.

Изменение режима/подрежима (рис. 107) или настраиваемых параметров выполняется нажатием кнопки 5 или 6. Кнопка 5 увеличивает, а кнопка 6 уменьшает значение изменяемого параметра или номер режима/подрежима.

Для изменения номера режима необходимо нажать кнопку 1 и, удерживая ее в таком состоянии, кнопкой 5 или кнопкой 6 установить требуемый режим. При этом будут меняться показания третьего нижнего индикатора (PE20).

Чтобы изменить номер подрежима, надо нажать кнопку 2 и, удерживая ее в таком состоянии, кнопкой 5 или кнопкой 6 уста-

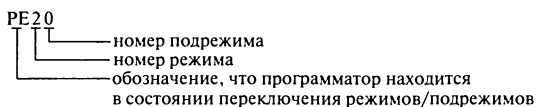


Рис. 107. Изменение режима/подрежима или настраиваемых параметров кнопкой 5 или 6

новить требуемый подрежим. При этом будут меняться показания четвертого нижнего индикатора (РЕ24).

При отпущенных кнопках 1 и 2 на индикаторах высвечивается текущее значение параметра, соответствующее выбранному режиму и подрежиму. Если параметр настраиваемый, то при нажатии кнопки 5 или кнопки 6 будет меняться его значение, что можно наблюдать на индикаторах. После установки необходимого значения параметра кнопку 5 или кнопку 6 необходимо отпустить.

В некоторых режимах изменяемые параметры отображаются как в нижнем ряду индикаторов, так и в верхнем. В этом случае изменению при нажатии кнопок 5 или 6 подвергаются те параметры, четвертый индикатор которых имеет точку в правом нижнем углу (ряд активен). Переключение активного ряда осуществляется нажатием кнопки 4. Для того чтобы проведенные изменения остались в памяти, необходимо их записать в программируемое запоминающее устройство (ПЗУ). В противном случае после выключения БУ все проведенные изменения потеряют силу и значения параметров вернутся к исходным значениям.

Для записи необходимо установить режим F0. Затем надо нажать на кнопку 3 и, удерживая ее в нажатом положении, кратковременно нажать и отпустить кнопку 6. Через 2—3 с следует отпустить кнопку 3. Произойдет запись всех проведенных изменений. После проведения операции записи рекомендуется убедиться, что она прошла успешно. Для этого необходимо отключить БУ, вновь включить его и проверить сохранность измененных параметров.

Подробная инструкция по работе с программатором изложена в «Руководстве по эксплуатации ЭРЧМ30Т4 00.00.000-01 РЭ», прилагаемом к каждому регулятору.

9.7. Работа регулятора при пуске дизеля

Перед запуском дизеля необходимо убедиться в следующем:

— уровень масла в ИУ находится между рисками маслоуказателя. При необходимости долить масло через заливную пробку, рас-

положенную на крышке. При этом уровень масла выше верхней риски не допускается;

- разъемы к ПЧД, ИУ подключены и надежно закреплены;
- разъемы на БУ и БП установлены и надежно зафиксированы;
- БП подключен к аккумуляторной батарее и включен (на БП светятся сигнальные светодиоды).

Следует выполнить все операции, предусмотренные для пуска дизеля в соответствии с технической документацией на дизель. В процессе подготовки дизеля к пуску его коленчатый вал не вращается и от ПЧД сигнал не поступает, блок управления во внешнюю цепь управляющих сигналов не выдает. При пуске, когда тяговый генератор начинает вращать коленчатый вал дизеля, в БУ начинает поступать сигнал от ПЧД.

Когда частота вращения достигнет $34 \pm 8 \text{ мин}^{-1}$ и давление масла в системе дизеля повысится до разрешенного предела, БУ выдает команду на выдвижение реек топливных насосов высокого давления в положение, соответствующее пусковой подаче, величина которой задается заранее с помощью программатора. Рейки топливных насосов остаются в таком положении до достижения частоты вращения коленчатого вала дизеля 260 мин^{-1} , после чего БУ с заданным темпом выводит дизель на минимальную частоту вращения 300 мин^{-1} . Когда работа дизеля станет соответствовать этой частоте вращения, БУ начинает поддерживать ее на этом уровне.

9.8. Работа регулятора после запуска дизеля

Работа регулятора при работе дизеля на холостом ходу и под нагрузкой одинакова. После запуска дизеля при переводе главной рукоятки контроллера на последующие позиции в БУ на дискретные входы ДВХ1—ДВХ4 подаются сигналы уровнем 75 В постоянного тока, которые, поступая в БУ, обрабатываются, и выдается в зависимости от комбинации входных сигналов ДВХ1—ДВХ4 уставка по частоте вращения коленчатого вала дизеля в соответствии с табл. 5.

От ПЧД в БУ поступает информация о текущей частоте вращения коленчатого вала дизеля, которая сравнивается с уставкой. Если имеется рассогласование двух сигналов, то БУ подает соответствующий сигнал на поворотный магнит ИМ, тем самым (что уже отмечалось) изменяется подача топлива. Этот процесс происходит до тех пор, пока фактическая частота вращения коленчатого вала

дизеля не сравнивается с уставкой. Таким образом, происходит регулирование частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Таблица 5

Позиция контроллера	Частота вращения коленчатого вала дизеля, мин ⁻¹	Порядок подачи сигналов на дискретные входы управления частотой вращения коленчатого вала дизеля			
		ДВХ1	ДВХ2	ДВХ3	ДВХ4
0,1,2	300	—	—	—	—
3	330	+	—	—	—
4	400	+	+	—	—
5	480	—	+	+	—
6	570	+	—	—	+
7	650	—	—	+	+
8	750	+	+	+	+

Примечание: (+) — напряжение подано; (—) — напряжение снято.

Для обеспечения устойчивой работы дизеля имеется возможность при помощи программатора изменять пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты регулятора. Методика настройки коэффициентов приведена в разделе 6 «Руководства по эксплуатации ЭРЧМ30Т4.00.00.000-01 РЭ».

9.9. Остановка дизеля

Для остановки дизеля необходимо снять питание с дискретного входа ДВХ6 (тумблер «Пуск—остановка дизеля» установить в положение «Остановка»). При этом формируется команда «Остановка дизеля» и прекращается подача управляющего сигнала на базу транзистора, через который происходит питание катушки поворотного электромагнита ИУ. Транзистор закрывается и обесточивает катушку. Под действием пружины 2 (см. рис. 103) якорь электромагнита поворачивается, через рычаги 18 и 8 смещает вниз золотник 13, соединяя сливную полость ИУ с нижней полостью поршня сервомотора (см. рис. 102 и 104). Давление в этой полости падает, и поршень сервомотора, опускаясь вниз, поворачивает силовой вал 6 (см. рис. 102) в сторону отключения подачи топлива. Дизель останавливается.

Техническое обслуживание. Техническое обслуживание и текущие ремонты регулятора по видам и периодичности ТО и ТР установлены согласно срокам и наработке. Они совмещаются

с соответствующими видами и периодичностью ТО и ТР тепловоза, установленными действующим положением о системе технического обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД», а именно:

- техническое обслуживание ТО-2 — через 120 ч;
- техническое обслуживание ТО-3 — через 40 сут работы тепловоза;
- текущий ремонт ТР-1 — через 9 мес. работы тепловоза;
- текущий ремонт ТР-2 — через 18 мес. работы тепловоза;
- текущий ремонт ТР-3 — через 36 мес. работы тепловоза;
- капитальный ремонт КР-1 — через 6 лет работы тепловоза;
- капитальный ремонт КР-2 — через 12 лет работы тепловоза.

Примечание. Техническое обслуживание ТО-1 выполняется машинистом в процессе приемки — сдачи и экипировки тепловоза и сводится к проверке уровня масла в исполнительном устройстве. При необходимости масло следует долить. Капитальный ремонт КР-1 совмещается со средним ремонтом (СР) тепловоза, капитальный ремонт КР-2 — с капитальным ремонтом (КР). Перечень работ, выполняемых при технических обслуживаниях и текущих ремонтах, приведен в табл. 6.

Таблица 6

Перечень работ выполняемых при технических обслуживаниях и ремонтах

Содержание работ	Виды осмотров и ремонтов					
	Периодичность проведения работ					
	ТО-2	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	КР
1	2	3	4	5	6	7
Проверить уровень масла в исполнительном устройстве. При необходимости долить масло	+	+	+	+	+	+
Сменить масло в исполнительном устройстве (на каждом ТО-3)	—	+	+	+	+	+
Удалить ветошью, смоченной уайт-спиритом, грязь с поверхности разъемов составных частей регулятора. Проверить надежность соединения всех разъемов регулятора. При необходимости подтянуть	—	+	+	+	+	—
Проверить целостность и соответствие номиналу плавких вставок блока управления и блока питания. Несоответствующие плавкие вставки заменить	—	+	+	+	+	—

1	2	3	4	5	6	7
Проверить сочленение рычажной передачи привода ТНВД с силовым валом исполнительного устройства после проведения работ по устранению неисправностей в рычажной передаче от исполнительного устройства к рейкам ТНВД или демонтажа с дизель-генератора одного или нескольких ТНВД. При несоответствии отрегулировать	—	+	+	+	+	—
Проверить работоспособность регулятора. Выявленные замечания устранить	—	+	+	+	+	—
Проверить исправность исполнительного устройства. При выявлении замечаний выполнить регулировку	—	—	+	+	+	—
Снять исполнительное устройство, заменить манжету на приводном валу. Манжеты на силовом валу менять при необходимости	—	—	—	+	+	—
Снять и проверить преобразователь частоты вращения с дизеля. Неисправный преобразователь заменить	—	—	—	+	+	—
Снять блок управления с тепловоза, проверить состояние монтажа, паек жгутов, разъемов, надежность крепления навесных элементов. Промыть контакты разъемов спиртом этиловым ректифицированным техническим ГОСТ 18300—72. Проверить блок управления. При обнаружении неисправности заменить. Исправный блок управления установить на тепловоз и провести пуско-наладочные работы	—	—	—	+	+	—
Проверить состояние и целостность кабелей и жгутов регулятора, состояние маркировки на них. Поврежденные кабели и жгуты заменить. При необходимости маркировку восстановить. Контакты штепсельных разъемов промыть этиловым ректифицированным техническим спиртом ГОСТ 18300—72. Разъемы соединить, обеспечив надежность их сочленения	—	—	—	+	+	—

1	2	3	4	5	6	7
Снять исполнительное устройство с дизеля, разобрать и проверить размеры всех деталей. Детали, размеры которых не соответствует чертежу, заменить. Поворотный электромагнит, все манжеты и резиновые кольца заменить. Произвести регулировку	—	—	—	—	—	+
Заменить преобразователь частоты вращения и комплект кабелей связи	—	—	—	—	—	+
Снять блок управления и разобрать. Все платы и разъемы заменить. Корпусные детали очистить от краски, устранить мелкие вмятины, если они имеются. Восстановить покраску и обозначения согласно чертежу. При наличии трещин или надрывов корпусные детали заменить	—	—	—	—	—	+
Настроить регулятор при работе дизель-генератора на холостом ходу	—	—	—	+	+	+

10. АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ

Безаварийная работа дизель-генератора обеспечивается взаимосвязанной работой отдельных устройств и систем защиты, к которым относятся:

- а) предельный выключатель;
- б) механизм остановки дизель-генератора с помощью рукоятки аварийной остановки;
- в) датчик — реле давления масла;
- г) предохранительный клапан системы вентиляции картера дизеля.

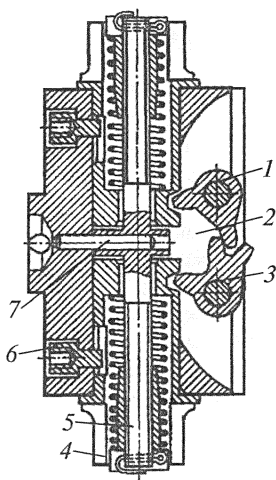


Рис. 108. Предельный выключатель:

- 1, 3 — рычаги; 2 — корпус;
4 — груз; 5 — сердечник;
6 — ограничитель хода; 7 —
конический штифт

Предельный выключатель (рис. 108) служит для автоматического отключения подачи топлива в цилиндры дизеля в случае повышения частоты вращения более допустимой величины.

Привод предельного выключателя происходит от кулачкового вала топливного насоса, к фланцу которого он крепится шестью болтами совместно с проставкой.

Предельный выключатель устроен следующим образом.

На коническом штифте 7 корпуса 2 закреплён сердечник 5. На стержни сердечника надеты грузы 4, размещающиеся в отверстиях корпуса выключателя. Специальные ограничители хода 6 ограничивают ход грузов. Грузы прижимаются к корпусу пружинами, пружины натягиваются специальными гайками, одновременно центрирующими пружины. Для обеспечения совместного перемещения грузов последние связаны между собой рычагами 1

и 13, зубья которых входят в соответствующие пазы грузов. Рычаги свободно вращаются на осях, закрепленных в корпусе выключателя. При частоте вращения дизель-генератора выше допустимой $14,0\text{--}14,36\text{ с}^{-1}$ (840—862 об/мин) грузы 4 под действием возникающих при этом значительных центробежных сил, преодолевая сопротивление пружин, расходятся и воздействуют соответствующим образом на механизм аварийной остановки дизель-генератора.

Верхний 35 и нижний 34 зубчатые секторы (см. рис. 88) зацепляются зубьями и стянуты пружиной. Нижний зубчатый сектор имеет два рычага — вертикальный и горизонтальный. Вертикальный рычаг воспринимает на себя удары грузов, а горизонтальный входит в зацепление с упорным валиком.

В боковой крышке картера, закрывающей полость толкателей, смонтированы стопоры 41 и тяга выключения 7 (см. рис. 88 и 89), прижимаемая пружиной 6 к установочной рукоятке 32. Рукоятки 40 стопоров имеют хвостовики, которыми они входят в зацепление с трапецеидальными пазами тяги выключения.

От ударов грузов выключателя сектор 34 поворачивается на своей оси, выходит из зацепления с упорным валиком 33, вследствие чего освобождается выключающаяся тяга, которая под действием пружины передвигается в продольном направлении. Передвижение тяги позволяет стопорам 41 войти в отверстия корпусов толкателей. Таким образом, толкатели будут застопорены в верхнем положении и подача топлива прекратится.

Чтобы установить секции в рабочее положение, необходимо вывести стопоры 41 из зацепления с толкателями и перевести установочную рукоятку так, чтобы произошло зацепление горизонтального рычага зубчатого сектора 34 с упорным валиком 33. После этого рукоятки 40 стопоров следует установить в такое положение, чтобы зубья рукояток вошли в соответствующие пазы тяги выключения.

В случае необходимости дизель-генератор может быть остановлен с помощью рукоятки аварийной остановки 5, закрепленной на оси верхнего зубчатого сектора, для этого нужно рукоятку остановки повернуть на себя. При этом верхний зубчатый сектор воздействует через зубья на нижний сектор и его горизонтальный рычаг выйдет из зацепления с упорным валиком.

Дальнейшее срабатывание выключающего устройства аналогично выключению его предельным выключателем. Кроме того, с по-

мощью рукояток стопоров 40 во время работы дизель-генератора может быть осуществлено раздельное выключение любой из секций топливного насоса.

Для обеспечения безаварийной работы дизель-генератора по давлению масла в масляной системе на дизеле установлен датчик — реле давления ДЕМ-105-01, отрегулированный на давление масла $0,16 \pm 0,005$ МПа ($1,6 \pm 0,05$ кгс/см²).

В случае если давление масла по какой-либо причине станет ниже, датчик-реле своими контактами разомкнет цепь питания электромагнита, который воздействует на золотник автоматического выключения регулятора и прекратит подачу топлива в цилиндры дизеля.

Надежная работа дизель-генератора в условиях эксплуатации обеспечивается наличием системы предупредительной сигнализации и защиты по следующим параметрам:

а) предупредительной сигнализации при повышении температуры масла в системе смазки дизеля до 358 К (88 °С);

б) сброс нагрузки при повышении температуры воды в системе охлаждения на выходе из дизеля до 363 К (90 °С);

в) сброс нагрузки при повышении температуры масла в масляной системе на выходе из дизеля до 363 К (90 °С).

С целью обеспечения взрывобезопасности и дизеля во время работы предусмотрена вентиляция картера путем отсоса скапливающихся в нем газов через корпус привода шестерен и маслоуловитель во всасывающую полость турбокомпрессора. При появляющемся разрежении в картере прекращаются протечки масла по уплотнениям коленчатого вала.

Трубопровод отсоса газов подсоединяется одним своим концом к всасывающей части турбокомпрессора, а другим к маслоуловителю, установленному в верхней части корпуса привода шестерен. В верхней части корпуса привода шестерен также установлен предохранительный клапан системы вентиляции.

Предохранительный клапан (рис. 109) предназначен для сообщения внутренней полости рамы с окружающей средой в момент повышения давления в картере выше атмосферного в случае вспышки паров масла или просочившегося топлива.

Он состоит из корпуса 1 и клапана 2 с кольцевым уплотнительным буртом, которым клапан садится на верхний фланец корпу-

са. Две шпильки 4, завернутые и расклепанные в клапане, свободно проходят в отверстия фланца корпуса и с помощью пружин 5 удерживают клапан в закрытом состоянии.

Затяжка пружин с помощью гаек 6 отрегулирована таким образом, что открытие клапана наступает в момент повышения давления в картере примерно на 0,02 МПа (0,2 кгс/см²) выше атмосферного.

Маслоуловитель (рис. 110) служит для задержки частиц масла, уносимых газами во время вентиляции картера во всасывающую полость турбокомпрессора.

Он состоит из сварного кожуха 1, в котором установлена проволочная сетка 2, свернутая в несколько слоев в форме цилиндра.

Нижний торец сетки фиксируется по обечайке 3, верхний входит в отверстие верхнего листа кожуха, к которому крепится труба вентиляции.

Газы из корпуса привода шестерен через отверстие в привалочном листе маслоуловителя проникают во внутреннюю полость сетки, а оттуда через вентиляционную трубу поступают во всасывающую полость турбокомпрессора.

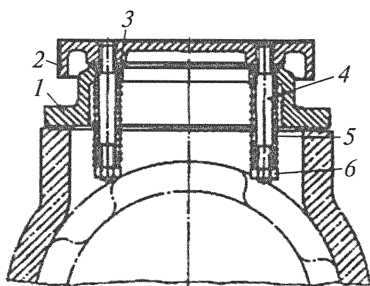


Рис. 109. Предохранительный клапан системы вентиляции:

1 — корпус; 2 — клапан;
3 — уплотнительная манжета; 4 — шпилька; 5 — пружина; 6 — гайка

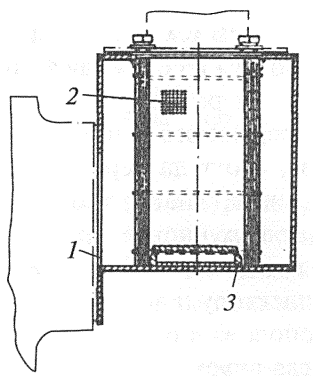


Рис. 110. Маслоуловитель системы вентиляции

11. СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЗА

11.1. Система воздухоснабжения

1.1.1. Общие сведения

Система воздухоснабжения предназначена для подачи в цилиндры дизеля достаточного количества чистого воздуха, необходимого для сжигания впрыснутого топлива, а также для их продувки. В цилиндры подается воздух, предварительно сжатый компрессором. Воздушный заряд цилиндров соответственно возрастает, что дает возможность подать и сжечь в цилиндрах значительно большее количество топлива и получить в результате большую мощность при тех же размерах двигателя.

Воздух из окружающей среды (рис. 111) через жалюзи *1* (или из кузова через открытые дверки *17*) поступает в воздухоочиститель *3* непрерывного действия, расположенный с правой стороны тепловоза, а оттуда через гибкий рукав к всасывающей полости центробежного нагнетателя *4* турбокомпрессора. Сжатый в нагнетателе воздух направляется в воздухоохладитель *5*, где его температура понижается. Далее сжатый воздух по впускному (наддувочному) коллектору и впускным патрубкам поступает к впускным клапанам, расположенным в цилиндрических крышках. В период наполнения, когда впускные клапаны *10* открыты, воздух проходит в цилиндры и заполняет пространство, освобождаемое движущимся вниз поршнем. Отработавшие газы удаляются из цилиндра через выпускные клапаны и по выпускному трубопроводу направляются к газовой турбине *7* турбокомпрессора; здесь тепловая энергия отработавших газов преобразуется в механическую энергию вращения ротора турбокомпрессора.

Турбокомпрессоры ТК30Н предназначены для наддува двигателей различных назначений мощностью до 1103 кВт (1500 л.с). Турбокомпрессор является лопаточным тепловым двигателем, который преобразует тепловую энергию газового потока в механическую ра-

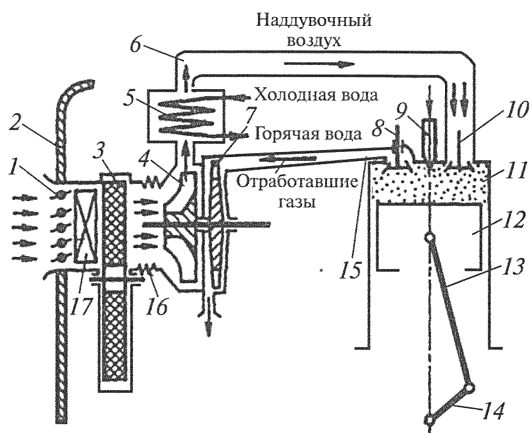


Рис. 111. Принципиальная схема воздухообеспечения:

1 — жалюзи для забора воздуха из атмосферы; 2 — стенка кузова; 3 — воздухоочиститель непрерывного действия; 4 — нагнетатель; 5 — воздухоохладитель; 6 — коллектор надувочный; 7 — турбина газовая; 8 — клапан выпускной; 9 — форсунка; 10 — клапан впускной; 11 — цилиндр дизеля; 12 — поршень; 13 — шатун; 14 — коленчатый вал; 15 — трубопровод выпускной; 16 — рукав гибкий; 17 — дверки для забора воздуха из-под капота

боту. Элементы, которые преобразуют энергию газа в турбине, — сопловой аппарат и рабочее колесо с лопатками по окружности.

Буквы ТК обозначают турбокомпрессор, а цифры 30 — диаметр колеса компрессора в сантиметрах. Буквы после цифры показывают модификацию.

Турбокомпрессоры надежно работают при температуре всасываемого воздуха от минус 50 до плюс 50 °С и относительной влажности до 98 %.

Остов турбокомпрессора (рис. 112) состоит из корпуса компрессора 1, выхлопного корпуса 12 и газоприемного корпуса 15. Корпуса между собой сцентрированы посадочными буртами и соединены фланцами.

Корпуса представляют собой фасонные отливки из алюминиевого сплава и скреплены между собой шпильками. Газоприемный и выхлопной корпуса охлаждаются водой из системы охлаждения двигателя.

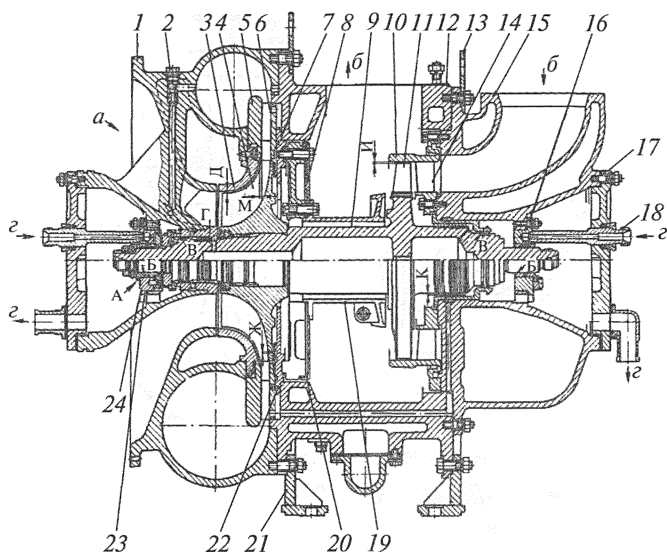


Рис. 112. Продольный разрез турбокомпрессора ТК30Н:

1 — корпус компрессора; 2 — пробка; 3 — вставка; 4 — колесо компрессора; 5 — плоская вставка; 6 — диффузор; 7 — резиновое кольцо; 8 — теплоизоляционный кожух; 9 — вал ротора; 10 — кожух; 11 — колесо турбины; 12 — корпус выхлопной; 13 — проушина; 14 — сопловой венец; 15 — корпус газоприемный; 16, 24 — подшипники скольжения; 17 — крышка; 18 — штуцер; 19 — кожух; 20 — экран; 21 — кронштейн; 22 — лабиринт; 23 — компенсатор; а — воздух; б — газы; з — масло; А, Б, В, Г, Д, Ж, И, К, М — зазоры

К фланцам выхлопного корпуса крепятся кронштейны 21, которыми турбокомпрессор устанавливается на двигателе.

Ротор турбокомпрессора состоит из рабочих колес турбины и компрессора, имеющих общий вал. Так как скорость вращения ротора порядка 18 000 об/мин, для устранения неуравновешенности ротор в обязательном порядке балансируют.

Лопатки колеса турбины 11 соединяются с диском сваркой или с помощью «елочного» замка. Крепление с помощью елочного замка позволяет заменять отдельные лопатки в случае их повреждения. Диск и лопатки турбины изготовлены из специальных жаропрочных сталей.

Колесо компрессора 4 представляет собой отливку из алюминиевого сплава, плотно насажено на вал ротора и зафиксировано от проворачивания шлицами, а от осевого смещения — гайкой.

С тыльной стороны колеса компрессора выполнены кольцевые выступы-гребешки, которые с небольшим зазором сопрягаются с кольцевыми впадинами на разъемном неподвижном лабиринте 22 и таким образом создают лабиринтное уплотнение, препятствующее утечкам сжатого воздуха из компрессора в газовую полость выхлопного корпуса. Вал ротора 9 по концам имеет закаленные цапфы, работающие в подшипниках скольжения 16 и 24. На конце вала со стороны компрессора установлена пята 25 (рис. 113), имеющая закаленную рабочую поверхность, через которую осевые усилия, действующие на ротор в направлении от турбины к компрессору, передаются на подшипник. Пята от проворачивания фиксируется штифтом.

На наружной цилиндрической поверхности пяты с импеллером 34 выполнена левая резьба, которая используется для навертывания съемника при снятии и установке пяты.

Шайба 31, закрепленная гайкой 29, ограничивает осевое перемещение (люфт) ротора. Шайба зафиксирована от проворота штифтом. Гайка 29 застопорена замочной пластиной 30, один конец которой расположен в пазу шайбы 31, другой — в пазу гайки.

Подшипники 16 и 24 (см. рис. 112) служат опорами ротора. Подшипник 24, расположенный со стороны компрессора, является опорно-упорным, т.е. он воспринимает как радиальные, так и осевые усилия. Он состоит (см. рис. 113) из стального корпуса 28, втулки 26 из высокооловянистой бронзы (марки ОСЦ8-12), упругой опоры 32 и подпятника 33. Корпус подшипника 28 имеет фланец с отверстиями для крепления, резьбовые отверстия для съемника, а также отверстия для подвода и отвода смазки. В корпусе подшипни-

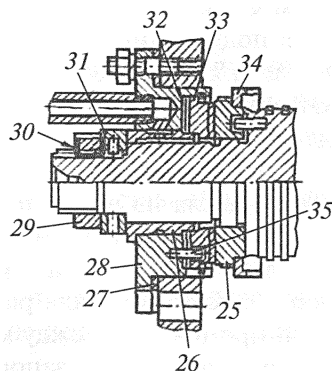


Рис. 113. Опорно-упорный подшипник 25 — пята; 26 — втулка; 27 — компенсатор; 28 — корпус подшипника; 29 — гайка; 30 — пластина замочная; 31 — шайба; 32 — упругая опора; 33 — подпятник; 34 — импеллер; 35 — штифт

ка установлена с радиальным зазором втулка 26, которая фиксируется от проворачивания двумя плоскими боковыми поверхностями, входящими с зазором в паз на корпусе подшипника. Упорной частью подшипника являются подпятник 33 из высокооловянистой бронзы и упругая опора 32.

Подпятник зафиксирован от проворачивания штифтом 35. Упругая опора состоит из набора тонких металлических пластин, между которыми во время работы заканчивается масло. Упругая опора компенсирует перекосы упорных торцов подпятника и пяты, возникающие при монтаже и работе.

Для улучшения подачи смазки к упорной поверхности подшипника во втулке 26 выполнена продольная канавка. Под фланец корпуса подшипника установлен компенсатор 27 — кольцо определенной толщины, обеспечивающее заданный осевой зазор между колесом компрессора и вставкой (зазор М, см. рис. 112).

Подшипник 16 (см. рис. 112), расположенный со стороны турбины, является опорным. Он состоит из стального корпуса и втулки из высокооловянистой бронзы. Корпус подшипника имеет резьбовые отверстия для съёмника, а также отверстия для подвода и отвода смазки. В конусе подшипника установлена втулка с радиальным и осевым зазорами, которая фиксируется от проворачивания двумя плоскими боковыми поверхностями, входящими с зазором в паз на корпусе подшипника. От осевого перемещения втулка фиксируется стопором, который крепится двумя болтами к корпусу подшипника.

Радиальный зазор между втулкой и корпусом подшипника в опорно-упорном и опорном подшипниках при работе заполняется маслом и служит для демпфирования колебаний ротора. Масло к подшипникам подается из системы смазки двигателя по штуцерам 18. Снаружи полости подшипников закрыты крышками 17. От внутренних полостей компрессора и турбины подшипники отделены уплотнениями.

Уплотнение со стороны компрессора (рис. 114) препятствует уносу масла из полости подшипника в компрессор. Оно состоит из двух упругих уплотнительных колец и пластинчатых гребешков, завальцованных на валу ротора. Уплотнительные кольца расположены в канавках вала ротора.

В промежуток между кольцами и гребешками из корпуса компрессора подводится запорный воздух, который компенсирует раз-

режение, возникающее на входе в колесо компрессора.

Уплотнительные кольца за счет своей упругости прижимаются ко втулке и во время вращения ротора остаются неподвижными.

В качестве дополнительной меры для предотвращения уноса масла из полости подшипника применяется импеллер, напрессованный на пяту (см. рис. 113).

Уплотнение со стороны турбины препятствует прорыву горячих газов из турбины в полость подшипника и предотвращает попадание масла в турбину из полости подшипника. Это уплотнение состоит из двух упругих уплотнительных колец и пластинчатых гребешков. Запорный воздух подводится в уплотнение из корпуса компрессора по сверлениям в выхлопном и газоприемном корпусах. Запорный воздух после уплотнения удаляется по сверлениям вала ротора во всасывающую полость компрессора.

Горячие газы, отработавшие в цилиндрах двигателя, пройдя между неподвижными направляющими лопатками соплового аппарата, попадают на лопатки колеса турбины. Сопловой аппарат направляет поток выходящего газа строго на лопатки турбины и при ремонте внимательно проверяется шаблонами его пропускная площадь.

Сопловой аппарат состоит из соплового венца 14 (см. рис. 112), несущего направляющие лопатки и кожуха 10, охватывающего венец и лопатки колеса турбины.

Диффузор 6 вместе со вставками 3 и 5 и межлопаточными каналами колеса компрессора 4 образует проточную часть компрессора. Он позволяет воздушному потоку без завихрений проходить в кольцевую полость компрессора.

Резиновое кольцо 7 устраняет зазоры между вставкой и диффузором, а также выполняет роль уплотнительной прокладки.

Теплоизоляционный кожух 8 защищает вал ротора от теплового излучения горячих газов и изолирует полости компрессора от горячих полостей турбины. Он состоит из кожуха 19 и экрана 20, соединенных болтами с лабиринтом 22.

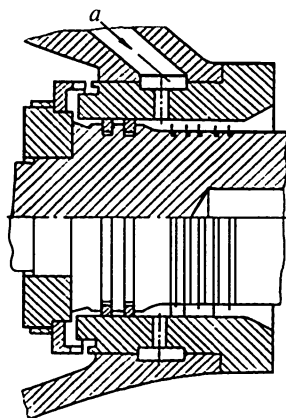


Рис. 114. Уплотнение со стороны компрессора:
а — воздух

Детали теплоизоляционного кожуха разъемные, это позволяет производить их сборку и разборку без снятия колеса компрессора с вала ротора. Плоскости разъема кожуха и экрана повернуты относительно друг друга на угол 90° , в результате чего собранный кожух имеет необходимую жесткость.

11.1.2. Воздухоохладитель

Для увеличения воздушного заряда цилиндров и, следовательно, повышения мощности дизеля воздух, нагретый в процессе сжатия его в турбокомпрессоре, необходимо охладить. При этом возрастает плотность воздуха, и, следовательно, количество поступившего в цилиндры воздуха увеличивается. Это позволяет при том же коэффициенте избытка воздуха ввести в цилиндр через форсунку большее количество топлива и таким образом получить большую мощность при тех же практически массивных и габаритных размерах двигателя.

По конструкции воздухоохладитель представляет собой радиатор (рис. 115). В сварном корпусе 2 в шахматном порядке расположены охлаждающие трубки, которые концами заделаны в нижней 10 и верхней 5 трубных досках. Доски притянуты к корпусу шпильками с упорными буртами, одновременно служащими для крепления верхней 3 и нижней 11 крышек. Внутри стальных свар-

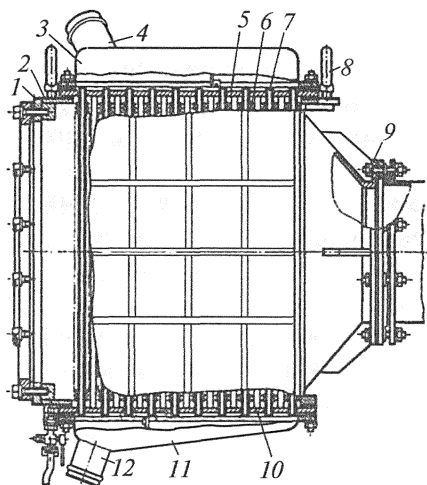


Рис. 115. Воздухоохладитель:
1 — фланец привалочный; 2 — корпус; 3 — крышка верхняя; 4 — патрубок отвода охлаждающей воды; 5 — верхняя трубная доска; 6 — охлаждающая проволоочная спираль; 7 — трубка охлаждающая; 8 — рым-болт; 9 — фланец; 10 — нижняя трубная доска; 11 — крышка нижняя; 12 — патрубок подвода охлаждающей воды

ных крышек имеются ребра жесткости и перегородки с уплотнительными резиновыми прокладками, которые обеспечивают трехходовую циркуляцию воды.

Вода циркулирует по трубкам, воздух омывает трубки снаружи. Для увеличения охлаждающей поверхности к трубкам охлаждения 7 припаяна проволочная спираль (оребрение). Вода из системы подводится к патрубку 12 нижней крышки 11, совершает три хода (вверх, вниз и снова вверх) по медным трубкам воздухоохладителя и далее через патрубок 4 в верхней крышке 3 направляется к радиаторам тепловоза. Горячий воздух поступает в воздухоохладитель через отверстие во фланце 9, обтекает снаружи оребренную поверхность трубок, отдает тепло протекающей по трубкам воде и, охлажденный до 66—70 °С, направляется через воздушные ресиверы дизеля в цилиндры.

11.1.3 Воздухоочиститель

Воздух, поступающий в цилиндры тепловозного дизеля, необходимо очистить от пыли и влаги. Для этого на тепловозах устанавливают специальные воздухоочистители.

Установленный воздухоочиститель компактен, создает малое сопротивление проходу воздуха, высокую степень очистки, способен задерживать мелкую пыль, а также удобен и прост в обслуживании.

На большинстве тепловозов устанавливают унифицированные самоочищающиеся маслопеночные воздухоочистители непрерывного действия, обеспечивающие высокую степень очистки и небольшое гидравлическое сопротивление проходу воздуха.

Воздухоочиститель установлен в машинном помещении на правой стенке кузова. В сварном корпусе 2 воздухоочистителя (рис. 116), обшитом металлическими листами, размещены вращающаяся 3 и неподвижные 6 фильтрующие кассеты. Первая ступень очистки — вращающаяся кассета, представляет собой сварной круглый каркас, в который помещены четыре секторообразных съемных фильтра (секции), изготовленные из стальной тканой сетки с различным диаметром проволоки и размером ячеек. Во время работы кассета вместе с секциями вращается вокруг оси 4 и секции по очереди устанавливаются против проема в стенке кузова, через который забирается воздух из окружающей среды; в этом проеме установлены створки жалюзи 10. В нижней части воздухоочистителя име-

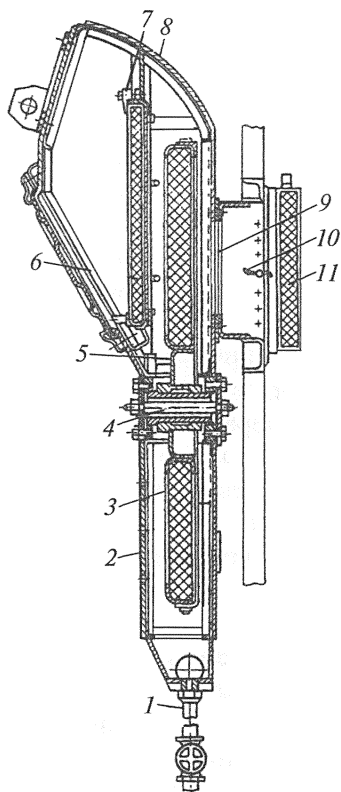


Рис. 116. Унифицированный воздухо-

очиститель непрерывного действия:

1 — труба сливная; 2 — корпус сварной;
3 — кассета фильтрующая вращающаяся;
4 — ось; 5 — колесо; 6 — кассета филь-
трующая неподвижная; 7 — зажим; 8 —
люк для выемки колеса; 9 — проем; 10 —
створки жалюзи; 11 — кассета наружная
дополнительной очистки воздуха

ется масляная ванна, в которую при работе тепловоза по очереди погружаются фильтрующие секции. При этом загрязненная секция промывается и одновременно покрывается масляной пленкой, а пыль оседает в масляной ванне; после выхода секций из ванны лишнее масло стекает вниз. Когда очищенная секция при вращении кассеты 3 поднимется вверх и установится

против проема в стенке кузова, она начнет выполнять роль воздушного фильтра: через нее проходит поток запыленного воздуха, засасываемого турбокомпрессорами. Кассета 3 с фильтрующими секциями при работе дизеля непрерывно поворачивается, и процесс замены фильтрующих элементов и дальнейшей очистки их в масляной ванне все время повторяется.

Фильтрующие секции набраны из металлических проволочных сеток, заключенных в стальную рамку. Секции вращающейся кассеты состоят из 14 сеточных слоев с размером ячейки $3,2 \times 3,2$ мм; их укладывают со смещением через одну, чтобы уменьшить площадь проходного сечения в направлении потока воздуха и повысить эффективность процесса очистки. Неподвижные фильтрующие кассеты 6 также набраны из проволочных сеток (18 слоев)

с размером ячеек $1,6 \times 1,6$ мм. Проходя последовательно через извилистые каналы набора сеток всех ступеней очистки, воздух изменяет направление движения, а частицы пыли сталкиваются с проволочками фильтрующих сеток, которые покрыты слоем масла. Попавшие на проволочки частицы пыли задерживаются масляной пленкой, и таким образом совершается процесс очистки воздуха. По ободу колеса вращающейся кассеты приварена металлическая зубчатая лента. Вращение кассеты позволяет значительно повысить пылеемкость очистителя, практически не влияя на его гидравлическое сопротивление.

Для заливки масла в ванну предусмотрена специальная заправочная горловина, а для спуска масла и конденсата сливная труба 1 с краном. Скопившуюся на дне масляной ванны грязь удаляют через люк в нижней части воздухоочистителя во время его очистки и промывки. В период эксплуатации необходимо контролировать уровень масла в корпусе воздухоочистителя по маслоуказателю. Нормально уровень масла должен находиться примерно на середине маслоуказателя, летом воздухоочистители заполняют дизельным маслом, а в холодное время года (при понижении температуры воздуха ниже -5°C) смесью 75 % дизельного масла и 25 % дизельного топлива.

Вращающаяся подвижная кассета поворачивается с частотой примерно 1 об/ч (в зависимости от частоты срабатывания ЗРД). Для ее вращения применен пневматический привод шагового типа (рис. 117). Воздух к приводу подводится от регулятора давления

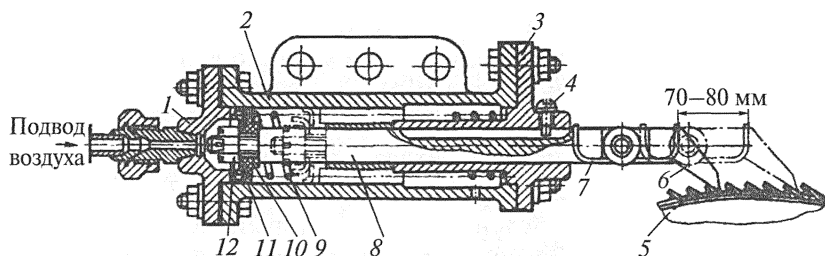


Рис. 117. Механизм привода вращающейся кассеты воздухоочистителя:
1 — крышка передняя; 2 — корпус; 3 — крышка задняя; 4 — штифт; 5 — колесо воздухоочистителя с зубчатой рейкой; 6 — упор; 7, 9 — пружины; 8 — шток; 10 — поршень; 11 — манжета; 12 — гайка

тормозного компрессора через отверстие в передней крышке 1. Подача воздуха происходит периодически в моменты, когда регулятор отключает компрессор, при этом поступивший в пневмоцилиндр сжатый воздух давит на поршень и перемещает его вместе со штоком 8 вправо. Упор, установленный на конце штока, воздействует на храповую зубчатую ленту, приваренную к ободу каркаса вращающейся кассеты, и колесо поворачивается. При последующем срабатывании регулятора давления воздух из цилиндра удаляется в атмосферу и поршень со штоком под действием пружины 9 возвращается в исходное положение. От поворачивания в обратном направлении колесо удерживается упором, который установлен на другой стороне колеса (на рис. 117 не показан). За один ход штока привода, т.е. за один цикл срабатывания регулятора давления вращающаяся кассета поворачивается на 70—80 мм по окружности.

Створки жалюзи в проеме стенки кузова (см. рис. 116) имеют ручной привод из машинного помещения. В теплое время года жалюзи должны быть открыты и воздух поступает из окружающей среды. При снегопадах, во время дождя и пыльных бурь, а также при температуре наружного воздуха ниже +5 °С необходимо перейти на забор воздуха из дизельного помещения. Для этого нужно открыть боковые дверки на корпусе воздухоочистителя, а затем закрыть жалюзи. Привод жалюзи сблокирован с боковыми дверками так, что работа с закрытыми одновременно жалюзи и дверками исключается. Забор воздуха из дизельного помещения допускается также при длительных стоянках тепловоза. При заборе воздуха из кузова тепловоза он очищается только в неподвижных фильтрующих кассетах. После воздухоочистителей воздух по патрубкам поступает к всасывающему каналу турбокомпрессора дизеля.

Для снижения уровня шума перед воздухоочистителем 4 установлен экранный глушитель шума 2 (рис. 118), рамка которого закреплена на капоте 3 на двух петлях 1 и запирается двумя замками 5. В рамке глушителя на рукоятках 8 и штырях 7 с поджимными пружинами 9 установлен экран 6, который может быть установлен относительно рамки в одно из положений «открыто» или «закрыто» поочередным вращением рукояток 8 до упора.

Эффективность очистки воздуха в воздухоочистителях оценивается отношением количества пропущенной пыли к общему коли-

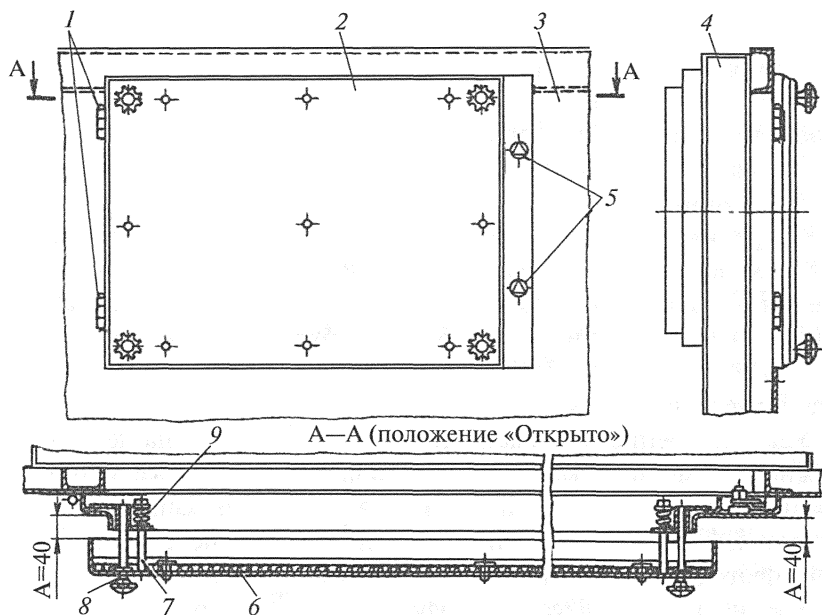


Рис. 118. Экранный глушитель шума при всасывании дизеля:
 1 — петли; 2 — экранный глушитель; 3 — капот тепловоза; 4 — воздухоочиститель; 5 — замки; 6 — экран; 7 — штыри; 8 — рукоятки; 9 — поджимные пружины

честву пыли, поступившей в очиститель с воздухом. Для маслоплечных воздухоочистителей непрерывного действия этот коэффициент составляет 1,5—2 %. Аэродинамическое сопротивление такого воздухоочистителя примерно 800 Па (80 мм вод. ст.); размеры механических частиц, пропускаемых воздухоочистителем к турбокомпрессору, не превышают 1 мкм.

Положение «открыто» ($A = 40$ мм) служит для забора воздуха снаружи, а положение «закрыто» ($A = 0$) для забора воздуха из дизельного помещения. При работе тепловоза в положении «закрыто» во избежание дымного выпуска и ненормальностей в работе турбокомпрессора должны быть открыты лючки на воздухоочистителе для забора воздуха из дизельного помещения.

11.2. Смазка

При работе локомотива у различных узлов и механизмов происходит взаимное перемещение соприкасающихся поверхностей деталей, при котором возникает трение. В результате трения детали изнашиваются. Сила трения направлена по касательной к поверхности трущихся деталей в сторону, противоположную движению. Сила трения, на преодоление которой затрачивается энергия, влияет на коэффициент полезного действия механизма, а от характера трения — износ поверхностей и соответственно срок службы механизма. Однако, трение может быть необходимо в том случае, когда оно применяется для передачи усилий (фрикционные передачи, тормозные системы и др.).

Удалить трение или уменьшить его воздействие на детали возможно с помощью смазочных материалов. Смазочные материалы предназначены для уменьшения интенсивности изнашивания и сил сопротивления в узлах трения, а также для обеспечения нормального функционирования систем, содержащих смазку.

Трение характеризуется коэффициентом, который определяет силу, возникающую в месте соприкосновения тел и препятствующую их относительному движению. Коэффициент трения зависит от шероховатости поверхностей, давления между поверхностями, взаимном притяжении молекул этих поверхностей.

В зависимости от характера относительного перемещения деталей различают трение скольжения и трение качения.

Смазочные материалы, применяемые на тепловозах, делятся на группы:

- моторные масла (уменьшают трение, охлаждают поверхности трения и удаляют продукты износа);
- трансмиссионные смазки (смазки, имеющие увеличенную способность к налипанию на деталь, но по причине своей вязкости конструктивно сложно их подать насосом к месту соприкосновения деталей);
- пластичные смазки (смазки, отличающиеся повышенной вязкостью и липкостью, применяются в негерметизированных узлах трения);
- масла для гидравлических систем (отличающиеся более высокой по сравнению с моторными маслами текучестью).

Моторные масла на тепловозе должны отвечать следующим требованиям:

- быть способными не изменять свою вязкость при повышении температуры, ведь масло должно при омывании трущихся поверхностей уносить тепло и создавать пленку достаточной толщины для скольжения деталей;

- масло не должно быть настолько вязким при понижении температуры окружающей среды (во время отстоя локомотива), что масляный насос при подготовке к запуску дизеля не сможет прокачать масло по трубопроводу и подать масло в места трения деталей;

- при работе дизеля температура не должна повлиять на химический состав масла, оно не должно окисляться или разделяться на фракции (составные части);

- масло в процессе работы узлов должно уносить на фильтрующий элемент частицы износа;

- масло должно при прохождении по нагретым деталям смывать различные отложения, которые постепенно появляются там.

И конечно, масло является защитой от коррозии.

Вязкость — это внутреннее трение жидкости, она определяет меру текучести. От вязкости зависит величина коэффициента трения. Для каждого конкретного узла трения необходимо подбирать масло строго определенной вязкости. Ведь недостаточная вязкость масла приводит к возникновению сухого трения, нагреву трущихся деталей, их усиленному износу. А если вязкость будет высока, то будет сложно подать масло в места трения, отфильтровать масло от продуктов износа деталей, потребуется более мощный насос и большее количество фильтров, соответственно уменьшится коэффициент полезного действия механизма или машины. В ремонте можно встретить выражение «зазор на масло», таким образом проверяются с помощью шупов зазоры на различных сопряженных деталях. И этот зазор непосредственно связан со свойствами масла. Если зазор увеличивается, то масляная пленка не успевает удерживаться на поверхностях сопряженных деталей. В этом случае детали начинают интенсивно изнашиваться, увеличивается износ, мелкие частички продуктов износа не успевают уноситься потоком масла и становятся своего рода абразивом, который еще более усугубляет износ.

Вязкость меняется при изменении температуры. При повышении температуры вязкость уменьшается, при понижении — увеличивается. Наиболее качественные масла меняют свои характеристики постепенно и плавно. Кинематическая вязкость моторного масла показывает именно «степень густоты» моторного масла. Она измеряется в сСт (сантиСтоксы или $\text{мм}^2/\text{с}$, $1 \text{ сСт} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$).

Почти на всех дизелях, установленных на тепловозах, применяются масла, имеющие вязкость 12; 14 и 20 сСт при температуре 100 °С.

Температура вспышки, являющаяся одним из проверяемых параметров масла, показывает опасность воспламенения масла при нагреве. По понижению температуры вспышки можно судить о наличии в масле дизельного топлива. А наличие топлива показывает, что топливо не сгорело в цилиндре. Почему же оно не сгорает? Дело в том, что форсунка, впрыскивая топливо, не образует качественного распыла. Топливо через отверстия в сопловом наконечнике вылетает и попадает на стенки цилиндра. Полностью на стенках оно не сгорает и постепенно стекает в картер. Так и получается разжижение масла топливом. Начинает падать давление в масляной системе, ухудшается отвод тепла от деталей, трение скольжения постепенно переходит в граничное трение, и, если бы в электрической схеме тепловоза не стояло реле давления масла, очень легко можно было бы заклинить двигатель.

Механические примеси и вода. Механические примеси — это инородные тела, которые находятся в масле (пыль, ржавчина, песок, частицы металла и т.д.) во взвешенном состоянии или осадке. Грязь, песок, пыль могут попасть в масло при заправке или при ненадлежащем хранении.

Механические примеси приводят к износу деталей, увеличивают нагарообразование, засоряют фильтра. Эти примеси выполняют роль абразива между деталями. По наличию примесей можно судить о степени износа деталей двигателя. Рассмотрев состав примесей, можно определить, какой узел двигателя начинает интенсивно изнашиваться. В различных узлах двигателя применяются металлы различных составов, соответственно, с различным содержанием легирующих примесей. Если рассмотреть примеси, находящиеся в масле, с помощью спектрографа, то можно с большой степенью вероятности указать на узел, начавший интенсивно из-

нашиваться. В работе допускается содержание механических примесей до 0,08 %.

Вода в масле ухудшает его смазочные свойства, вызывает коррозию металлических частей. А зимой мелкие кристаллики льда способны забить фильтра. Вода тяжелее масла и при попадании в картер дизеля уходит вниз. Поэтому перед запуском тепловоза воду можно удалить, открыв сливной кран. Из крана может выйти как вода, так и водомасляная эмульсия. Обычно эмульсия появляется в «старом», долго работавшем масле. Но откуда вода появляется? Она попадает в масло из системы охлаждения через неплотности, прорывы уплотнительных колец. Вода, взаимодействуя в масле с различными присадками, легко осаждает вещества присадок. И присадки, предназначенные улучшать качество масла, оседают на фильтрах или картере дизеля.

Коксуемость масла — важный показатель качества масла. Она показывает способность масла разлагаться под действием высоких температур с образованием твердых осадков.

Зольность масла показывает наличие минеральных веществ и, как правило, по этому показателю контролируют содержание присадки в масле. Если зольность масла маленькая, это значит, что присадка добавлена в малом количестве.

Анализ масла из системы дизеля забирается при каждом техническом обслуживании ТО-3 с определением вязкости, содержания механических примесей, воды и температуры вспышки.

Основными браковочными признаками дизельного масла являются:

Параметр	М-14Г	М-14Б	М-14В2
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, К(°C), ниже	443 (170)	443 (170)	443 (170)
Кинематическая вязкость при температуре 373 К (100 °C):			
более	16,5	16,5	16,5
менее	11,5	11,5	11,5
Содержание, %, более:			
механических примесей	0,08	0,08	0,08
воды	0,05	0,05	0,05
Кислотное число, мг КОН на 1 кг масла, более	0,5	0,5	—

Более подробно о характеристиках масла и его браковочных нормах указано в руководстве по эксплуатации дизель-генератора.

При обнаружении одного из указанных показателей браковочных норм дизельное масло подлежит полной замене с промывкой и очисткой картера дизеля.

При наличии в дизельном масле механических примесей более 0,08 % и пробеге от замены масла менее установленной нормы необходимо заменить фильтрующие элементы фильтров тонкой очистки и промыть центрифугу. Если после принятых мер за 50 ч работы механические примеси в дизельном масле не уменьшаются, то масло требуется заменить с промывкой системы.

При обнаружении в дизельном масле воды более браковочных норм надо провести повторный отбор масла при остановленном дизеле, предварительно слив от 20 до 30 кг масла из картера. Если при повторном анализе вновь обнаружено содержание воды более нормы или при периодическом сливании отстоя из сливной трубы картера потечет эмульсия (вода с маслом), масло подлежит замене с выяснением причин попадания воды в масло.

При увеличении уровня масла в картере двигателя надо немедленно выяснить причину и устранить неисправности. Повышение уровня масла свидетельствует о попадании в масло топлива или воды.

Анализ компрессорного масла проводится на каждом втором ТО-3. При анализе определяется содержание механических примесей, которых должно быть не более 0,08 %. В случае содержания механических примесей более 0,08 % масло требуется слить и заменить свежим независимо от продолжительности его работы.

Через один текущий ремонт ТР-1 отбирается проба смазки для анализа из обеих букс одной колесной пары каждой тележки. Браковочными признаками масла являются: наличие кислотного числа в мг КОН на 1 кг масла более 0,45 %; содержание механических примесей более 0,45 % и воды более 1 %.

Браковочными признаками консистентной смазки являются: кислотное число в мг КОН на 1 кг смазки более 0,5 %; содержание механических примесей более 0,5 % (песок и металлические частицы не допускаются), содержание воды более 1 %; температура каплепадения ниже 398 К (273 °С).

Система смазки

Система смазки на тепловозе ТЭМ18ДМ предназначена для уменьшения потерь на трение, износа деталей дизеля, отвода теп-

ла от узлов трения, удаления продуктов износа и частиц нагара. В качестве смазочного материала для дизеля используется моторное масло, которое должно постоянно очищаться от посторонних примесей, образующихся в процессе работы тепловоза, а также охлаждаться. Все эти требования обеспечивает система смазки.

Схема системы смазки дизеля показана на рис. 119. Масло в картер дизеля заправляется через заливную горловину Г с фильтром Ф7, встроенную в корпус маслоочистителя центробежного Ф6 или под давлением через сливную трубу 11.

Уровень масла в картере дизеля проверяется маслоизмерительным щупом А9, установленным в раме со стороны топливного насоса.

Из картера через сетку нижнего маслосборника Ф1 по каналу 1 масло поступает во всасывающую полость насоса Н1 и нагнетается по трубе 2 в фильтр масла грубой очистки Ф2, затем по трубе 4 на фильтр полнопоточный Ф3 и далее по трубе 5 масло поступает на охладитель водомасляный АТ, установленный на дизеле, а с него к масляной магистрали 6 дизеля.

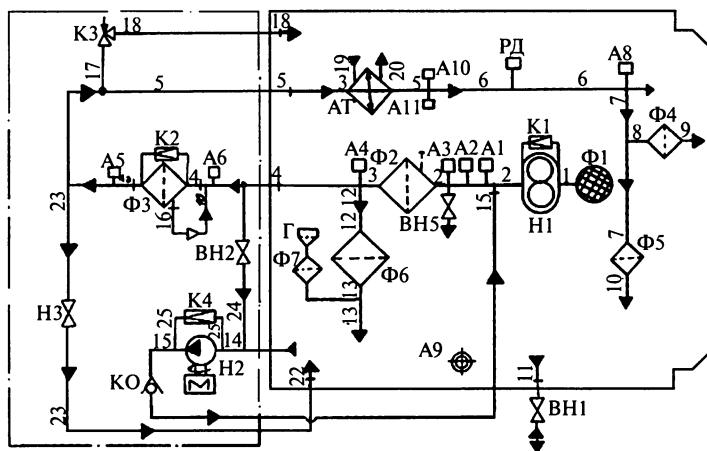


Рис. 119. Схема смазки дизеля:

А1—А9 — бонки; АТ — охладитель водомасляный; ВН1—ВН5 — вентили; Г — заливная горловина; К1—К5 — клапаны; КО — клапан невозвратный; Н1 — насос масляный; Н2 — насос маслопрокачивающий; РД — датчик — реле давления; Ф1 — сетка нижнего сборника; Ф2 — фильтр масла грубой очистки; Ф3 — фильтр масла полнопоточный; Ф4 — фильтр масляный; Ф5, Ф7 — фильтры; Ф6 — маслоочиститель центробежный

На магистрали 6 установлен датчик — реле давления РД.

По трубам 7, 8 и 9 через Ф4 масло поступает к подшипникам турбокомпрессора, а через фильтр Ф5 по трубе 10 к валу привода топливного насоса и далее в топливный насос, откуда сливается в картер дизеля.

Давление в масляной системе поддерживается не выше 0,44 МПа (4,5 кгс/см²). Для поддержания такого уровня давления масла (особенно на холодном масле) в системе установлен регулирующий клапан К3, отрегулированный на давление 0,294 МПа (3 кгс/см²). При повышении давления в системе свыше 0,539 МПа (5,5 кгс/см²) масло через клапан перепускной К1, встроенный в масляный насос Н1, перепускается из нагнетательной полости во всасывающую.

Для подключения электроманометра и электротермометра служит резьбовое отверстие под штуцер А8 и бонка А1, а для подключения термореле — бонка А2.

Для периодических замеров давления масла устанавливаются бонки А3, А4, А5, А6, А7 для подключения манометров.

По трубе 14 масло из картера дизеля отводится к насосу маслопрокачивающему Н2 и нагнетается по трубе 15 через невозвратный клапан К0 в фильтр масла Ф2 и далее согласно схемы в дизель. Клапан разгрузочный обратный К4 отрегулирован на давление 0,255 МПа (2,6 кгс/см²).

Из застойных зон труб до фильтра масла полнопоточного и после него слив масла в картер осуществляется по трубам 23 и 24 через вентили ВН3 и ВН2, а из картера масло сливается по трубе 11 через вентиль ВН1.

В корпус фильтра масла полнопоточного Ф3 встроены клапаны перепускные К2 отрегулированные на перепад давления 0,18 МПа (1,8 кгс/см²). По трубе 16 производится выпуск воздуха из фильтра масла полнопоточного.

Для отбора проб масла на анализ установлен вентиль ВН5.

Данная система содержит (рис. 120): масляный насос 17, водомасляный теплообменник 11, фильтр грубой очистки масла 5, полнопоточный фильтр тонкой очистки масла 1, терморегулятор 3, центробежный маслоочиститель 12, маслопрокачивающий насос 14, приводимый электродвигателем 15, трубопроводы с арматурой. Кроме того, имеются бак 9 объемом 80 л для хранения запаса масла, а также аппаратура для измерения его давления и температуры.

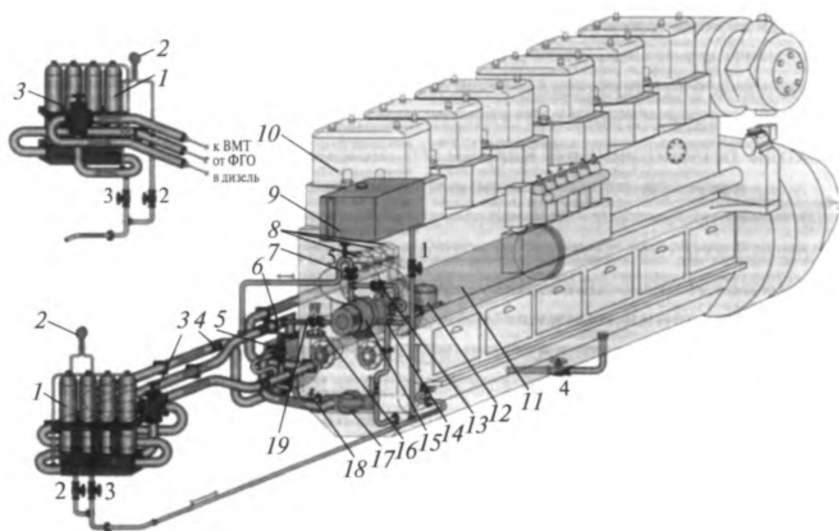


Рис. 120. Система смазки тепловоза:

1 — полнопоточный фильтр тонкой очистки масла; 2 — манометр; 3 — терморегулятор; 4 — дюритовый рукав; 5 — фильтр грубой очистки масла; 6 — перепускной клапан на 3 кгс/см²; 7 — обратный клапан; 8 — термореле; 9 — бак запаса масла; 10 — дизель; 11 — водомасляный теплообменник; 12 — центробежный маслоочиститель; 13 — разгрузочный клапан на 2,6 кгс/см²; 14 — маслопрокачивающий насос; 15 — электродвигатель; 16 — регулирующий клапан; 17 — масляный насос; 18 — датчик; 19 — реле давления масла;
1—5 — номера вентиляей

Основным резервуаром системы смазки служит картер дизеля, в который заливается 430 кг масла.

Смазка дизеля — принудительная, осуществляется при помощи масляного шестеренчатого насоса 17, установленного на дизеле. Масло забирается насосом из картера дизеля и подается сначала в фильтр грубой очистки 5, а затем — в полнопоточный фильтр тонкой очистки 1. После этого фильтра масло поступает в терморегулятор 3. Если температура масла ниже 75 °С, то оно из терморегулятора направляется в масляную магистраль дизеля.

Когда масло нагреется до 75 °С, терморегулятор увеличивает его перепуск через водомасляный теплообменник 11. Соотношение масла, проходящего непосредственно в дизель и через теплообменник, изменяется до тех пор, пока температура не достигнет 85 °С.

Только в этом случае терморегулятор в полном объеме начнет перепускать масло через теплообменник в дизель.

Масло к центробежному маслоочистителю (центрифуге) 12 отбрасывается из нагнетательной линии после фильтра грубой очистки 5, проходя регулирующий клапан 16, исключаящий работу центрифуги во время запуска дизеля и при малом давлении масла. Масляный насос 17 в нагнетательном трубопроводе создает давление не более $5,5 \text{ кгс/см}^2$, на которое настроен разгрузочный клапан, размещенный непосредственно в насосе. В случае превышения отмеченного давления разгрузочный клапан перепустит избыток масла из нагнетательной полости во всасывающую.

Маслопрокачивающий насос 14 служит для предпусковой прокачки масла через систему, чтобы уменьшить износ трущихся деталей дизеля в период его пуска. На стороне напора за насосом установлен обратный клапан 7, который препятствует перетеканию масла через маслопрокачивающий насос в картер дизеля из напорной линии системы, когда дизель работает, а насос остановлен. Чтобы предохранить электродвигатель маслопрокачивающего насоса, при работе на холодном масле предусмотрен разгрузочный клапан 13, отрегулированный на давление $2,6 \text{ кгс/см}^2$. Клапан перепускает масло из нагнетательного трубопровода за маслопрокачивающим насосом во всасывающий, когда давление превышает указанное.

Для поддержания более стабильного давления масла на перепускном трубопроводе его отвода от полнопоточного фильтра к дизелю размещен перепускной клапан 6 на 3 кгс/см^2 . В случае превышения этого давления за полнопоточным фильтром клапан 6 перепускает часть масла в картер дизеля. Для защиты дизеля от пониженного давления масла предусмотрен датчик-реле давления масла 19. Он останавливает работу дизеля при падении давления масла на его входе до $1,5^{+0,1} \text{ кгс/см}^2$. Давление масла в системе контролируется электроманометром, датчик которого расположен на седьмой опоре распредвала дизеля.

На трубопроводе масла между водомасляным теплообменником и дизелем расположено термореле 8, обеспечивающее автоматическое поддержание температуры масла.

Датчик 18 электротермометра установлен на нагнетательном трубопроводе сразу после масляного насоса дизеля. Этот датчик обеспечивает дистанционный контроль температуры масла по электротермометру на пульте машиниста.

В полнопоточном фильтре 1 масло очищается сменными фильтрующими элементами типа «Нарва 6-4». Манометр 2 служит для контроля перепада давления масла до полнопоточного фильтра и за ним. По показаниям этого манометра можно судить о степени загрязненности фильтра.

Полнопоточный фильтр тонкой очистки масла содержит следующие основные части (рис. 121): основание корпуса 5, четыре корпуса 7 и фильтрующие элементы 6 типа «Нарва 6-4». К основанию корпуса 5 крепятся шпильками четыре корпуса 7. Основания всех корпусов уплотняются резиновыми кольцами.

В корпуса 7 ввернуты перепускные клапаны тарельчатого типа, предохраняющие фильтрующие элементы от разрушения при повы-

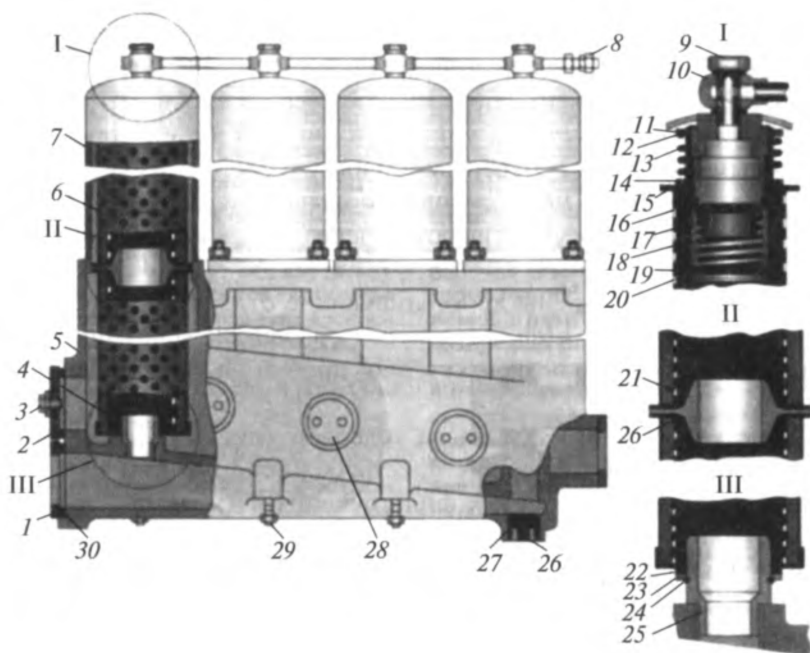


Рис. 121. Полнопоточный фильтр тонкой очистки масла:

1, 2 — фланцы; 3 — пробка; 4, 6 — фильтрующие элементы; 5 — основание корпуса; 7 — корпус; 8 — гайка; 9 — болт; 10 — труба; 11, 20, 24 — стопорные кольца; 12, 14, 19, 23 — шайбы; 13, 18 — пружины; 15, 22 — уплотнительные кольца; 16 — корпус перепускного клапана; 17 — клапан; 21 — опора; 25 — стакан; 26 — уплотнение; 27, 28 — заглушки; 29 — шпилька; 30 — прокладка

шении перепада давления. Начало открытия перепускного клапана наступает при перепаде давления масла 1,6—1,8 кгс/см². Нижние фильтрующие элементы устанавливаются на стакан 25. Основанием фильтрующего элемента является центральная стальная перфорированная труба. Она служит опорой для фильтрующей шторы и обеспечивает отвод очищенного масла из фильтрующего элемента.

Фильтрующая штора, имеющая форму цилиндра, изготовлена из листового пористого материала с расположением складок в двух направлениях — поперек и вдоль образующей, что увеличивает фильтрующую поверхность. От механических повреждений штору защищает наружная картонная обечайка с отверстиями по всей поверхности. Торцовые стальные крышки скрепляют детали фильтрующего элемента между собой. Засорившиеся фильтрующие элементы заменяют новыми и промывке не подлежат. Между фильтрующими элементами установлена опора 21.

Фильтрующие элементы поджимаются через металлическую шайбу 14 пружиной 13, которая упирается в шайбу 12, стопорящуюся стопорным кольцом 11. Перепускной клапан состоит из корпуса 16, пружины 18, шайбы 19, стопорного кольца 20 и клапана 17. Подвод и отвод масла осуществляются через отверстия в основании корпуса.

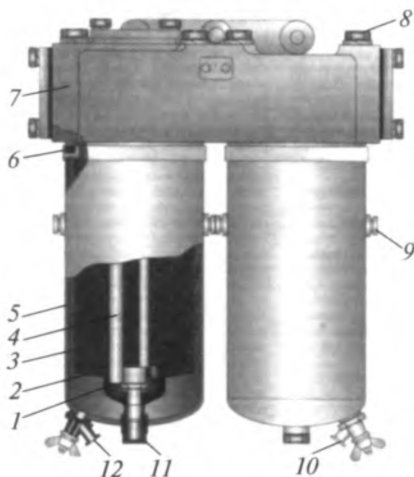
В болтах 9 выполнены дросселирующие отверстия. Контролируют наличие масла в фильтре перед разборкой через пробку 3. Сливают масло из фильтра открытием пробки на подводящем трубопроводе.

Фильтр грубой очистки масла содержит (рис. 122): крышку 7, два корпуса 5 и фильтрующие пакеты 3. Фильтрующий пакет состоит из стержня 4, сетчатых фильтрующих элементов 2 и стакана 1. Стыки корпусов и крышки уплотняются резиновыми кольцами 6. Фильтрующий пакет в корпусе крепится гайкой и фиксируется от поворота срезом на стержне и выступом на бонке, приваренной к корпусу.

Резиновым стаканом 1 фильтрующие элементы прижаты к верхней части стержня и друг к другу. Масло по каналу в крышке поступает к фильтрующим элементам. Посторонние частицы оседают на сетках фильтрующих элементов, а очищенное масло по пазам в стержне и отверстию в крышке выходит из фильтра. Спускной кран 10 предназначен для слива из фильтра грязного масла. Цап-

Рис. 122. Фильтр грубой очистки масла:

1 — стакан; 2 — фильтрующий элемент; 3 — фильтрующий пакет; 4 — стержень; 5 — корпус фильтра; 6 — резиновое кольцо; 7 — крышка фильтра; 8 — пробка; 9 — цапфа; 10 — спускной кран; 11 — опора



фы 9 на корпусе служат для установки приспособления, облегчающего монтаж и демонтаж фильтра.

Терморегулятор масла типа РТП-80М имеет следующее устройство (рис. 123). Крышка 8 соединена болтами через прокладку 12 с корпусом 1. Нижняя часть крышки служит седлом для клапана 2, который в положении «перепуск» закрыт. Клапан 2 перемещается двумя термобаллонами 15 с твердым наполнителем. Один из термобаллонов опирается на клапан 2, а другой — на упор 3. Гильза 4, имеющая пазы и завальцованный на ней упор 11, опирается на пружину 6.

Пружина перегрузки установлена на упор 13, который, в свою очередь, упирается в стопорное кольцо 14. В начальное положение (температура масла до 75 °С) клапан 2 возвращает пружина 5, опирающаяся на упор 7. При необходимости регулирование осуществляется винтом 10. Для герметизации винта 10 служит сальник 9.

Принцип действия регулятора температуры РТП-80М основан на перемещении клапана 2 в зависимости от изменения объема наполнителя термобаллонов 15, пропорционально регулируемой температуре. Заданное значение регулируемой температуры автоматически поддерживается перепуском масла. Соотношение его количества, поступающего в магистраль дизеля или водомасляного теплообменника, определяется заданной температурой, устанавливаемой винтом 10.

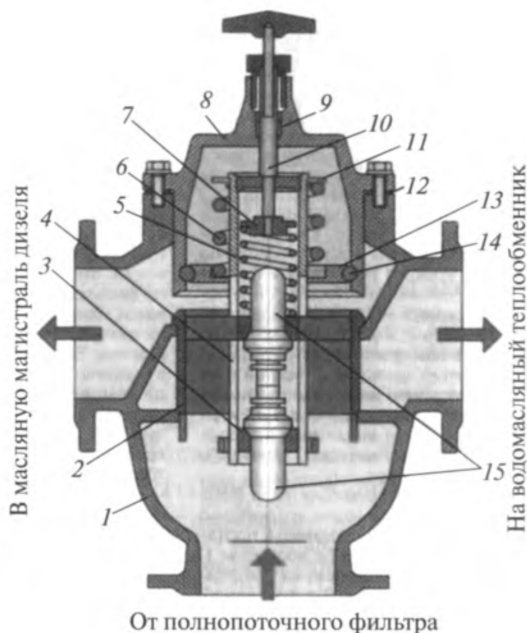


Рис. 123. Регулятор температуры масла типа РТП-80М:

1 — корпус; 2 — клапан; 3, 7, 11, 13 — упоры; 4 — гильза; 5, 6 — пружины; 8 — крышка; 9 — сальник; 10 — винт; 12 — прокладка; 14 — упорное кольцо; 15 — термобаллон

В случае повышения температуры масла, выходящего из полнопоточного фильтра, клапан 2 перемещается вверх термобаллонами 15 за счет увеличения объема наполнителя. Подъем клапана 2 увеличивает подачу масла в водомасляный теплообменник. Когда температура масла понижается, процесс идет в обратном направлении — клапан 2 опускается вниз и пропускает масло в масляную магистраль дизеля.

Водомасляный теплообменник расположен на тепловозе справа от дизеля. Охлаждающая секция теплообменника состоит (рис. 124) из трубных досок 1 и 10. В отверстия досок запрессованы шестьдесят оребренных трубок 4, по которым проходит вода, охлаждающая масло. Чтобы повысить эффективность теплообмена, на трубках предусмотрены сегментные перегородки 7, изменяющие двенадцать раз направление потока охлаждаемого масла, омывающего трубки. Сегментные перегородки 7 уплотняются заполнителями 15. Поверхности соединения корпуса 6, подвижной трубной доски 10 и крышки 11 уплотнены кольцами 16, изготовленными из специальной резины.

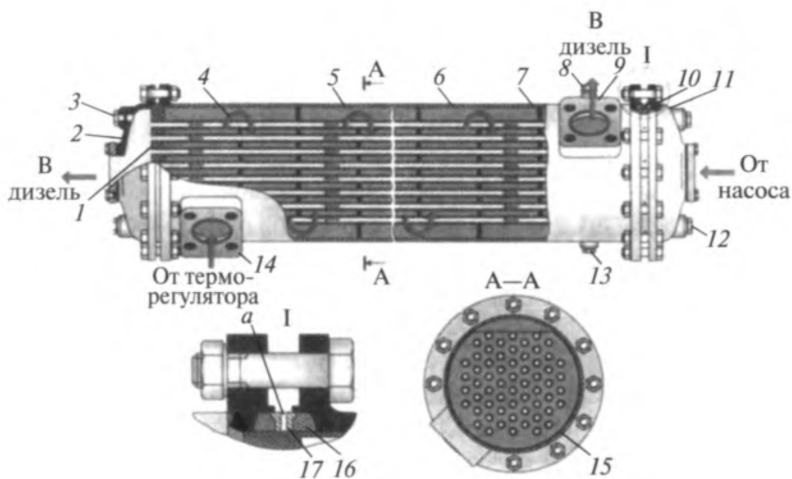


Рис. 124. Водомасляный теплообменник:

1, 10 — трубные доски; 2, 11 — крышки; 3, 8, 12, 13 — пробки; 4 — трубки; 5, 6 — корпус; 7 — перегородка; 9, 14 — патрубки; 15 — наполнитель; 16 — уплотнительное кольцо; 17 — промежуточное кольцо; *a* — контрольное отверстие

Между резиновыми кольцами установлено стальное кольцо 17, которое имеет отверстия *a* (см. рис. 124) для контроля состояния уплотнения. Если оно нарушится, то через эти отверстия будет выделяться масло или охлаждающая вода. Пробки 3 и 8 предназначены для выпуска воздуха из полостей охладителя, а пробки 12 и 13 — для слива воды и масла соответственно. Вода в охладитель подается по патрубку крышки 11, проходит по трубкам охлаждающей секции и выходит через патрубок крышки 2. Масло в теплообменник поступает по патрубку 14, протекает по теплообменнику и выходит через патрубок 9.

Заправку маслом необходимо осуществлять при остановленном дизеле через заправочную горловину, расположенную на корпусе центробежного маслоочистителя 12 (см. рис. 120). Чтобы заполнить всю систему смазки, следует после заправки картера дизеля включить маслопрокачивающий насос 14. При полностью заправленной системе уровень масла в картере дизеля должен соответствовать верхней риске масломерного щупа при работающем маслопрокачивающем насосе. Для выпуска воздуха из системы смазки служит пробка на корпусе водомасляного теплообменника 11.

Пополнять масляную ванну дизеля из бака запаса масла 9 следует при неработающем дизеле. Для этого надо открыть вентиль 1 (см. рис. 120). После достижения необходимого уровня (по масломерному шупу) вентиль необходимо закрыть. Вентиль 5 (см. рис. 120) служит для отбора масла на анализ.

Заправлять маслом регулятор частоты вращения вала дизеля надлежит после предварительной его фильтрации через шелковое полотно и промывки масляной ванны регулятора. Перед заправкой рекомендуется предварительно прогреть масло до температуры 60—70 °С.

Для слива масла снимают заглушку на конце сливной трубы, установленной между передней тележкой и топливным баком с правой стороны тепловоза. Открывают все вентили и краны системы смазки, выворачивают пробку 8 (см. рис. 124) на корпусе водомасляного теплообменника. После полного слива масла закрывают спускные вентили и краны, пробку вворачивают, заглушку ставят на место.

Масляный насос (рис. 125) шестеренного типа, односекционный, нереверсивный.

Масляный насос представляет собой корпус 21 с двумя цилиндрическими расточками для рабочих шестерен. Корпус закрыт планкой 13 и крышкой 10, положение которых относительно корпуса зафиксировано штифтами 23. В планку и крышку запрессованы втулки 15, служащие опорами шестерен. Стыки корпуса насоса с планкой и крышкой уплотняются прокладками.

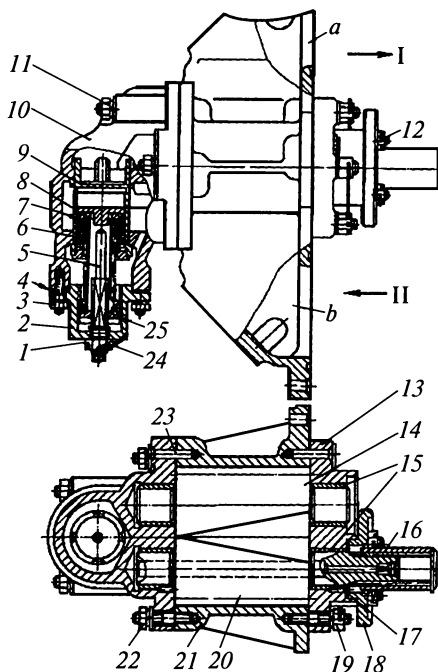
Ведомая 14 и ведущая 20 шестерни выполнены за одно целое с цапфами. Цапфы шестерен смазываются маслом, поступающим из нагнетательной полости насоса.

Ведущая шестерня 20 приводится во вращение соединительной муфтой 16. Насос центрируется с корпусом привода при помощи центрирующей втулки 18.

Для поддержания заданного рабочего давления нагнетательная полость насоса снабжена демпфирующим устройством. Клапанный механизм размещен в крышке и состоит из клапана 9, поршня 6, пружины 7, втулки 8, стержня 5, крышки 2, пробки 25, гайки 1.

Стержень 5 служит для вращения пробки 25 во время регулировки жесткости пружины 7.

Рис. 125. Насос масляный:
 1, 3, 12, 19, 22 — гайки; 2, 10 —
 крышки; 4 — прокладка; 5 —
 стержень; 6 — поршень; 7 — пружина;
 8, 15 — втулки; 9 — клапан;
 11 — шпилька; 13 — планка; 14 —
 шестерня ведомая; 16 — муфта
 соединительная; 17 — винт; 18 —
 втулка центрирующая; 20 — шес-
 терня ведущая; 21 — корпус; 23 —
 штифт; 24 — пломба; 25 — пробка;
 а — нагнетательная полость;
 б — всасывающая полость; I —
 выход масла; II — вход масла



При повышении давления масла поршень 6, сжимая пружину 7, перемещается вместе с клапаном 9 до упора в стержень 5. При увеличении давления свыше $539+48,0$ кПа ($5,5+0,5$ кгс/см²) перемещается только клапан 9 и сообщает нагнетательную полость а со всасывающей б, при этом обеспечивается перепуск масла.

При уменьшении давления масла в системе клапан под действием пружины опускается в седло. Благодаря зазору между поршнем и торцом стержня, а также вследствие одновременного упора пружины в поршень и клапан посадка клапана на седло происходит без резкого удара.

В системе смазки дизеля использован центробежный маслоочиститель (рис. 126).

Центробежный маслоочиститель устанавливается на раме дизеля.

Подача масла к центробежному маслоочистителю осуществляется от масляного насоса.

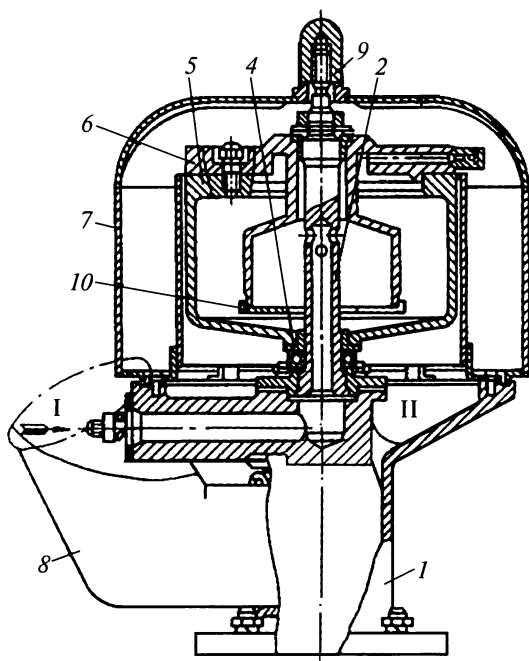


Рис. 126. Маслоочиститель центробежный:
 1 — корпус; 2 — ось;
 4 — упорный подшипник;
 5 — барабан ротора;
 6 — крышка ротора;
 7 — кожух;
 8 — горловина; 9 — гайка глухая;
 10 — крышка;
 I — вход грязного масла;
 II — выход очищенного масла

Очистка масла происходит в барабане 5 ротора, вращающегося на оси под действием реактивных сил, возникающих от струй очищенного масла, вытекающих через сопла. Очищенное масло по внутренним стенкам корпуса 1 стекает в раму дизеля.

11.3. Водяная система

Водяная система тепловоза предназначена для поддержания оптимальной температуры узлов и деталей дизеля, а также масла и наддувочного воздуха с последующим рассеиванием отбираемого тепла в атмосферу. Если детали дизеля недостаточно охлаждаются, то они перегреваются, масло выгорает, понижается его вязкость, оно окисляется. Этому сопутствуют увеличение трения между деталями и преждевременный выход их из строя.

Следует отметить, что масло, как и вода, отводит тепло от деталей дизеля и, кроме того, осуществляет основную свою функцию — смазку трущихся поверхностей деталей, поэтому его перегрев может привести к уже перечисленным последствиям. Не-

достаточное охлаждение наддувочного воздуха вызывает потерю мощности дизеля из-за уменьшения массы заряда нагретого воздуха по сравнению с охлажденным.

Переохлаждение воды, масла, наддувочного воздуха также отрицательно сказывается на дизеле. Если он холодный, то топливо плохо распыляется и сгорает, конденсируется на стенках цилиндров, смывает с них масло и, проникая в картер, разжижает находящуюся основную массу масла. Холодная вода способствует появлению термических трещин в цилиндрических втулках дизеля при его предельном нагреве. Остывшее масло густеет, вызывая увеличение механических потерь. Поэтому поддержание необходимого температурного режима дизеля — важное условие его надежной и экономичной работы.

Водяная система (рис. 127) тепловоза содержит два контура: один служит для охлаждения воды и масла дизеля, другой — для охлаждения наддувочного воздуха. Система охлаждения (см. рис. 127) открытого типа — контуры охлаждения воды дизеля и масла, а также охлаждения наддувочного воздуха сообщаются с атмосферой через расширительный бак 15, который является общим для обоих контуров.

В контур охлаждения дизеля и масла (горячий контур) входят: дизель 19 с турбокомпрессором 21, насосом 13 центробежного типа и водомасляным теплообменником 16, охлаждающие водяные секции 7 и трубопроводы с арматурой. Контур охлаждения наддувочного воздуха (холодный контур) содержит насос 12, воздухоохладитель 20, охлаждающие секции 1 и трубопроводы с арматурой.

В горячем контуре вода из нижнего коллектора радиаторных секций 7 засасывается насосом 13 и нагнетается в водомасляный теплообменник 16, где забирает тепло от масла дизеля. Далее вода нагнетается в блок дизеля, проходит по водяным полостям, охлаждает цилиндрические втулки, по переходным отверстиям уходит в крышки цилиндров, охлаждает их и через переходники поступает в коллектор горячей воды 17, откуда вода направляется в верхний коллектор радиаторных секций 7. В отмеченных секциях вода охлаждается и снова засасывается водяным насосом, тем самым обеспечивая непрерывный процесс циркуляции.

Дополнительно вода по ответвлению от трубопровода, ведущего от водомасляного теплообменника 16 к дизелю, нагнетается в тур-

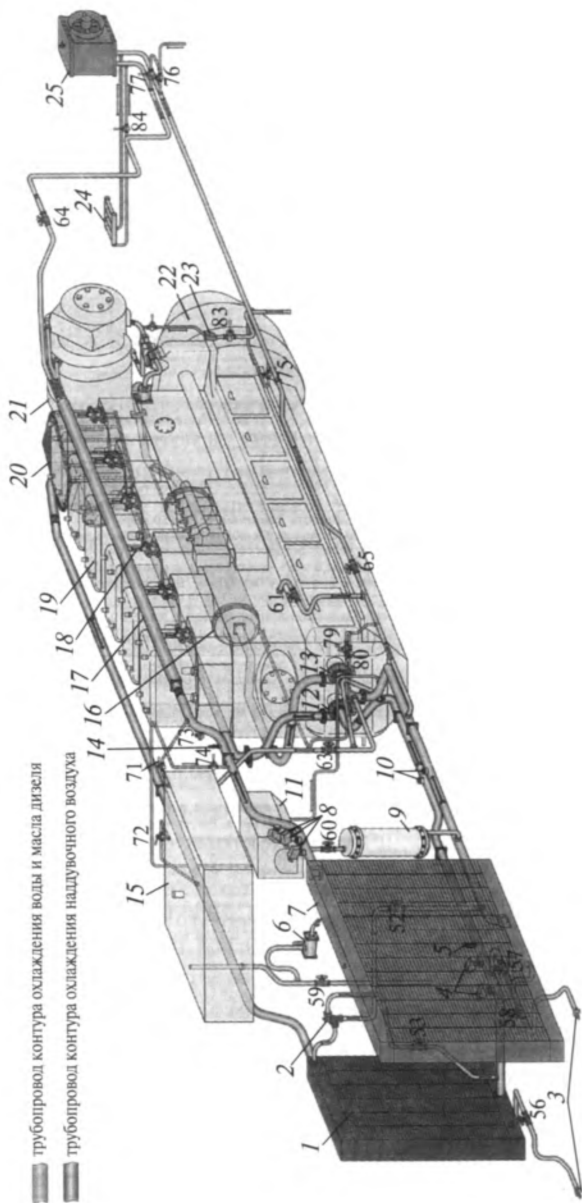


Рис. 127. Водяная система:

1 — радиаторные секции контура охлаждения наддувочного воздуха; 2 — терморегулятор; 3 — соединительная го-
ловка; 4 — термореле контура охлаждения наддувочного воздуха; 5 — термостатик воды охлаждения наддувочно-
го воздуха; 6 — ручной водяной насос; 7 — радиаторные секции контура охлаждения воды дизеля; 8 — термореле
контура охлаждения воды дизеля; 9 — топливоподогреватель; 10 — бонки; 11 — бакоч умывальника; 12 — насос
контура охлаждения наддувочного воздуха; 13 — насос контура охлаждения горячей воды дизеля; 14 — термодатчик
воды дизеля; 15 — расширительный бак; 16 — водомасляный теплообменник; 17 — коллектор горячей воды дизе-
ля; 18 — патрубков отвода воды дизеля; 19 — дизель; 20 — охладитель наддувочного воздуха; 21 — турбокомпрес-
сор; 22 — генератор; 23 — воронка; 24 — батарея обогрева ног машиниста; 25 — калорифер; 52, 53, 56—61, 63—65,
71—77, 79, 80, 83, 84 — вентили и краны водяной системы

бокомпрессор 21, охлаждает его и поступает в коллектор горячей воды. Вода к калориферу 25, а также к параллельно соединенной с ним батарее обогрева ног машиниста 24 поступает от коллектора горячей воды, отдает в них тепло, а затем идет к всасываемому трубопроводу насоса 13, тем самым создавая поток воды, параллельный основному потоку, охлаждаемому в радиаторных секциях.

В холодное время года осуществляется подогрев дизельного топлива в топливоподогревателе 9, включенном параллельно радиаторным секциям 7. Кроме того, предусмотрен подогрев воды в бачке умывальника 11 путем подвода воды от трубопровода (ведущего от коллектора горячей воды к радиаторным секциям) через открытый кран 74, соединительные трубки, змеевик, установленный в бачке умывальника, и далее — к всасываемому трубопроводу насоса 13.

Подпитка контура водой осуществляется из расширительного бака 15 через трубопровод и открытый вентиль 63. Пары контура в расширительный бак отводятся через пароотводящую трубку с установленным на ней краном 71, который должен находиться всегда в открытом положении. Пары из расширительного бака удаляются в атмосферу через трубу с вентилем 59, который также должен быть открытым.

Для контроля температуры воды на выходе из дизеля служит термодатчик 14. Он передает сигнал о температуре на электротермометр, расположенный на пульте машиниста. Автоматическое регулирование температуры воды осуществляется путем открытия жалюзи холодильника и включением муфты вентилятора. Управляют открытием жалюзи и включением муфты три термореле 8, размещенные на трубопроводе перед верхним коллектором радиаторных секций 7. Каждое реле срабатывает при определенной температуре.

В холодном контуре вода из нижнего коллектора радиаторных секций 1 холодильной камеры забирается насосом 12 и под напором подается в охладитель наддувочного воздуха 20, где охлаждает нагретый в турбокомпрессоре воздух, а затем поступает в верхний коллектор радиаторных секций для охлаждения. Подпитка холодного контура водой, как и горячего, осуществляется из расширительного бака 15 через открытый вентиль 63.

Для автоматического поддержания температуры воды на трубопроводе установлены два термореле 4. Контролируют температуру воды по электротермометру на пульте машиниста. Сигнал на

электротермометр поступает от термодатчика 5. При температуре окружающего воздуха ниже +8 °С вентили 52, 53 и 57 необходимо открыть. Тогда при снижении температуры воды перед воздухоохладителем ниже 32 °С, часть ее по трубе через терморегулятор 2 будет поступать на всасывание насоса 13 горячего контура. А затем из этого контура через открытый ventиль 57 вода будет поступать на всасывание водяного насоса 12, повышая тем самым температуру в холодном контуре.

Когда температура охлаждающей жидкости перед воздухоохладителем становится выше 32 °С, терморегулятор 2 закрывает перепуск воды. При этом остается циркуляция небольшого количества воды (от верхнего коллектора радиаторных секций 1 холодного контура через терморегулятор 2 и открытый ventиль 53 на всасывание насосом 12), чтобы поддерживать терморегулятор в температурном режиме холодного контура.

Для заправки системы водой с обеих сторон тепловоза предусмотрены соединительные головки 3, каждая из которых сообщена с коллекторами радиаторных секций горячего и холодного контуров. Заправляется также система водой через заправочную горловину расширительного бака. Помимо этого предоставляется возможность дозаправлять систему водой при помощи ручного водяного насоса 6.

Уровень воды в расширительном баке контролируют по водомерному стеклу. Кроме того, на баке установлено реле, которое передает сигнал на пульт машиниста, когда уровень воды опускается ниже допустимого.

Заправлять систему охлаждения дизеля и наддувочного воздуха водой следует либо под напором через соединительные головки 3 или наливом в расширительный бак 15 через заливную горловину, предварительно открыв краник на калорифере 25, вывернув пробки на коллекторах радиаторных секций холодильника, а также батареи обогрева ног машиниста 24. Пробки и краны надлежит закрыть, когда в них появится вода.

Заправлять расширительный бак водой необходимо до верхней гайки водомерного стекла, после чего открыть спускной кран на этом стекле, выпустить немного воды и снова закрыть кран. Уровень наполнения водомерного стекла вновь должен достигнуть прежней отметки.

Дозаправку надлежит выполнять после снижения температуры воды в системе охлаждения до 40—50 °С. Дополнять (в небольшом количестве) водяную систему можно ручным насосом 6. Для этого необходимо подсоединить заборный шланг к соединительной головке ручного насоса (прилагается в комплекте к тепловою), опустить конец шланга в ведро с водой, закрыть вентиль 59, закачать в расширительный бак воду. Завершив дозаправку, вентиль 59 следует открыть для соединения водяной системы через расширительный бак с атмосферой. Работа дизеля при закрытом вентиле 59 запрещается.

Для системы охлаждения необходимо использовать специально подготовленную воду, в противном случае на стенках трубопроводов начинается осаждение накипи, как видно на рис. 128. Причиной образования накипи является чрезмерное количество растворенных в воде солей кальция и магния. Чем больше этих солей, тем более «жесткой» является вода. Теплопроводность накипи в десятки, а зачастую в сотни раз меньше теплопроводности металла. Поэтому даже тончайший слой накипи создает большое термическое сопротивление и может привести к такому перегреву труб теплообменника, что в них образуются свищи, часто вызывающие разрыв труб, не говоря об ухудшении теплоотдачи.

Образование накипи предупреждают химической обработкой воды (умягчение), поступающей для заправки локомотивов.

Недостатком химической обработки воды является необходимость подбора водно-химического режима и постоянного контроля за составом исходной воды. Также при использовании данного метода возможно образование отходов, требующих утилизации.

Пополнение водой из открытых водоемов также приводит к засорению системы взвешенными в воде частицами глины, песка, ила и растений.

Для слива воды из системы выполняют последовательно следующие операции:



Рис. 128. Слой накипи, образовавшийся внутри трубы теплообменника

- снимают крышку заливной горловины расширительного бака, чтобы улучшить сообщение системы с атмосферой;
- убирают заглушки соединительных головок;
- открывают краны и вентили в соответствии с таблицей положения кранов и вентилях. При сливе выворачивают пробки для выпуска воздуха на крышках водомасляного теплообменника, верхних коллекторах радиаторных секций и калорифере;
- после слива основной массы воды сливают в посуду ее остатки из системы. Вентили и краны, сообщающие систему с атмосферой, закрывают, крышку ставят на место.

Также рекомендуется провести продувку системы сжатым воздухом для удаления остатков воды, которая, постепенно стекая, попадает в краны, находящиеся в самой нижней точке системы, и в зимнее время может их «разморозить».

Положение вентилях и кранов водяной системы приведены в табл. 7.

Таблица 7

Положение вентилях и кранов водяной системы

Наименование производимых операций	Обозначение открытых вентилях и кранов	Обозначение закрытых вентилях и кранов	Примечание
1	2	3	4
Работа дизеля зимой	52, 53, 57, 59, 60, 63, 64, 65, 71, 72, 74, 84	56, 58, 61, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 83	Вентили 52, 53 и 57 зимой открывают для подогрева воды, охлаждающей наддувочный воздух, когда ее температура понижается до 20 °С. Кран 83 периодически открывают для слива воды из воронки
Работа дизеля летом	59, 63, 71, 72, 83	52, 53, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 84	Кран 73 служит для отбора проб воды на анализ. Кран 74 открывают, когда возникает необходимость подогрева воды в умывальнике
Заправка системы под напором через соединительную головку (левую или правую)	56 или 58, 52, 53, 57, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 71, 72, 74, 84	73, 75, 76, 77, 79, 80, 83	Пробки для выпуска воздуха, кран на калорифере при заправке должны быть открыты до появления в них воды. Положение крана 83 на заправку не влияет

1	2	3	4
Заправка системы наливом через заливную горловину расширительного бака	52, 53, 57, 59, 60, 61, 63, 64, 71, 72, 74, 84	56, 58, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 83	Кран слива воды из турбокомпрессора должен быть закрыт
Слив воды из системы	52, 53, 56, 57, 58, 61, 64, 63, 65, 71, 74, 84, затем 59, 60, 75, 76, 77, 73, 79, 80, 83		Кран слива из турбокомпрессора, кран на калорифере, краны 73, 75, 76 и 77, а также на водомерном стекле, пробки для слива воды открывают после слива основной массы воды

Водяная система тепловоза оборудована датчиком-реле уровня типа ДРУ-1ПМ, вмонтированным в расширительный бак (рис. 129). Датчик предназначен для осуществления дистанционного контроля над нижним уровнем воды, при достижении которого поплавков 2 опускается на рычаг 16, воздействуя на контакты микропереключателя 12. Сигнал о понижении уровня воды подается на блок УСТА.

Уровень воды, при котором срабатывает реле, должен быть ниже оси датчика на величину, находящуюся в интервале от 5 до 15 мм.

Уровень воды регулируется болтом 10, ввернутым в рычаг поплавка 2.

Функцию разделителя между жидкостью в расширительном баке и окружающей средой выполняет сильфон 3.

Для настройки датчика необходимо опустить вниз поплавков 2 так, чтобы рычаг 16 уперся в верхний срез кронштейна 9. Затем, вворачивая болт 10, добейтесь переключения контактов микропереключателя 12, после чего поверните болт еще на 1/3 оборота и зафиксируйте в таком положении контргайкой.

Датчик-реле имеет стопорное устройство для фиксации поплавка при транспортировке тепловоза с осушенным расширительным водяным баком. Стопорное устройство имеет два фиксированных положения: для транспортирования и эксплуатации.

При транспортировке тепловоза с осушенным водяным баком во избежание выхода из строя микропереключателя необходимо перевести датчик уровня в транспортное положение.

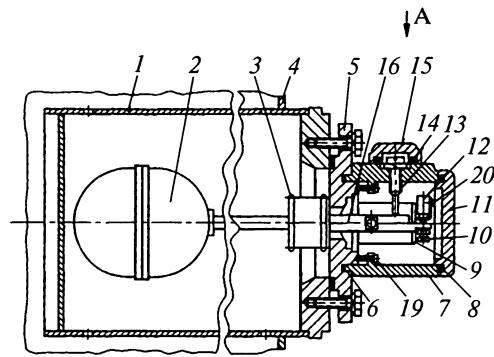
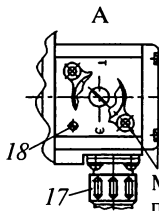
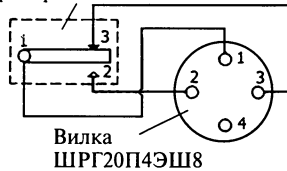


Схема электрическая соединения



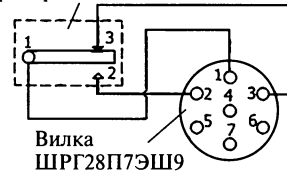
Место
пломбирования

Микропереключатель



Вилка
ШРГ20П4ЭШ8

Микропереключатель



Вилка
ШРГ28П7ЭШ9

Рис. 129. Реле уровня воды:

1 — ограждение; 2 — поплавок; 3 — сильфон; 4 — расширительный водяной бак; 5 — фланец; 6, 8, 14 — прокладки; 7 — корпус; 9 — кронштейн; 10 — болт; 11, 15 — крышки; 12 — микропереключатель; 13, 19, 20 — винты; 16 — рычаг; 17 — штепсельный разъем; 18 — винт заземления

Для того чтобы перевести датчик уровня из положения для транспортирования в положение для эксплуатации, необходимо:

- снять крышку 15;
- повернуть винт 13 против часовой стрелки на 180° (индекс на головке винта должен располагаться против буквы «Э» на корпусе 7);

– проверить срабатывание контактов микропереключателя путем медленного опускания и подъема поплавка в вертикальной плоскости, проходящей через буквы «В»—«Н» на фланце 5 (момент переключения определяется по щелчку пружины микропереключателя);

– закрыть крышку 15, обеспечив уплотнение, и опломбировать.

Датчик-реле уровня устанавливается на резервуаре с водой так, чтобы фланец корпуса прибора был в вертикальном положении: отклонение от вертикали не более ± 10 , а отклонение оси, проходящей через верхнее и нижнее крепежные отверстия, от вертикали не превышало $\pm 1,50$.

Датчик-реле при монтаже на расширительном баке водяной системы тепловоза следует располагать таким образом, чтобы нанесенная на его фланце 5 буква «Н» находилась в верхнем положении.

11.4. Система автоматического регулирования температуры воды, масла дизеля и воды охлаждения наддувочного воздуха (САРТ)

Эта система предназначена для поддержания температуры рабочих жидкостей в заданных пределах. Этим обеспечивается наиболее экономичная и долговечная работа дизеля независимо от нагрузок и температуры окружающего воздуха. Система содержит (рис. 130): шесть однопредельных термореле 11 типа ТАМ 103 (они установлены на трубопроводах воды, масла дизеля и воды, охлаждающей наддувочный воздух), электропневматические вентили 7, пневмоцилиндры 8 привода жалюзи 1, 4 и 10, пневмоцилиндр 6 включения муфты привода вентилятора 3, воздушный трубопровод и электрические цепи.

Температура воды дизеля регулируется следующим образом. Когда она достигает 75°C , термореле РТ1 замыкает цепь питания реле РУ19, которое, сработав, своими контактами подает питание на электропневматические вентили ВП1 и ВП3. Эти вентили, получив питание, открывают проход воздуха из системы воздухопровода автоматики к пневмоцилиндрам привода жалюзи воды дизеля и верхним жалюзи. Они открываются и начинается естественная вентиляция секций, охлаждающих воду дизеля. Если вентиляция недостаточно и температура воды продолжает расти, то при

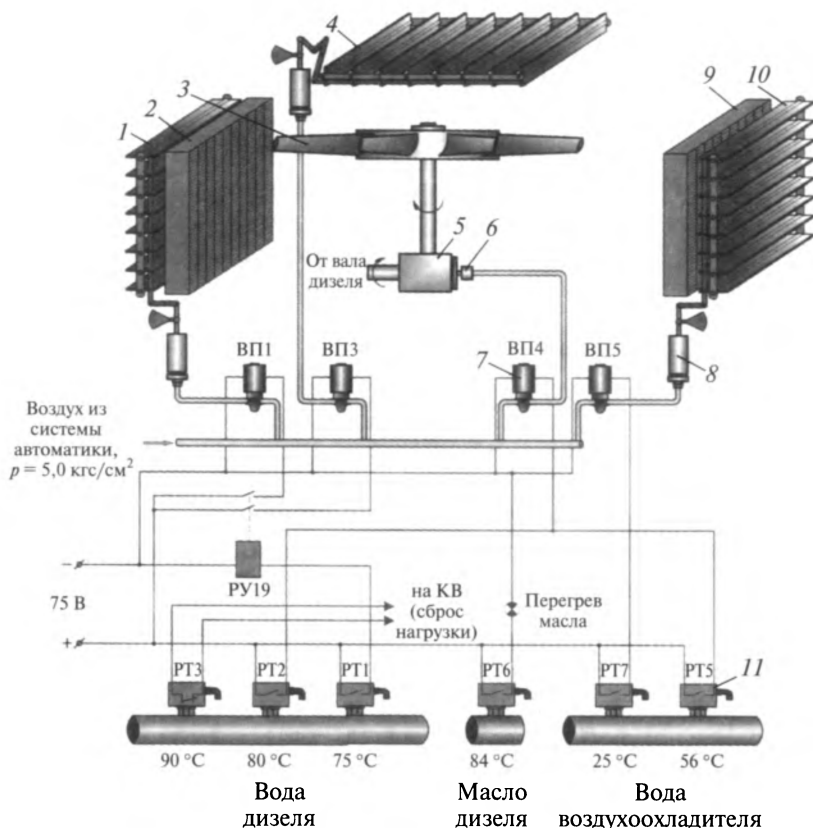


Рис. 130. Схема автоматического регулирования температуры воды и масла дизеля, а также воды, охлаждающей наддувочный воздух, тепловоза ТЭМ18Д: 1, 4, 10 — жалюзи воды дизеля; 2 — радиаторные секции воды дизеля; 3 — вентилятор; 5 — редуктор привода вентилятора; 6 — пневмоцилиндр включения муфты привода вентилятора; 7 — электропневматический вентиль; 8 — пневмоцилиндр привода жалюзи; 9 — радиаторные секции контура охлаждения наддувочного воздуха; 11 — термореле типа ТАМ103

достижении 80 °С сработает термореле РТ2, которое подаст питание на вентиль ВП4.

Данный вентиль открывает проход воздуха к пневмоцилиндру включения муфты вентилятора. Он начинает вращаться осуществляя принудительную вентиляцию воздухом радиаторных секций воды дизеля.

Происходит интенсивное охлаждение воды, которая, в свою очередь, отводит тепло от дизеля и охлаждает масло в водомасляном теплообменнике. Когда температура воды дизеля достигает 90 °С, срабатывает термореле РТЗ, размыкающий контакт которого разбивает цепь питания контактора КВ. Он обесточивается и снимает нагрузку с главного генератора тепловоза.

Температура воды, охлаждающей наддувочный воздух, регулируется следующим образом. При нагреве воды до 25 °С срабатывает термореле РТ7, включающее вентиль ВП5. В результате воздух из системы воздухопровода автоматики поступает к цилиндру привода жалюзи водяных секций наддувочного контура. Жалюзи, открывшись, обеспечивают охлаждение воды наддувочного воздуха. Если охлаждения недостаточно, то при температуре воды 56 °С срабатывает термореле РТ5, которое включает вентиль ВП4. В работу вступает вентилятор, обеспечивающий более интенсивное охлаждение воды.

Система САРТ осуществляет также контроль максимальной температуры масла дизеля. Когда она достигает 84 °С, срабатывает термореле РТ6, которое включает лампу «Перегрев масла» на пульте управления, требуя от машиниста действий на снижение температуры.

В процессе эксплуатации тепловоза ТЭМ18Д в систему САРТ ввели три дополнительных термореле типа ТАМ103 (на рис. 130 не показаны), которые устанавливают на трубопроводе подвода масла в дизель. Дополнительные термореле регулируют температуру масла на следующие пределы:

65 °С — открытие жалюзи воды дизеля (охлаждает масло);

70 °С — включение вентилятора холодильника;

75 °С — сброс нагрузки (термореле с данным пределом на некоторых тепловозах отсутствуют).

Если температура воды, масла дизеля, воды охлаждения наддувочного воздуха понижается на величину зоны нечувствительности, составляющей 3—6 °С для термореле типа ТАМ103, то происходит отключение вентилятора и закрытие жалюзи.

В случае неисправности системы автоматического регулирования температур ее следует отключить. Затем регулировать температуру можно только вручную с пульта управления при помощи тумблеров. При неисправности элементов систем автоматического и

дистанционного управления открывать и закрывать жалюзи допускается вручную при помощи гаечных ключей с фиксацией жалюзи в открытом положении специальной чекой. Когда температура регулируется дистанционно или вручную, ее необходимо поддерживать в установленных пределах по показаниям электротермометров, которые установлены на пульте управления.

Ручное дистанционное регулирование температур осуществляется с пульта управления при помощи тумблеров. Когда тумблеры дистанционного управления ставят в рабочее положение, открываются соответствующие жалюзи или включается муфта вентилятора. При ручном регулировании следует поддерживать температуру по показаниям термометров на пульте управления в следующих пределах:

- воды на выходе из дизеля — не выше 90 °С (рекомендуемые пределы температуры 70—85 °С). При температуре воды 80 °С необходимо включить вентилятор;

- масла на входе в дизель — не выше 75 °С (рекомендуемые пределы температуры 65—70 °С). При температуре масла на входе в дизель 70 °С необходимо открыть жалюзи воды дизеля и включить вентилятор;

- воды, охлаждающей наддувочный воздух, — не выше 55 °С при температуре наружного воздуха 40 °С. Когда температура воды достигает 56 °С, необходимо включать вентилятор.

На регулирование температуры воды и масла в зимнее время следует обращать особое внимание, так как при низкой температуре окружающего воздуха может произойти замораживание воды в секциях холодильника. При отрицательных температурах окружающего воздуха жалюзи и приводы вентилятора должны, как правило, работать от автоматики. В экстренных случаях (при отказе автоматики) необходимо перейти на ручное управление охлаждающим устройством.

Когда охлаждающим устройством управляют вручную, контроль температуры надлежит осуществлять в обязательном порядке по показаниям датчика температуры на входе в дизель. Температура должна составлять 65—70 °С.

Чтобы при ручном управлении не произошло замораживание воды в секциях холодильника при температуре окружающего воздуха ниже –10 °С, все жалюзи должны быть закрыты. Открывать

жалюзи следует тогда, когда температура воды или масла начинает превышать нормальную рабочую: масла на входе в дизель 70 °С и воды на выходе из него 75 °С.

Сообразуясь с температурой воды или масла, сначала нужно открыть верхние жалюзи, а затем боковые. Если температура воды или масла не снижается, необходимо включить вентилятор холодильной камеры на небольшой период до установления нормальной температуры, внимательно следя за показаниями температуры.

При температуре окружающего воздуха ниже –10 °С на боковые жалюзи необходимо навесить утеплительные чехлы. Регулировать температуру масла и воды следует частичным или полным открытием по всей длине (горизонтально) клапанов, а при необходимости — с частичным открытием по всей длине (горизонтально) чехлов. В случае замораживания воды в секциях, определяемого по повышению температуры воды (вместо снижения), необходимо закрыть все жалюзи и утеплительные чехлы.

Надо помнить, что быстрое изменение температуры воды в широких пределах (интенсивное охлаждение до пониженных температур) ведет к появлению термических трещин в деталях дизеля, охлаждаемых водой, а также в радиаторных секциях.

Как правило, при включении вентилятора верхние жалюзи должны быть открыты. При длительных стоянках тепловоза с неработающим дизелем жалюзи и утеплительные чехлы следует полностью закрывать. Если температура воды, охлаждающей наддувочный воздух, понижается, необходимо открыть вентили 52, 53 и 57 водяной системы. Это обеспечит подогрев воды данного контура за счет смешивания с водой горячего контура.

12. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ГРЕБНЕСМАЗЫВАТЕЛЬ

Автоматический гребнесмазыватель АГС8, установленный на тепловозе периодически, в соответствии с заложенной программой, подает смазку на гребни колесной пары и боковые грани рельса. За счет этого уменьшается остроконечный износ гребня, сокращается сопротивление движению в кривых.

Гребнесмазыватель предназначен для установки его на тепловозы ТЭМ18Д и ТЭМ18ДМ, оборудованные комплексами КЛУБ-У, и состоит из следующих основных частей:

- четырех форсунок, которые крепятся с помощью специальных кронштейнов с двух сторон к рамам тележек в районе первой и шестой колесных пар;
- двух баков для смазочного материала. На баках установлены воздушные обратные клапаны и фильтры для смазочного материала. Баки закреплены на метельнике (справа по ходу движения);
- двух вентилях электропневматических на номинальное напряжение питания 75 В;
- блока управления, предназначенного для локомотивов с комплексами КЛУБ-У. Блок управления установлен в кабине машиниста;
- комплекта соединительных и установочных элементов (трубы, рукава, соединительные и запорные узлы трубопроводов, кронштейны, скобы, крепежные узлы и детали).

Схема гребнесмазывателя АГС8 представлена на рис. 131.

Основными исполнительными элементами гребнесмазывателя являются форсунки 2 и 3, производящие периодически дозированный впрыск смазочного материала на гребни колесной пары локомотива.

К каждой форсунке подводится маслопровод 6, подающий смазочный материал из бака 1 для заполнения дозировочной камеры форсунки, и воздухопровод, соединяющий форсунку с выходом электропневматического вентиля 4. Вход вентиля через рукав и разобшительный кран подсоединен к воздушной магистрали локомо-

тива. В верхнюю полость бака сжатый воздух поступает из питательной магистрали локомотива через разобщительный кран, рукав и обратный клапан. Давлением воздуха смазка по трубопроводам и рукавам продавливается к дозирующим камерам форсунок.

В момент включения электромагнитного вентиля сжатый воздух от воздушной магистрали локомотива поступает на вход форсунок. Форсунки срабатывают и производят дозированный впрыск смазочного материала.

Доза впрыска определяется регулируемым объемом дозирующей камеры форсунок.

На вход ЭБУ подается информация о движении локомотива от комплекса КЛУБ-У и сигнал «ЗАПРЕТ СМАЗКИ» в режиме включения песочницы. К выходу ЭБУ подключается электропневматический вентиль.

Работа гребнесмазывателя происходит следующим образом:

— при достижении локомотивом «пороговой» скорости (величина которой определяется положением тумблера «СКОРОСТЬ» на электронном блоке управления) ЭБУ начинает через запрограммированные интервалы пройденного пути включать электропневматический вентиль, управляющий работой форсунок. При подаче на вход ЭБУ сигнала «ПЕСОК» включение вентиля прекращается. При срабатывании ЭПВ подается сжатый воздух на форсунки и происходит впрыск смазочного материала на гребни колес. Между по-

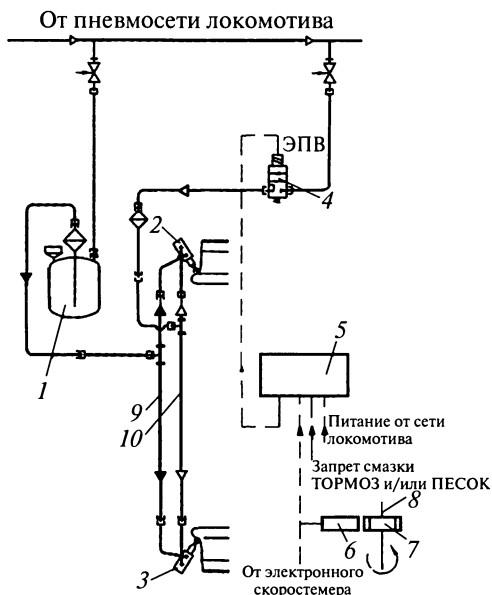


Рис. 131. Принципиальная схема гребнесмазывателя АГС8:

1 — бак; 2, 3 — форсунки; 4 — вентиль электропневматический; 5 — электронный блок управления; 6 — датчик пути; 7 — магнит; 8 — вал скоростемера; 9 — маслопровод; 10 — воздухопровод

дачами воздуха происходит заполнение дозирующих камер форсунок смазочным материалом, находящимся под давлением в баке.

Периодичность срабатывания вентиля (в метрах между впрысками смазочного материала) программируется в ЭБУ и указывается в паспорте на ЭБУ. Впрыски смазочного материала возможны только

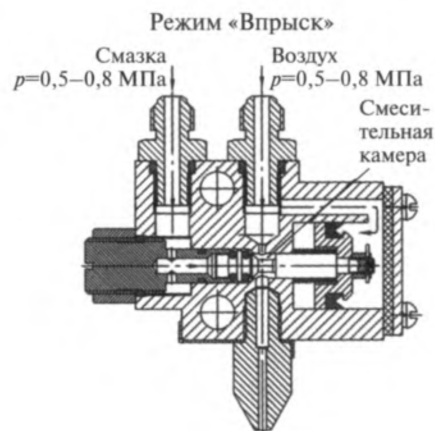
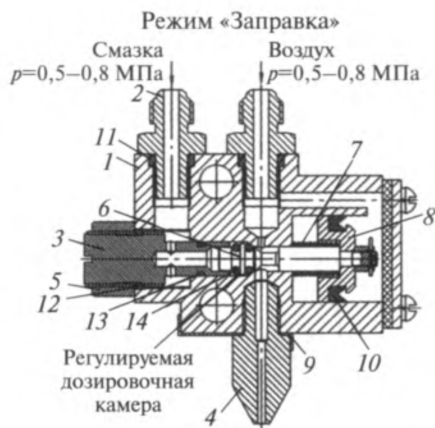


Рис. 132. Устройство форсунки:

1 — корпус; 2 — штуцер; 3 — шток; 4 — сопло; 5 — гайка; 6 — клапан; 7 — пружина; 8 — поршень; 9, 11, 12, 13, 14 — кольца уплотнительные; 10 — манжета

при исправном состоянии всех элементов гребнесмазывателя. Следующий впрыск возможен только после отключения вентиля и его повторного включения. Работой гребнесмазывателя управляет электронный блок управления (ЭБУ) 5. Электропитание ЭБУ осуществляется от бортовой сети локомотива.

Форсунка клапанного типа предназначена для дозированного (в зависимости от регулировки) впрыска смазочного материала на гребни колесных пар. Устройство форсунки представлено на рис. 132.

В состав форсунки входят следующие детали:

- корпус 1 с дозирующей камерой объемом от 0,025 до 0,3 см³. Объем камеры регулируется при настройке вращением штока 3;
- гайка 5 для фиксирования штока 3;
- клапан 6;
- поршень 8 с манжетой 10 для открывания клапана;
- сопло 4 для формирования факела при впрыске смазочного материала;

— штуцеры 2 для подсоединения воздушного рукава и рукава со смазочным материалом;

— кольца уплотнительные 9.

В режиме заполнения дозировочной камеры смазочным материалом (пауза между впрысками) клапан находится в правом положении и его уплотнительное кольцо прижато к седлу корпуса. Этим обеспечивается герметичность форсунки между впрысками.

При подаче воздуха давлением $3\text{--}9\text{ кгс/см}^2$ поршень перемещает клапан в левое положение до запираания седла штока. Смазочный материал из дозировочной камеры перетекает в смесительную камеру, и воздушно-смазочная смесь через сопло выдувается на гребень колеса.

При прекращении подачи воздуха клапан и поршень под воздействием давления смазочного материала возвращаются в исходное (правое) положение. Происходит заполнение дозировочной камеры. При отсутствии давления смазочного материала (на стоянках тепловоза) клапан и поршень удерживаются в исходном положении усилием пружины 7.

При поставке форсунки отрегулированы (как правило) на объеме впрыска $0,1\text{ см}^3$. При необходимости (в зависимости от условий эксплуатации) изменить объем впрыска следует выполнить следующие операции:

1. Слегка ослабить гайку 5.

2. Придерживая ключом гайку 5, повернуть отверткой шток 3 на необходимый угол. Для уменьшения объема смазочного материала шток 3 поворачивать по часовой стрелке, для увеличения объема — поворачивать против часовой стрелки.

3. Произвести 3—5 (так как новый объем начинается со второго впрыска) пробных впрыска.

4. При необходимости повторить операции по п. 2 и 3. Более точная регулировка достигается поворотом штока на меньший угол.

5. По окончании регулировки подтянуть гайку 5.

Запрещается при регулировке объема впрыска:

— после мягкого упора штока в клапан продолжать поворачивать шток по часовой стрелке;

— поворачивать шток против часовой стрелки от упора в клапан более чем на 3 оборота.

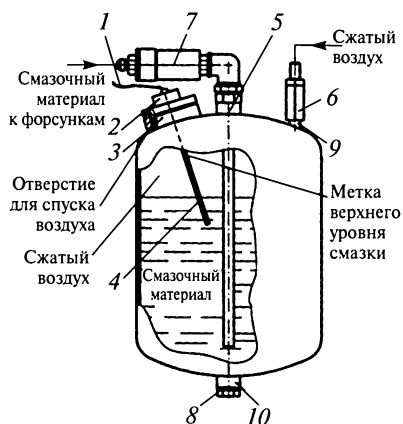


Рис. 133. Устройство и работа бака:

1 — тросик; 2 — пробка; 3 — горловина; 4 — шуп; 5, 10 — бонки; 6 — обратный клапан; 7 — фильтр; 8 — сливная пробка; 9 — штуцер

Бак для смазочного материала объемом 15 л (рис. 133) представляет собой сосуд высокого давления, в верхнюю часть которого вварена бонка 5, штуцер 9 и горловина 3. В дно бака вварена бонка 10.

В бонку 5 вваривается заборный патрубок, на который через угольник устанавливается масляный фильтр 7. На штуцер 9 устанавливается обратный клапан 6, препятствующий при колебании давления попаданию смазочного материала в воздухопроводы. В бонку 10 вваривается сливная пробка 8, предназначенная для сброса из бака конденсата и осадка смазочного материала.

Через горловину 3 производится заправка бака смазочным материалом. В горловину вваривается пробка 2, снабженная прокладкой для обеспечения герметичности и шупом 4. Для сброса давления из бака при откручивании пробки на 1—2 оборота в ней имеется радиальное отверстие диаметром 2 мм. Тросик 1 служит для свободного подвешивания пробки во время заправки бака. Другой конец тросика при монтаже крепится к кронштейну крепления бака.

Рабочее давление в баке составляет $7\text{--}9 \text{ кгс/см}^2$.

При постоянной подаче воздуха через обратный клапан 6 смазочный материал при открытом кране через фильтр 7 по маслопроводам продавливается к форсункам.

Электронный блок управления (в дальнейшем — ЭБУ) входит в состав гребнесмазывателя АГС8 и предназначен для организации циклов смазывания путем включения вентиля электропневматического в зависимости от пройденного пути и скорости движения локомотива.

Для получения информации о движении локомотив должен иметь один из следующих видов оборудования:

— механический скоростемер (вращение вала которого считает датчик, входящий в один из вариантов поставки гребнесмазывателя);

— датчик Л178/1;

— комплекс измерения параметров движения типа КПД, системы САУТ или КЛУБ-У;

— измеритель скорости серии ИС.

Блоки АГС8.10М2 выпускаются четырех типов, в зависимости от назначения. Тип блока фиксируется в графе «ТИП» на планке с надписями изделия. На тепловозе установлен АГС8.10М2-2 — для всех локомотивов с двухпроводной электрической схемой, независимо от типов скоростемеров, а также для локомотивов с однопроводной электрической схемой, оборудованных электронными скоростемерами. Этот блок имеет один канал блокировки включения ЭПВ по команде или «ТОРМОЗ», или «ПЕСОК».

Блок имеет возможность дополнительной настройки по трем переменным параметрам. Такая индивидуальная настройка изделия фиксируется в графе «ИСП.» на планке с надписями блока.

Предусмотрена пороговая скорость, при превышении которой разрешается управление ЭПВ. Этот параметр имеет значения 0 или 10 км/ч для маневровых локомотивов. Оперативное переключение внутри каждого диапазона производится тумблером, расположенным на верхней панели блока.

Для правильного измерения проходимого пути и пороговой скорости в каждом блоке предусмотрено пересчетное устройство, приводящее к общему виду сигналы от любого типа скоростемеров. Для наиболее часто используемых датчиков скорости в кодировке исполнения изделия предусмотрены следующие буквенные обозначения:

Г — герконовый датчик, размещаемый на валу привода механического скоростемера;

Э — системы типа КПД-3, САУТ, КЛУБ-У, работающие от датчика Л178/1, механически связанного с колесной парой;

Эм — датчик Л178/1, установленный на буксе колеса, диаметром 860 мм;

Д — бесконтактный датчик оборотов колеса ДОК-1М, снимающий информацию с зубьев шестерни редуктора колесной пары;

И — бесконтактные измерители скорости серии ИС.

Интервал пути между циклами включения смазки (ЭПВ) выбирается из следующего ряда: 35 м; 52,5 м; 70 м; 87,5 м; 105 м; 122,5 м; 140 м; 157,5 м. В кодировке исполнения по данному параметру используется числовое значение интервала пути, округленного в меньшую сторону. Например «52» соответствует проходимому интервалу пути 52,5 м. На данном тепловозе установлен интервал 35 м.

Пример обозначения, нанесенного на планке с надписями изделия: Тип АГС8.10М2-2, Исп. 20— Г—140

Блок предназначен для локомотивов с двухпроводной электрической схемой, имеет пороговую скорость включения 10/20 км/ч, предназначен для работы с механическим скоростемером (герконовым датчиком) и включает вентиль через каждые 140 м проходимого пути.

Гребнесмазыватель должен подвергаться техническому обслуживанию при каждом текущем ремонте и проведению ТО-1, ТО-2 и ТО-3.

При каждом приеме и сдаче после ТО и ТР в журнале ТУ-152 должна быть сделана запись: «Гребнесмазыватель проверен. Исправен».

В формуляре на гребнесмазыватель после проведения работ по ТР-1, ТР-2 и ТР-3 должны делаться отметки в разделе 7 «Учет технического обслуживания». Сведения о замене составных частей гребнесмазывателя должны вноситься в раздел 8 формуляра на гребнесмазыватель.

13. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА

13.1. Общие сведения

На тепловозах с электрической передачей главный генератор преобразует механическую энергию двигателя внутреннего сгорания в электрическую для питания тяговых электродвигателей. Полученную от генератора электрическую энергию электродвигатели вновь преобразуют в механическую энергию и приводят во вращение движущие колесные пары локомотива. Кроме тяговых электрических машин, на тепловозе установлены различные дополнительные электродвигатели, электрические аппараты и устройства управления, автоматического регулирования работы отдельных агрегатов, защиты оборудования от недопустимых режимов работы. Тепловозы имеют электрические световые сигналы, прожекторы, систему внутреннего и наружного освещения. Для пуска дизелей, а также действия сигналов, освещения при неработающем дизеле используются аккумуляторные батареи. Агрегаты и устройства электрического оборудования объединены для взаимодействия электрическими цепями, выполненными из проводов различного сечения. Электрические машины и аппараты в процессе работы нагреваются вследствие потерь энергии в них. Для охлаждения атмосферным воздухом применяют как вентиляторы, установленные непосредственно на валах электрических машин (самовентиляция), так и дополнительные отдельные вентиляторы.

Электрическая передача позволяет:

- отсоединить дизель от движущих колесных пар при его пуске или движении поезда перед остановкой, а также на участках пути со спусками;
- плавно страгивать поезд с места и постепенно наращивать силу тяги локомотива вплоть до максимальной, ограничиваемой условиями сцепления колес с рельсами (при устойчивой работе дизеля).

В передачу введено устройство для быстрого изменения направления вращения (реверсирования) движущихся колесных пар ло-

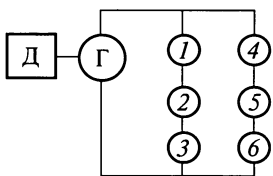


Рис. 134. Схема электрической передачи

комотива и изменения направления движения без изменения направления вращения коленчатого вала дизеля.

Электрическая передача постоянного тока состоит из тягового генератора Г, приводимого во вращение дизелем Д, тяговых электродвигателей 1—6, расположенных на движущих колесных парах тепловоза, а также ряда вспомогательных машин и аппаратов

(рис. 134). Передача позволяет автоматически приспосабливаться к условиям движения поезда. Сила тяги, создаваемая тяговыми электродвигателями, увеличивается при возрастании сопротивления движению и уменьшении скорости и, наоборот, уменьшается при падении сопротивления движению и увеличении скорости. Особенностью электрической передачи является независимость силы тяги тепловоза от вращающего момента и мощности дизеля, т.е. можно получить большую силу тяги при малой мощности дизеля и малую силу тяги при его большой мощности. Сила тяги у тепловоза с электрической передачей (при данной мощности дизеля) ограничивается нагреванием тяговых электрических машин (генератора и электродвигателя), которые допускают большую кратковременную перегрузку. Ее используют во время трогания поезда и преодоления крутых подъемов небольшой длины; для того чтобы мощность дизеля поддерживалась постоянно, сила тяги должна автоматически изменяться обратно пропорционально скорости, т.е. при увеличении силы тяги, например в два раза, скорость тепловоза должна уменьшаться также в два раза.

13.2. Тяговый генератор

Тяговый генератор преобразует механическую энергию дизеля в электрическую. Кроме того, в момент пуска дизеля генератор постоянного тока работает в режиме пускового электродвигателя с питанием от аккумуляторной батареи и последовательным возбуждением, приводящего в движение коленчатый вал. На тепловозе соединение тягового генератора с дизелем выполнено следующим способом — станина генератора жестко соединена с картером дизеля, а корпус якоря — с коленчатым валом. Кроме того, станина имеет лапы, которыми опирается на поддизельную раму.

Генератор (рис. 135) представляет собой восьмиполюсную электрическую машину постоянного тока с независимым возбуждением и самовентиляцией. Степень защиты IP00 по ГОСТ 14254-96.

Генератор выполнен на одном подшипниковом щите 2 с подшипником качения 30. Якорь 4 генератора имеет один свободный конец вала со стороны коллектора, для подсоединения вспомогательных механизмов тепловоза и фланец со стороны, противоположной коллектору, для сочленения генератора с коленчатым валом дизеля.

Генератор выполнен в климатических исполнениях У и Т для категории 2 по ГОСТ 15150-69.

Основные параметры генератора приведены ниже.

Параметр	ГП-321У2	ГП-321Т2
Мощность, кВт	840	770
Ток, А	1320/966	1200/950
Предельно допустимый кратковременный ток в течение 1 мин, А	не более 1900	
Напряжение, В	636/870	640/810
Частота вращения, с ⁻¹ (об/мин):		
наибольшая	12,63 (758)	
номинальная	12,5 (750)	
наименьшая	4,17 (250)	
предельно допустимая в аварийных режимах	14,5 (870)	
КПД, %	94,3	94

Электрическая схема соединения обмоток генератора приведена на рис. 136.

Выводы А1, А2 цепей якоря, В2, (Д1 и Д2) — пусковой обмотки, представляющие шины, расположены со стороны свободного конца вала слева от вертикальной оси генератора и закреплены при помощи изоляционных клиц, установленных на подшипниковом щите.

Выводами F1 и F2 цепи обмотки независимого возбуждения являются выводы катушек двух соседних главных полюсов, расположенных справа и слева от вертикальной оси генератора в нижней части магнитной системы, а выводом А2 цепи якоря — отвод от токособирательной шины, расположенный там же.

Забор охлаждающего воздуха производится непосредственно через отверстия в подшипниковом щите и выбрасывается через окна в станине генератора.

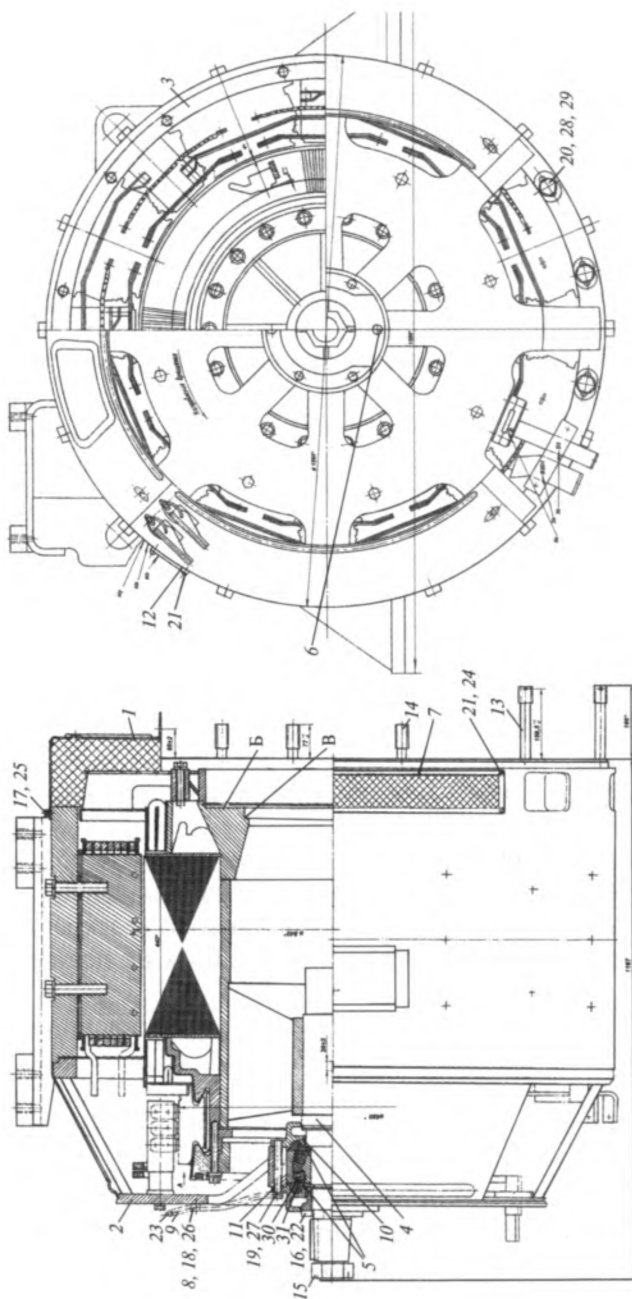


Рис. 135. Генератор типа ГП-321:

1 — ограждение; 2 — подшипниковый шит; 3 — магнитная система; 4 — якорь; 5 — кольцо; 6 — пробка; 7 — сет-ка; 8 — скоба; 9 — смазочная трубка; 10 — внутренняя крышка подшипника; 11 — наружная крышка подшипника; 12 — смазочная трубка; 13, 14 — шпильки; 15, 24—29 — гайки; 16 — гайка специальная; 17—20, 22 — бол-ты; 21 — винт; 23 — масляная; 30 — двухрядный сферический роликовый подшипник; 31 — консистентная смазка

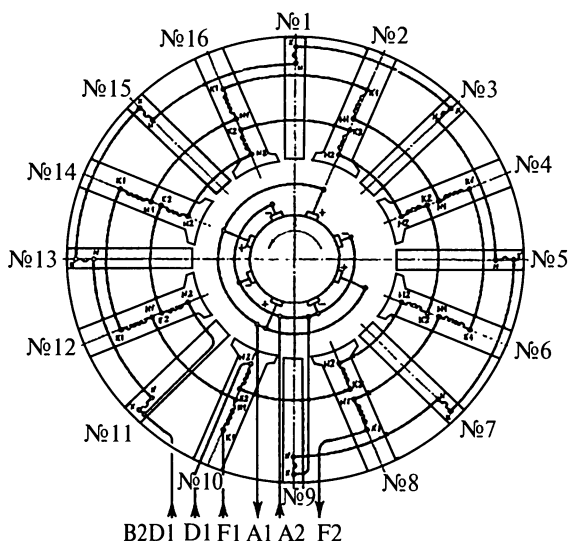


Рис. 136. Электрическая схема соединения обмоток генератора

Якорь 4 (см. рис. 135) состоит из следующих основных составных частей: корпуса, листов якорных, коллектора, катушек и уравнивателей.

Корпус якоря имеет сварную конструкцию. На корпус якоря наштампован пакет листов якорных, зажатых между фланцами корпуса якоря и втулки коллектора. По внешнему диаметру листов якорных выштампованы пазы для укладки обмотки якоря, а в средней части — отверстия для создания аксиальных вентиляционных каналов.

Коллектор арочного типа состоит из втулки, пластин, изолированных друг от друга прокладками и нажимного конуса. Пластин изолированы от втулки и нажимного конуса изоляционными манжетами.

Катушка якоря изготовлена из медного прямоугольного провода. Катушки якоря закреплены в пазах листов якорных изоляционными клиньями, а лобовые части (вылеты) — стеклобандажом. Уравниватели расположены под лобовыми частями обмотки якоря со стороны коллектора.

Соединение катушек якоря и уравнивателей с петушками коллектора выполнено сваркой.

Якорь пропитывается в термореактивном лаке, покрывается влагостойкой изоляционной эмалью и динамически балансируется.

Магнитная система 3 (см. рис. 135) состоит из станины, главных и добавочных полюсов, электрических соединений между обмотками.

Станина выполнена цилиндрической формы и по бокам имеет опорные лапы для установки генератора на амортизирующей подставке, а в торцовой поверхности со стороны противоположной коллектору — отверстия для установки шпилек 13 и 14 (см. рис. 135) крепления к корпусу дизеля. Сверху на станине имеются площадки для установки вспомогательного оборудования тепловоза.

Главный полюс состоит из сердечника, собранных на одном каркасе катушки независимого возбуждения, и пусковой катушки.

Сердечник главного полюса набран из штампованных стальных листов. В резьбовые отверстия, выполненные непосредственно в теле сердечника, ввинчиваются болты крепления полюса к станине.

Катушка независимого возбуждения многослойная и выполнена из обмоточного прямоугольного медного провода.

Катушка пусковая выполнена из медной ленты.

Добавочный полюс состоит из сердечника и катушки. Сердечник изготовлен цельным из толстолистовой стали, имеет со стороны башмака прикрепленные немагнитные уголки для поддержания катушки и изолирован по всей поверхности, прилегающей к катушке.

Катушка изготовлена однослойной из голой, прямоугольной медной шины. Между соседними витками катушки проложены изоляционные прокладки, а крайние витки изолированы полностью.

Полюс крепится к станине с помощью болтов.

Соединение между катушками независимого возбуждения выполнено проводами, а между пусковыми катушками, между катушками добавочных полюсов, между катушкой добавочного полюса и пусковой катушкой, между катушкой добавочного полюса и соединительной шиной выполнено шинами.

Подшипниковый щит 2 (см. рис. 135) выполнен в виде сварного каркаса из колец, диска и ребер. К станине генератора щит крепится болтами через наружное кольцо с центрирующим выступом (замком). Отверстия для крепления к станине выполнены овальной формы, что позволяет поворотом щита выставить щетки на электрическую нейтраль.

В генераторе для опоры и свободного вращения якоря применяется двухрядный сферический роликовый подшипник 30. Подшипник с двух сторон закрывается внутренней 10 и наружной 11 крышками. Крышки крепятся болтами 19 через кольцо подшипникового щита.

В подшипнике применена консистентная смазка 31. С целью предотвращения вытекания смазки из подшипникового узла наружу или внутрь генератора, а также проникновения в подшипник пыли и влаги, применены лабиринтные уплотнения, образованные насаженными на вал кольцами 5 и выступами в внутренней 10 и наружной 11 крышках.

В процессе эксплуатации смазка в подшипник добавляется шприц-прессом через смазочную трубку 9, ввернутую в наружную крышку 11 подшипника 30. Сбор и удаление отработанной в процессе эксплуатации смазки осуществляется через специальную камеру, имеющуюся в наружной крышке 11.

К подшипниковому щиту 2 через изоляторы закреплены brackets, к которым в свою очередь закреплены щеткодержатели. Опорные поверхности элементов крепления щеткодержателя и brackets выполнены рифлеными.

Brackets одной полярности соединены между собой шинами. В генераторе установлены однообоймные щеткодержатели с роллонной пружиной, обеспечивающие требуемое нажатие на щетки без дополнительной подрегулировки в процессе эксплуатации. В щеткодержателях установлены разрезные (состоящие из двух половинок) щетки с общим резиновым армированным амортизатором.

Токоведущие провода щеток закреплены к brackets.

На генераторе крепится табличка с его основными техническими данными.

На станине (над табличкой) набивается заводской номер генератора дополнительно к указанному на табличке.

Выводы обмоток A1 A2, B2 D1, D2, F1, F2 генератора маркируются на наконечниках набивкой букв и цифр, а на клицах — набивкой букв и цифр с последующей подкраской красной эмалью.

Начало и конец катушек главных полюсов маркируются на выводах набивкой букв и цифр: H1, K1 — на выводах катушек обмотки независимого возбуждения, H2, K2 — на выводах пусковых катушек.

13.3. Тяговый электродвигатель

Тяговый электродвигатель ЭДУ-133 предназначен для привода колесных пар тепловозов с электрической передачей постоянного и переменного-постоянного тока и является комплектующим изделием тепловозов; обеспечивает взаимозаменяемость с электродвигателями типа ЭД-107А, ЭД-118(А,Б), ЭД-120А, ЭД-121А и ЭД-123 на тепловозах эксплуатируемого парка железных дорог без изменения параметров электрической схемы.

В зависимости от способа и класса подвески тяговый электродвигатель ЭДУ-133 имеет исполнения ЭДУ-133Ц, ЭДУ-133П и ЭДУ-133Р.

Для наиболее полного использования тележечного пространства форма корпуса тягового электродвигателя принята восьмигранной с одним конусным концом вала для насадки ведущей шестерни тягового редуктора.

Тяговые электродвигатели являются реверсивными, и разница частот вращения валов в разные стороны при одной и той же нагрузке не должна превышать 4 % (ГОСТ 2582-81). Этим обусловлены жесткие требования к установке щеток по нейтрали.

Исполнения тяговых электродвигателей отличаются только конструкцией станины и моторно-осевых подшипников, обусловленных подвешиванием их на тепловозе. Тяговые электродвигатели с опорно-осевым подвешиванием с циркуляционной и польстерной системой смазки (ЭДУ- 133П) оборудованы моторно-осевыми подшипниками скольжения с вкладышами из бронзы; следующий вид тягового электродвигателя с моторно-осевыми подшипниками качения — (ЭДУ-133Ц) вместо подшипников скольжения.

Остов электродвигателя 14 отлит из мягкой литой стали с высокой магнитной проницаемостью марки Ст25ЛК20 или сварной — из низкоуглеродистой низколегированной стали 09Г2С (рис. 137).

Остовы машин, у которых число полюсов $2p = 4$, обычно восьмигранные с широкими горизонтальными и вертикальными гранями, в которых располагаются главные полюсы, и узкими гранями, ориентированными под 45° к горизонтали и вертикали, в которых размещают добавочные полюсы. В торцовых частях остов имеет расточки (горловины) для посадки малого 7 и большого 21 подшипниковых щитов.

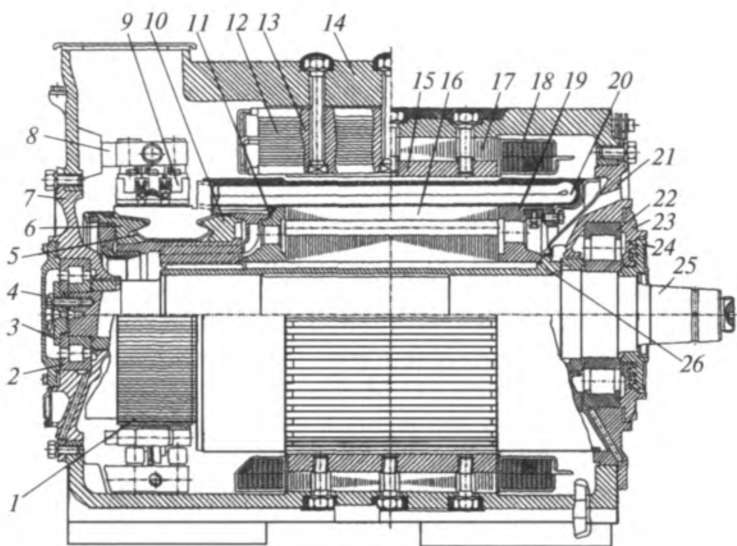


Рис. 137. Разрез тягового электродвигателя ЭДУ-133:

1 — коллектор; 2, 22 — подшипники; 3 — упорное кольцо; 4, 23 — крышки подшипников; 5 — изоляционный цилиндр; 6 — нажимной конус; 7 — малый подшипниковый щит; 8 — изолятор; 9 — щеткодержатель; 10 — нажимная втулка; 11 — передняя нажимная шайба; 12 — обмотка добавочного полюса; 13 — сердечник добавочного полюса; 14 — остов электродвигателя; 15 — планка; 16 — сердечник якоря; 17 — сердечник главного полюса; 18 — обмотка главного полюса; 19 — задняя нажимная шайба; 20 — обмотка якоря; 21 — большой подшипниковый щит; 24 — лабиринтное кольцо; 25 — вал; 26 — переходная втулка

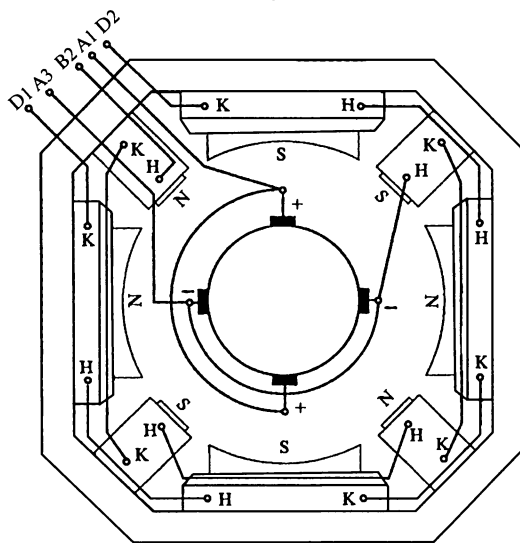
Два опорных прилива («носика») на остова предназначены для закрепления электродвигателя на тележке тепловоза. На корпусе имеются также приливы с резьбой (бонки) для крепления кожуха зубчатой передачи. К торцевой стенке остова со стороны коллектора приварены кронштейны для крепления щеткодержателей 9. В верхней части корпуса со стороны коллектора имеется вентиляционное отверстие, соединенное брезентовым рукавом (гармошкой) с каналом, через который нагнетается воздух для охлаждения электродвигателей. Выход воздуха осуществляется с противоположной стороны через три отверстия в корпусе тягового электродвигателя, защищенных сетками и щитками.

Электродвигатель имеет пять выводных концов: начало и конец обмотки возбуждения D1 и D2; начало и конец якорной цепи A1, B2; промежуточный вывод с якорной цепи A3 (рис. 138). К силовой схеме тепловоза тяговый электродвигатель подключается четырьмя гибкими кабелями, которые выводятся из остова через специальные отверстия в его верхней части. Кабельные выводы крепятся к остову зажимами (клищами) из древесно-слоистого пластика.

Подшипниковые щиты служат для установки якоря, опирающегося на два роликовых подшипника (8Н9241711М) и (8Н32330М).

Со стороны коллектора установлен малый щит 2 со стороны шестерни — большой щит 21 (см. рис. 137). Используется подшипниковая смазка ЖРО или ЖРО-М. Смазку (ЖРО, ТУ32ЦТ 520-73) для роликовых подшипников тяговых электродвигателей запрессовывают шприц-прессом через масленку.

Выточки в щитах под роликовые подшипники и посадочные поверхности щитов должны быть строго концентричны, так как биение этих поверхностей допускается не более 0,1 мм. С внутренней стороны каждого подшипникового щита расположено кольцо с лабиринтными канавками. В подшипниковом щите



со стороны коллектора установлен подшипник 2, наружное кольцо которого имеет буртики с двух сторон, а внутреннее — только с одной. К торцу вала якоря шайбой и болтами прикреплено упорное кольцо 3. Подшипник воспринимает усилия, направленные вдоль вала якоря. Продольный разбег якоря составляет 0,08—0,5 мм.

Перед насадкой внутреннего кольца подшипника 2 на вал надевают переднее лабиринтное кольцо с канавками.

Рис. 138. Схема соединения полюсов тягового электродвигателя ЭДУ-113

Эти канавки и лабиринтное кольцо подшипникового щита образуют уплотнение, препятствующее проникновению смазки в полость тягового электродвигателя.

Снаружи полость подшипника закрыта крышкой 4. Крышка прикреплена к щиту болтами, а так как она должна закреплять наружное кольцо подшипника, то между ней и щитом имеется зазор (0,2—0,7 мм).

В подшипниковом щите со стороны шестерни находится подшипник 22, внутреннее кольцо которого насаживается на вал якоря в нагретом состоянии вслед за лабиринтным кольцом.

Крышка подшипника 23 имеет снаружи лабиринтные канавки, в которые входят выступы посаженного на вал лабиринтного кольца 24, которое предотвращает вытекание смазки из подшипника. Для предохранения от проникновения смазки внутрь тягового электродвигателя в щите имеется воздушный канал (дренажное отверстие) с комбинированными уплотнениями. В период эксплуатации смазку в подшипники добавляют шприц-прессом через масленки.

Подшипниковые щиты плотно пригнаны к остоу и прикреплены к нему болтами, под головки которых подложены пружинные шайбы, предохраняющие болты от самоотвинчивания. Для выпрессовки подшипниковых щитов из остова электродвигателя используются просверленные в них специальные отверстия с резьбой, в которые заворачиваются технологические болты.

Остов тяговых электродвигателей всех модификаций имеет четыре кронштейна, в которые установлены щеткодержатели, удерживающие щетки в специальных гнездах, и обеспечивающие постоянный контакт щеток с поверхностью коллектора. Допуск на отклонение расположения кронштейнов щеткодержателей после приварки их к корпусу не должен превышать $\pm 0,5$ мм.

Главные полюсы представляют собой моноблок, пропитанный эпоксидным компаундом и состоящий из сердечника и катушки. Сердечник набран из штампованных листов малоуглеродистой стали Ст2 толщиной 2 мм. Листы сердечников спрессованы и стянуты четырьмя заклепками с потайными головками. Для размещения головок заклепок и равномерного распределения усилия крайние листы изготавливаются более толстыми.

В середине каждого листа сердечника выштамповано отверстие, в которое после сборки запрессовывают стальной стержень.

Три болта М30, крепящих сердечник к остоу, ввертывают в стержень, при этом усилие от стержня равномерно передается на листы сердечника.

Стержень может заменяться без нарушения целостности моноблока. Головки болтов заливают кварцкомпанудом, препятствующим просачиванию влаги внутрь остова.

Катушка главного полюса (рис. 139) намотана из шинной меди сечением 9×28 мм на широкое ребро (плашмя) в два слоя. Витки катушки главных полюсов изолированы друг от друга непропитанной стеклослюдинитовой лентой ЛСКН-160-ТТ и пропитанной стеклянной тканью. Катушка состоит из двух полукатушек с числом витков 11 и 8, соединенных между собой последовательно. Различное число витков полукатушек дает лучшее заполнение междукатушечного пространства и определяется условиями размещения главных полюсов внутри остова.

Снаружи изоляция катушки (от корпуса) имеет четыре слоя непропитанной стеклослюдинитовой ленты ЛСКН-160-ТТ. В местах соприкосновения катушки с остовом дополнительно устанавливают прокладки из стеклоткани и стеклотекстолита СТЭФ-1-0,5. Между слоями катушки также укладывают прокладки 2 из стеклотекстолита. Каждый слой изоляции промазан компаундом; катушку с изоляцией запекают и спрессовывают, затем покрывают эмалью.

По другой технологии витковая изоляция катушек главных полюсов выполняется из асбестовой бумаги, слои катушки изолированы один от другого стеклотекстолитовой прокладкой — изоляция класса нагревостойкости Р. Для обеспечения закрепления катушки на сердечнике зазоры между ними заполняют асбестовой лентой ЛАЭ и затем пропитывают в компаунде «Монолит-2».

Две катушки главных полюсов имеют открытые, перекрещенные выводы (см. рис. 138). Соединения главных полюсов между со-

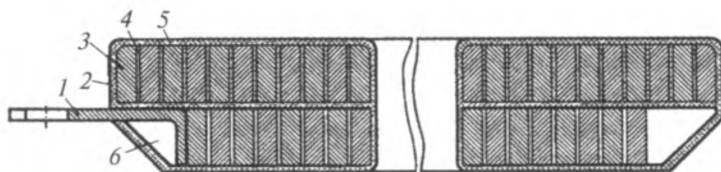


Рис. 139. Катушка главного полюса тягового электродвигателя ЭДУ-113:
1 — вывод; 2 — прокладка; 3 — проводник; 4 — витковая изоляция; 5 — корпусная изоляция; 6 — заполнение

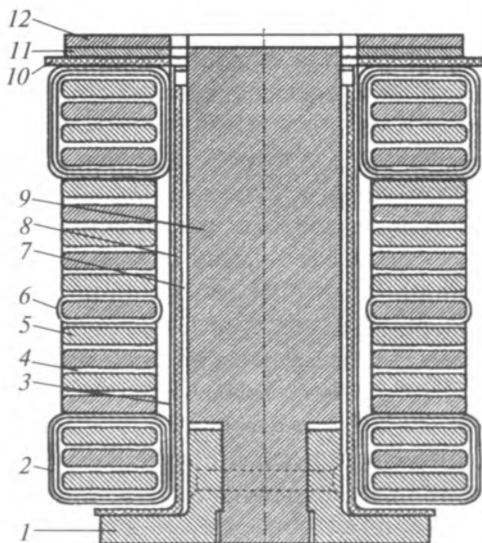
бой выполнены гибкими наборными медными шинами. Между катушкой и остовом установлена стальная прокладка толщиной 1 мм для предохранения изоляции катушки от грубо обработанной поверхности остова. Для предупреждения перемещения катушки по сердечнику при ударах и вибрациях, при уменьшении высоты ее вследствие усыхания изоляции между катушкой и башмаком полюса проложена двухслойная пружинная рамка, создающая после затяжек болтов давление на катушку. Во избежание повреждения изоляции катушка отделена от башмака предохранительной рамкой из тонколистовой стали.

Добавочные полюсы предназначены для улучшения процесса коммутации тягового электродвигателя. Устанавливают их между главными полюсами и крепят к станине болтами. Они, так же, как и главные полюсы, представляют собой моноблок, пропитанный эпоксидным компаундом и состоят из сердечников и катушек (рис. 140).

Воздушный зазор под добавочными полюсами 9 мм. Сердечники добавочных полюсов 9 изготовлены сплошными из толстолистовой, литой или прокатанной стали, так как их размеры и поток, проходящий через них, невелики и, следовательно, потери, вызываемые вихревыми токами, незначительны. В данном электродвигателе сердечники изготовлены из проката Ст3.

Рис. 140. Разрез добавочного полюса тягового электродвигателя ЭДУ-113:

1 — полюсной наконечник; 2 — корпусная изоляция; 3, 4, 8, 10 — изоляционная прокладка; 5 — проводник; 6 — защитная стеклолента; 7 — каркас; 9 — сердечник добавочного полюса; 11, 12 — немагнитные прокладки



Башмак сердечника имеет меньший размер, чем его основное тело, и для удержания катушки с двух сторон башмака приклепаны немагнитные полюсные наконечники 1 из латуни или дюралюминия. Для надежности крепления полюсные наконечники посажены на зуб.

Для предупреждения перемещения катушки вдоль сердечника (при усыхании изоляции) между ней и остовом установлена пружинная рамка. Между сердечником и остовом поставлены дюралюминиевые немагнитные прокладки 12, увеличивающие воздушный зазор в магнитной цепи с целью уменьшения рассеивания магнитного потока и влияния на коммутацию вихревых токов. Катушка 5 добавочного полюса выполнена из шинной меди сечением 6×35 мм, намотанной на узкое ребро.

Между витками катушки установлены прокладки из стеклянной пропитанной ткани. Полностью изолируют от корпуса только три четыре витка с каждой стороны — непропитанной стеклослюдинитовой лентой и стеклянной лентой.

Со стороны остова и наконечника располагают изоляционные прокладки 10 из стеклотекстолита. Для повышения теплоотдачи наружную поверхность средних витков катушки не изолируют, а от корпуса они изолированы пятью изоляционными прокладками 8 из асбестовой электроизоляционной бумаги.

Класс нагревостойкости изоляции Р.

Катушка надета на стальной каркас 7. Для изоляции от корпуса ее вместе с каркасом пропитывают в компаунде и затем покрывают электроизоляционной эмалью.

Катушки добавочных полюсов соединяются последовательно между собой и с обмоткой якоря и питаются током якоря.

Межкатушечные соединения, выполненные шинами или гибкими кабелями, при неудовлетворительном креплении вибрируют, что приводит к изломам как самих соединений, так и выводов катушек. Предпочтение отдают шинным межкатушечным соединениям, выполненным из двух голых медных лент и закрепленных к корпусу бандажом с резиновыми прокладками, гасящими высокочастотные вибрации.

Якорь электродвигателя предназначен для преобразования электрической энергии, поступающей от тягового генератора на его обмотку, в механическую энергию, передаваемую через вал и редук-

тор колесной пары и состоит из вала 25 (см. рис. 137), переходной втулки 26, на которую монтируются все детали якоря, сердечника 16, обмотки 20 с уравнительными соединениями первого рода и коллектора 1. Наличие втулки позволяет производить смену вала без нарушения всех остальных узлов.

Вал якоря изготовлен из прокатанной стали 30ХМА с термообработкой. Один его конец обработан на конус 1:10 для насадки ведущей шестерни. Сопряжения участков вала 25 разных диаметров выполнены с плавными переходами.

Сердечник якоря 16 набран из штампованных листов электротехнической легированной стали марки 2211, 2212 (толщиной 0,5 мм), покрытых тонким слоем лака с обеих сторон. Листы набираются по массе (363 кг). Толщина крайних листов составляет 1 мм. В каждом листе выштамповано 54 паза и 32 вентиляционных отверстия диаметром 27 мм, расположенных в два ряда. Середина каждого паза должна совпадать с серединой коллекторной пластины.

Со стороны шестерни на валу установлена задняя нажимная шайба 19 (открытого типа), со стороны коллектора — передняя нажимная шайба 11. Нажимные шайбы, одновременно являющиеся обмоткодержателями, отлиты из стали. Открытая шайба улучшает охлаждение задних лобовых частей обмотки якоря 20.

Собранный сердечник без обмотки покрывают эмалью (коричневым грунтом) ФЛ—ОЗК и запекают для повышения коррозионной устойчивости. Нажимные шайбы перед укладкой обмотки якоря покрывают стеклотканью, пропитанной в эпоксидном лаке, опрессовывают и запекают, что создает монолитную изоляцию.

Обмотка якоря петлевая, уложена в прямоугольные пазы сердечника и закреплена в них изоляционными клиньями; лобовые части обмотки закреплены бандажами из стеклобандажной ленты класса нагревостойкости Н. На концы обмотки перед входом в щели коллектора расплющены.

Уравнительная обмотка предназначена для равномерного распределения тока между параллельными ветвями и жесткого фиксирования напряжения между соседними коллекторными пластинами.

Уравнительная обмотка уложена на переднюю нажимную шайбу 11 (см. рис. 137) под лобовыми частями обмотки якоря, выводные концы — в коллекторные пластины.

Коллектор электродвигателя состоит из пластин, нажимных втулки 10 и конуса 6, двух изоляционных манжет и изоляционного цилиндра 5. Диаметр коллектора 400 мм. Пластины коллектора (216 шт.) изготовлены из твердотянутой профильной меди, легированной кадмием или серебром. Пластины штампуют за одно целое с петушками. В нижней части они имеют форму «ласточкина хвоста», позволяющего прочно скрепить коллектор. Втулка и нажимной конус коллектора, конусные выступы которых входят в выточки пластин, сжаты под прессом и стянуты гайкой через пружинное кольцо. Коллектор тепловозных электродвигателей работает в напряженных условиях в механическом и тепловом отношении, поэтому все детали коллектора изготавливают из высокопрочных материалов.

Пластины изолированы друг от друга коллекторным миканитом КФШ толщиной 1,2 мм, а от корпуса — миканитовым цилиндром и манжетами ФФГА толщиной 2 мм. Выступающий конец миканитовой манжеты защищен от внешних воздействий бандажом из стеклянной ленты, покрытым сверху эмалью.

В прорези петушков вплаивают концы секций обмотки якоря. Каждая четвертая пластина имеет более глубокую прорезь, в которую дополнительно вплаивают концы уравнительных соединений. Коллектор балансируют статически при помощи грузов, закрепляемых в специальных канавках в нажимном конусе и втулке. Радиальное биение коллектора не должно превышать 0,05 мм.

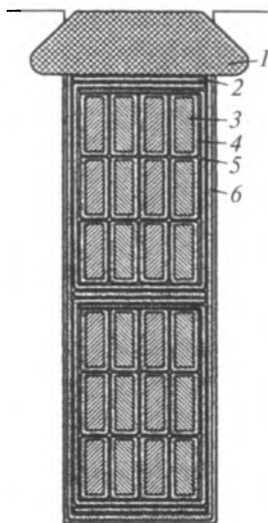
В якоре электродвигателей применена петлевая обмотка с уравнительными соединениями первого рода. Она состоит из 54 катушек и имеет изоляцию класса Р. Обмотка якоря имеет шаг по пазам 1-14, шаг по коллектору 1-2. Катушка обмотки якоря состоит из четырех элементарных одновитковых секций. Каждая секция в свою очередь состоит из трех параллельных проводников, расположенных по высоте паза, а четыре витка, входящих в катушки, располагаются по ширине паза, т.е. осуществлена горизонтальная укладка.

Виток разделен по высоте на три параллельных провода для уменьшения потерь от вихревых токов, наводимых магнитным потоком рассеяния.

В пазовой части (рис. 141) катушка изолирована тремя слоями стеклослюдинитовой ленты ЛС-ЭП толщиной 0,1 мм в половину нахлеста и одним слоем стеклянной ленты ЛЭС толщиной 0,1 мм

Рис. 141. Разрез паза тягового
электродвигателя ЭДУ-133:

1 — клин; 2 — прокладка под клин; 3 —
проводник; 4 — изоляция проводника; 5 —
корпусная изоляция; 6 — защитная стек-
лянная лента



в половину нахлеста. Каждый проводник 3 покрывается изоляцией 4 из одного слоя стеклянной ленты толщиной 0,1 мм. В задних лобовых частях дополнительно между элементарными секциями устанавливают прокладки из стеклянной ленты.

Передние лобовые части дополнительно имеют между витками секции прокладки из слюды, чтобы избежать витковых замыканий при осадке и бандажировке обмотки. Концы катушек в изгибах дополнительно изолируются одним слоем полиамидной пленки ПМА толщиной 0,04 мм.

На дне паза и под клин устанавливают прокладки 2 из стеклотекстолита 0,35 мм. Обмотка якоря удерживается в пазах стеклотекстолитовыми клиньями 1 толщиной 6 мм, в лобовых частях — стеклобандажами. В электродвигателе применяют стеклобандаж, который наматывается с натяжением не менее 1,4 кН. Стеклобандаж изготавливают из специальной стеклоленты ЛСБ-1: размером 0,2×20 мм (стеклянные волокна расположены только в продольном направлении и склеены эпоксидным связующим компаундом). Бандажи в процессе сушки запекают, и они становятся монолитными. Преимущество стеклобандажа в том, что он не разрушается при круговом огне на коллекторе.

Под передними лобовыми частями обмотки якоря находятся уравнительные соединения, выполненные из меди МГМ размером 1,68×5,1 мм (с изоляцией 2,23×6,87 мм). Шаг уравнительных соединений по коллектору 109,5—113, т.е. уравнительное соединение делается одно на паз.

Для крепления балансировочных грузов в конусе коллектора и на задней нажимной шайбе предусмотрены специальные канавки.

Щеткодержатель отлит из латуни, имеет гнезда для установки трех разрезных щеток ЭГ-61(2×12,5)×40×64 с резиновыми амортизаторами для защиты от ударной и вибрационной нагрузки (рис. 142).

При разрезных щетках в случае неровности коллектора или выпучивании одной из коллекторных пластин подскакивает сначала одна, а затем вторая из половинок щетки, поэтому контакт щетки и коллектора сохраняется постоянно, коллектор почти не подгорает.

Кроме того, разрезные щетки создают хорошую политуру коллектора и тем самым улучшают условия коммутации. Резиновые амортизаторы поглощают небольшие толчки и удары, не допуская отрыва щеток от коллектора.

На электродвигателе должны быть установлены щетки одной и той же марки. Это особенно важно при петлевой обмотке, так как различие в сортах щеток может вызвать протекание больших токов по уравнительным соединениям.

Корпус 1 щеткодержателя укреплен в кронштейне, вваренном в торцовую стенку остова. В корпус запрессованы два стальных пальца 4, служащих для крепления щеткодержателей в кронштейне. Пальцы изолированы от корпуса прессматериалом АГ-4С

или твердым изоляционным слоем из эпоксидного компаунда, на который надеты изоляторы 3 из прессматериала К-78-51. Такое выполнение пальцев щеткодержателей дало воз-

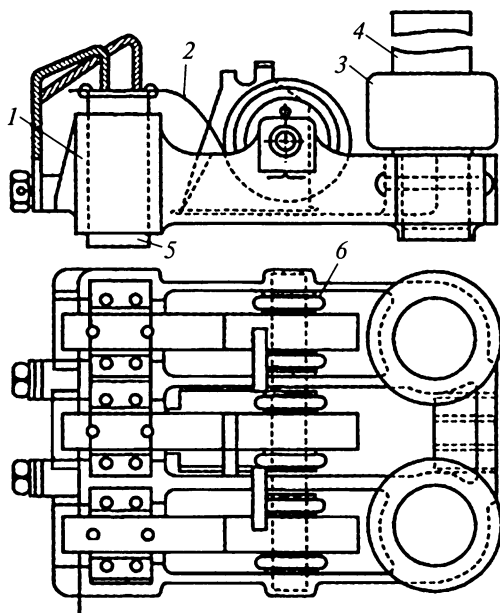


Рис. 142. Щеткодержатель тягового электродвигателя ЭДУ-133:

1 — корпус; 2 — спиральная пружина; 3, 6 — изоляторы; 4 — палец; 5 — щетка

можность повысить их изоляционные свойства и тем самым избежать снижения сопротивления изоляции в эксплуатации, которое наблюдалось при использовании фарфоровых изоляторов.

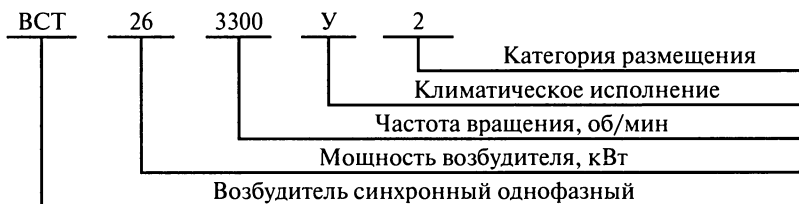
В корпусе щеткодержателя имеются два гнезда для щеток. В одно гнездо вставлена одна пара щеток 5, в другое — две пары. Нажатие щеток на коллектор осуществляется спиральными пружинами 2. Нажатие (4.2—4.8 Н) регулируется поворотом втулки, находящейся в центре пружины. Характеристики спиральных пружин подобраны так, чтобы регулировка давления до полного износа щетки не требовалась. Щетки снабжены гибкими шунтами, прикрепленными болтами к корпусу щеткодержателя. Для удобства замены и осмотра щеток на щеткодержателях установлены стойки с заплечиками, позволяющие фиксировать пружины в приподнятом состоянии.

Вентиляция электродвигателей типа ЭДУ-133 — параллельная, независимая. Охлаждающий воздух нагнетается вентиляторами, установленными в кузове тепловоза. Воздух от вентилятора поступает в полость электродвигателя через вентиляционное отверстие, расположенное в верхней части остова над коллектором, и дальше движется двумя параллельными потоками. Нагретый воздух выбрасывается через отверстия в остова, защищенные сетками и щитками. Щиток у нижнего отверстия направляет поток нагретого воздуха параллельно рельсовому пути. Создающийся поток воздуха, помимо охлаждения, препятствует попаданию пыли верхнего строения пути на коллекторно-щеточный узел.

13.4. Возбудитель синхронный однофазный

Для питания через выпрямительный мост обмоток независимо возбуждения синхронных тяговых генераторов на тепловозе используется синхронный генератор однофазного напряжения (возбудитель). Он может служить также источником напряжения для питания цепей освещения

Структура условного обозначения возбудителя дана ниже.



Возбудитель ВСТ 26-3300 представляет собой электрическую машину переменного тока независимого возбуждения, защищенного исполнения, самовентилируемую, с одним свободным концом вала.

Технические характеристики возбудителя ВСТ 26-3300

Номинальный режим

Номинальная мощность, кВт	215/287
Номинальная частота вращения, об/мин	2470/3300
Номинальная частота тока, Гц	165/220
Номинальный ток, А	164/146
Номинальное выпрямленное напряжение, В	145
Номинальный выпрямленный ток, А	180
Класс нагревостойкости изоляции	F
КПД, %	76

Кратковременный режим

Напряжение, В	240
Ток, А	200
Частота вращения, об/мин	3300

Конструктивно возбудитель ВСТ 26-3300 выполнен с явно выраженными полюсами на статоре (так называемого обращенного исполнения) и обмоткой якоря на вращающемся роторе. Возбудитель (рис. 143) состоит из магнитной системы, якоря, подшипниковых щитов и траверсы.

Станина 23 возбудителя имеет цилиндрическую форму, является одновременно магнитопроводом и основой для сборки всех узлов; изготавливается станина из листового проката путем гибки и сварки и имеет в нижней части лапы для крепления на тепловозе. На наружной поверхности станины расположена коробка выводов со штуцерным вводом, представляющим собой панель из изоляционного материала с расположенными на ней контактными болтами, к которым подсоединяются выводы обмоток (два от траверсы, два от обмотки независимого возбуждения) и монтажные провода электрической схемы тепловоза.

Торцы корпуса имеют расточку для посадки подшипниковых щитов 7 и 17. На наружной стороне корпуса находится коробка зажимов в виде панели из изоляционного материала с расположенными в ней контактными болтами для подсоединения выводов обмоток и монтажных проводов электрической схемы.

Обмотка возбуждения 15 расположена на сердечниках полюсов, а якорная обмотка 10, уложенная в пазы сердечника якоря 22, на вращающемся валу 20.

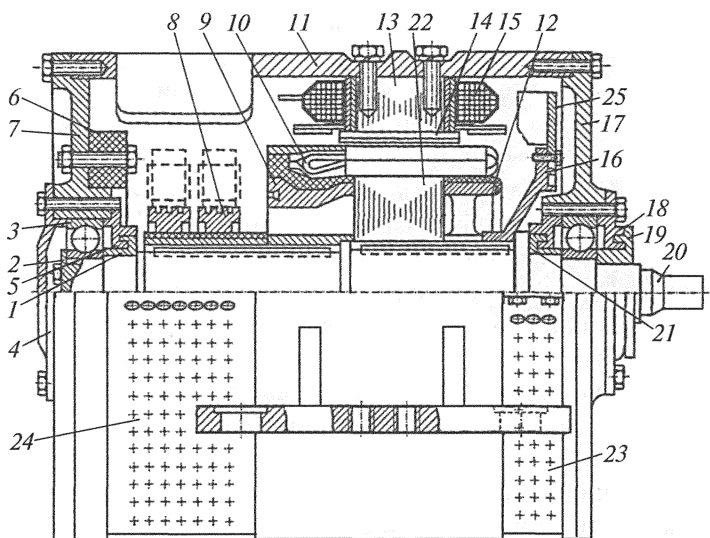


Рис. 143. Продольный разрез возбuditеля ВСТ 26-3300:

1, 21 — внутренние уплотнительные кольца; 2 — крышка; 3 — шарикоподшипник; 4, 18 — наружные крышки подшипника; 5 — внутренняя крышка подшипника; 6 — траверса; 7, 17 — подшипниковые щиты; 8 — контактное кольцо; 9 — втулка; 10 — обмотка якоря; 11 — станина; 12 — обмоткодержатель; 13 — сердечник; 14 — стержень демпферной обмотки; 15 — обмотка независимого возбуждения; 16 — ступица; 19 — наружное уплотнительное кольцо; 20 — вал; 22 — сердечник якоря; 23 — станина; 24 — съемная сетка; 25 — вентилятор

Каждый возбuditель имеет восемь полюсов, каждый из которых состоит из сердечника 13, двух обмоток независимого возбуждения 15 и демпферной обмотки 14, встроенной в башмак сердечника в виде стержней, соединенных в лобовых частях шиной. Сердечник полюса набран из штампованных листов электротехнической стали, зажатых крайними, более толстыми листами из конструкционной стали (щеками). Листы сердечника вместе со щеками спрессованы и стянуты стальными заклепками. Крепление полюса к корпусу возбuditеля осуществляется при помощи болтов, вворачиваемых в резьбовые отверстия в теле сердечника.

Катушка обмотки независимого возбуждения изготовлена из прямоугольного обмоточного медного провода и совместно с сер-

дечником полюса представляет собой неразъемный моноблок на основе изоляции типа «Монолит-2». Стержни демпферной обмотки выполнены из меди и соединяются между собой с помощью медной накладки, к которой привариваются твердым серебросодержащим припоем.

Каждый полюс имеет два вывода катушки возбуждения и четыре вывода демпферной обмотки. Соединение между катушками обмотки возбуждения осуществляется проводами, которые крепятся к выводам катушек при помощи винтов. Выводы демпферных обмоток полюсов соединяются с помощью болтов, образуя два демпферных кольца.

Каждый полюс крепится к станине двумя болтами, проходящими через отверстия в сердечнике станины. Катушки обмотки возбуждения соединены последовательно между собой, а их концы выведены в коробку выводов (рис. 144).

Со стороны контактных колец в станине имеются люки для осмотра контактных колец 8 (см. рис. 143), щеток, щеткодержателей и внутренней части подвозбудителя.

Якорь возбудителя (рис. 145) возбудителя состоит из следующих составных частей: вала 6, сердечника 2, обмоткодержателей 9, контактных колец 1, ступицы 8 для крепления вентилятора и обмотки 3, состоящей из отдельных катушек. Вал предназначен для восприятия крутящего момента от приводного механизма и закрепления на нем всех частей якоря. Вал изготовлен из высококачественной легированной стали со специальной термообработкой, имеет

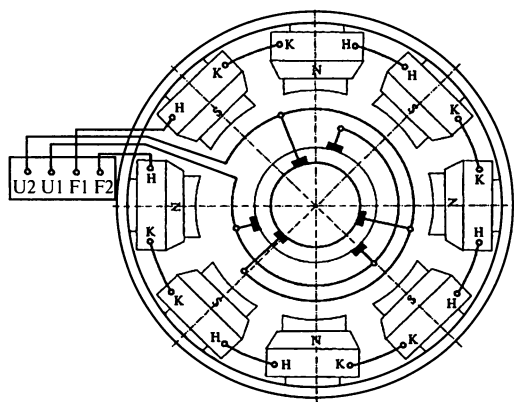
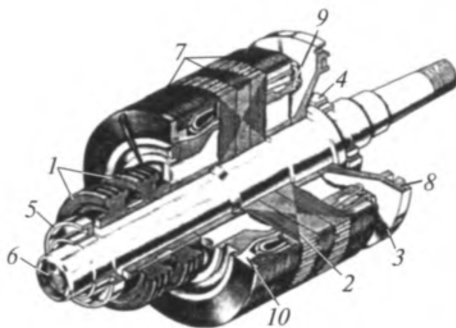


Рис. 144. Схема соединения обмоток возбудителя ВСТ 26-3300

Рис. 145. Якорь возбuditеля
ВСТ 26-3300:

1 — контактное кольцо; 2 — сердечник якоря; 3 — обмотка якоря; 4, 5 — уплотнительное внутреннее кольцо; 6 — вал; 7 — бандаж; 8 — ступица; 9 — обмоткодержатель; 10 — втулка



один свободный конец для посадки приводной полумуфты. Сердечник якоря набран из штампованных листов электротехнической стали, покрытых с обеих сторон тонким слоем электроизоляционного лака и напрессованных непосредственно на вал. От проворота на валу сердечник закреплен при помощи шпонки. По внешнему диаметру листов имеются пазы для укладки обмотки якоря, а в средней части листов — один ряд вентиляционных отверстий. Листы сердечника в опрессованном состоянии закреплены на валу якоря нажимными шайбами, которые одновременно служат обмоткодержателями.

Втулка 10 и обмоткодержатель 9 выполнены литыми из латуни, предназначены для удержания листов сердечника в спрессованном состоянии и одновременно служат для укладки на них лобовых частей обмотки якоря. Изолировка наружной поверхности обмоткодержателей производится стеклотканью, пропитанной в эпоксидном компаунде и до посадки на вал спрессованной совместно с обмоткодержателями и запеченной в пресс-форме. Втулка со стороны контактных колец имеет пазы для размещения гильз, в которые впаивается обмотка якоря.

Контактные кольца 1 для съема вырабатываемого переменного напряжения изготавливаются из нержавеющей немагнитной стали.

На рабочей поверхности колец выполнена прямоугольная винтовая канавка для устранения воздушной подушки под щетками с целью исключения искрения. Кольца напрессованы на стальную втулку, изолированную стеклотканью с одновременной пропиткой лаком КО-916К. Втулка с контактными кольцами напрессована на вал со шпонкой.

Обмотка якоря 3 — двухзаходная волновая, выполнена из двухвитковых катушек, изготовленных из прямоугольного медного обмоточного провода. Витки катушек расположены в пазу плашмя. Для изоляции катушек использована стеклослюдинитовая и стеклянная ленты. В пазы сердечника якоря устанавливаются прокладки также из стеклослюдинитовой и стеклянной лент. Пазы якоря перед укладкой обмотки выстилаются по периметру изолирующими прокладками из пленкостеклоткани. Изоляция обмотки якоря выполнена из термореактивного материала «Монолит-2», пропитана в эпоксидном компаунде вакуумнагнетательным способом.

Обмотка якоря от центробежных усилий удерживается бандажами 7 из стеклобандажной ленты в лобовых частях и средней части сердечника. Якорь с обмоткой пропитан в термореактивном лаке вакуумнагнетательным способом. Готовый якорь покрыт эпоксидной эмалью горячей сушки и динамически отбалансирован.

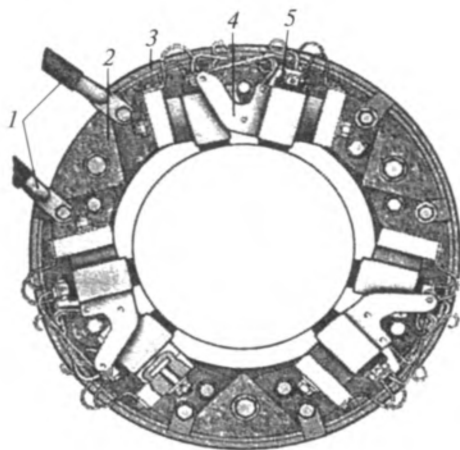
Подшипниковые щиты 7, 17 (см. рис. 143) отлиты из стали и крепятся к торцам станины с помощью болтов. В гнезда щитов вставлены шарикоподшипники 3, служащие для опоры и свободного вращения якоря. Наружные обоймы подшипников удерживаются от смещения буртами наружных и внутренних крышек 4 и 5, а внутренние напрессованы на вал. В подшипниках применена смазка ЖРО или ЖРО-М с высокой стабильностью смазывающих свойств при длительной работе подшипника. Смазка от вытекания из полости подшипника наружу или во внутрь возбудителя предохраняется лабиринтными уплотнениями, добавляется через масленки.

Подшипниковые щиты предназначены для опоры и центровки якоря относительно магнитной системы через вмонтированные в них подшипники качения. Щиты центрируют в станине «замками» и закрепляют в ней болтами. Якорные подшипники и их смазочные камеры закрываются с обеих сторон наружными крышками 4 и 18. Кольцевые углубления в крышках с насаженными на вал внутренними уплотнительными кольцами 1 и 21 образуют лабиринтные уплотнения, предотвращающие проникновение смазки в якорные подшипники и вытекание ее из подшипников наружу.

Для добавления смазки в подшипники имеются шариковые масленки, закрепленные в смазочных трубках, расположенных на наружной поверхности подшипниковых щитов.

Траверса переднего подшипникового щита (рис. 146) является изоляционной и служит для крепления шести щеткодержателей 4,

Рис. 146. Траверса возбуждителя ВСТ 26-3300:
 1 — кабель; 2 — корпус;
 3 — шина; 4 — щетко-
 держатель; 5 — щетка



в которых помещаются щетки 5. Однообоймные щеткодержатели имеют пружину часового типа, которая обеспечивает постоянное нажатие на щетки без дополнительной подрегулировки в процессе эксплуатации.

В каждый щеткодержатель установлена щетка марки ЭГ-4 размером 25×32×64 мм с резиновым амортизатором. Нажатие на щетку в пределах 17—18 Н создается пружиной.

Щеткодержатели (по три на каждое контактное кольцо) с помощью уголков из специального сплава закреплены на корпусе 2, выполненном из изоляционного материала и соединены между собой сборными шинами 3. Техническое обслуживание щеткодержателей и щеток осуществляется через смотровой люк, который закрывается быстросъемной крышкой с пружинным замком.

На возбуждители применены неразрезные щетки. Для уменьшения вибрации и ударов щетки снабжены резиновыми амортизаторами.

Вентиляция возбуждителя представляет собой систему, в которую входит вентилятор 25 (см. рис. 143), вентиляционные каналы в якоре и магнитной системе (межполюсные пространства и зазоры между полюсами и якорем), а также люки в корпусе, защищенные крышками с вентиляционными отверстиями в нижней части остова. Охлаждающий воздух снаружи забирается через отверстия в крышке люков со стороны контактных колец, проходит параллельными потоками между полюсами магнитной системы, в зазо-

ре между полюсами и поверхностью якоря, через вентиляционные каналы сердечника якоря и выбрасывается наружу через объемную сетку 24 с отверстиями со стороны привода. Ступица 16, на которой закреплен вентилятор, удерживается на валу от проворота при помощи шпонки. Соединение возбудителя с валом приводного механизма осуществляется при помощи эластичной муфты.

К электрической схеме тепловоза возбудитель подключается монтажными проводами, наконечники которых соединены со специальными зажимами, расположенными в коробке выводов. После подключения возбудителя коробка выводов закрывается крышкой.

14. АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

Работа аккумуляторной батареи основана на способности электрической энергии преобразовываться в химическую и, наоборот, химической энергии — в электрическую. Простейший свинцовый аккумулятор представляет собой две свинцовые пластины (электроды), погруженные в электролит (раствор серной кислоты). Под действием серной кислоты пластины покрываются слоем сернокислого свинца. При подключении источника постоянного тока к аккумулятору ток от положительной пластины проходит через электролит к отрицательной пластине и сернокислый свинец на отрицательной пластине восстанавливается в губчатый свинец, а на положительной — превращается в двуокись свинца. В растворе образуется кислота, и плотность электролита повышается. При подключении аккумулятора к потребителю тока на пластинах вновь образуется сульфат свинца, а плотность электролита уменьшается. Поэтому для восстановления батареи ее необходимо периодически подзаряжать.

Блоки аккумуляторов состоят из положительных и отрицательных электродов, припаянных токоведущими ушками соответственно к положительным и отрицательным борнам. Электроды разделены между собой сепараторами. Электроды аккумуляторов намазного типа.

Крышки аккумуляторов соединяются с моноблоками и герметизируются мастикой.

Горловина крышки служит для заливки в аккумулятор электролита, доливки дистиллированной воды, измерения температуры, уровня и плотности электролита и для выхода газа из аккумулятора. Горловина закрывается вентиляционной пробкой.

Аккумуляторная батарея тепловоза состоит из последовательно соединенных секций 2ТН-450 (рис. 147), состоящих, в свою очередь, из двух последовательно соединенных в одном корпусе аккумуляторов ТН-450. Промышленность выпускает также секции 4ТН-450 состоящих из четырех последовательно соединенных в одном корпусе аккумуляторов ТН-450.



Рис. 147. Секция аккумулятора
2ТН-450

Последовательное соединение аккумуляторов и секций между собой (рис. 148) осуществляется с помощью медных перемычек, имеющих свинцовое покрытие, или кабелями с наконечниками.

Электролитом служит раствор серной кислоты плотностью $(1,245 \pm 0,005)$ г/см³, приведенной к температуре 30 °С.

Установленную на тепловозе батарею подвергают разрядам только при запусках дизеля и при питании цепей управления и освещения, при неработающем стартер-генераторе.

Батарея на тепловозе в период запуска дизеля подвергается разряду по следующему режиму:

- ток 100 А — в течение 60 с;
- ток 2100 А — в течение 0,6 с;
- ток 1100 А — в течение 12 с.

Напряжение при токе 2100 А должно быть не менее 48 В для батареи 32ТН-450ТМ, а при токе 1100 А — 46 В.

Указанные параметры должны обеспечиваться на протяжении трех последовательных запусков с интервалом от 60 до 80 с, каждый четвертый запуск производится с интервалом 5 мин.

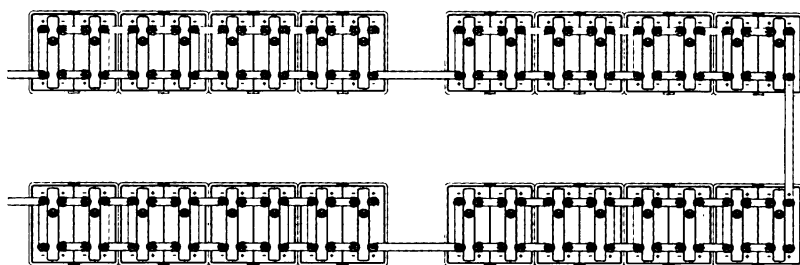
Всего до подзаряда батареи должно производиться не более 15 запусков дизеля при температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С.

После 15 запусков дизеля батарея может подвергаться разряду током 45 А в течение шести часов.

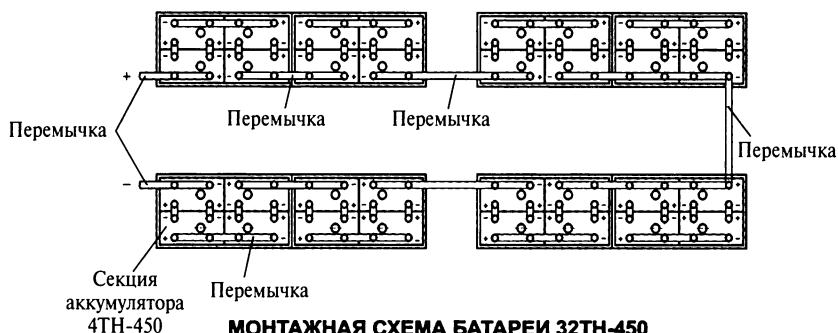
На 50%-ной разряженной батарее до подзаряда может быть произведено не более 15 запусков дизеля, после чего батарея обеспечивает разряд током 45 А в течение трех часов.

При температуре электролита 0 °С на полностью заряженной батарее может быть произведено 15 запусков дизеля. После чего батарея обеспечивает разряд током 45 А в течение трех часов.

При работающем дизеле батарея 32ТН-450 ТМ заряжается постоянно благодаря выпрямителю, преобразовывающему однофазное



МОНТАЖНАЯ СХЕМА БАТАРЕИ 32ТН-450
(из секций 2ТН-450)



МОНТАЖНАЯ СХЕМА БАТАРЕИ 32ТН-450
(из секций 4ТН-450)

Рис. 148. Схемы монтажные соединения батарей типоразмера 2 и 4

переменное напряжение синхронного возбудителя в постоянное напряжение посредством трех выпрямительных мостов.

Сила зарядного тока при работе синхронного возбудителя зависит от степени разряженности батареи. Для ограничения силы тока заряда служит добавочное сопротивление, включенное в зарядную цепь.

В начале работы дизель-генератора (после запуска) сила тока заряда составляет (45 ± 5) А, а затем, по мере возрастания напряжения на зажимах батареи, постепенно уменьшается до $(4,5 \pm 0,5)$ А.

Наибольшая величина тока $(4,5 \pm 0,5)$ А, установившегося в цепи заряда, служит показателем того, что батарея заряжена.

15. ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Выпрямитель В-ОПЕ-30/150/200-75-УЗ работает в составе комплекса бортового энергоснабжения, возбуждения тягового генератора и синхронного возбудителя и предназначен для преобразования однофазного переменного напряжения синхронного возбудителя в постоянные напряжения посредством трех выпрямительных мостов, которые используются для регулирования тока возбуждения синхронного возбудителя и тягового генератора, а также для питания бортовой сети тепловоза и заряда аккумуляторной батареи.

Обозначение выпрямителя дано ниже.

В-	О	П	Е-	30/	150/	200-	75-	УЗ	
									Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150
									Номинальное выходное напряжение, В
									Максимальный ток возбуждения тягового генератора, А
									Максимальный ток бортовой сети, А
									Максимальный ток возбуждения синхронного возбудителя, А
									Естественное воздушное охлаждение
									Постоянный (род тока на выходе)
									Однофазный (род тока на входе)
									Выпрямитель

Технические характеристики выпрямителя В-ОПЕ-30/150/200-75-УЗ

Число фаз питающей цепи.....	1
Номинальное напряжение питающей сети*, В.....	85±5
Количество выпрямительных мостов, шт.	3
Диапазон изменения частоты сети, Гц	80—200

Номинальный ток выпрямительного моста возбуждения возбудителя, А.....	16±2
Диапазон регулирования тока возбуждения возбудителя, А.....	1—30
Номинальный ток выпрямительного моста возбуждения тягового генератора, А.....	100±5
Диапазон регулирования тока возбуждения тягового генератора, А.....	6,5—200
Номинальное выходное напряжение выпрямительного моста питания цепей управления и заряда аккумуляторной батареи, В.....	75±1
Номинальный ток выпрямительного моста питания цепей управления и заряда аккумуляторной батареи, А.....	100±5
Диапазон изменения нагрузки выпрямительного моста питания цепей управления и заряда аккумуляторной батареи, А.....	50—150
КПД выпрямителя в номинальном режиме, %, не менее.....	96
Масса, кг, не более.....	51±2
Габаритные размеры шкафа силового, мм, не более:	
высота.....	735±2
глубина.....	290±2
ширина.....	530±2

* Выпрямитель сохраняет работоспособность при изменении напряжения питающей сети от 60 до 170 В.

Выпрямитель состоит из следующих основных узлов (рис. 149):

— неуправляемого выпрямителя (НВ), собранного на диодных модулях (А8, А9):

— полууправляемого выпрямителя (УВ1), собранного на диодном (А6) и тиристорном (А5) модулях;

— полууправляемого выпрямителя (УВ2), собранного на диодном (А11) и тиристорном (А10) модулях.

Конструкция выпрямителя представляет собой шкаф закрытого исполнения с односторонним обслуживанием. Остовом шкафа является сварной каркас из листовой стали, закрытый с лицевой и задней сторон съемными щитами. С левой стороны выпрямителя (см. рис. 151) имеются кабельные вводы (рис. 150) с клицевыми зажимами для подключения проводов:

- от силовой обмотки синхронного возбудителя (~);
- обмотки возбуждения синхронного возбудителя (30 А);
- обмотки возбуждения тягового генератора (200 А);
- бортовой сети тепловоза (150 А).

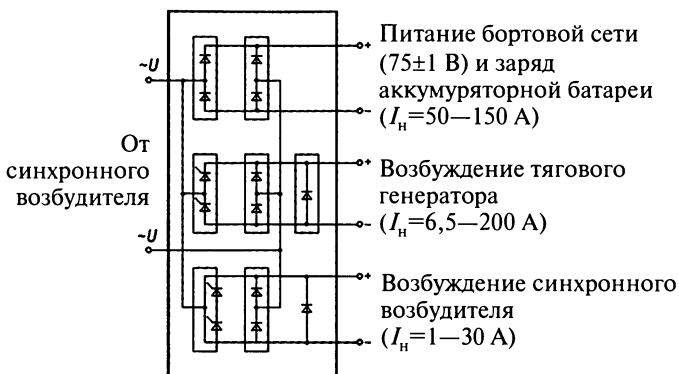


Рис. 149. Функциональная схема выпрямителя

Разъем (ХР1) для подключения цепей управления установлен с правой стороны выпрямителя (рис. 151).

На переднем щите выпрямителя установлена заводская маркировочная табличка для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, в нижней части каркаса шкафа предусмотрен болт заземления.

Внутри шкафа размещен радиатор, на котором установлены диодные (А6—А9, А11) и тиристорные (А5, А10) модули, обратные диоды и плата с защитными КС-цепями (К7—КЛ8. С1—С12), трансформатором синхронизации Т2.

На плате установлена плата согласующих резисторов.

К диодным и тиристорным модулям подведены токоведущие шины.

Электрическая схема выпрямителя приведена на рис. 152.

Функционально выпрямитель состоит из трех выпрямительных мостов. Неуправляемый мост, выполненный на диодных модулях А8, А9, предназначен для питания цепей управления тепловоза и заряда аккумуляторной батареи.

Полууправляемый мост, выполненный на диодном и тиристорном модулях А5, А6, предназначен для питания обмотки возбуждения тягового генератора типа ГПТ84/44.

Полууправляемый мост, выполненный на диодном и тиристорном модулях А10, А11, предназначен для питания обмотки возбуждения синхронного возбудителя типа ВСТ-26-3300.

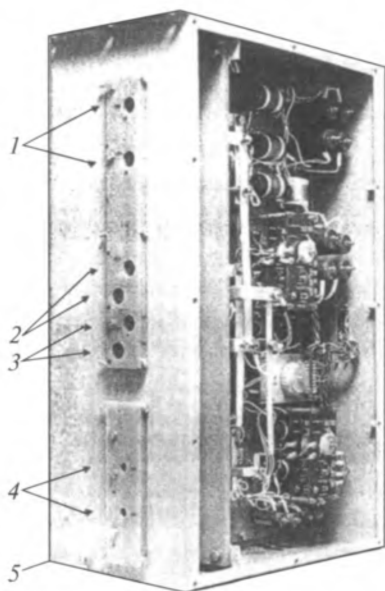


Рис. 150. Расположение кабельных вводов:

1 — кабельные вводы для подключения к бортовой сети тепловоза; 2 — кабельные вводы для подключения обмотки возбуждения тягового генератора; 3 — кабельные вводы для подключения обмотки синхронного возбудителя; 4 — кабельные вводы для подключения обмотки возбуждения синхронного возбудителя; 5 — болт для подключения заземления

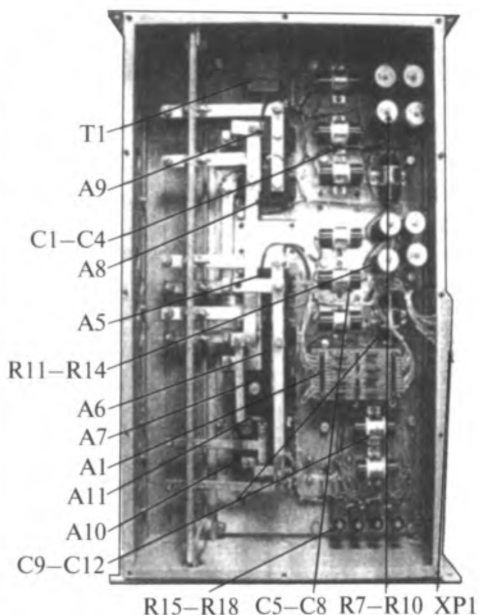


Рис. 151. Расположение элементов выпрямителя В-ОПЕ-30-150/200-75-У3 внутри шкафа:

T1 — трансформатор синхронизации; A6, A7, A8—A9 — диодные модули МДД-250; C1—C12 — конденсаторы RC-цепей; A5 — тиристорный модуль МТТ-250; R7—R18 — резисторы RC-цепей; A1 — плата согласующих резисторов; A10 — тиристорный модуль МТТ-125; A11 — диодный модуль МДД-125; XP1 — разъем цепей управления

Для защиты от коммутационных перенапряжений в выпрямителе установлены RC-цепи.

Включение тиристоров осуществляется микропроцессорным блоком регулирования 27.Т.275.01.00.000.1-01 в соответствии с заложенными алгоритмами в рабочем режиме возбуждения тягового генератора. В аварийном режиме возбуждения тягового генератора управление поступает только на тиристоры модуля А5.

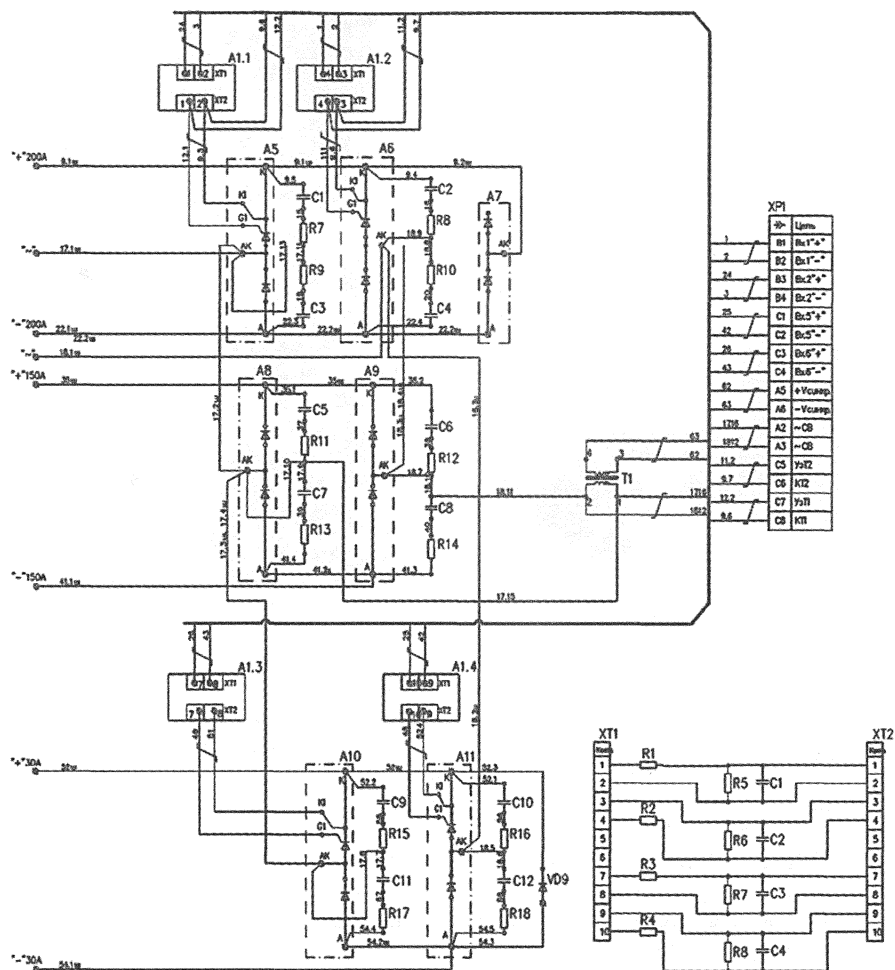


Рис. 152. Электрическая схема выпрямителя

Управляющие сигналы от микропроцессорного блока регулирования подаются через разъем XPI непосредственно на тиристоры.

Управляющие сигналы от блока аварийного возбуждения (далее — БАВ) поступают непосредственно на тиристоры, минуя ячейки ПФИ.

После запуска дизеля собирается цепь самовозбуждения синхронного возбудителя ВСТ-26-3300 через УВ2 и цепь начального возбуждения ВСТ-26-3300 от аккумуляторной батареи.

Через обмотку возбуждения ВСТ-26-3300 начинает протекать ток, и на его выходной обмотке появляется переменное напряжение, которое выпрямляется НВ. Выпрямленное напряжение поступает на заряд аккумуляторной батареи и через сглаживающий дроссель ДРС в схему управления и на датчик напряжения бортовой сети (ДНБС). Сигнал с датчика ДНБС поступает в микропроцессорный блок регулирования.

Блок регулирования начинает регулировать ток возбуждения ВСТ-26-3300, протекающий через УВ2, поддерживая напряжение бортовой сети (75 ± 1) В.

Цепь начального возбуждения ВСТ-26-3300 с выдержкой времени от 3 до 5 с размыкается.

При переводе тепловоза в режим тяги выход УВ1 подключается к обмотке возбуждения тягового генератора. Через обмотку возбуждения начинает протекать ток, регулируемый микропроцессорным блоком регулирования.

Контроль входных и выходных параметров выпрямителя во время его работы осуществляется при необходимости и по показаниям виртуальных приборов дисплейного модуля унифицированного пульта управления в кабине машиниста в диагностических кадрах: «Система возбуждения», «Бортовая сеть».

16. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

16.1. Контактёр электропневматический

Контактёр электропневматический типа ПК-1146 АУЗ, показанный на рис. 153, предназначен для управления тяговыми электродвигателями тепловоза.

Контактёр состоит из контактной и дугогасительной системы, пневматического привода, вспомогательных контактов и системы несущих деталей.

Подвижные главные контакты *10* мостикового типа закреплены на штоке *6* посредством оси *11* внутри рычага *16*, на котором закреплен подвижный дугогасительный контакт. Выводы контактора с закрепленными на них неподвижными главными и дугогасительными контактами установлены между стенками контактора.

В контакторе имеется дугогасительная камера *13* закрытого типа. Гашение электрической дуги в камере осуществляется при помощи магнитного дутья, создаваемого одновитковой катушкой *12*, включенной последовательно в электрическую цепь дугогасительных контактов.

Электрическая схема силовой цепи контактора приведена на рис. 154.

Пневматический привод контактора поршневого типа с дистанционным управлением при помощи электропневматического вентиля *18* (см. рис. 153). Привод выполнен унифицированным для всех однополюсных контакторов типа ПК-1000 А и состоит из цилиндра, поршня, закрепленного на штоке, отключающих пружин, уплотняющих деталей. Уплотнение поршня *3* относительно цилиндра *5* осуществляется двумя резиновыми манжетами *1*, уплотнение крышки *22* — резиновым кольцом *21*, штока *6* — медной прокладкой, а крышки *22* относительно корпуса электропневматического вентиля *18* — уплотнительной прокладкой *20*.

Блок вспомогательных контактов *17* является унифицированным узлом для всей серии контакторов ПК-1000 А. Переключение кон-

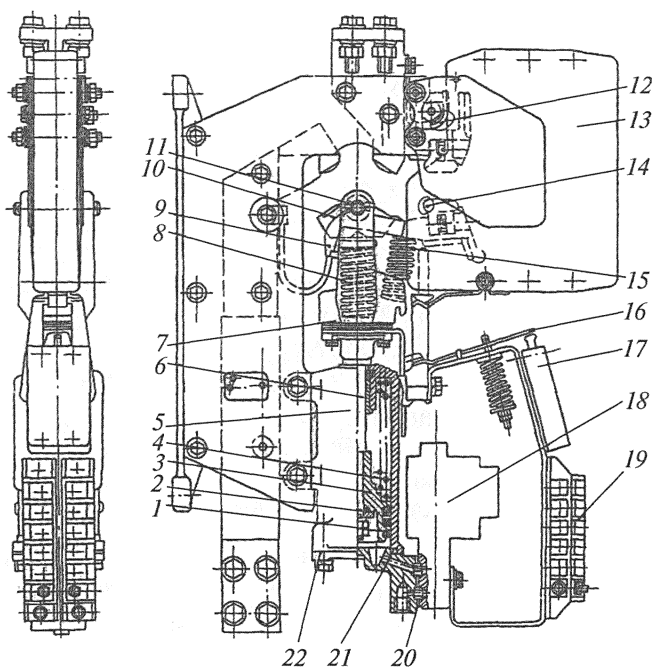
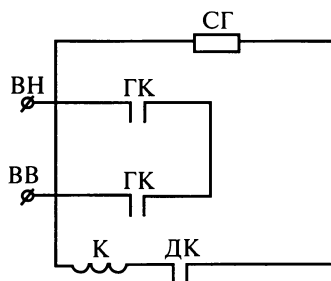


Рис. 153. Электропневматический контактор ПК-1146:

1 — манжета; 2, 21 — уплотнительные кольца; 3 — поршень; 4 — отключающая пружина; 5 — цилиндр; 6 — шток; 7 — изоляционный держатель; 8, 15 — пружины; 9 — контактный держатель; 10 — основной контакт; 11 — ось; 12 — катушка; 13 — дугогасительная камера; 14 — подвижный дугогасительный контакт; 16 — рычаг; 17 — блок вспомогательных контактов; 18 — электропневматический вентиль; 19 — клеммные панели; 20 — уплотнительная прокладка; 22 — крышка

Рис. 154. Электрическая схема контактора ПК-1146:

ВН — вывод нижний; ВВ — вывод верхний; ГК — главный контакт; ДК — дугогасительный контакт; К — катушка; СГ — соединение гибкое



тактов осуществляется через подпружиненный рычаг 16. Выводы вспомогательных контактов выведены на две клеммные панели 19.

Все узлы крепятся между двумя вертикально расположенными параллельными стенками, установленными на изоляционной рейке, являющейся основанием контактора.

При подаче напряжения на катушку электропневматического вентиля 18 открывается доступ сжатому воздуху в полость цилиндра 5. Под действием сжатого воздуха поршень 3 поднимается вверх, сжимая отключающую пружину 4 и перемещает шток 6 с подвижными контактами до их замыкания и образования провалов. Одновременно происходит переключение блока вспомогательных контактов. Отключение происходит в обратной последовательности при снятии напряжения с катушки электропневматического вентиля.

16.2. Переключатель пневматический

Переключатель пневматический ППК-8023 УЗ, показанный на рис. 155, предназначен для переключения без тока обмоток возбуждения тяговых электродвигателей с целью изменения направления движения тепловоза.

Переключатель представляет собой многополюсный электропневматический кулачковый аппарат с приводом диафрагменного типа.

Неподвижные контакты 22 главной цепи переключателя установлены непосредственно на изолирующие панели контактных стоек 34.

Подвижные контакты 23 главной цепи с помощью качающихся рычагов 31 установлены на изолирующие панели 27 средних стоек и имеют общий вывод в виде гибкого соединения.

В зависимости от типа исполнения переключатель имеет одностороннее расположение контактов главной цепи (т.е. контакты расположены или на всех шести контактных стойках, или только на угловых и средней стойках).

Контактная группа тормозного переключателя конструктивно отличается от контактной группы реверсора только шунтом 2, заменой которого можно превратить две группы тормозного переключателя в контактную группу реверсора.

Качающиеся рычаги 31 с подвижными контактами главной цепи управляются кулачками 24 и 32, установленными на валу 3. Про-

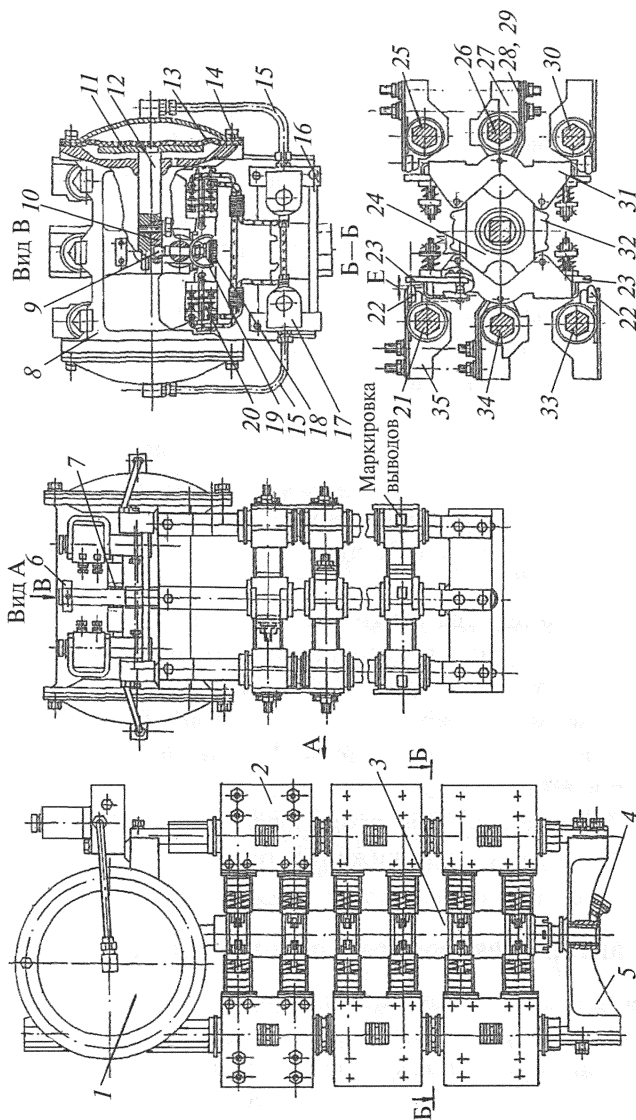


Рис. 155. Переключатель типа ППК-8023:

1 — пневматический привод; 2 — пластина (шунт); 3 — вал; 4, 7 — подшипники; 5 — кронштейн; 6 — гайка; 8 — корпус; 9 — поводок; 10 — пластина; 11 — диск; 12 — шток; 13 — диафрагма; 14 — крышка; 15 — трубопровод; 16 — воздухопровод; 17 — вентиль электропневматический; 18 — масленка; 19 — скоба; 20 — контактная группа; 21, 25, 26, 30, 33, 34 — стойки контактные; 22 — неподвижный контакт главной цепи; 23 — подвижный контакт главной цепи; 24, 32 — кулачок; 27 — панель с подвижным контактом главной цепи; 28, 29 — пластины; 31 — рычаг; 35 — панель с неподвижным контактом главной цепи; Е — зазор, контролирующий провал контактов главной цепи; М — размер для пересчета конечного нажатия контактов главной цепи

филь кулачков выбран таким образом, что при снятии напряжения с катушки электропневматического вентиля (или при отсутствии воздуха в магистрали) переключатель остается в прежнем положении.

На вал кулачкового барабана установлены поводок 9 и скоба 19, управляющая контактной группой 20 (контактами вспомогательной цепи). Со стороны привода кулачковый барабан имеет гайку 6, служащую для ручного поворота.

Вал кулачкового барабана поворачивается в подшипниках 4, 7 скольжения.

Каждый подшипник имеет масленку 18 для периодического добавления смазки в процессе эксплуатации.

Пневматический привод 1 переключателя — диафрагменного типа с дистанционным электрическим управлением при помощи двух электропневматических вентилях 17.

Корпус привода 8 выполнен с двумя фланцами для закрепления диафрагм 13 и крышек 14. В центральные отверстия фланцев установлен шток 12, на торцах которого закреплены диски 11. На корпус 8 привода установлен воздухопровод 16 с двумя электропневматическими вентилями 17 и трубопроводами 15, соединяющимися с крышками 14.

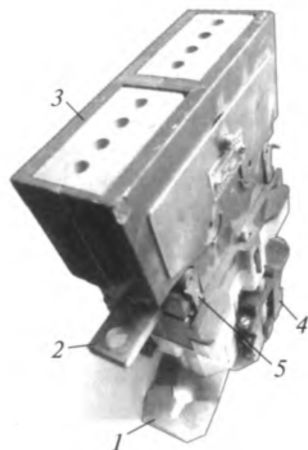
На переключателе установлены вентили ВВ-32 УЗ.

При приложении напряжения к катушке любого из двух вентилях 17 воздух через воздухопровод 16 и трубопроводы 15 поступает в пространство между крышкой 14 и диафрагмой 13. Диафрагма 13, прогибаясь, перемещает шток 12, который при помощи поводка 9 поворачивает вал 3 кулачкового барабана в одно из двух крайних положений. При этом обеспечивается замыкание контактов главной цепи для движения тепловоза «Вперед» или «Назад».

16.3. Контактёр электромагнитный пусковой

Он предназначен для кратковременного подключения питания от аккумуляторных батарей к генератору для запуска дизеля. Контактёр МК6-20 (рис. 156) выполняется с двумя замыкающими главными контактами, но используется как однополюсный, так как главные контакты соединены последовательно.

Рис. 156. Контактёр МК6-20:
 1 — крепежный кронштейн; 2 — за-
 крепление кабеля; 3 — дугогаситель-
 ная камера; 4 — блокировочные кон-
 такты; 5 — клипса фиксации крыш-
 ки дугогасительной камеры



Основные параметры контактора МК6-20

Номинальный ток, А	250—400
Номинальный ток контактов вспомогательной цепи, А	10
Номинальное напряжение постоянного тока, В	110, 220

Контактор в схеме используется как Д1 (пусковой). Имеет обозначение буквенное «УХЛ3» — для холодного климата.

16.4. Регулятор напряжения

Регулятор напряжения БРН-3В предназначен для автоматического поддержания в заданных пределах напряжения цепей управления тепловоза и подзарядки аккумуляторных батарей.

Основные параметры

Диапазон значений напряжения питания, В, не ўже	40—100
Диапазон установки регулируемого напряжения, В, не ўже.....	72—78
Ток срабатывания защиты в выходной цепи, А.....	12—13
Точность поддержания регулируемого напряжения, В.....	$\pm 1,0$

На контакты «1, 11» и «3, 13» регулятора поступает напряжение с аккумуляторной батареи «+» и «—» соответственно. Все электронные компоненты регулятора за исключением регулировочного резистора RP1 установлены на печатной плате (рис. 157). На элементах VT3, VD4, C7, C8, R15, R16 собран стабилизатор напряжения +15 В. Данное напряжение используется для питания всех микросхем регулятора.

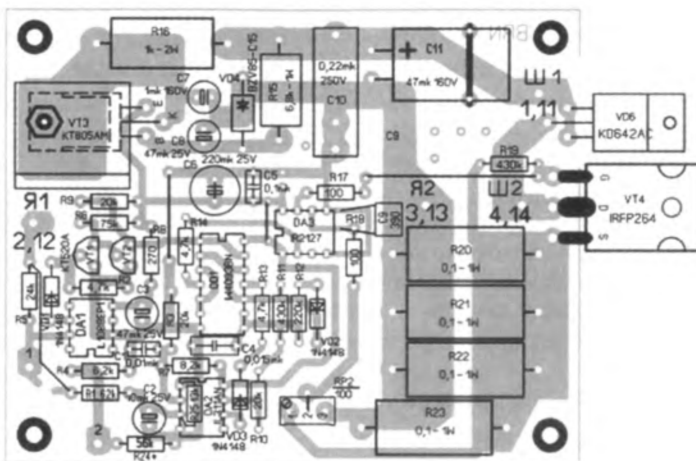


Рис. 157. Схема расположения элементов на плате печатной регулятора

Микросхема DA1 (IL1088EP1-03) содержит внутренний термостабилизированный источник опорного напряжения. На выв. 7 DA1 через резистивный делитель (R5, RP1, R4) с контактов «2, 12» регулятора поступает измеряемое напряжение с выхода генератора. При напряжении на выв. 7 DA1 уровнем менее 13 В на выв. 6 DA1 устанавливается высокий уровень напряжения (более 1 В).

При напряжении на выв. 7 DA1 уровнем более 13,4 В на выв. 6 DA1 устанавливается низкий уровень напряжения (менее 0,5 В). При напряжении на выв. 7 уровнем от 13 до 13,4 В на выв. 6 присутствует сигнал с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) со скажностью обратно пропорциональной входному напряжению.

Таким образом, микросхема DA1 поддерживает на выв. 7 уровень напряжения 13,2 В, что соответствует уровню напряжения 75 В на контактах «2, 12» регулятора (регулируется переменным резистором RP1 в пределах не уже, чем от 72 до 78 В).

С выв. 6 DA1 импульсы через буферный каскад на элементах VT1, VT2, VD1, R2, R6, R9 поступают на вход элемента DD1.1 (выв. 1). На второй вход (выв. 2) поступают импульсы с каскада ограничения скажности сигнала ШИМ, которые разрешают или запрещают прохождение импульсов от микросхемы DA1.

Каскад ограничения скажности сигнала ШИМ собран на элементах DA2, DD1.1 — DD1.4, R1, R3, R7, R10—R13, R25, C1, C4,

VD2, VD3. Каскад предназначен для ограничения максимальной скважности ШИМ на уровне 75 ± 3 % при напряжении на контактах «2, 12» регулятора менее 60 ± 3 В и на уровне 96 ± 1 % при напряжении на контактах «2, 12» регулятора более 60 ± 3 В.

На элементах DD1.2, R11, R12, C4, VD2 собран генератор импульсов с переключаемой скважностью, которые поступают с выв. 10 DD1.2 на выв. 2 DD1.1. С помощью резистивного делителя R3, R7 на неинверсном входе компаратора DA2 (выв. 2) формируется опорное напряжение уровнем порядка 10,5 В. На инверсный вход компаратора DA2 (выв. 3) через делитель R1, R25 поступает измеряемое напряжение с выхода генератора.

Если напряжение на выв. 3 компаратора DA2 меньше, чем на выв. 2, то выв. 7 DA2 устанавливается в высокоимпедансное состояние (отключается). При этом конденсатор C4 разряжается через элементы R11, R12, VD2, выв. 10 DD1.2 в три раза быстрее, чем заряжается через R11 и выв. 10 DD1.2.

Таким образом, на выв. 10 DD1.2 присутствует импульсная последовательность частотой порядка 400 Гц и скважностью порядка 75 %, которая ограничивает прохождение импульсов от DA1 к DA3. Данное ограничение необходимо, когда аккумуляторная батарея разряжена, чтобы ограничить при включении уровень зарядного тока.

Если напряжение на выв. 3 компаратора DA2 больше, чем на выв. 2, то конденсатор C4 разряжается быстро через резистор R10 и выв. 7 DA2. Заряд конденсатора C4 происходит через резистор R11 и выв. 10 DD1.2, при этом на выв. 10 DD1.2 устанавливается уровень логической единицы, а на выв. 11 DD1.4 уровень логического нуля, который через элементы R13, VD3 блокирует работу компаратора DA2. Выв. 7 DA2 устанавливается в высокоимпедансное состояние (отключается) и не оказывает влияния на заряд C4. При этом на выв. 10 DD1.2 присутствует импульсная последовательность частотой порядка 500 Гц и скважностью порядка 96 %. Данное ограничение уровня ШИМ необходимо для корректной работы микросхемы драйвера DA3.

Подача импульсов с DA1 на выв. 13 DD1.4 предотвращает нежелательное биение (накладку) импульсов поступающих на входы DD1.1 с DA1 и DD1.2.

Микросхема DA3 представляет собой драйвер для управления выходным силовым транзистором VT4. В микросхеме DA3 имеет-

ся встроенный узел защиты транзистора по току. Если напряжение между выводами 6 и 5 DA3 превышает 230 мВ, выход драйвера (выв. 7) закрывает транзистор VT4. Резисторы R20—R23 являются датчиками тока, резистором RP2 производится настройка срабатывания уровня защиты по току на уровне 12—13 А.

Если напряжение между выводами 8 и 5 DA3 менее 9 В, то выход драйвера закрывает транзистор VT4. Это предотвращает работу транзистора в активном режиме. В открытом состоянии транзистор VT4 подключает обмотку возбуждения генератора к минусу питания (контакты «4, 14», сток—исток VT4, резисторы R20—R23, контакты «3, 13»).

Диод VD5 предназначен для замыкания тока самоиндукции в момент паузы сигнала ШИМ.

16.5. Блок выпрямителей

Блок выпрямителей БВ-1204 предназначен для использования в схеме реле заземления для защиты от замыкания на корпус.

Блок представляет собой разборную металлическую конструкцию, которая состоит из дна и коробки, скрепляемых двумя винтами. Внутри дна закреплена изоляционная панель с набором выпрямителей, соединенных по мостовой схеме. Для крепления блока на тепловозе к корпусу приварены ушки с отверстиями.

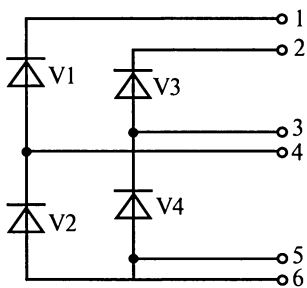


Рис. 158. Электрическая схема и маркировка контактов штепсельного соединителя:

V1, V2, V3, V4 — диоды;
1, 2, 3, 4, 5, 6 — контакты штепсельного соединителя

Присоединение блока к электрической схеме тепловоза производится при помощи штепсельного разъема. Электрическая схема и маркировка контактов штепсельного разъема приведена на рис. 158.

Монтаж электрической схемы блока выполнен проводами, которые припаяны к контактам штепсельного разъема, состоящего из розетки и вилки.

В электрической схеме блока применены четыре диода ДЛ112-10-10 ТУ16-729.227-79.

Блок в сочетании с другими элементами схемы электропередачи тепловоза снижает пульсации тока в рабочей обмотке

реле заземления при пробе на корпус якорной обмотки тягового двигателя или генератора, а также уравнивает чувствительность реле при замыкании их на корпус плюсовой и минусовой цепи силовой схемы тепловоза.

16.6. Электропневматические вентили

Электропневматические вентили ВВ-32 предназначены для дистанционного управления пневматическими приводами тепловозных установок и аппаратов, а **вентиль ВВ-34** служит для включения отпуска тормозов.

Вентили ВВ-32, ВВ-34 имеют принципиально одинаковую конструкцию и, в соответствии с рис. 159, состоят из двух частей:

- пневматической системы, состоящей из корпуса 3, клапанов 1, 7 и втулки 2;
- электромагнитного привода, состоящего из катушки 4, ярма 5 и якоря 6.

Вентили типа ВВ-32 являются включающими, т.е. при включенной катушке обеспечивают проход сжатого воздуха к исполнительному механизму.

Вентиль ВВ-34 обеспечивает проход воздуха при обесточивании катушки, которая постоянно должна находиться под током.

Электропневматические вентили серии ВВ-1000 представляют собой трехлинейный двухпозиционный пневмораспределитель (пневмораспределитель 3/2 по ГОСТ 2.781-68) с электромагнитным приводом и пружинным возвратом.

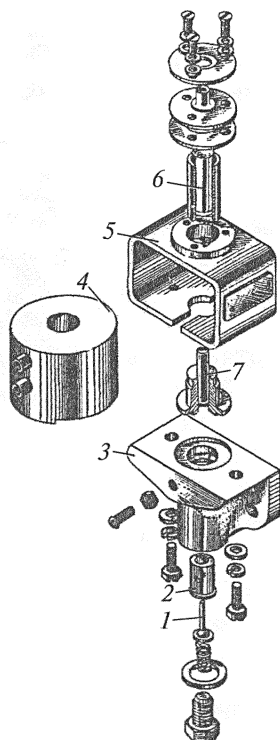


Рис. 159. Электропневматический вентиль:
1, 7 — клапаны; 2 — втулка; 3 — корпус;
4 — катушка; 5 — ярмо; 6 — якорь

Пневмораспределитель и электромагнит соединены между собой двумя болтами и являются автономными узлами вентиля.

Включающий и выключающий вентили различаются только конструкцией пневмораспределителя (клапанного механизма).

Клапанный механизм вентиля, указанный на рис. 160, состоит из корпусов 28, 35 с расположенными в нем верхним 5, 34 и нижним 3, 33 затворами и заглушкой 1, которые установлены по подвижной посадке и уплотнены резиновыми кольцами 27.

Фиксация затворов и заглушки в корпусе осуществляется кольцами 7 и втулками 2, 31.

Клапан удерживается в исходном положении пружиной 29 и штоком 4 или 32 соответственно.

Электромагнит вентиля состоит из ярма 8 с катушкой 11 и установленных в нем по неподвижной посадке втулки 13 с якорем

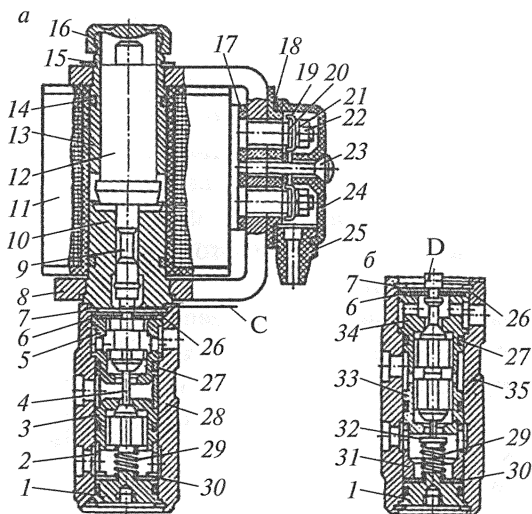


Рис. 160. Вентиль электропневматический серии ВВ-1000:

a — общий вид включающего клапана; *б* — клапанный механизм; 1 — заглушка; 2, 13, 31 — втулки; 3, 33 — затворы нижние; 4, 9, 32 — штоки; 5, 34 — затворы верхние; 6 — прокладка; 7 — кольцо; 8 — ярмо; 10 — сердечник; 11 — катушка; 12 — якорь; 14 — кольцо; 15 — пружинное кольцо; 16 — колпачок резиновый; 17 — шайба уплотнительная; 18 — прокладка; 19, 20, 21 — шайба; 22 — гайка; 23 — винт; 24 — крышка; 25 — трубка; 26, 30 — прокладка; 27 — кольцо; 28, 35 — корпуса; 29 — пружина; С — положение торца при закрытом верхнем клапане;

Д — положение торца при закрытом нижнем клапане

и сердечника 10 со штоком 9. Втулка 13 фиксируется в ярме пружинным кольцом 15. Для защиты полости электромагнита от загрязнения служат резиновый колпачок 16 и кольцо 14.

По присоединению к электрической сети вентили изготавливаются в двух исполнениях:

1) защитное — для подвода электрического питания имеются шпильки с гайками 22, закрытые пластмассовой крышкой 24 с резиновой трубкой 25 и уплотнительной прокладкой 18.

Конструкция выводов допускает подвод проводов как снизу, так и сверху, справа и слева. При этом крышка с трубкой и прокладкой устанавливается в соответствующее положение.

Примечание. При эксплуатации вентиля в условиях повышенной влажности и запыленности воздуха подвод сверху не рекомендуется.

2) открытое — для подвода электрического питания имеются болты М5. Для эпизодического ручного включения вентиля (аварийная ситуация, наладочные работы) имеется кнопка, выполненная заодно с якорем 12 и закрытая резиновым колпачком 16. Не следует применять эту кнопку для систематической работы, а также воздействовать на нее механизмами или твердыми предметами.

16.7. Реле электромагнитное

Конструкции реле РМ-1110 и РМ-2010 идентичны.

Реле электромагнитные типа РМ-1100 предназначены для защиты силовой цепи тепловоза от замыкания на корпус (реле «земли»). Реле РМ-2010 устанавливается для защиты тягового генератора от чрезмерного тока.

Реле (рис. 161) состоит из электромагнита 1 и блока контактов, в соответствии с рис. 161, б, в, установленных на основании 8, состоящем из колодки 9 и пластины 7. Реле закрыто кожухом 21.

Электромагнит 1 состоит из ярма 22, плоского якоря 11, сердечника 16 с полюсным наконечником 33, удерживающей 17 и рабочей 18 катушек, включенных согласно (одноименные выводы имеют одинаковую полярность).

Якорь 11 привинчен к противовесу 3, который поворачивается вокруг оси 5, размещенной в пазу, выполненном на сгибе боковой полки ярма 22. Сердечник 16 закреплен на ярме 22 при помощи пружинного плоского кольца 25.

Блок контактов, указанный на рис. 161, б, в, состоит из изоляционной колодки 9, на которой укреплены размыкающие и замы-

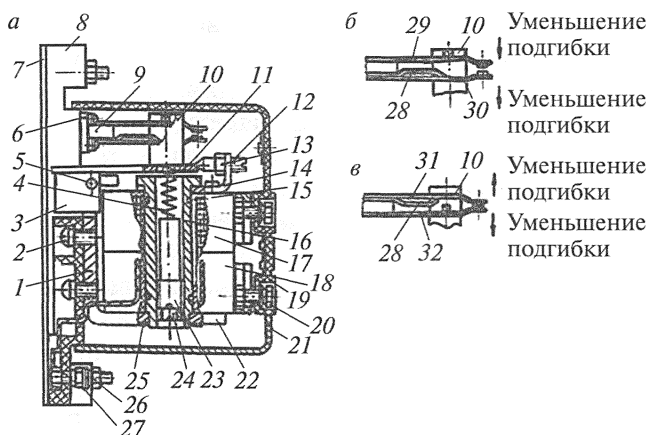


Рис. 161. Реле электромагнитное типа РМ:

а — общий вид электромагнитного реле; *б* — размыкающий контакт; *в* — замыкающий контакт; 1 — электромагнит; 2 — винт М6; 3 — противовес; 4 — пружина; 5 — ось; 6, 12 — винты М6; 7 — пластина; 8 — основание; 9 — колодка; 10 — траверса; 11 — якорь; 13, 20 — гайки; 14 — гайка М5; 15 — кольцо; 16 — сердечник; 17 — удерживающая катушка; 18 — рабочая катушка; 19 — пломба; 21 — кожух; 22 — ядро; 23 — упор; 24 — стопор; 25 — кольцо; 26 — клемма; 27 — вывод; 28 — упорная пластина; 29, 30 — подвижная и неподвижная пластины замыкающего контакта; 31, 32 — неподвижная и подвижная пластины размыкающего контакта; 33 — полюсный наконечник

кающие контакты, каждый из которых содержит две пары контактов, соединенных последовательно.

Контактные пары содержат подвижные контактные пластины 29 и 32 и неподвижные контактные пластины 30 и 31 (для замыкающего и размыкающего контактов соответственно), опирающиеся на упорную пластину 28.

Траверса 10 перемещает подвижные контакты пластины 29 и 32 при включении электромагнита 1. При этом замыкающий контакт, указанный на рис. 161, *б*, замыкается, а размыкающий, указанный на рис. 161, *в*, размыкается.

Возвратная пружина 4 размещена в отверстии сердечника 16. Для регулировки нажатия пружины используется винт (упор) 23, контрление которого производится стопором 24.

Обмотки катушек (рабочей 18 и удерживающей 17) размещены в пластмассовых обоймах и залиты в них эпоксидным компаундом.

Рабочий ход якоря 11 регулируется винтом 12, который контрится гайкой 13.

Реле типа РМ-1100-0,04 А работает следующим образом.

Удерживающая катушка 17 постоянно включена на напряжение цепи управления тепловоза (75 В), однако ее ампервитков недостаточно для включения реле. При замыкании на землю в силовой цепи тепловоза через рабочую катушку 18 протекает ток, при этом реле включается в якорь 11, притягивается к полюсному наконечнику 33. Траверса 10, укрепленная на якоре 11, производит переключение контактов. При снятии напряжения с рабочей катушки 18 якорь 11 остается притянутым к полюсному наконечнику. Для возврата якоря в отключенное состояние нужно снять напряжение с удерживающей катушки 17 с помощью кнопки (установлена отдельно)

16.8. Панель выпрямителей кремниевых

Панель выпрямителей кремниевых ПВК-6011А предназначена для автоматического бесконтактного подключения аккумуляторной батареи для заряда вспомогательного генератора после пуска дизеля и предотвращения протекания тока от аккумуляторной батареи через якорь вспомогательного генератора.

Охлаждение панели принудительное (скорость охлаждающего воздуха не менее 12 м/с в межреберном пространстве охладителя).

Панель состоит из прессованной изоляционной панели, на которой установлен диод с охладителем и кожуха. Гибкий вывод диода изолирован трубкой.

Панель крепится к воздуховоду, при этом охладитель диода помещается в воздуховод. Подключение панели к электрической схеме тепловоза осуществляется посредством подсоединения проводов к клеммным болтам панели.

16.9. Тяговый электромагнит

Тяговый электромагнит ЭТ-54Б, показанный на рис. 162 (прямоходовой, втяжной, толкающего типа), служит для перемещения золотника, выпускающего масло из гидравлического сервопривода регулятора дизеля в случае падения давления масла. Магнит не имеет противодействующей пружины. Для регулировки хода яко-

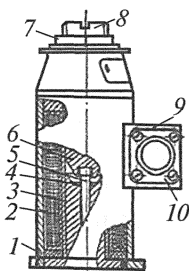


Рис. 162. Электромагнит тяговый
типа ЭТ-54Б:

1 — корпус; 2 — катушка; 3 — гильза; 4 — прокладка; 5 — шток; 6 — якорь; 7 — контргайка; 8 — винт; 9 — коробочка; 10 — штепсельный разъем

ря 6 имеется винт 8. Подвод к катушке 2 электромагнита осуществляется при помощи штепсельного разъема 10.

16.10. Реле ограничения тока

Реле ограничения тока типа РМ-2010 УХЛ3-2,5 В служит для защиты тягового генератора тепловоза от перегрузки по току. Реле по конструкции аналогично реле РМ-1110 УЗ-0,04 А и отличается наличием одной рабочей катушки вместо двух (удерживающей и рабочей) катушек. Обмотка катушки состоит из одной секции, на которую надеты два одинаковых пластмассовых корпуса. Обмотка приклеена торцами ко дну корпуса.

16.11. Реле управления

Реле управления типа РПУ-3, показанное на рис. 163, предназначено для работы в электрических цепях управления тепловозом.

Конструкция реле моноблочная. Все элементы собраны на скобе 1. Катушка 2, намотанная на каркасе и опрессованная пластмассой, насажена на сердечник 6. Якорь 5 с колодкой 3 фиксируется на скобе 1 с помощью пластины 4. Изоляционные колодки 9 с

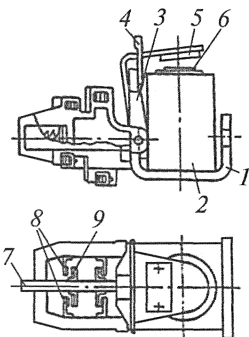


Рис. 163. Реле РПУ-3:

1 — скоба; 2 — катушка; 3 — колодка; 4 — пластина; 5 — якорь; 6 — сердечник; 7, 8 — неподвижные контакты; 9 — изоляционная колодка

неподвижными контактами 7, 8 установлены на скобе 1. Рабочая часть контактов 7 и 8 выполнена из серебра.

Все типы реле РПУ-3 идентичны по конструкции, но отличаются количеством и исполнением контактов.

16.12. Контактор управления

Контактор управления типа МК1-10 применяется в цепях управления и возбуждения.

Конструкция контактора, показанного на рис. 164, моноблочная. Все элементы конструкции собираются на скобе 6.

Магнитная система — двухкатушечная. Вращение якоря 10 происходит на призмах, подпружиненных пружинами 2.

Контактная система контактов главной цепи, показанная на рис. 165, состоит из контактной колодки 11, на которой установлены неподвижные скобы 9 и дугогасительные катушки 10, траверсы 12 с контактным мостиком 6 и дугогасительной камеры 1.

В колодке 11 установлены подпружиненные колодки, предназначенные для фиксации и удержания дугогасительной камеры.

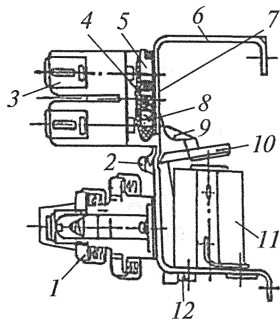


Рис. 164. Контакторы электромагнитные типа МК1 и МК4:

1 — система контактов вспомогательной цепи; 2 — пружина; 3 — система контактов главной цепи; 4 — крючок; 5 — колодка; 6 — скоба; 7 — регулировочная пластина; 8 — пружина; 9 — колодка; 10 — якорь; 11 — катушка; 12 — колодка

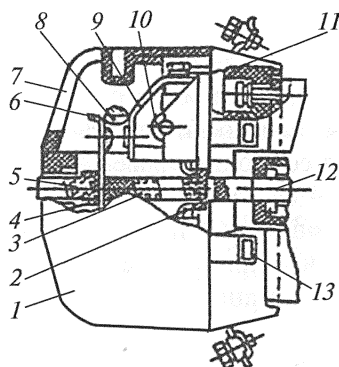


Рис. 165. Система контактов главной цепи:

1 — камера; 2, 4, 13 — колодки; 3, 5 — пружины; 6 — мостик контактный; 7 — вставка; 8 — щека; 9 — скоба контактная; 10 — катушка дугогасительная; 11 — контактная колодка; 12 — траверса

Для снятия дугогасительной камеры необходимо нажать пальцами на выступающие части защелкивающих колодок 5 (см. рис. 164) и выдвинуть камеру вперед.

Контактная система контактов вспомогательной цепи, в соответствии с рис. 166, *а*, состоит из контактных колодок 2, на которых закреплены скобы неподвижных контактов 1 и траверсы 4 с подвижными мостиками 8.

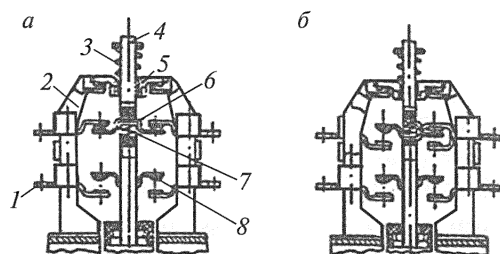


Рис. 166. Система контактов вспомогательной цепи:
1 — неподвижный контакт; 2 — колодка контактная; 3 — пружина; 4 — траверса; 5 — колодка; 6 — скоба; 7 — пружина; 8 — мостик контактный

Для перестановки контактов (замыкающих в размыкающие и наоборот) необходимо:

- снять траверсу с подвижными контактными мостиками с контактора;
- вынуть переставляемый контактный мостик из окна траверсы;
- вынуть из того же окна траверсы скобу 6, фиксирующую контактный мостик 8, а затем вставить скобу, предварительно перевернув ее в окно траверсы совместно с контактной пружиной;
- снять с контактных колодок 2 неподвижные контакты 1, относящиеся к переставляемому контактному мостику, перевернув их, и закрепить на контактных колодках 2 на тех же местах;
- установить траверсу с переставленным контактным мостиком на контактор.

На рис. 166, *б* указано положение контактов, занимаемое ими после перестановки с размыкающего в замыкающий.

16.13. Выключатели автоматические (автоматы)

Выключатели автоматические типа АЕ-2540 предназначены для включения, выключения и защиты цепей управления тепловоза от перегрузок и коротких замыканий.

Автомат состоит из следующих основных узлов: механизма управления, контактной системы, дугогасительного устройства, мак-

симальных расцепителей тока (электромагнитных и тепловых), кожуха.

На рис. 167 изображен разрез автомата типа АЕ-2540.

Механизм управления 1 представляет собой шарнирный пятизвенный механизм. Он обеспечивает расцепление, моментное включение и отключение контактной системы как при автоматическом, так и при ручном управлении. Размыкание и замыкание контактов не зависит от скорости движения рукоятки как при ручном управлении, так и при удержании рукоятки во время автоматического отключения. По положению рукоятки управления может быть определено коммутационное положение контактов. При включенном положении автомата рукоятка занимает верхнее положение, при отключенном вручную — нижнее, при автоматическом отключении — промежуточное.

Коммутационное положение указано знаками: «0» — отключенное положение, «1» — включенное положение (на рис. 167 не дано).

Контактная система 2 состоит из неподвижных контактов, закрепленных на основании, и подвижных контактов, шарнирно насаженных на рычаг оси механизма управления, и обеспечивает разрыв цепи.

Дугогасительное устройство 3 представляет собой фибровую камеру с деионной решеткой, состоящее из стальных дугогасительных пластин. Устройство действует по принципу дробления, де-

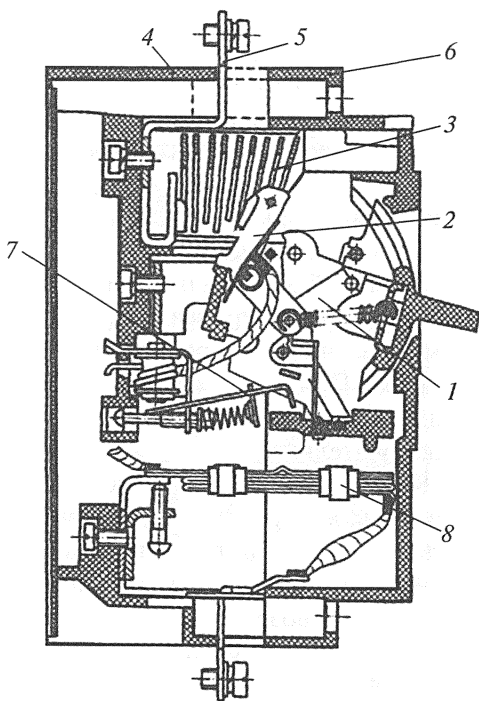


Рис. 167. Выключатель автоматический типа АЕ-2540:

1 — механизм управления; 2 — контактная система; 3 — дугогасительное устройство; 4 — основание; 5 — выводы; 6 — крышка; 7 — электромагнитный максимальный расцепитель тока; 8 — тепловой максимальный расцепитель тока

ионизации, рекомбинации и локализации электрической дуги в ограниченном объеме.

Электромагнитный максимальный расцепитель тока 4 обеспечивает защиту цепей от токов короткого замыкания и представляет собой электромагнит с поворотным якорем. При токах короткого замыкания, превышающих уставку по току срабатывания, поворотный якорь электромагнита обеспечивает автоматическое отключение выключателя.

Тепловой максимальный расцепитель тока обеспечивает защиту от токов перегрузки и представляет собой термобиметаллическую пластину с нагревателем косвенного или комбинированного нагрева. При токах перегрузки деформация и усилие термобиметаллической пластины обеспечивает автоматическое отключение выключателя.

Кожух автомата выполнен из пластмассы и состоит из основания 4, на котором непосредственно смонтированы все части автомата и крышки 6, привинчиваемой к основанию.

Автомат «Управление общее» используется в электрической схеме тепловоза как выключатель и предохранитель. Он должен включаться при запуске и работе тепловоза и выключаться после остановки дизеля. Остальные автоматы должны быть постоянно включены.

16.14. Межтепловозное соединение

Межтепловозное соединение предназначено для соединения электрических цепей двух тепловозов при работе по системе многих единиц.

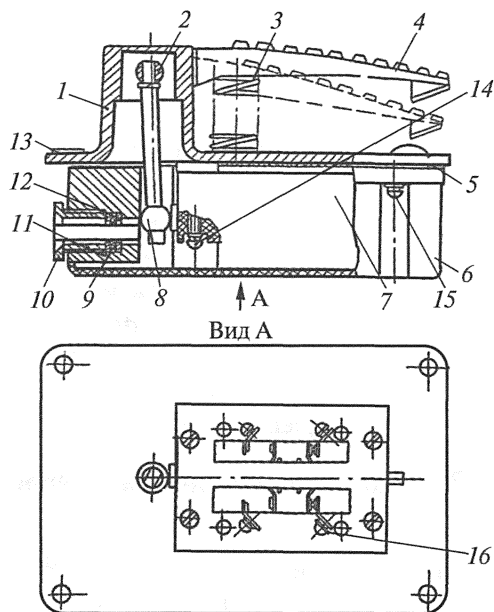
Соединение состоит из гибкого шлангового кабеля, токоведущие жилы которого припаяны к контактам двух штепсельных вилок. Вилки устанавливаются в штепсельные розетки, смонтированные на лобовых листах тепловозов.

К переходным площадкам соединение закрепляется с помощью подвесок.

16.15. Выключатель pedalный

Выключатель pedalный типа ВП-1УЗ предназначен для управления клапанами песочниц. Выключатель, указанный на рис. 168,

Рис. 168. Выключатель
 педальный типа ВП-1:
 1 — основание; 2 — ось;
 3 — пружина; 4 — пе-
 даль; 5 — прокладка;
 6 — кожух; 7 — блок
 контактов; 8 — рычаг;
 9 — резиновая проклад-
 ка; 10 — гайка; 11 —
 гнездо; 12 — шайба;
 13 — табличка мощно-
 сти; 14, 15, 16 — винты



смонтирован на основании 1, на котором укреплены: ось 2, пружина 3, педаль 4, прокладка 5, кожух 6, блок контактов 7 и рычаг 8.

При нажатии на педаль 4 ногой, сжимая возвратную пружину 3, рычагом 8 перемещается траверса блока контактов 7, вследствие чего происходит замыкание электрической цепи.

Блок контактов 7 крепится к основанию двумя винтами М4 (14).

Ввод монтажных проводов осуществляется через сальник, встроенный в кожух 6.

17. СИСТЕМЫ СВЯЗИ И БЕЗОПАСНОСТИ

17.1. Радиооборудование

Тепловоз оборудуется радиостанцией РВ-1М с дискоконусной антенной метрового и дециметрового диапазонов и тросовой антенной гектометрового диапазона.

Радиостанция предназначена для работы в системе поездной и станционной радиосвязи.

17.2. Комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У)

На тепловозе установлена система безопасности КЛУБ-У, предназначенная для повышения безопасности движения поездов в поездной и маневровой работе, автоматизации процесса расшифровки результатов записи параметров движения поездов.

17.3. Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ)

Для контроля и индикации уровня бодрствования машиниста, а также приведения в действие механизма экстренного торможения при снижении уровня бодрствования ниже критического на тепловозе предусмотрена система ТСКБМ.

17.4. Комплект унифицированных пультов управления

В комплект унифицированных пультов управления входят:

- пульт управления машиниста (основной);
- пульт управления помощника машиниста (дополнительный);
- блок электронный БЭЛ;
- измеритель температурный.

Пульт управления основной и дополнительный установлены в кабине машиниста. На пультах расположены органы управления и средства отображения информации.

На основном пульте управления установлен дисплейный модуль (ДМ). Информация передается дисплейному модулю от УСТА по последовательному каналу с протоколом RS-422.

Питание ДМ осуществляется от бортовой сети тепловоза.

ДМ является основным средством, с помощью которого осуществляется диалог между машинистом и системой.

Блок электронный БЭЛ, установленный на перегородке между кабиной и высоковольтной камерой, вместе с задатчиком составляют электронный контроллер машиниста. На тепловозе установлены два задатчика, по одному на каждом пульте управления. На задатчике имеются: тумблер «Вперед — Нейтраль — Назад», тумблер «Тяга — Тормоз», рулетка набора позиций, обеспечивающая набор восьми тяговых и четырех тормозных позиций.

17.5. Блок силовой

Блок силовой (МУВ) установлен в холодильной камере. Обслуживание его осуществляется с площадки. Питание МУВ получает от синхронного генератора (возбудителя).

МУВ состоит из трех выпрямителей:

- управляемого выпрямителя возбуждения тягового генератора;
- управляемого выпрямителя возбуждения возбудителя;
- выпрямителя для питания бортовой сети.

17.6. Сглаживающий дроссель

Сглаживающий дроссель (ДРС) установлен на полу в холодильной камере под кожухом. Дроссель обеспечивает сглаживание пульсаций выпрямленного тока, поступающего из МУВ в бортовую сеть тепловоза.

17.7. Преобразователи измерительного напряжения и тока

Преобразователи напряжения и тока обеспечивают информации о величинах токов и напряжений в электроприводе тепловоза на блок УСТА. Преобразователи ДБ1, ДБ2, ДН1 установлены на передней стенке высоковольтной камеры со стороны кабины машиниста, преобразователи (ДНБС, ДТ4, ДТ3, ДТ2) установлены на передней стенке высоковольтной камеры со стороны дизельного помещения. Преобразователи ДН2, ДТ5, ДТ6 установлены на капоте в дизельном помещении.

17.8. Блок аварийного возбуждения (БАВ)

БАВ установлен на правой стенке высоковольтной камеры.

БАВ обеспечивает формирование управляющих сигналов МУВ для аварийного режима возбуждения тягового генератора (в случае выхода из строя блока УСТА).

17.9. Блок регулирования и диагностики с программным обеспечением (УСТА)

Блок УСТА устанавливается на перегородке между высоковольтной камерой и кабиной машиниста.

УСТА обеспечивает прием сигналов от измерительных преобразователей, питание преобразователей напряжением 15 В, выдачу сигналов управления МУВ, питание тиристоров МУВ.

Рекомендуемая литература

1. Новые электрические машины локомотивов: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / А.В. Грищенко, Е.В. Козаченко. — М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008.
2. Теория и конструкция локомотивов: учебник для вузов ж.-д. транспорта / Г.С. Михальченко, В.Н. Кашников, В.С. Коссов, В.А. Симонов; под ред. Г.С. Михальченко. — М.: Маршрут, 2006.
3. Тепловозы. Назначение и устройство: учебник для образовательных учреждений ж.-д. транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку / О.Г. Куприенко, Э.Н. Нестеров, С.Н. Ким, А.С. Евстратов; под ред. О.Г. Куприенко. — М.: Маршрут, 2006.
4. Тепловоз ТЭМ2У. Руководство по эксплуатации и обслуживанию. — М.: Транспорт, 1988.
5. Тепловоз ТЭМ18ДМ. Руководство по эксплуатации. — Брянск: ЗАО «УК БМЗ», 2009.
6. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт: учебник для техн. школ / А.А. Пойда, Н.М. Хуторянский, В.Е. Кононов. — М.: Транспорт, 1988.
7. Справочник машиниста тепловоза / В.Е. Кононов, А.В. Скалин. — М.: Транспорт, 1993.
8. Локомотив. Ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал. — М., 2009—2013.

Оглавление

Введение	3
1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЗА.....	9
1.1. Рама и кузов.....	9
1.2. Тележки	15
1.3. Колесные пары.....	24
1.4. Буксы	29
1.5. Подвеска тягового двигателя	33
1.6. Песочная система	37
1.7. Автосцепка и поглощающий аппарат	39
2. СРЕДСТВА ПОЖАРУТУШЕНИЯ И ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ.....	45
2.1. Общие сведения	45
2.2. Устройство и работа УПС-ТПС	46
3. ДИЗЕЛЬ	49
3.1. Особенности конструкции и основные технические характеристики дизель-генератора.....	49
3.2. Рабочий цикл	59
3.3. Рама дизеля	65
3.4. Блок цилиндров	68
3.5. Втулка цилиндра	71
3.6. Вал коленчатый	71
3.7. Поршень	75
3.8. Шатун	78
3.9. Крышки цилиндров	84
3.10. Механизм газораспределения.....	93
3.11. Привод распределительного вала и топливного насоса.....	95
4. ПРИВОД ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ	104
4.1. Привод насосов.....	104
4.2. Привод вентилятора холодильника	107

4.3. Привод возбудителя.....	111
4.4. Привод компрессора.....	112
5. ВЕНТИЛЯТОРЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	114
6. ВЫХЛОПНАЯ СИСТЕМА, ИСКРОГАСИТЕЛЬ	115
6.1. Искрогаситель	115
6.2. Выхлопной коллектор.....	116
7. РЕГУЛИРОВКА РАВНОМЕРНОСТИ НАГРУЗКИ ПО ЦИЛИНДРАМ.....	118
8. ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА.....	120
8.1. Общие сведения	120
8.2. Насос топливный	121
8.3. Форсунка	128
8.4. Топливные фильтры	130
8.5. Топливоподкачивающий агрегат	136
9. ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР	140
9.1. Общие сведения	140
9.2. Устройство и работа БУ	143
9.3. Устройство и работа ИУ	147
9.4. Устройство и работа ПЧД.....	150
9.5. Установка ПЧД	151
9.6. Устройство и работа программатора	152
9.7. Работа регулятора при пуске дизеля	154
9.8. Работа регулятора после запуска дизеля.....	155
9.9. Остановка дизеля	156
10. АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ	160
11. СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЗА	164
11.1. Система воздухообеспечения	164
11.2. Смазка.....	176
11.3. Водяная система.....	192
11.4. Система автоматического регулирования температуры воды, масла дизеля и воды охлаждения наддувочного воздуха (САРТ)	201

12. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ГРЕБНЕСМАЗЫВАТЕЛЬ	
13. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА.....	
13.1. Общие сведения	
13.2. Тяговый генератор	
13.3. Тяговый электродвигатель.....	
13.4. Возбудитель синхронный однофазный	
14. АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ	
15. ВЫПРЯМИТЕЛЬ.....	
16. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА.....	
16.1. Контактёр электропневматический	
16.2. Переключатель пневматический	
16.3. Контактёр электромагнитный пусковой	
16.4. Регулятор напряжения	
16.5. Блок выпрямителей	
16.6. Электропневматические вентили.....	
16.7. Реле электромагнитное	
16.8. Панель выпрямителей кремниевых	
16.9. Тяговый электромагнит	
16.10. Реле ограничения тока.....	
16.11. Реле управления	
16.12. Контактёр управления	
16.13. Выключатели автоматические (автоматы)	
16.14. Межтепловозное соединение	
16.15. Выключатель педальный.....	
17. СИСТЕМЫ СВЯЗИ И БЕЗОПАСНОСТИ	
17.1. Радиооборудование	
17.2. Комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У)	
17.3. Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ)	
17.4. Комплект унифицированных пультов управления.....	
17.5. Блок силовой.....	
17.6. Сглаживающий дроссель	

17.7. Преобразователи измерительного напряжения и тока.....	269
17.8. Блок аварийного возбуждения (БАВ).....	270
17.9. Блок регулирования и диагностики с программным обеспечением (УСТА).....	270
Рекомендуемая литература.....	271

Мольдерф Сергей Владимирович

**УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И РЕМОНТ ТЕПЛОВЗОВ
СЕРИИ ТЭМ18 (ДМ, Д, Г, В)**

Учебное пособие

Подписано в печать 20.12.2013 г.
Формат 60×84/8. Печ. л. 17,25. Тираж 1500 экз. Заказ № 777
ОАО «Российские железные дороги»
107174, Москва, ул. Новая Басманная, 2
Тел.: +7 (499) 262-50-25; факс: +7 (499) 262-57-06
e-mail: suhomlinov@learning.rzd.ru,
<http://www.learning.rzd.ru>

Отпечатано в ООО «М-КЕМ»
129626, г. Москва, Графский пер., д. 9, стр. 2
Тел.: (495) 933-5900,
www.a-kem.ru, e-mail: sekret@a-kem.ru



ISBN 978-5-89035-745-8



9 785890 357458