

А.А. ПОЙДА, И.Г. КОКОШИНСКИЙ

Механическое оборудование тепловозов



Брусилов, А.А.

А. А. ПОЙДА, И. Г. КОКОШИНСКИЙ

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЗОВ

Утверждено

*Главным управлением учебными заведениями МПС
в качестве учебника для технических школ
машинистов тепловозов*

ВСЕСОЮЗНОЕ
ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
Москва 1963

В книге описано механическое оборудование основных серий тепловозов, эксплуатирующихся на сети железных дорог. Подробно рассмотрено устройство дизелей и их вспомогательного оборудования, а также регулировка. Последний раздел книги посвящен тепловозам новых серий, в том числе с гидравлической передачей.

Книга написана в соответствии с программой Главного управления учебными заведениями МПС и утверждена в качестве учебника для технических школ машинистов тепловозов

Рецензенты: *Титов А. Н., Моисеев Г. А.,
Харламов П. Г., Кесарев А. П.,
Рукавишников Ю. А., Медведев Г. Г.,
Палкин А. П., Большаков А. С.*

Редактор *Н. П. Киселева*

Редакция литературы по локомотивному хозяйству

Начальник редакции инж. *В. А. Дробинский*

Пойда, А. А. и Кокошинский, И. Г.

Механическое оборудование тепловозов.

Учебник для техн. школ машинистов тепловозов. М., Трансжелдориздат, 1963,

464 с. с илл., 5 л. черт.

О Т А В Т О Р О В

Настоящий учебник «Механическое оборудование тепловозов» представляет собой переработанное издание учебника «Устройство и ремонт тепловозов» тех же авторов, выпущенного пять лет назад. За это время на железнодорожный транспорт поступили тепловозы новых серий.

На серийно выпускаемых тепловозах проведены конструктивные изменения, повышающие надежность и долговечность работы отдельных узлов и агрегатов.

Магистральные тепловозы стали эксплуатироваться на удлиненных тяговых плечах (участках обращения) и обслуживаться сменными бригадами.

В связи с этим возникла необходимость освободить бригады от участия в ремонте, а все работы по осмотру и ремонту возложить на комплексные бригады и специализированные группы. Локомотивные бригады обслуживают тепловоз только в пути следования. Это позволило создать необходимые условия для нормального труда и отдыха локомотивных бригад, а также улучшить техническое состояние локомотивов.

В связи с освобождением тепловозных бригад от участия в ремонте отпала необходимость в описании ремонта, что и сделано в настоящем учебнике. Исключено также описание тепловозов ТЭ1 и ТЭ2, которые сейчас уже не строятся, а конструкция их подробно изложена во многих книгах.

В учебнике описано устройство и работа грузового ТЭЗ и маневрового ТЭМ1 тепловозов, которые являются серийными и широко применяются на сети железных дорог СССР. Приводится краткое описание пассажирского тепловоза ТЭП60 и грузового ТЭ10, поступивших на железнодорожный транспорт недавно.

Большинство тепловозов с гидравлической передачей является опытными экземплярами, поэтому авторы ограничились кратким описанием маневрового тепловоза ТГМЗ и грузового ТГ102 как наиболее распространенных на дорогах. Это позволит читателям ознакомиться с принципами устройства и работы тепловозов с гидравлической передачей.

Приведены некоторые данные о тепловозах других серий, эксплуатируемых на наших железных дорогах, и о новых дизелях. В приложении указаны основные единицы измерений международной системы, сокращенно названной СИ, которая введена для обязательного пользования с 1 января 1963 г.

При создании учебника авторы пользовались действующими официальными материалами МПС, материалами тепловозостроительных заводов, а также литературой, список которой указан в конце учебника.

Глава I, раздел «Устройство тепловозов»; главы V, XVIII, разделы «Дизель 11Д45» и «Холодильник тепловоза», главы XIX и XX написаны А. А. Пойда, остальное И. Г. Кокошинским.

Авторы весьма признательны всем лицам и организациям за сделанные ими весьма ценные замечания и предложения при работе над рукописью.

ВВЕДЕНИЕ

Дизели обладают высокими технико-экономическими показателями, компактны и надежны в работе. Это привлекло к ним внимание ученых и инженеров, которые пришли к заключению о возможности применения дизелей на локомотивах.

Работы над созданием дизельных локомотивов (тепловозов) начались в России еще в XIX столетии. Однако до 1917 г. были разработаны только проекты тепловозов и двигателей для них, но тепловоз построен не был. Лишь после Великой Октябрьской социалистической революции по инициативе Владимира Ильича Ленина проблема создания дизельного локомотива получила практическое решение и Советский Союз стал родиной тепловозостроения.

Первый мощный магистральный тепловоз был построен в СССР в 1922—1924 гг. по проекту проф. Я. М. Гаккеля. Этому тепловозу, имеющему электрическую передачу, первоначально был присвоен индекс Г^э1 (в честь автора проекта), а затем Щ^{эл}1, так как по мощности он соответствовал мощности паровоза серии Щ.

В период 1924—1937 гг. по проекту советских инженеров было построено за границей и на отечественных заводах несколько опытных тепловозов как магистральных, так и маневровых. В процессе проектирования, постройки, а затем эксплуатации и ремонта первых опытных тепловозов наши ученые, инженеры накопили богатый опыт работы. Были решены такие основные вопросы, как выбор первичного двигателя и передачи для тепловозов, соответствия веса мощности локомотива, использования мощности первичного дизеля в широком диапазоне скоростей, выбор наиболее рациональной системы эксплуатации и ремонта тепловозов и другие. Все это способствовало созданию современного типа магистрального и маневрового тепловозов.

Особенно широкое развитие тепловозная тяга получила после XX съезда КПСС (1956 г.), когда было признано необходимым для решения стоящих перед железнодорожным транспортом задач широко внедрять тепловозы и электровозы и прекратить строительство паровозов.

Наша промышленность за сравнительно короткий срок создала ряд современных грузовых, пассажирских и маневровых тепловозов с электрической и гидравлической передачами мощностью до 3 000 э. л. с. в одной секции и конструкционной скоростью грузовых — 120 км/ч, пассажирских — 160 км/ч. Продолжаются работы над созданием тепловоза мощностью 4 000—6 000 э. л. с. в одной секции.

Для наглядности в табл. 1 приведены данные, характеризующие рост мощностей некоторых тепловозов за период с 1924 по 1960 г.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Серии тепловозов							
	Щэл1	Ээл	ТЭ1	ТЭ2	ТЭ3	ТЭ10	ТЭП60	ТГ102
Год выпуска	1924	1932	1947	1948	1953— 1954	1958	1960	1960
Эффективная мощность дизеля в л. с.	1 000	1 050	1 000	2 000*	4 000*	3 000	3 000	4 000**
Вес тепловоза, отнесенный к 1 э. л. с., в кг	180	131	123,9	85	63	43	43	40

* Указана суммарная мощность двух дизелей, расположенных в двух секциях.

** Суммарная мощность четырех дизелей.

На XXI съезде КПСС (1959 г.) были рассмотрены и утверждены контрольные цифры развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. К концу семилетки (1965 г.) грузооборот железнодорожного транспорта должен возрасти до 1 800—1 950 млрд. ткм, 85—87% перевозок намечено выполнить электровозами и тепловозами.

Для обеспечения такого объема перевозок проводится коренная техническая реконструкция железнодорожного транспорта на основе электрификации и широкого внедрения тепловозной тяги.

В результате грузооборот железных дорог уже в 1962 г. составил свыше 1 640 млрд. ткм. Более 70% всего грузооборота в настоящее время осуществляется электрической и тепловозной тягой.

Наряду с широким внедрением тепловозной тяги непрерывно совершенствуется и расширяется производственная база по ремонту тепловозов и изготовлению запасных частей для них.

В конце 1959 г. во всех депо введено обслуживание тепловозов сменными (неприкрепленными) бригадами и эксплуатация их на длинных тяговых плечах. Это позволило значительно сократить эксплуатационные расходы, увеличить среднесуточный пробег, повысить производительность работы тепловозов, улучшить условия труда и отдыха локомотивных бригад.

Все это является основой значительного увеличения пробега тепловозов между ремонтами, сокращения простоя в ремонте, повышения его качества и снижения стоимости.

На железнодорожном транспорте еще в больших размерах будут применены: автоматика, электроника и механизация трудоемких работ. В управлении движением поездов широкое внедрение найдут: телевидение, радиолокация и кибернетические устройства. Это позволит значительно поднять скорости движения и веса поездов.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВОЗАХ

Глава I

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕПЛОВОЗАХ, ПЕРЕДАЧАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА НИХ, И ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА

УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВОЗОВ

Тепловозом называется локомотив, на раме которого установлен двигатель внутреннего сгорания, обычно дизель, являющийся основной (первичной) силовой установкой.

Применение дизеля на локомотиве позволило создать тепловоз с коэффициентом полезного действия (к. п. д.) 28—30,5%.

Научно-исследовательские работы, выполненные в последние годы, дают основание предполагать, что коэффициент полезного действия тепловоза может быть повышен до 35—36%.

Каждый тепловоз, кроме дизеля, имеет экипаж, кузов, холодильники, электрическое и вспомогательное оборудование и передачу.

На современных тепловозах в кабине машиниста установлены: автостоп, локомотивная сигнализация, радиотелефонная станция и скоростемер. Дизель на тепловозе пускается от аккумуляторной батареи. Ток от батареи идет к специальной обмотке генератора, приводит во вращение его якорь и связанный с ним вал дизеля. Вал раскручивается до момента появления вспышки в цилиндре и начала работы дизеля.

Аккумуляторная батарея служит также для освещения тепловоза и питания цепи управления и электродвигателей вспомогательного оборудования на время остановки дизеля. Батарея заряжается при работающем дизеле от вспомогательного генератора.

К экипажу тепловоза относятся: рама, тележки с колесными парами, рессорное подвешивание, ударно-тяговые устройства, тормозная и песочная системы. Для защиты локомотивной бригады и оборудования от атмосферного воздействия тепловозы имеют кузов или капот.

Важнейшим элементом ходовой части является рама тепловоза. На ней расположены силовая установка и кузов тепловоза вместе с кабиной машиниста. Рама опирается на тележку боковыми опорами, а центральный шкворень воспринимает только горизонтальные силы. Имеются и другие схемы передачи усилий от рамы на тележку.

Кузов тепловоза — съемный, с люками на крыше, которые предназначены для выемки оборудования при ремонте без снятия кузова.

В последнее время на новых тепловозах начинают применять кузов несущей конструкции, который частично воспринимает продольные усилия и вертикальные нагрузки и этим самым разгружает раму тепловоза.

Для улучшения условий труда бригад кабину машиниста защищают от шума работающего дизеля, проникновения газов из машинного помещения и от недопустимых вибраций. Нормальная температура зимой в кабине машиниста поддерживается калорифером, летом работают вентиляторы.

Почти все современные тепловозы имеют тележечный тип экипажа. Преимущество такого экипажа заключается в том, что вес тепловоза полностью используется в качестве сцепного.

Тепловозы обычно имеют две двух- или трехосные тележки. Конструкция их, как правило, одинакова и отличаются они друг от друга лишь расположением кабелей и воздухопроводов, по которым охлаждающий воздух подводится к тяговым электродвигателям. Нагрузка от рамы тепловоза передается на тележки, а от них через буксы на шейки осей колесных пар.

На современных тепловозах буксы колесных пар оборудованы роликовыми подшипниками. Каждая колесная пара состоит из оси, на которую напрессованы два дисковых центра с бандажами. На ось или на удлиненную ступицу колесного центра напрессовано зубчатое колесо тяговой передачи. Для вписывания в кривые участки пути колесные пары имеют разбеги в тележках и упругие упоры в буксах.

На тепловозах, как правило, на каждой оси установлен тяговый электродвигатель, который одним концом специальными лапами с моторно-осевыми подшипниками опирается на движущую ось, а другим концом — на раму тележки с помощью специальной пружинной подвески. Таким образом, в целях уменьшения ударного воздействия колесной пары на рельсы часть веса тягового электродвигателя обрессоривается. На скоростных тепловозах (ТЭП60) применена опорно-рамная подвеска, при которой электродвигатель полностью обрессорен.

Вращающий момент от тягового электродвигателя к движущим колесам передается через шестерню и зубчатое колесо, закрытые кожухом.

Рессорное подвешивание тележки состоит из двух самостоятельных групп — правой и левой. Схема подвески такова: на каждую буксу опирается балансир, один конец которого связан с рамой тележки через цилиндрическую пружину, а другой — с листовой рессорой. Балансир средней оси соединен с листовыми рессорами.

Тепловоз оборудован стандартной автоматической сцепкой СА-3, а также воздушным и ручным тормозом.

Бункера для песка размещают в большинстве случаев на раме тепловоза, а все остальное песочное устройство на раме тележки.

Форсунками, подающими песок под колеса, управляют при помощи электропневматических клапанов из кабины машиниста. О начале боксования колес машинисту подается звуковой сигнал.

Основными узлами дизеля являются: рама, блок цилиндров, коленчатый вал, поршни, цилиндрические крышки, топливные насосы, форсунки и регулятор числа оборотов. В современных дизелях добавляются агрегаты наддува — турбокомпрессоры или приводные нагнетатели. Установлены системы защиты дизеля в случае понижения давления в масляной системе, перегрева воды, превышения предельно установленных оборотов коленчатого вала, отсутствия разрежения в картере дизеля. На современных тепловозах также имеется автоматика, поддерживающая заданный уровень температуры воды и масла.

Рама и блок цилиндров вместе с подшипниками коленчатого вала образуют остов, в который укладывается коленчатый вал и монтируются все остальные детали и агрегаты. В современных дизелях блоки и рамы изготавливают литыми из чугуна, алюминия или сварными из стали. Часто блок цилиндров и рама выполняются как одно целое, тогда коленчатый вал подвешивается к раме снизу на подшипниках, а к нижней части рамы крепится на болтах поддизельная рама, служащая одновременно картером дизеля. В тепловозах с электрической передачей поддизельная рама выполняется вместе с рамой для установки главного генератора. Общая рама такой конструкции более надежно обеспечивает соосность валов дизеля и генератора. Таким образом, дизель и генератор объединяются поддизельной рамой и служат как бы единым силовым агрегатом.

Важнейшим элементом дизеля является коленчатый вал вместе с подшипниками. Коленчатые валы куют из углеродистой стали, а в последнее время начали отливать из высокопрочного чугуна. Вал имеет коренные и шатунные шейки, а также фланцы для отбора мощности. Он укладывается коренными шейками в подшипники на раму дизеля, а на шатунные монтируются шатуны вместе с поршнями. Колено вала, шатун и поршень образуют шатунно-поршневую группу, которая поступательное движение поршня преобразует во вращательное движение вала. По условиям прочности вала коренные шейки имеют больший диаметр, чем шатунные. В целях облегчения и лучшего охлаждения маслом шейки вала делают полыми. Вкладыши вала изготавливают из стали или бронзы, а трущуюся поверхность покрывают антифрикционным сплавом.

В последнее время на некоторых дизелях начали применять вкладыши из свинцовой бронзы или алюминиевого сплава. В зависимости от силовой схемы дизеля, т. е. однорядного расположения цилиндров, V-образного или со встречнодвижущимися поршнями (дизель 2Д100) применяется один или два коленчатых вала. При двух валах — нижнем и верхнем — они соединяются еще одним вертикальным валом. Цилиндры дизеля могут располагаться и в виде ромба, треугольника или звезды. В таких двигателях имеется

несколько валов, работа которых синхронизируется валами или шестернями с выходным валом. В блоки цилиндров вставляют чугунные цилиндрические гильзы (втулки), в которых движутся поршни. С наружной стороны цилиндрические гильзы охлаждаются водой. В цилиндр дизеля засасывается или нагнетается свежий воздух, где он сжимается до температуры, достаточной для воспламенения и сгорания впрыскиваемого в цилиндр топлива.

Верхней части головки поршня придается форма, которая наиболее способствует сгоранию топлива. Нижняя часть поршня служит направляющей, поэтому она делается удлиненной — для уменьшения удельных давлений. На наружной стороне поршня, в канавках, размещаются уплотнительные и маслосбрасывающие кольца. Поршень с шатуном соединяют при помощи пальца, а в последних конструкциях — пальца и специальной вставки. Поршни отливают из чугуна или из алюминиевых сплавов. В некоторых двигателях поршни делают составными — головки стальные, а юбки (направляющая часть) — из чугуна. В дизелях с повышенной цилиндрической мощностью поршни имеют масляное охлаждение головок. Масло для охлаждения головок поршней подается через коренные и шатунные подшипники, по каналу в шатунах и к головкам поршней. После охлаждения масло сливается в картер дизеля. Верхнюю головку шатуна делают неразъемной, а нижнюю — разъемной; нижняя головка соединяется с шатуном болтами. Дизели имеют крышки цилиндров, в которых размещаются впускные и выпускные клапаны, а также форсунка. Крышка цилиндра соприкасается с газами, имеющими высокие температуры, поэтому она охлаждается водой. Герметичность между цилиндрической гильзой и крышкой достигается постановкой медных прокладок или за счет тщательной обработки соприкасающихся поверхностей.

На тепловозных дизелях устанавливают регулятор числа оборотов, который поддерживает заданное число оборотов коленчатого вала дизеля в соответствии с установленным положением рукоятки контроллера машиниста независимо от нагрузки дизеля.

Регулятор числа оборотов заблокирован с контроллером машиниста и топливными насосами. Поворачивая рукоятку контроллера, машинист через систему аппаратов и тяг изменяет число оборотов дизеля и его мощность. Кроме регулятора числа оборотов, на дизелях имеется предельный регулятор, который при превышении числа оборотов на 10% от номинального останавливает дизель.

Впуск воздуха в цилиндры и выпуск отработавших газов из них происходит через впускные и выпускные клапаны цилиндрической крышки, которые приводятся в движение от распределительного вала в строго установленные моменты для каждого цилиндра. В свою очередь распределительный вал получает вращение от коленчатого вала через шестерни. При набегании кулачка впускного клапана на ролик рычаг отжимает пружину, впускной клапан опускается вниз и воздух поступает в цилиндр. При сбегании кулачка с ролика клапан под действием пружины садится на свое гнездо и

впуск воздуха прекращается. Кулачок выпускного клапана набегает на ролик, клапан опускается и газы удаляются из цилиндра. Как только кулачок сойдет с ролика, клапан сядет на место и удаление газов прекратится.

В некоторых двухтактных дизелях впуск воздуха в цилиндры и выпуск отработавших газов происходит через окна, расположенные в верхней и нижней частях гильзы, движущимися поршнями.

Топливная система, применяемая на тепловозах, имеет топливный бак, расположенный, как правило, под рамой тепловоза, ниже дизеля. Это вызывает необходимость установки вспомогательного топливного насоса для подачи топлива к основному насосу. Вспомогательный насос приводится в движение электродвигателем от аккумуляторной батареи. Перед вспомогательным насосом устанавливают фильтр грубой, а после него — тонкой очистки с фетровой или бумажной набивкой.

На некоторых тепловозах установлены подогреватели для подогрева топлива и масла в зимнее время.

В тепловозном дизеле масло выполняет двоякую роль: оно смазывает трущиеся части и отводит от них тепло. Поэтому в масляную систему включается также и холодильник масла.

Смазка дизеля и охлаждение масла протекают следующим образом: масляный насос забирает масло из картера и подает его в холодильник, откуда оно через фильтр подводится к дизелю для смазки трущихся частей, подшипников коленчатого вала и охлаждения головок поршней. Если масло холодное, то в системе возникает повышенное давление, — тогда оно проходит через редукционный клапан и, помимо холодильника, поступает вновь в дизель. Для подогрева масла, когда дизель не работает, на тепловозе применяется маслоподогреватель, куда холодное масло подается насосом, а подогретое сливается в картер дизеля. Уровень масла в картере измеряют рейкой, а давление масла в системе контролируют по манометрам. Для лучшей очистки масла на тепловозах устанавливают центробежные фильтры.

Такие детали дизеля, как цилиндровая гильза, выпускные коллекторы, крышки цилиндров и турбокомпрессоры, работают при высоких температурах и требуют охлаждения. Для этой цели на тепловозе имеется система водяного охлаждения с водяным насосом, который обеспечивает циркуляцию воды в системе дизеля. Горячая вода, выходя из дизеля, направляется в секции холодильника, где она охлаждается на 6—8°, затем возвращается во всасывающую полость водяного центробежного насоса и нагнетается в дизель. Для поддержания уровня воды в охлаждающей системе таким, при котором все охлаждающие части дизеля все время были бы покрыты водой, а также устранения воздушных подушек в систему включен расширительный бак. Для подогрева масла и топлива, а также обогрева кабины машиниста калорифером из системы отбирается горячая вода, которая после отдачи части тепла возвращается в приемную трубу водяного насоса.

Холодильная установка предназначена для охлаждения воды, масла и наддувочного воздуха, а в тепловозах с гидравлической передачей — и масла системы передачи. Она состоит из шахты, секций, жалюзи, вентилятора, повышающего редуктора и муфты.

В плотно закрытой шахте, размещаемой в кузове тепловоза, устанавливается мощный вентилятор. Шахта делается плотно закрытой (кроме проемов для установки секций) для того, чтобы воздух в нее поступал только через секции холодильника. Вентилятор приводится в движение от дизеля через муфту сцепления и повышающий редуктор. Муфта сцепления служит для отключения вентилятора от дизеля. По трубкам масляных и водяных секций пропускается охлаждаемая жидкость — вода или масло, а снаружи трубок проходит атмосферный воздух. Так как температура охлаждаемых жидкостей значительно выше температуры воздуха, то происходит их охлаждение. Температура воды должна быть не выше 70—90° С, а масла — 65—85° С.

Для регулирования температуры воды и масла открывают или закрывают верхние и боковые жалюзи или изменяют число оборотов вентилятора. Современные тепловозы оборудованы автоматическими устройствами, поддерживающими заданный уровень температур. Эти устройства состоят из температурного реле, воздушных силовых цилиндров и рычажной передачи. При изменении температуры жидкостей температурное реле воздействует на силовой цилиндр, который с помощью рычажной передачи устанавливает жалюзи в требуемое положение, чем и достигается заданная температура жидкостей.

Температуру жидкостей экономичней регулировать изменением числа оборотов вентилятора. Для этого на новых тепловозах привод вентилятора делают не механический, а гидростатический. В других случаях между дизелем и вентилятором ставят гидромуфту переменного наполнения или вентилятор с поворачивающимися лопастями. Все эти устройства изменяют количество пропускаемого через секции холодильника воздуха, чем и достигается регулирование температуры жидкостей.

Наиболее важным элементом холодильника являются секции. Секции состоят из медных эллиптических трубок, оребренных медными пластинами. Трубки заделывают в решетки коробок. Этими коробками секции прикрепляют к коллекторам холодильников.

ПЕРЕДАЧИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ТЕПЛОВОЗАХ

Постановка на тепловоз передачи обуславливается особыми тяговыми свойствами дизеля.

Дизель может начать работать только при минимальном числе оборотов коленчатого вала, которые для дизелей, установленных на тепловозах, составляют $\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$ от номинальных. При более низких оборотах нельзя получить необходимую температуру вспышки

топлива в цилиндрах вследствие охлаждающего действия стенок цилиндра, а следовательно, работа дизеля невозможна.

Мощность дизеля пропорциональна числу оборотов коленчатого вала. Следовательно, максимальную нагрузку с дизеля можно снять только при наибольших установленных числах оборотов.

Таким образом, если дизель установить на раму тепловоза и соединить его коленчатый вал непосредственно с движущими колесами, то такой локомотив (тепловоз непосредственного действия) будет обладать рядом недостатков.

Чтобы пустить такой дизель, потребовалось бы иметь специальное пусковое устройство (вспомогательный двигатель, баллоны со сжатым воздухом) большой мощности. Это устройство должно обеспечивать не только пуск дизеля под нагрузкой, но и трогание поезда с места и разгон его до скорости, при которой в цилиндрах дизеля будет происходить вспышка топлива. Неприспособленность дизеля к поезвному режиму локомотива вынудила ввести так называемую «тяговую» передачу.

Основное назначение передачи состоит в том, чтобы автоматически, плавно изменять силу тяги тепловоза от нуля до максимума в зависимости от скорости его движения, профиля пути и веса поезда при постоянном вращающем моменте на валу дизеля. Передача позволяет пускать дизель без нагрузки и работать при числе оборотов коленчатого вала в установленных пределах независимо от скорости тепловоза, а также использовать мощность дизеля с максимальным к. п. д. на всем диапазоне скоростей тепловоза.

Кроме того, передача создает возможность без остановки дизеля изменять направление движения тепловоза, а также обеспечивает его работу с тяговой характеристикой, которая приближалась бы к требуемой по условиям эксплуатации.

Сила тяги локомотива должна быть максимальной в момент трогания поезда с места и разгона его. По мере нарастания скорости сила тяги должна уменьшаться по кривой, имеющей форму гиперболы. При такой тяговой характеристике достигается максимальное использование мощности первичного дизеля на всем диапазоне скоростей тепловоза.

Такая зависимость может быть выражена в виде формулы

$$F_k = \frac{N_k \cdot 270}{v},$$

где F_k — касательная сила тяги в кг;

N_k — касательная мощность локомотива в л. с.;

v — скорость движения локомотива в км/ч.

Из формулы видно, что касательная сила тяги F_k прямо пропорциональна касательной мощности N_k и обратно пропорциональна скорости v .

У тепловоза без передачи (непосредственного действия) касательная сила тяги F_k в зависимости от скорости v графически будет изображаться горизонтальной линией с незначительным уклоном.

Такая тяговая характеристика получается вследствие того, что мощность дизеля пропорциональна скорости.

В этом случае тепловоз будет иметь недостаточную силу тяги при трогании с места и разгоне и избыток ее при больших скоростях.

На тепловозах могут применяться электрическая, механическая газовая и гидравлическая передачи.

Из возможных передач преимущественное распространение получили электрическая и гидравлическая.

Остальные передачи применены только на отдельных опытных тепловозах.

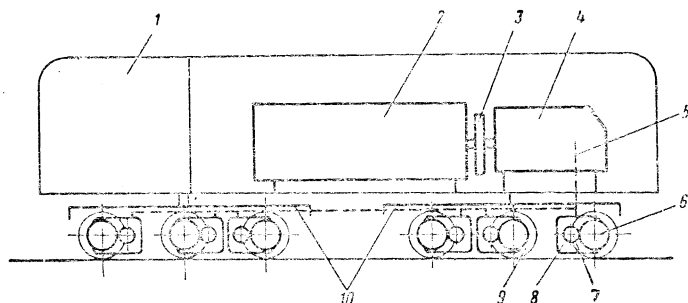


Рис. 1. Схема тепловоза с электрической передачей:

1 — кабина машиниста; 2 — дизель; 3 — муфта; 4 — главный генератор; 5 — кабели, подводящие ток к тяговым электродвигателям; 6 — зубчатое колесо на оси колесной пары; 7 — шестерня на валу якоря тягового электродвигателя; 8 — тяговый электродвигатель; 9 — движущие колесные пары; 10 — тележки

Электрическая передача. Устройство тепловоза с электрической передачей схематически представлено на рис. 1. На раме тепловоза установлен дизель 2, коленчатый вал которого жестко или через муфту 3 связан с якорем главного генератора 4 постоянного тока. Под рамой тепловоза в тележках 10 размещены тяговые электродвигатели 8 и движущие колесные пары 9. На валах якорей тяговых электродвигателей насажены малые (ведущие) шестерни 7, которые находятся в постоянном зацеплении с большими (ведомыми) зубчатыми колесами 6, напрессованными на оси или ступицы движущих колесных пар.

Вместе с коленчатым валом дизеля вращается и якорь главного генератора, который (при наличии возбуждения) вырабатывает ток.

Ток, поступающий по кабелям 5 в тяговые электродвигатели 8, заставляет вращаться их якоря, которые в свою очередь через зубчатую передачу приводят во вращение движущие колеса тепловоза. Движение тепловоза вперед или назад осуществляется изменением направления тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей, а следовательно, и направления вращения их якорей.

Электрическая передача надежна в работе и весьма гибка в управлении. У тепловоза с электрической передачей кривая силы тяги

приближается к идеальной, при которой возможна реализация полной мощности дизеля при любой скорости движения. Тепловоз с электрической передачей наиболее полно отвечает всем требованиям, предъявляемым как к поездному, так и маневровому локомотиву.

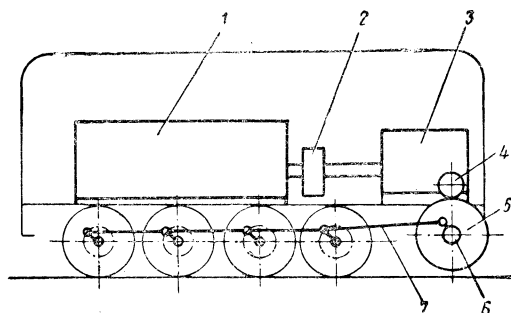


Рис. 2. Схема тепловоза с механической передачей:

1 — дизель; 2 — главная муфта; 3 — коробка скоростей; 4 — ведущая шестерня; 5 — шестерня на отбойном валу; 6 — отбойный вал; 7 — дышла

женные на отбойный вал 6, и дышла 7 или через карданные валы передается на движущие колеса тепловоза.

Во время пуска дизеля или стоянки тепловоза дизель при помощи главной муфты отключается от коробки скоростей. Главная муфта и муфты ступеней скорости могут иметь механическое, электромагнитное или пневматическое включение.

Изменение направления движения локомотива осуществляется специальным реверсом, размещенным в коробке скоростей.

Газовая передача.

При газовой передаче первичный двигатель непосредственно или при помощи компрессора подготавливает одно из рабочих тел (сжатый газ или воздух), после чего подает его в тяговую рабочую машину, связанную с движущими колесами локомотива.

На рис. 3 показан один из вариантов тепловоза с газовой передачей.

Принцип его работы заключается в следующем: продукты сгорания дизелей в смеси с паром (газопаровая смесь) при давлении

Подробно электрическая передача описана в учебнике «Электрическое оборудование тепловоза» К. И. Рудой.

Механическая передача. При механической передаче вращающий момент от коленчатого вала дизеля 1 (рис. 2) через главную муфту 2, коробку скоростей 3, шестерни 4 и 5, наса-

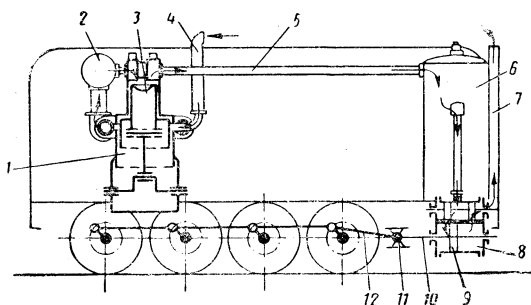


Рис. 3. Схема тепловоза с газовой передачей:

1 — компрессор; 2 — воздушный ресивер; 3 — цилиндр дизеля; 4 — труба для засоса воздуха компрессором; 5 — труба; 6 — газовый ресивер; 7 — выпускная труба; 8 — рабочая машина; 9 — поршень; 10 — шток; 11 — кривокопф; 12 — дышло

9—10 кг/см^2 и температуре 380°C по выпускной трубе 5 выталкиваются в ресивер 6; отсюда они поступают в рабочую машину: поршневую или газовую турбину. При движении поршня 9 через шток 10, крейцкопф 11 и дышло 12 усилие передается на движущие колесные пары и тепловоз передвигается. Отработавшая смесь из рабочей машины по выпускной трубе 7 удаляется в атмосферу.

В данном случае дизель на тепловозе используется как генератор газа. Для зарядки дизеля воздухом на тепловозе установлен компрессор 1, который подает сжатый до 3—4 кг/см^2 воздух в ресивер 2, а отсюда он поступает в цилиндры дизеля.

Вода в цилиндры впрыскивается при нахождении поршня в крайней мертвой точке; при сжатии вода испаряется и превращается в пар. Впрыск воды в отработавшие газы предусмотрен для понижения их температуры. Такие тепловозы на практике не получили применения.

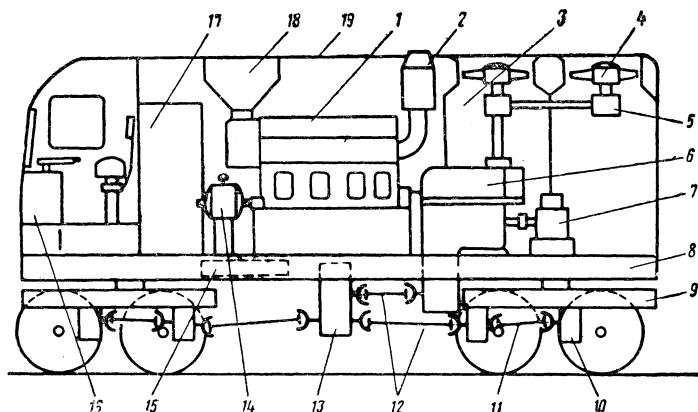


Рис. 4. Схема тепловоза с гидравлической передачей:

1 — дизель; 2 — глушитель; 3 — шахта холодильника; 4 — вентилятор; 5 — редуктор вентилятора; 6 — гидропередача; 7 — компрессор; 8 — рама тепловоза; 9 — рама тележки; 10 — осевой редуктор; 11, 12 — карданные валы; 13 — раздаточный редуктор; 14 — генератор; 15 — аккумуляторная батарея; 16 — пульт управления; 17 — шкаф для автоматов управления; 18 — воздушный фильтр дизеля; 19 — кузов тепловоза

Гидравлическая передача. Наряду с электрической передачей на тепловозах, особенно маневровых, широко применяют и гидравлическую передачу.

К основным достоинствам гидравлических передач по сравнению с электрическими относятся: значительное снижение потребности в меди, меньшие габариты, вес и стоимость на единицу мощности тепловоза.

У тепловоза с гидравлической передачей мощность дизеля передается к движущим колесам при помощи гидравлических аппаратов (гидромумфт и гидротрансформаторов), в которых в каче-

стве рабочей жидкости применяется масло, используемое и для смазки трущихся частей этих аппаратов.

Принципиальная схема такого тепловоза показана на рис. 4. Дизель 1 и гидропередача 6 установлены на раме тепловоза 8. Обычно гидропередачу размещают так, чтобы ее ведущий вал располагался ниже рамы тепловоза. В передней части, как и у тепловоза с электрической передачей, находится кабина машиниста с пультом управления 16. На тепловозе также установлен генератор 14 постоянного тока малой мощности, приводимый в действие от дизеля и питающий током сеть освещения, управления и аккумуляторную батарею; кроме того, на дизеле во многих случаях устанавливают стартеры, с помощью которых от аккумуляторной батареи пускается дизель, пуск дизеля может быть и воздушный. На тепловозах с гидропередачей, кроме масляной системы дизеля, имеется масляная система гидропередачи, поэтому на них устанавливают более мощные холодильные установки — две и более шахты с секциями и столько же вентиляторов 4.

Вращающий момент от дизеля на колеса передается через гидропередачу 6, карданные валы 12, раздаточный редуктор 13 и далее через карданные валы 11, осевые редукторы 10 на колеса локомотива.

Осевой редуктор на тепловозе с гидравлической передачей выполняет роль тягового электродвигателя.

Редуктор 10 представляет собой корпус с двумя парами зубчатых колес (коническими и цилиндрическими), который монтируют на оси колесной пары. В практике встречаются конструкции маломощных тепловозов, когда гидропередача с осевыми редукторами монтируется на самой тележке или когда вращающий момент от гидропередачи передается на отбойный вал и через дышла — на колеса локомотива, как у тепловоза ТГМ1.

Работу гидравлической передачи на тепловозе можно проследить по схеме, показанной на рис. 5. Коленчатый вал дизеля 2 приводит во вращение колесо гидравлического центробежного насоса 3. Колесо засасывает масло из бака 1 и под давлением подает его через направляющий аппарат на лопатки гидравлической турбины 6. Струя масла давит на лопатки колеса турбины и вращает ее вал. На валу ротора насажена шестерня 7, находящаяся в зацеплении с шестерней 8 приводного вала. На концах вала смонтированы конические шестерни 9, которые через шестерни 10, 11 и 12 осевого редуктора приводят в действие движущие колесные пары.

Масло из гидравлической турбины подается обратно в масляный бак, снова засасывается гидравлическим насосом и процесс повторяется.

Во время стоянки тепловоза дизель может работать вхолостую, при этом гидравлические аппараты освобождают от масла. Изменение направления движения локомотива осуществляется механическим реверсом.

Тепловозы с гидравлической передачей так же, как и с электрической, могут работать по системе многих единиц.

Классификация гидравлических передач. Различают два основных вида гидравлических передач: гидростатическая, или объемная, и гидродинамическая, или турбопередача. Принципиальная разница между ними заключается в следующем: при гидростатической передаче вращающий момент от коленчатого вала дизеля на движущие колеса тепловоза передается за счет высокого давления при незначительном перемещении (скорости)

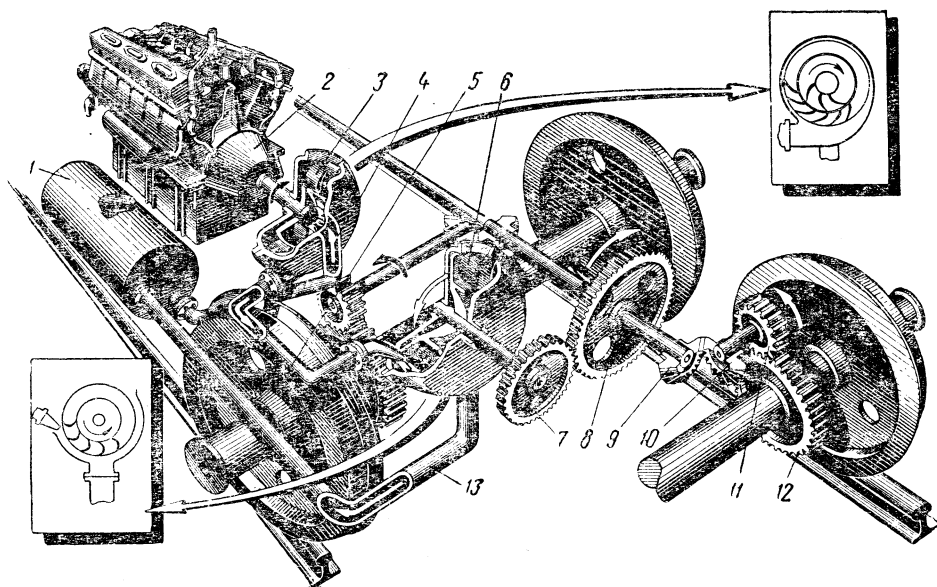


Рис. 5. Принципиальная схема работы гидравлической передачи на тепловозе:

1 — масляный бак; 2 — дизель; 3 — гидравлический насос; 4 — подвод масла к насосу; 5 — подвод масла к гидравлической турбине; 6 — гидравлическая турбина; 7, 8 — шестерни механической передачи; 9, 10, 11, 12 — шестерни осевого редуктора; 13 — отвод масла из турбины в масляный бак

жидкости, создаваемого насосами различного типа. Работу тепловоза с гидростатической передачей схематично можно представить так: во время работы дизеля его коленчатый вал приводит в действие насос, который под большим давлением — $100\text{--}200 \text{ кг/см}^2$ — по трубопроводу подает жидкость (обычно масло) в турбину, приводя ее вал во вращение. Вал турбины связан с отбойным валом, который через шатуны и дышла, соединенные с движущимися осями тепловоза, приводит его в движение.

Гидростатическая передача не получила распространения на тепловозах из-за трудности создания надежного уплотнения в соединениях при высоких давлениях жидкости. В настоящее время существуют единичные экземпляры тепловозов с гидростатической передачей мощностью не более 300 э. л. с.

На тепловозах новых серий (ТЭП60) начали применять гидростатический привод (гидромоторы) для приведения в действие колес вентильного холодильника.

На современных тепловозах применяется исключительно гидродинамическая передача; в дальнейшем этот вид передачи будет называться просто — гидравлическая.

При гидравлической передаче используются гидротрансформаторы и гидромуфты, которые за счет больших скоростей и относительно малых давлений жидкости передают вращающий момент от вала дизеля на движущие оси тепловоза. В свою очередь гидродинамическая передача подразделяется на: а) гидравлическую передачу, когда мощность дизеля передается на движущие оси тепловоза исключительно через гидравлические машины (гидротрансформаторы, гидравлические муфты) при движении тепловоза с любыми скоростями; б) гидромеханическую передачу, когда мощность дизеля при малых скоростях тепловоза передается через гидравлические машины (обычно через гидротрансформаторы), а при больших скоростях только через зубчатую передачу (гидравлические машины выключаются). Такая гидромеханическая передача условно названа однопоточной.

К гидромеханической передаче относятся и такие, в которых мощность от дизеля к движущим колесам тепловоза передается двумя потоками: через зубчатую передачу и гидравлические машины. Этот вид гидромеханической передачи называется двухпоточной.

Гидромеханическая двухпоточная передача применена на тепловозе ТГМЗ.

Гидравлические передачи делятся на одноциркуляционные и многоциркуляционные.

В одноциркуляционной передаче гидротрансформатор или гидромуфта стоят перед многоступенчатой коробкой скоростей, через которую передается мощность дизеля к движущим колесам тепловоза. Эти гидравлические аппараты применяются для переключения ступеней скоростей. При этом аппараты или разрывают силовую цепь, или переключают ступени скоростей при помощи фрикционных муфт.

Одноциркуляционная гидравлическая передача применена на мотовозах ТГК.

При многоциркуляционной гидравлической передаче переключение ступеней скорости в многоступенчатой коробке передач происходит при помощи нескольких гидравлических аппаратов. В таких передачах одновременно работает только гидравлический трансформатор или гидравлическая муфта (один круг циркуляции) и мощность от дизеля к движущим колесам тепловоза передается одним потоком.

Многоциркуляционные гидравлические передачи применены на тепловозах ТГМ1, ТГМ10, ТГ102, ТГМЗА и др.

На тепловозах с гидравлической передачей применяются различ-

ные системы автоматики: электрическая, гидравлическая, механическая или их сочетания.

Переключение ступеней скорости происходит автоматически, без участия тепловозной бригады. Автоматическое переключение скорости может быть одноимпульсным и двухимпульсным. Одноимпульсное переключение происходит в зависимости от скорости движения тепловоза, двухимпульсное — в зависимости от скорости движения тепловоза и от числа оборотов коленчатого вала дизеля.

Гидравлические передачи на тепловозах в СССР начали применяться сравнительно недавно. Первый маневровой тепловоз широкой колеи с гидравлической передачей серии ТГМ1 был построен в 1956 г. на Муромском заводе.

В дальнейшем маневровые и грузовые тепловозы с гидравлической передачей разной мощности начали выпускать Калужский, Людиновский, Луганский, Ленинградский и Коломенский тепловозостроительные заводы. На тепловозах, выпускаемых каждым заводом, были применены гидравлические передачи, различные по устройству и принципу их работы.

В 1959 г. было принято решение унифицировать гидропередачи. С этой целью установлено четыре типа передач:

I — для тепловозов промышленного транспорта и узкой колеи;

II — для маневровых тепловозов мощностью от 300 — 500 э. л. с.;

III — для маневровых тепловозов мощностью от 750 до 1 200 э. л. с., грузовых и пассажирских тепловозов мощностью $2 \times 1\,000$ э. л. с.;

IV — для пассажирских и грузовых тепловозов мощностью от 1 500 до 2 000 э. л. с. в одной секции.

В настоящее время проводятся работы по созданию унифицированных гидравлических передач.

Понятие о рабочей жидкости гидропередач. От качества масла, применяемого в гидравлической передаче, зависит работоспособность и срок службы ее, а также к. п. д. тепловоза. Масло должно удовлетворять следующим основным требованиям: иметь вязкость (кинематическую) в пределах 10—23 *сст* при 50° С, температуру вспышки не ниже 163° С; сохранять первоначальные свойства (стабильность) как при хранении, так и при работе в течение возможно длительного времени; обладать стойкостью против вспенивания; не допускать коррозии деталей гидропередачи. При большой вязкости масла увеличиваются потери на трение, снижается к. п. д. гидропередачи. С другой стороны, масло должно обеспечивать работу трущихся деталей передачи, для чего вязкость его должна быть не ниже определенных пределов и сохранять смазочные свойства при температуре 100—120° С.

При высоких температурах масло не должно коксоваться, выделять смолы, засоряющие механизм гидропередачи. Особо недопустимо вспенивание, что возможно в случае попадания в него воды.

В этих случаях нормальная работа гидравлической передачи нарушается. Относительно быстрое старение масла характеризуется повышением его кислотности, которая вызывает коррозию деталей гидropередачи, что недопустимо.

Из существующих масел наиболее приемлемыми для гидравлических передач являются: турбинное 22 (Л) по ГОСТ 32—53 или 22(Л) из сернистых нефтей по ВТУ НП № 54—59.

Для некоторых гидropередач заводы (Луганский) рекомендуют смесь: 60% авиационного масла МС-20 по ГОСТ 1013—49 и 40% веретенного АУ по ГОСТ 1642—50.

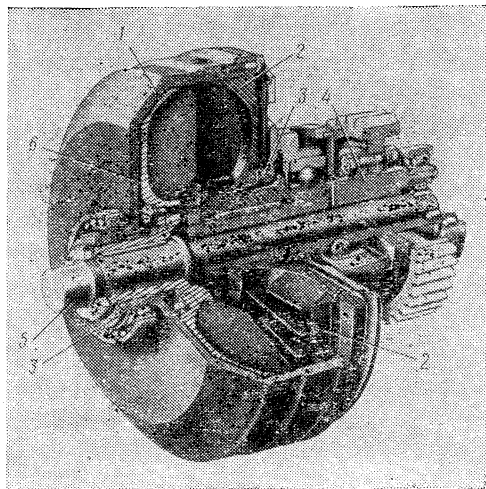


Рис. 6. Гидравлическая муфта:

1—насосное колесо; 2—турбинное колесо; 3—лабиринтное уплотнение; 4—вал турбинного колеса; 5—вал насосного колеса; 6—кожух

При необходимости указанные масла могут заменяться одно другим, но не разрешается смешивать их, так как возможно вспенивание смеси.

Устройство и работа гидромuфты и гидротрансформатора. Вращающий момент от коленчатого вала дизеля передается обычно через эластичную муфту и зубчатую передачу на вал 5 гидравлической муфты (рис. 6) или гидротрансформатора (рис. 7), на котором насажено насосное колесо.

Эти аппараты в основном состоят из насосного 1 и турбинного 2 колес. Кро-

ме того, в гидравлической муфте имеется кожух 6 (см. рис. 6), закрывающий насосное колесо, а в гидротрансформаторе — направляющий аппарат 3 (см. рис. 7). При вращении насосного колеса масло, находящееся между лопатками, под действием центробежной силы отбрасывается от центра колеса к периферии. Таким образом, вращаясь, насосное колесо создает динамический напор жидкости (обычно масла), которая поступает в турбинное колесо.

Поток жидкости, обладая запасом кинетической энергии, давит на лопатки турбинного колеса и заставляет его вращаться. От вала турбинного колеса вращающий момент, увеличенный в несколько раз, через систему зубчатых колес, отбойный вал с кривошипами и сцепные дышла либо через карданные валы и осевые редукторы передается на движущие оси тепловоза, приводя его в движение. Привод к движущим колесам может быть комбинированным — при помощи карданного вала и сцепных дышел.

Поток жидкости, выйдя из турбинного 2 колеса, теряет значительную долю кинетической энергии, снова поступает в насосное 1 колесо через направляющий аппарат 3 (при гидротрансформаторе) или непосредственно (при гидромуфте).

Следовательно, во время работы гидравлических аппаратов совершается непрерывная циркуляция жидкости по кругу: насосное колесо, турбинное, снова насосное колесо и т. д. При этом жидкость циркулирует без каких-либо промежуточных трубопроводов.

Непременным условием циркуляции масла между насосным и турбинным колесами является разность его давлений, причем давление на выходе из насосного колеса должно быть больше, чем на входе в турбинное колесо. Достигается это за счет разности скоростей насосного и турбинного колес. Вращение турбинного колеса при работе гидروпередатчи всегда меньше скорости вращения насосного колеса. Разность числа оборотов насосного и турбинного колес называется скольжением. Обычно скольжение выражается в процентах от числа оборотов насосного колеса.

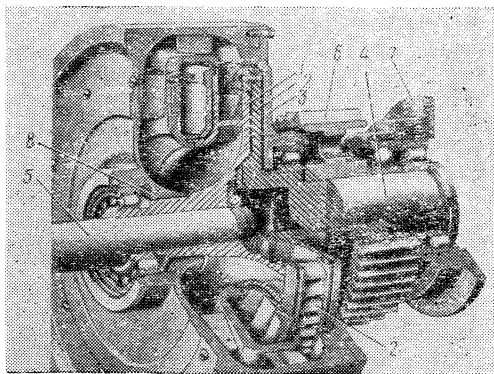


Рис. 7. Гидротрансформатор:

1—насосное колесо; 2—турбинное колесо; 3—направляющий аппарат; 4—вал турбинного колеса; 5—вал насосного колеса; 6—ведомая шестерня; 7—подшипниковый узел; 8—лабиринтное уплотнение

Гидравлическая муфта рассчитывается на передачу заданного вращающего момента при скольжении 3—5%. При этом коэффициент полезного действия составляет 0,95—0,97%.

Вращающий момент гидромуфты зависит от величины скольжения. При скольжении, равном нулю, т. е. когда скорость вращения насосного и турбинного колес одинакова, вращающий момент будет равен также нулю, а при скольжении, близком к 100%, вращающий момент будет максимальным.

Гидравлическая муфта передает вращающий момент без изменения. Моменты на насосном и турбинном колесах равны. Следовательно, коэффициент трансформации (изменения вращающего момента) гидромуфты всегда равен единице.

В отличие от гидромуфты гидротрансформатор имеет возможность изменять (трансформировать) вращающий момент в широких пределах наподобие обычного механического редуктора, откуда и происходит название — гидротрансформатор.

Изменение вращающего момента достигается при помощи направляющего аппарата, по конструкции представляющего собой

неподвижно закрепленное колесо, лопатки которого расположены между лопатками турбинного и насосного колес. Вращающий момент меняет свою величину за счет изменения направления потока жидкости на лопатках направляющего аппарата.

Например, если турбинное колесо неподвижно (момент трогания тепловоза с места), поток масла, прошедший через него, вынужден резко изменить свое направление, проходя через направляющий аппарат, вследствие особой формы его лопаток. Это при-

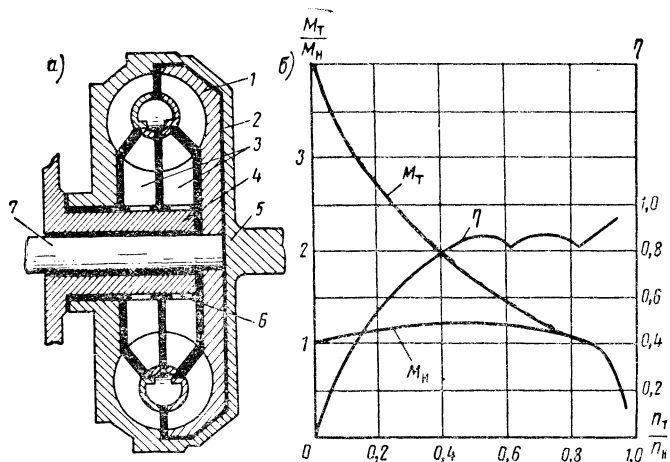


Рис. 8. Комплексный гидротрансформатор:

а — схематический разрез; *б* — характеристика гидротрансформатора; 1 — насосное колесо; 2 — турбинное колесо; 3 — направляющий аппарат; 4 — полый вал автолога; 5 — вал турбинного колеса; 6 — ролики; 7 — вал насосного колеса; M_T — вращающий момент турбинного колеса; M_H — вращающий момент насосного колеса; n_T — число оборотов турбинного колеса; n_H — число оборотов насосного колеса; η — коэффициент полезного действия трансформатора

водит к тому, что реакция струи, т. е. давление ее на лопатки турбинного колеса и вращающий момент будут максимальными.

По мере раскручивания турбинного колеса (тепловоз набирает скорость) направление потока масла будет выравниваться, давление на лопатки и вращающий момент уменьшаться. Нагрузка же на насосное колесо во всех случаях будет постоянной независимо от скорости вращения турбинного колеса, так как жидкость, пройдя через лопатки направляющего аппарата, имеет постоянное направление по отношению к насосному колесу.

Комплексный гидротрансформатор, схематический разрез которого показан на рис. 8, так же как и обычный гидротрансформатор, имеет насосное 1 и турбинное 2 колеса. Отличным по конструкции и характеру работы является направляющий аппарат 3. Он состоит из двух рядом расположенных лопастных колес, насаженных на муфты свободного хода, названные автологами. Автологи закреплены на неподвижном полом валу 4.

Колеса направляющего аппарата имеют возможность свободно вращаться на автологах в одну сторону и заклиниваться при вращении в противоположную сторону. При этом заклиниваться может одно колесо, а другое — вращается вместе с насосным колесом или оба сразу.

Заклинивания направляющего аппарата происходят при трогании тепловоза с места и при небольшом числе оборотов турбинного колеса, когда поток масла, выходящий из турбинного колеса, направлен в сторону, противоположную вращению. В этом случае происходит трансформация вращающего момента. При повышении числа оборотов турбинного колеса поток масла направлен в сторону вращения колес и они будут свободно вращаться. В этом случае работают только насосное и турбинное колеса и вращающий момент передается на ведомый вал без изменения.

Комплексные гидротрансформаторы описанного типа применены на тепловозах ТГМ2, ТГМ3.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЗОВ

По роду службы тепловозы подразделяются на грузовые, пассажирские и маневровые. В зависимости от этого к ним предъявляются разные требования. Грузовые тепловозы мощностью от 2 000 до 4 000 э. л. с. в одной секции должны иметь конструкционную скорость 100—120 км/ч и ускорение разгона до 0,1 м/сек², пассажирские — мощностью от 3 000 до 4 000 э. л. с. в одной секции, скорость 120—160 км/ч и ускорение разгона до 0,4 м/сек². Тепловозы, предназначенные для маневровой работы, должны свободно проходить по кривым радиусом 40—120 м, иметь касательную силу тяги 21—32 т, необходимый сцепной вес (на 30—40% больший на единицу мощности, чем у грузовых тепловозов) и ускорение разгона до 0,2 м/сек². Мощность маневрового тепловоза 750—2 000 э. л. с.

По конструкции экипажной части тепловозы могут быть: тележечного типа, у которых как движущие, так и поддерживающие оси размещены в раме отдельных тележек, соединенных с рамой тепловозов (наиболее распространенная конструкция); с жесткой рамой, в которой расположены все движущие оси, а бегунковые и поддерживающие оси — в отдельных тележках.

Бегунковые и поддерживающие колесные пары служат для передачи на них части веса тепловоза и облегчения вписывания его в кривые участки пути. Вес тепловоза, приходящийся на движущие колесные пары, называется сцепным. Если экипаж тепловоза состоит только из движущих колесных пар, то общий вес тепловоза будет равен сцепному.

Различают тепловозы и по ширине колес, на которой они могут работать, а именно: тепловозы нормальной (1 524 мм) и узкой (750 мм) колес; по числу секций — односекционные и двух-трехсекционные, а также по осевым характеристикам. Например, тепловоз ТЭМ1 имеет осевую характеристику 3_0-3_0 , которая расшифровы-

вается так: бегунковых и поддерживающих осей тепловоз не имеет, все шесть осей являются движущими. Расположены они в двух тележках — по три оси в каждой. Знак «0» внизу у цифры 3 обозначает, что все движущие оси имеют индивидуальные тяговые электродвигатели.

Если тепловоз соединен из нескольких секций, то его осевая характеристика составляется из осевой характеристики одной секции, заключаемой в скобки, перед которой ставится цифра, обозначающая количество секций; так, осевая характеристика двухсекционного тепловоза ТЭ2 имеет вид: $2(2_0-2_0)$, а тепловоза ТЭЗ — $2(3_0-3_0)$.

На тепловозах с гидравлической передачей при обозначении осевой характеристики нули внизу цифр не ставят. Так, например, осевая характеристика двухсекционного тепловоза ТГ102 с двумя двухосными тележками под каждой секцией будет иметь вид $2(2-2)$, тепловозов МГ1 и МГ2 0-2-0, ТГМ1 0-3-0. Нули спереди и сзади цифр обозначают, что бегунковых и поддерживающих осей на этих тепловозах нет. Знак «—» (минус) между цифрами обозначает, что тележки между собой не соединены.

Если бы тележки были соединены (как на некоторых электровозах), то между ними стоял бы знак «+» (плюс).

На наших железных дорогах введены индексы для обозначения тепловозов. Буквой Т обозначаются тепловозы всех серий. Если тепловоз с электрической передачей, ставится буква Э, с гидравлической — Г. На пассажирских тепловозах, кроме этих обозначений, добавляется еще буква П, а на маневровых — М. Кроме буквенных индексов для тепловозов, приняты и цифровые, которые характеризуют серию тепловоза и завод, который создал этот тепловоз. Так, тепловозам, созданным Харьковским заводом транспортного машиностроения, присвоены номера серий от 1 до 49, тепловозам, созданным Коломенским тепловозостроительным заводом, присвоены номера серий от 50 до 99, а Луганским от 100 и выше.

Цифровые индексы маневровых тепловозов указывают только серию, но не определяют завода-изготовителя. Таким образом, индекс ТЭЗ означает: Т — тепловоз, Э — с электрической передачей, цифра 3 — серию и что этот тепловоз создан Харьковским заводом. Индекс ТЭП60 означает: Т — тепловоз, Э — с электрической передачей, П — пассажирский, цифра 60 — серию, и что этот тепловоз создан Коломенским заводом.

Индекс ТГ102 означает: Т — тепловоз, Г — с гидравлической передачей, цифра 102 — серию и что этот тепловоз создан Луганским заводом.

Индекс ТЭМ1 означает: Т — тепловоз, Э — с электрической передачей, М — маневровый, цифра 1 — серию.

Индекс ТГМ2 означает: Т — тепловоз, Г — с гидравлической передачей, М — маневровый, цифра 2 — серию. Цифры, стоящие после буквенных и цифровых индексов через дефис, например ТЭ1-012, ТЭ2-001, ТЭЗ-014, означают порядковые номера тепловозов

этих серий. Иногда встречается такое написание серий: ТЭ1-20-018. В данном случае цифра 20 показывает величину давления от колесной пары на рельсы в тоннах.

Тепловозы серии ТЭЗ в настоящее время строят три завода и каждый завод выпускает тепловозы с порядковыми номерами, которые ему установлены.

Так, Харьковский завод выпускает тепловозы ТЭЗ с порядковыми номерами от 1 до 1000, Коломенский от 1001 до 2000, Луганский от 2001 и выше.

Имеются тепловозы и с такими индексами ТГК, ВМЭ1, ЧМЭ2, ТУ1, ТУ2, где буквы Т, Э, Г, М уже расшифрованные индексы, а другие имеют следующие значения: буква К обозначает, что тепловоз построен Калужским машиностроительным заводом, В — заводами Венгерской, а Ч — Чехословацкой Республиками, буква У указывает, что тепловоз узкоколейный, а цифры 1, 2, 3 — номера серий. Существуют локомотивы с индексами: МГ1, МГ2, ТГ^э, где буквы М — мотовоз, Г, Э и цифры 1, 2 уже расшифрованные индексы.

В настоящее время обсуждается проект единых обозначений (индексов) для тепловозов СССР и демократических стран.

Головной секцией тепловоза называется та секция, которая имеет индекс А при буквенном обозначении или меньший номер (обычно нечетный) при цифровом.

Передней частью головной секции является та, в которой расположена кабина машиниста. Правая и левая сторона секции тепловоза определяется по ходу движения секции кабиной управления вперед.

Тележки тепловоза нумеруются относительно каждой секции, считая от кабины управления, т. е. 1-я и 2-я тележка секции А, 1-я и 2-я тележка секции Б. Прибегая иногда к нумерации тележек — 1, 2, 3 и 4-я, имеют в виду начало их отсчета от кабины управления секции А.

Это последнее положение о нумерации тележек распространяется на нумерацию колесных пар, тяговых электродвигателей и их деталей.

ВИДЫ ОСМОТРОВ И РЕМОНТОВ

Содержание тепловозов в исправном и работоспособном состоянии, обеспечение безопасности движения, а также борьба с порчами и внеплановыми ремонтами требуют в процессе эксплуатации тепловозов тщательного ухода за ними, строгого соблюдения Инструкции по уходу и содержанию, а также своевременного предупреждения и устранения малейших неисправностей. Кроме того, тепловозы через определенный пробег, установленный в зависимости от степени использования мощности или календарного времени, должны проходить осмотр или ремонт. Ремонт тепловозов по объему ремонтных работ подразделяется на текущий и заводской.

Текущий ремонт тепловозов включает: профилактический осмотр (М2); малый периодический ремонт (М3); большой периодический ремонт (М4); подъемочный ремонт (М5).

Между профилактическими осмотрами тепловозы проходят технические осмотры (М1). Заводской ремонт тепловозов является единым ремонтом, выполняемым на заводе.

Пробеги и календарное время работы тепловозов между ремонтами. Общесетевые нормы пробегов основных серий тепловозов между ремонтами, установленные согласно приказу № 46/Ц от 7/Х 1961 г., приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Виды подвижного состава	Нормы продолжительности работы между		Нормы пробега в тыс. км или продолжительность работы между		
	профилактическими осмотрами (в сутках)	малыми периодическими ремонтами (в месяцах)	большими периодическими ремонтами	подъемочными ремонтами	Заводскими ремонтами
Тепловозы с дизелями общей мощностью 1000 э.л.с и более в секции:					
поездные	8	2	100	200	600
маневровые и вывозные	15	3	1 год	2 года	6 лет
Тепловозы с дизелями общей мощностью менее 1000 э. л. с. в секции:					
поездные	10	2	80	160	500
маневровые и вывозные	10	2	8 мес.	16 мес.	5 лет
Дизельные поезда	5	1	75	150	300

Технический осмотр тепловозов производится один раз в сутки.

На основе общесетевых норм и степени использования мощности тепловозов Главное управление локомотивного хозяйства МПС устанавливает для каждой железной дороги средние дифференцированные нормы продолжительности работы или пробега тепловозов между осмотрами и ремонтами.

Начальники железных дорог также в зависимости от степени использования мощности тепловозов устанавливают для каждого депо отдельные нормы продолжительности работы или пробега тепловозов между ремонтами.

Начальники отделений дорог для равномерной загрузки ремонтных цехов имеют право изменять продолжительность работы или пробеги между текущими ремонтами в пределах 20% от установленных норм.

Простой тепловозов в осмотрах и ремонтах. В приказе № 46Ц от 7 октября 1961 г. установлены нормы простоя тепловозов только в профилактическом осмотре, которые составляют: для тепловозов

с дизелями мощностью 1 500 э. л. с. и более в секции — 7 ч; для тепловозов с дизелями менее 1 500 э. л. с. в секции — 5 ч. Нормы простоя тепловозов в остальных видах ремонта не определены, а указана общесетевая норма процента неисправных тепловозов всех серий (с учетом только текущего ремонта), а именно — 6%.

Главным управлением локомотивного хозяйства МПС для каждой дороги установлены нормы процента неисправных тепловозов (с учетом только текущего ремонта). Начальники железных дорог в зависимости от местных условий эксплуатации утверждают для каждого депо нормы процента неисправных тепловозов.

Нормы простоя основных серий тепловозов в текущем ремонте (табл. 3) установлены в графиках технологического процесса текущего ремонта тепловозов, разработанных Главным управлением локомотивного хозяйства МПС.

Т а б л и ц а 3

Серия тепловозов	Простой в ремонте		
	Малом периодическом (в ч)	большом периодическом	подъемочном
		(в сутках)	
ТЭЗ и ТЭ7	36	5	7
ТЭ2, ТЭ1, ТЭМ1	20	4	6

Время простоя тепловоза в техническом осмотре установлено не более 1 ч.

Тепловозы, находящиеся в техническом и профилактическом осмотрах, числятся в эксплуатационном парке. В случае простоя тепловоза в техническом или профилактическом осмотрах сверх установленной нормы он перечисляется в неэксплуатируемый парк.

ПОСТАНОВКА ТЕПЛОВОЗОВ В РЕМОНТ И ВЫПУСК ИХ ИЗ РЕМОНТА

Постановка тепловозов в большой периодический и подъемочный ремонты производится по плану, утвержденному начальником дороги, а на профилактические осмотры и малые периодические ремонты — по плану, разработанному начальником депо и согласованному с отделением дороги.

План ремонта тепловозов для депо других дорог утверждает Главное управление локомотивного хозяйства МПС.

На основании утвержденного плана начальник депо составляет месячные и декадные графики, где указаны номера тепловозов, дата постановки в ремонт и выпуска из ремонта. Эти графики согласовывают с начальником отделения дороги и за три дня до начала текущего месяца или декады передают мастерам комплексных

бригад. Время постановки тепловозов в ремонт определяется графиком оборота.

Сдает тепловоз в текущий ремонт прибывшая с ним локомотивная бригада, принимает мастер комплексной бригады. Если время установленной продолжительности работы локомотивной бригады истекло, тепловоз сдает экипировочная бригада.

Прибывшая бригада записывает в книгу ремонта только те работы, которые не входят в характеристику ремонта. При этом точно указывается место нахождения неисправности. Нужно помнить, что частая и ненужная разборка узлов и агрегатов (вызванная неточной записью) приводит к сокращению срока их службы и удорожанию ремонта.

Мастер комплексной бригады устанавливает окончательный объем ремонта тепловоза с учетом записи в книге ремонта и в журнале «Техническое состояние тепловоза» и дает задание слесарям.

На тепловозы, ремонт которых будет выполняться не в депо приписки, предварительная опись необходимых работ пересылается в пункты ремонта не позже 25-го числа предыдущего месяца.

При отправке тепловоза в ремонт в другие депо вместе с ним отправляют технический паспорт и журнал измерения основных его деталей, тепловоз снабжают исправным инструментом и инвентарем. Ремонт и пополнение инструмента и инвентаря на каждом тепловозе производится в депо приписки.

После окончания профилактического осмотра, малого и большого периодического, а также подъемочного ремонтов тепловозы испытывают на холостом ходу и под реостатом.

Регулировку дизель-генераторной установки, электроаппаратуры и реостатные испытания производят мастера реостатных испытаний, а в помощь им выделяют слесарей из комплексных бригад. Организация испытаний и устранение выявленных неисправностей возлагаются на мастера комплексной бригады, производившей ремонт.

После испытания и устранения замеченных недостатков мастер комплексной бригады делает отметку в книге дежурного по депо о пригодности тепловоза к эксплуатации.

При выпуске тепловоза из подъемочного ремонта приемка его оформляется актом, который подписывает начальник депо или его заместитель и приемщик Главного управления локомотивного хозяйства МПС.

После окончания ремонта тепловоза в других депо паспорт и журнал измерения основных деталей с внесенными записями возвращают вместе с тепловозом в депо приписки.

Как правило, тепловозы, направляемые в ремонт и вышедшие из ремонта, должны следовать до ремонтного пункта и обратно в рабочем состоянии.

Неисправности, обнаруженные на тепловозе, прошедшем большой периодический или подъемочный ремонт в другом депо, в те-

чение пробега до очередного малого периодического ремонта устраним в депо приписки за счет пункта, производившего ремонт.

Мастера комплексных бригад являются ответственными за своевременный выпуск тепловоза из ремонта и высококачественное его выполнение.

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОВОЗОВ

Тепловоз отвечает всем требованиям современного локомотива: он автономен, может работать на маневрах, с грузовыми и пассажирскими поездами, с путевыми машинами, снегоочистителями, обеспечивая необходимую силу тяги, мощность и скорость.

Из отдельных секций тепловоза можно сформировать тепловоз любой практически необходимой мощности, управляемый с одного поста, с использованием полной силы тяги каждой секции. Имея такой мощный локомотив, способный развивать большую силу тяги и необходимую скорость, можно значительно повысить вес поездов, ускорить оборот вагонов, т. е. увеличить в 1,5—2 раза пропускную и провозную способность железных дорог без значительных капитальных затрат.

Запасы топлива, масла и воды на тепловозе при работе его с поездом достаточны для пробега без экипировки 800—1 000 км. Экипировку тепловоза можно производить на приемо-отправочных путях без его отцепки от поезда, затрачивая на это 15—20 мин. Все это позволяет при соответствующей организации обслуживания довести среднесуточный пробег тепловоза, работающего с грузовыми поездами, до 700—1 000 км. В случае необходимости при соответствующей подготовке тепловоз может работать в течение нескольких месяцев вдали от своих баз снабжения и ремонтных мастерских. При тепловозной тяге отпадает надобность в устройстве поворотных кругов и треугольников, значительно сокращаются расходы по водоснабжению, постройке топливных складов и хранению топлива.

Тепловоз в зависимости от веса поезда и профиля пути расходует в среднем условного топлива 40—55 кг на 10 тыс. км брутто. Расход топлива на единицу работы у тепловоза является стабильным и в очень малой степени зависит от климатических условий и времени года.

Тепловоз расходует смазки на один 1 000-сильный дизель 3—4 кг на 100 локомотиво-км.

Эксплуатационные расходы при тепловозной тяге приведены в табл. 4.

Межремонтные пробеги тепловоза относительно большие, благодаря чему он находится большее время в поездной работе.

Тепловоз всегда готов к работе. Для пуска дизеля и приведения в действие тепловоза требуется не более одной минуты. Обычно тепловоз имеет два поста управления, расположенных в противополож-

Таблица 4

Наименование расходов ¹	Расходы в руб. на 10 тыс. <i>ткм</i> брутто		
	ТЭ1	ТЭ2	ТЭ3
Ремонт тепловоза ²	0,89	0,79	0,82
Содержание бригад	1,43	0,95	0,53
Топливо	0,94	1,02	1,35
Смазка	0,09	0,076	0,054
Обтирочные и осветительные материалы	0,018	0,013	0,009
Экипировка	0,02	0,02	0,02
Реновационные отчисления	0,22	0,17	0,14
Итого	3,608	3,039	2,923

¹ Цифры, приведенные в табл. 4 и в тексте, заимствованы из книги М. Н. Бельского «Экономика тепловозной тяги», Трансжелдориздат, 1958.

² С учетом текущего и заводского ремонтов.

ных концах, благодаря чему его можно эксплуатировать без поворота.

Незначительный расход воды (утечка через неплотности), составляющий от 1 до 6 л на 10 тыс. *ткм* брутто или 0,02—0,05 л на 1 км пробега, делает тепловоз незаменимым в районах безводных и с жесткой водой.

При тепловозной тяге не загрязняются шлаком и изгарью железнодорожные пути, воздух не отравляется дымом.

В кабине машиниста всегда поддерживается равномерная температура, локомотивной бригаде не приходится выполнять тяжелой физической работы при обслуживании локомотива. Автоматизация управления позволяет бригаде больше уделять внимания ведению поезда.

В холодное время года тепловозы работают более устойчиво, чем летом, так как уменьшается опасность перегрева тяговых электродвигателей.

У тепловоза нет тяжелых неуравновешенных механизмов, поэтому он оказывает незначительное динамическое воздействие на путь и имеет достаточное сцепление колес с рельсами. В связи с этим тепловоз реализует большую силу тяги, особенно при трогании с места, и следовательно, может водить более тяжелые поезда. Пробег тепловоза до обточки бандажей составляет 170—350 тыс. км. Его можно использовать как передвижную электростанцию, что делает тепловоз незаменимым на новостройках и при восстановительных работах.

С введением тепловозной тяги значительно повышается производительность труда. Так, производительность одного работника локомотивной бригады в месяц при работе на тепловозе ТЭ3 превысила 2,5 млн. *ткм* брутто.

Повышенная производительность труда дает возможность на 30—40% сократить численность локомотивных и ремонтных бригад. Низкая себестоимость перевозок при тепловозной тяге, незначительные расходы на ремонт и эксплуатацию тепловозов, относительно небольшие затраты при переводе линии на тепловозную тягу (2—3 тыс. руб. на 1 км пути) и высокая эффективность использования тепловоза определяют быстрый срок окупаемости первоначальных затрат при переходе на тепловозную тягу. Так, срок окупаемости тепловоза ТЭЗ определяется в 0,5—1,5 года (в зависимости от грузооборота).

Технико-экономические показатели тепловозов определяют целесообразность введения тепловозной тяги в первую очередь на линиях, где необходимо поднять пропускную способность, в безводных районах или в районах с жесткой питательной водой, удаленных от угольных бассейнов, и на участках, где намечается перевод на электрическую тягу, а также на вновь строящихся линиях.

Большой технико-экономический эффект дает применение тепловозной тяги для обслуживания пассажирских поездов и на маневрах. Тепловоз на маневрах может работать по 7—10 суток без экипировки.

1 000-сильный маневровый тепловоз расходует в сутки 540 кг жидкого топлива, коэффициент полезного действия его составляет 22—24%.

Для применения электровозов на маневровой работе потребовалось бы подвешивать контактную сеть над всеми станционными путями; кроме того, не всегда контактная сеть безопасна для механизированных погрузочно-выгрузочных работ.

Электровозы, предназначенные для маневровой работы, потребовалось бы оборудовать громоздкими пусковыми сопротивлениями, способными при частых остановках и троганиях с места бесперебойно действовать не перегреваясь.

Все это явилось основанием для применения на маневровой работе исключительно тепловозов.

В течение последних лет наши ученые, конструкторы, инженеры, рабочие работали и продолжают работать над созданием более мощных магистральных пассажирских и грузовых тепловозов, а также маневровых и дизелей, которые бы имели повышенную экономичность, эксплуатационную надежность и достаточную долговечность. Некоторые из этих тепловозов по своим характеристикам стоят на уровне лучших образцов современного мирового тепловозостроения. Новые тепловозы, дизели, а также гидравлические передачи находятся в процессе доведения до серийного производства, вследствие чего они подвергаются конструктивным изменениям и постоянному улучшению. Поэтому описание тепловозов новых серий и применяемых на них дизелей, а также гидравлических передач дается в сокращенном виде и той конструкции, которая была выполнена к середине 1962 г.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение тепловоза.
 2. Из каких основных частей состоит тепловоз?
 3. Для чего предназначен дизель на тепловозе?
 4. Каковы основные особенности дизеля как тяговой машины?
 5. Из каких основных узлов и деталей состоит дизель, их назначение и работа?
 6. Каково назначение топливной, масляной и водяной систем на тепловозах?
 7. Для чего на тепловозе необходим холодильник?
 8. Почему на тепловозах необходимо применять передачу?
 9. Какие передачи применяются на тепловозах и принцип их работы?
 10. Какие требования предъявляются к маслам, применяемым в гидропередачах?
 11. Объясните устройство и принцип работы гидромукты, гидротрансформатора и комплексного гидротрансформатора.
 12. Какая разница между гидромуктой и гидротрансформатором?
 13. Как подразделяются тепловозы по роду службы, конструкции экипажа, числу секций, осевым характеристикам?
 14. Какие индексы применены для обозначения тепловозов?
 15. Какие виды осмотров и ремонтов для тепловозов установлены?
 16. Какие пробеги и продолжительность работы тепловозов установлены между осмотрами и ремонтами?
 17. Какой порядок постановки тепловозов в ремонт и выпуск их из ремонта?
 18. Основные преимущества и технико-экономические показатели тепловозной тяги.
-

Глава II

УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛОВОЗОВ ТЭЗ и ТЭМ1

ТЕПЛОВОЗ СЕРИИ ТЭЗ

Тепловоз ТЭЗ состоит из двух секций, имеющих одинаковое оборудование и соединенных при помощи автосцепки СА-3. В передней части секции расположен пост управления. Все это позволяет в случае необходимости использовать любую секцию как самостоятельный тепловоз.

На каждой из секций установлен двухтактный дизель мощностью 2 000 э. л. с. марки 2Д100. Следовательно, мощность тепловоза, состоящего из двух секций, составляет 4 000 э. л. с.

В качестве преобразователя механической энергии в электрическую на тепловозе применен главный генератор постоянного тока типа МПТ-99/47А с самовентиляцией и независимым возбуждением с номинальной мощностью 1 350 *квт*. Главный генератор, кроме основной обмотки, имеет так называемую пусковую обмотку, по которой проходит ток от аккумуляторной батареи при пуске дизеля.

Нижний коленчатый вал дизеля через пластинчатую полужесткую муфту соединен с валом якоря главного генератора. Если во время работы якорь главного генератора приводится во вращение от коленчатого вала дизеля, то при пуске дизеля, наоборот, главный генератор работает как тяговый электродвигатель, раскручивая коленчатые валы дизеля до появления вспышки в цилиндрах.

При работе дизель-генераторной установки ток, вырабатываемый главным генератором, по кабелям поступает к шести (по три на каждой тележке) тяговым электродвигателям типа ЭДТ-200Б, где преобразуется в механическую энергию, которая используется для передвижения тепловоза и поезда. Продольный разрез и план секции тепловоза ТЭЗ показан на рис. 9. Кабина управления отделена от машинного помещения высоковольтной камерой 5 и двумя дверями 33 и 43. Такое размещение кабины в некоторой степени предохраняет бригаду от шума, повышенной температуры и газов от дизеля. В высоковольтной камере 5 сосредоточены все основные

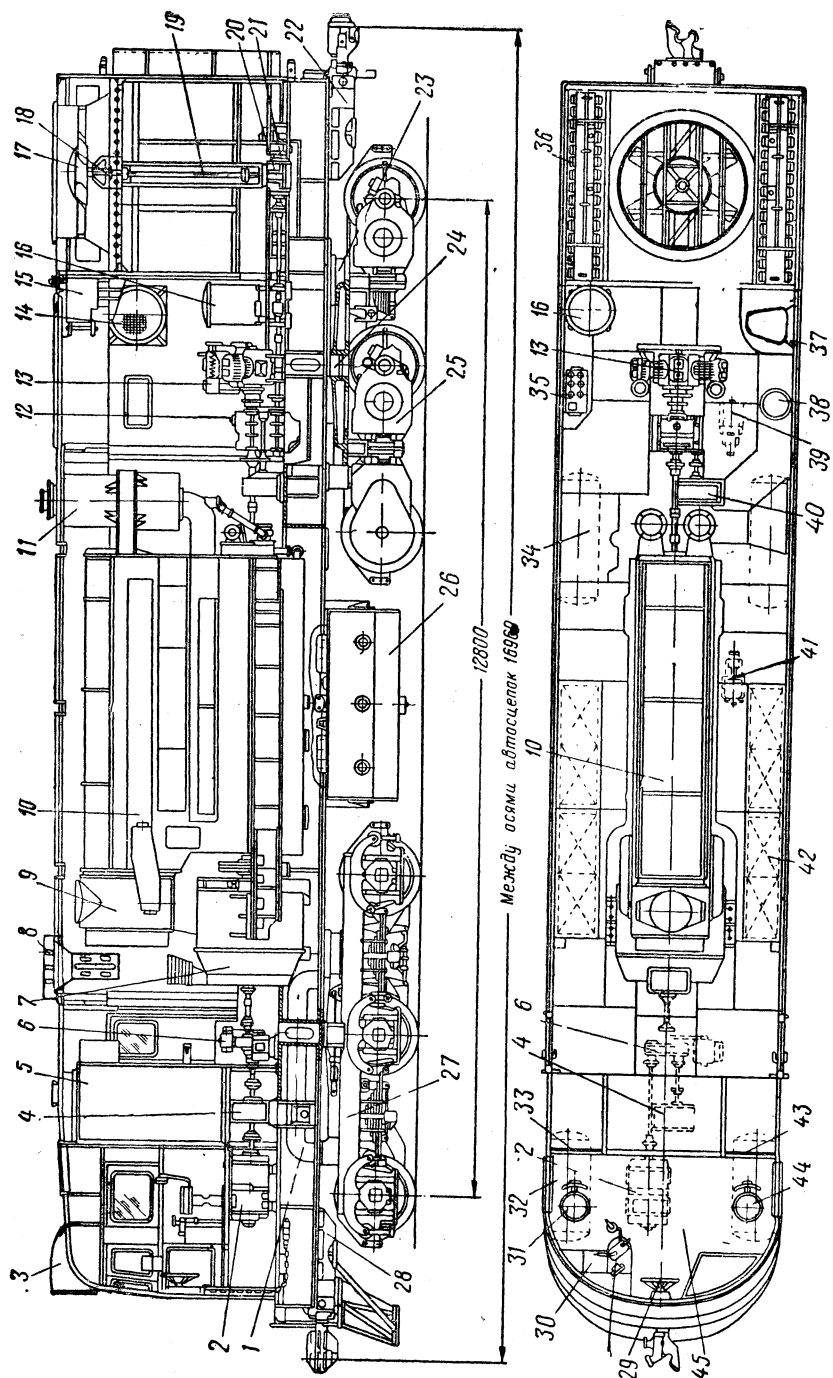


Рис. 9. Продольный разрез и план секции тепловоза ТЭЗ:

1 — трубопровод для подвода охлаждающего воздуха к тяговым электродвигателям передней тележки; 2 — двухмашинный агрегат; 3 — головной прожектор; 4 — вентилятор охлаждения электродвигателей передней тележки; 5 — высоковольтная камера; 6 — передний редуктор; 7 — главный генератор; 8 — канал вентиляции генератора; 9 — воздухоподка; 10 — дизель; 11 — глушитель; 12 — гидромеханический редуктор; 13 — компрессор; 14 — электрический вентилятор машинного помещения; 15 — расширительный водяной бак; 16 — фильтр тонкой очистки масла; 17 — вентилятор; 18 — подпятник; 19 — карданный вал вентилятора; 20 — редуктор вентилятора (задний редуктор); 21 — фрикционная муфта редуктора вентилятора; 22 — стянкой ящик задний; 23 — боковые опоры главной рамы; 24 — шкворень; 25 — тяговый электродвигатель; 26 — бак для топлива; 27 — передняя тележка; 28 — стержневой ящик передний; 29 — штурвал ручного тормоза; 30 — пульт управления; 31 — сиденье машиниста; 32, 34 — главные воздушные резервуары; 33; 43 — двери; 35 — фильтр грубой очистки масла; 36 — секция холодильника; 37 — санузел; 38 — топливонагреватель; 39 — топливонакачивающий насос; 40 — вентилятор охлаждения электродвигателей задней тележки; 41 — маслопрокачивающий насос; 42 — аккумуляторная батарея; 44 — сиденье помощника машиниста; 45 — кабина машиниста

аппараты электрической схемы. Расположение высоковольтной камеры вблизи кабины управления является удобным для контроля за работой аппаратов со стороны бригады.

Доступ в высоковольтную камеру возможен из кабины управления через пустотелую металлическую дверь. В этой двери расположен шкаф для хранения одежды.

В передней части кабины с правой стороны находится пульт управления, где сосредоточены все приборы управления тепловозом и контроля за работой отдельных агрегатов. Кроме приборов и аппаратов, на пульте управления установлен выключатель для отсоединения реле бдительности в случае неисправности путевой сигнализации. Против сидений машиниста и его помощника на передней стенке кабины находятся вентиляторы и цилиндры пневматического привода стеклоочистителей. На полу под ногами машиниста находится педаль, приводящая в действие песочницы, справа от сиденья машиниста — рукоятка звукового сигнала, а слева — калорифер. Сзади сиденья машиниста справа около двери установлены аппараты автостопа. Между калорифером и пультом управления помещен штурвал ручного тормоза. Около высоковольтной камеры слева (если смотреть на дизель) находится откидное сиденье, а справа — ручка включения и выключения аккумуляторной батареи. Выше ручки прикреплен щиток с выключателями освещения. Под щитком находится лючок, закрытый крышкой, где размещены предохранители. Посередине кабины на потолке имеется лампочка для освещения. Над дверьми высоковольтной камеры в нише, закрытой крышкой, размещены три рубильника для выключения тяговых электродвигателей. В кабине слева на посту помощника машиниста находится дифференциальный манометр, показывающий давление или разрежение в картере, и кнопка аварийной остановки дизеля.

Под полом кабины установлен двухмашинный агрегат (возбудитель и вспомогательный генератор) 2 (см. рис. 9), а под полом тамбура кабины и частично высоковольтной камеры — вентилятор 4 охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки, который приводится во вращение от промежуточных валов через перед-

ний редуктор 6, соединенный с валом главного генератора 7. От вала редуктора 6 через клиновидные ремни вращение передается тахогенераторам.

В середине кузова на поддизельной раме смонтирован дизель 10 и главный генератор 7. Генератор охлаждается воздухом, который вентилятор генератора засасывает через люк в крыше на тепловозах старой конструкции или из кузова на тепловозах выпуска с 1958 г. На тепловозах последнего выпуска воздух для охлаждения генератора забирается снаружи через боковые стенки кузова. Нагретый воздух выбрасывается наружу через вырез в двутавровой балке рамы тепловоза с правой стороны. На тепловозах выпуска 1962 г. вырез в двутавровой балке не делают в связи с появлением трещин в этом месте, нагретый воздух от генератора отводится через улитку вентилятора под раму тепловоза.

За дизелем размещен вентилятор 40 охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки, компрессор 13 и холодильное устройство тепловоза с вентилятором 17. Все эти агрегаты приводятся во вращение от нижнего вала дизеля через промежуточный вал и гидромеханический редуктор 12. Редуктор имеет гидравлическую муфту, которая смягчает удары и толчки, возникающие при внезапной остановке дизеля или резком изменении числа оборотов его вала. При помощи гидромеханического редуктора 12 можно вентилятору 17 холодильника задавать две скорости вращения — летом 1 380 об/мин, а зимой 1 020 об/мин. В задней части кузова каждой секции тепловоза находится шахта холодильника. По бокам шахты в два ряда размещены секции холодильника 36 — снаружи с обеих сторон по пятнадцать масляных, а за ними по двенадцать водяных и по три масляных — всего шестьдесят секций. Воздух для охлаждения секций холодильника вентилятором 17 засасывается снаружи через боковые жалюзи и выбрасывается вверх через диффузор. Жалюзи, находящиеся снаружи секций, позволяют регулировать поступление воздуха через них и этим самым изменять температуру воды и масла. В центре шахты имеется проход, а в задней стенке кузова дверь, сообщающие одну секцию с другой. Около шахты холодильника с левой стороны расположен санузел 37.

Для подогрева топлива зимой на тепловозе установлен топливopодогреватель 38. Горячая вода из дизеля во время его работы поступает в подогреватель, где отдает часть тепла топливу, а затем направляется в водяную систему. Нагретое топливо сливается в бак, а холодное подается в подогреватель.

В правом углу, около шахты холодильника, помещен бумажный фильтр 16 тонкой очистки, а рядом с ним щелевой фильтр 35 грубой очистки картерного масла. На стенке кузова над щелевым фильтром 35 расположен щиток с измерительными приборами для контроля за давлением масла и топлива, а также термореле. Над фильтром тонкой очистки масла расположен регулятор давления компрессора. Помимо фильтров грубой и тонкой очистки масла, в масляную систему включен центробежный фильтр, к которому часть масла из

картера дизеля подается шестеренчатым насосом высокого давления. Для обеспечения циркуляции масла в масляной системе служит главный масляный насос. Эти насосы расположены внизу картера со стороны поста управления и приводятся в движение от нижнего коленчатого вала через зубчатую передачу.

Около топливоподогревателя под полом находится топливоподкачивающий насос 39 для подачи топлива к топливным насосам.

С правой стороны дизеля также под полом расположен маслопрокачивающий насос 41 с электродвигателем для прокачки масла перед пуском дизеля.

С обеих сторон около дизеля под полом имеются отсеки, в которых установлена аккумуляторная батарея 42.

Для естественной вентиляции машинного помещения в кузове тепловоза предусмотрены люки, а для принудительной — установлен электрический вентилятор 14. Вес рамы секции тепловоза и всего расположенного на ней оборудования передается на две трехосные тележки через восемь боковых опор 23 (по четыре на каждую тележку), расположенных симметрично около переднего и заднего шкворней 24. Шкворни передают только горизонтальные усилия от тележек к раме тепловоза и служат осью, вокруг которой поворачивается тележка во время хода. Передняя и задняя тележки имеют одинаковую конструкцию.

Рама тележки через рессорное подвешивание и буксы с роликовыми подшипниками опирается на три колесные пары, каждая из которых является движущей, т. е. приводится в движение отдельным тяговым электродвигателем. Тяговые электродвигатели имеют опорно-осевую подвеску, при которой часть веса электродвигателя через моторно-осевые подшипники передается на ось колесной пары, а другая — через пружинную подвеску на раму тележки. Охлаждаются двигатели воздухом, который засасывается из атмосферы через фильтры вентиляторами 4 и 40.

Из электрического оборудования на каждой секции установлены: двухмашинный агрегат (возбудитель ВТ-275/120А и вспомогательный генератор типа ВГТ-275/150), тахогенераторы типа ТГ-83/100 и ТГ-83/45, электрические аппараты, контакторы, реле сопротивления, аккумуляторная батарея и другое оборудование, подробное описание которых приведено в учебнике «Электрическое оборудование тепловозов».

Рессорное подвешивание тележки состоит из листовых и цилиндрических рессор, связанных балансирами и подвесками. Рессорное подвешивание каждой из сторон тележки не связано с рессорным подвешиванием другой стороны.

Тепловоз оборудован воздушным тормозом с односторонним нажатием тормозных колодок. На тележках установлены по два тормозных цилиндра.

Кроме воздушного тормоза, на тепловозе имеется и ручной, который приводится в действие при помощи штурвала 29 и действует на колеса второй и третьей оси каждой передней тележки.

Песочницы размещены в передней и задней частях кузова; для заполнения их песком на торцовых стенках кузова имеются люки.

В 1956 г. Харьковский завод транспортного машиностроения на базе тепловоза ТЭЗ создал пассажирский тепловоз серии ТЭ7 с конструкционной скоростью 140 км/ч.

Увеличение скорости со 100 км/ч (ТЭЗ) до 140 км/ч (ТЭ7) достигнуто за счет изменения передаточного отношения зубчатого колеса и шестерни тягового редуктора от $75 : 17 = 4,41$ (ТЭЗ) до $66 : 26 = 2,54$ (ТЭ7).

Дизель-генераторная установка, тяговые электродвигатели, экипаж и кузов, а также расположение оборудования на тепловозе ТЭ7 такие же, как и на тепловозе ТЭЗ.

ТЕПЛОВОЗ СЕРИИ ТЭМ1

Тепловоз ТЭМ1 предназначен для маневровой работы, но может быть использован и для поездной на малонапряженных участках.

Посередине на раме тепловоза установлен четырехтактный дизель 12 (рис. 10) марки 2Д50, мощностью 1 000 э. л. с. и главный генератор типа МПТ-84/39 с независимым возбуждением и самовентиляцией; номинальная мощность 700 квт.

Станина главного генератора прикреплена к картеру, а его вал жестко соединен с валом дизеля. На остовете генератора укреплен турбовоздуходувка 13 или турбокомпрессор ТК-30, которые приводятся в движение энергией отработавших газов.

Пуск дизеля как и на тепловозе ТЭЗ — электрический — от аккумуляторной батареи, ток от которой поступает в пусковую (независимую) обмотку главного генератора, приводя во вращение якорь, а следовательно, и коленчатый вал, до появления вспышки топлива в цилиндрах дизеля.

Аккумуляторная батарея также является источником питания цепей управления, освещения и вспомогательных цепей при неработающем дизеле.

Во время же работы дизеля и при возбуждении генератор вырабатывает ток, который поступает к обмоткам шести (по три на каждой тележке) тяговым электродвигателям 25 типа ЭДТ-200Б, имеющим опорно-осевую подвеску.

Вращение от якорей электродвигателей через зубчатую передачу передается колесным парам тепловоза.

От вала главного генератора через пластинчатую муфту приводится в действие компрессор 14 типа КТ6; на конце вала якоря главного генератора насажен шкив, от него при помощи клиноременной передачи приводятся в действие двухмашинный агрегат 16 (возбудитель МВТ-25/9 главного генератора и вспомогательный генератор МВГ-25/11) и центробежный вентилятор 27 охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки.

В высоковольтной камере 15 расположена электроаппаратура: реле, контакторы, регулировочные сопротивления и др. Доступ

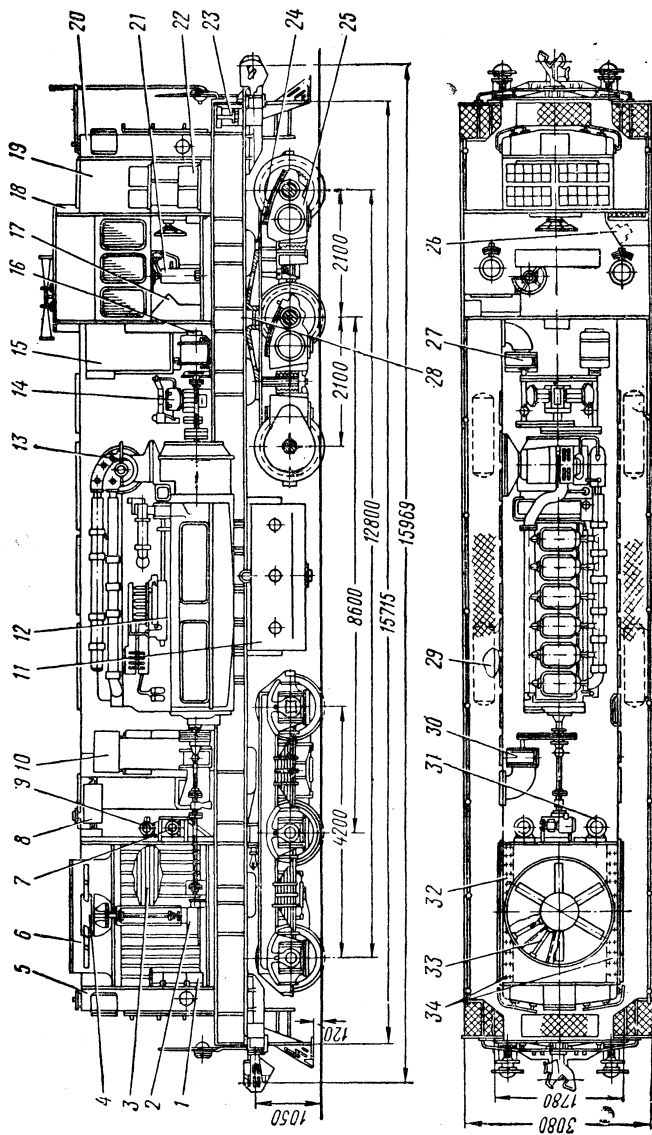


Рис. 10. Продольный разрез и план тепловоза ТЭМ1:

1 — фильтр масляный; 2 — редуктор вентилятора холодильника; 3 — жалюзи (боковые); 4 — вентилятор холодильника; 5 — песочница передняя; 6 — холодильник; 7 — топливоподкачивающий насос; 8 — бак для воды; 9 — маслопрокачивающий насос; 10 — бак для масла; 11 — топливный бак; 12 — дизель; 13 — турбовоздуходувка; 14 — компрессор; 15 — высоковольтная камера; 16 — топливный агрегат; 17 — пульт управления; 18 — кабина машиниста; 19 — аккумуляторное помещение; 20 — песочница задняя; 21 — контроллер; 22 — аккумуляторная батарея; 23 — радиостанция; 24 — опора рамы; 25 — тяговый электродвигатель; 26 — калорифер; 27 — вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей передний; 28 — шкворень; 29 — воздушный резервуар; 30 — вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей задний; 31 — топливоподогреватель; 32 — охлаждающие секции масляные; 33 — жалюзи верхние; 34 — охлаждающие секции водяные

в камеру возможен через металлическую дверь из кабины машиниста 18. В кабине расположены пульт управления 17 с контроллером машиниста, реверсором, краном машиниста и ряд других приборов.

За кабиной машиниста находится помещение 19 для аккумуляторной батареи 22. На крыше этого помещения, а также за холодильником дизеля имеются по два люка для подачи песка в бункера. Люки закрываются крышками. Из бункеров песок поступает под колеса передней и задней тележки. Внизу под площадкой расположена радиостанция 23.

От переднего конца коленчатого вала дизеля через фланец с кулачками приводится во вращение вал привода масляного насоса, корпус которого укреплен на передней стенке картера.

На конце горизонтального вала привода насоса насажен шкив, от которого через клиноременную передачу приводится в движение вентилятор 30 охлаждения тяговых электродвигателей передней тележки. На диске этого шкива имеются три прилива с резьбовыми отверстиями для постановки шпилек крепления гибких звеньев муфты промежуточного вала редуктора вентилятора холодильника дизеля. От промежуточного вала через фрикционную муфту, редуктор и вертикальный карданный вал приводится во вращение вентилятор 4.

В передней части тепловоза находится холодильник 6, который состоит из шахты, двадцати охлаждающих воду (водяных) 34 и шести охлаждающих масло (масляных) 32 секций, привода вентилятора и вентилятора 4. Вентилятор при вращении засасывает воздух из атмосферы, который, проходя между трубками секций, отнимает тепло от них и отводит в атмосферу. Охлаждение воды и масла в секциях холодильника регулируется включением и выключением вентилятора, открытием и закрытием верхних и боковых жалюзи.

В шахте холодильника расположены два масляных сетчатонабивных фильтра 1 тонкой очистки.

В настоящее время, кроме сетчатонабивных фильтров, устанавливают центробежные фильтры для очистки масла. По конструкции эти фильтры такие же, как и на тепловозе ТЭЗ.

Около торцевой стенки шахты холодильника установлены насосы топливоподкачивающий 7 и маслопрокачивающий 9. Здесь же находится топливоподогреватель 31 для подогрева топлива горячей водой, поступающей от дизеля во время его работы.

Дизель-генераторная установка и все вспомогательное оборудование размещены на раме тепловоза, которая опирается на две трехосные тележки через четыре опоры на каждой. Для защиты локомотивной бригады и оборудования от атмосферных воздействий на тепловозе применен кузов капотного типа. Для возможности осмотра, мелкого ремонта и смазки в капоте предусмотрены дверцы, а на крыше — люки, закрытые крышками.

На тепловозе ТЭМ1 применены те же тележки, что и на тепловозе

ТЭЗ, но одорно-возвращающие устройства на них заменены скользящими вместо роликовых.

Тепловоз оборудован радиосвязью и устройством для отцепки его от состава из кабины машиниста.

Электрическая схема обеспечивает управление тепловозом по системе многих единиц, работу его с отключенными тяговыми электродвигателями одной тележки в случае их неисправности.

Трогание тепловоза с места возможно только на первой позиции; предусмотрена также защита от продолжительного боксования колесных пар, а главного генератора — от перегрузки на последовательно-параллельном соединении тяговых электродвигателей.

На тепловозе имеется бак 11 для топлива, укрепленный под рамой тепловоза.

В 1960 г. Брянский машиностроительный завод выпустил несколько опытных образцов маневровых тепловозов серии ТЭМ2, мощностью 1 200 э. л. с. На этих тепловозах установлены дизель ПД1, главный генератор ГП-300А и применены тяговые электродвигатели ЭДТ-340В.

Дизель ПД1 по конструкции и абсолютному большинству основных узлов и деталей одинаков с дизелями Д50 и 2Д50. Повышение мощности до 1 200 э. л. с. на дизеле ПД1 достигнуто за счет повышения давления наддува (до 1,6 кг/см²), охлаждения воздуха, подаваемого в цилиндры, и повышения числа оборотов коленчатого вала до 750 об/мин.

Для охлаждения наддувочного воздуха на тепловозе предусмотрена отдельная водяная система, а для очистки его — масляный воздухоочиститель непрерывного действия.

На тепловозе включение и выключение жалюзи производятся автоматически. Вентилятор холодильника может работать на летнем и зимнем режимах, для чего, помимо редуктора вентилятора, установлена коробка скоростей, имеющая две скорости. Компрессор включается в работу и выключается в зависимости от давления воздуха в главных резервуарах, для чего на первых опытных тепловозах применена магнитная порошковая муфта.

На тепловозе ТЭМ2 котел-подогреватель не ставится, расположение остального оборудования на тепловозе такое же (за исключением незначительных изменений), как и на тепловозе ТЭМ1.

Основная техническая характеристика экипажа, дизеля и вспомогательного оборудования тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1 приведена в табл. 5.

Таблица 5

Наименование данных	Серии	
	ТЭЗ	ТЭМ1
Общие сведения		
Год постройки	1953—1954	1958
Род службы	Грузовой	Маневровый
Число секций	2	1

Наименование данных	Серии	
	ТЭЗ	ТЭМ1
Тип передачи	Электрическая	
Тип экипажа	Тележечный	
Число тележек	2+2	2
Тип тележек	Трехосный	
Число движущихся осей	6+6	3+3
Осевая характеристика	2(3 ₀ -3 ₀)	3 ₀ -3 ₀
Конструкционная скорость в км/ч	100	90—100
Передаточное число от тягового электродвигателя к движущим осям	4,415	4,415
Вес тепловоза при полной экипировке в т	2×126	122,4
Давление от колесной пары на рельс в т	21±3%	20,4±3%
Емкость топливного бака в кг	2×5 440	5 440
Емкость масляной системы в кг	2×1 200	430
Емкость водяной системы в кг	2×800	950
Запас песка в кг	2×700	2 000
Расчетная сила тяги при трогании с места в кГ	2×29 100	36 000
Наибольшая касательная мощность на обode в л. с.	3 150 (двух секций)	765
Минимальный радиус проходимых кривых в м	125	80
Тепловоз вписывается в габарит подвижного состава ГОСТ 9238—59	1-Т	01-Т
Габаритные размеры		
Наибольшая высота от головки рельса в мм	4 825	4 576
Наибольшая ширина по выступающим частям в мм	3 262	3 080
Общая длина тепловоза между серединами головок автосцепки в мм	33 938	15 969
База тележки в мм	4 200	4 200
База секции в мм	12 800	12 800
Расстояние между шкворнями рамы секции в мм	8 600	8 600
Диаметр бандажа по кругу катания в мм	1 050	1 050
Дизель		
Марка	2Д100	2Д50
Тип	Вертикальный, двухтактный, бескомпрессорный, со встречно-дви-	Вертикальный, четырехтактный, бескомпрессорный, с непосредствен-

Наименование данных	С е р и и	
	ТЭЗ	ТЭМ1
	жующимися порш- нями, с непосред- ственным впрыс- ком топлива и прямоточной про- дувкой 10	ным впрыском топлива и над- дувом 6
Число цилиндров	207	318
Внутренний диаметр цилиндровой гильзы в мм	2×254	330
Ход поршня в мм	170,9	157,2
Рабочий объем всех цилиндров в л	1—6—10—2—4— 9—5—3—7—8	1—3—5—6—4—2
Порядок вспышек в цилиндрах . .		
Число оборотов коленчатого вала в об/мин:		
максимальное	850	740
минимальное	400	300
Эффективная мощность дизеля при максимальном числе оборотов ко- ленчатого вала в л. с.	2 000	1 000
Максимальное давление вспышки в кг/см ²	88	58
Среднее эффективное давление при максимальной мощности в кг/см ²	6,23	7,75
Среднее индикаторное давление в кг/см ²	8,2	9,44
Степень сжатия действительная .	15,1	11,8—12,5
Температура отработавших газов в выпускных коллекторах при мак- симальной мощности в град	450	480—490
То же перед турбовоздуходувкой в град	—	570
Противоаварийная защита дизеля: реле давления масла (остановка дизеля)	Останавливает дизель при пониже- нии давления масла: в верхнем масля- ном коллекторе ниже 0,5+ ±0,1 кг/см ²	
реле давления масла (сброс на- грузки)	Снимает нагрузку с генератора при понижении давле- ния масла в верх- нем масляном кол- лекторе ниже 1,2 кг/см ² при 9-м положении контроллера и выше	—

Наименование данных	С е р и и	
	ТЭЗ	ТЭМ1
температурное реле (перегрев воды)	Снимает нагрузку с генератора при температуре воды свыше 90° С	—
Предохранительные клапаны максимального давления газов в картере и в воздушном ресивере . . .	Срабатывает при повышении давления в картере или в воздушном ресивере свыше 0,5 кг/см ²	—
Устройство для остановки дизеля (дифференциальный манометр) . .	Останавливает дизель при повышении давления в картере до 30—35 мм вод. ст.	—
Блокировочное устройство валопоротного механизма	Не позволяет произвести запуск дизеля при зацеплении червячной передачи валопоротного механизма с зубьями ведущего диска пластинчатой полужесткой муфты	—
Система подачи топлива		
Сорт топлива, применяемого для дизеля	Дизельное ГОСТ 4749—49 или дизельное автотракторное ГОСТ 305—58	
Удельный расход топлива при полной мощности в г/э. л. с. ч. . . .	Не более 180	Не более 182
Топливоподкачивающий насос (тип)	Шестеренчатый	9,3—10
Производительность насоса в л/мин	27	9,3—10
Топливные фильтры	Сетчатонабивной (предварительной очистки); войлочный (тонкой очистки)	Сетчатонабивной и комбинированный
Топливный насос (тип)	Плунжерный на каждый цилиндр	Плунжерный шестисекционный в одном блоке

Наименование данных	С е р и и	
	ТЭЗ	ТЭМ1
Угол опережения подачи топлива в градусах поворота коленчатого вала	16±1 до в. м. т. по нижнему коленчатому валу	29±1,5 до в. м. т.
Форсунки (тип)	Закрытый	
Давление начала впрыска в кг/см^2	210±5	275
Регулятор числа оборотов коленчатого вала дизеля (тип)	Всережимный, центробежный, изодромный с гидравлическим сервомотором	
Число позиций контроллера	16	8
Система смазки		
Удельный расход смазки, применяемой для трущихся частей дизеля, в г/э. л. с. ч.	Не более 4	
Тип масляного насоса	Шестеренчатый с приводом от вала дизеля через зубчатую передачу	
Производительность масляного насоса при максимальных оборотах коленчатого вала дизеля в $\text{м}^3/\text{ч}$	95	24
Масляные фильтры (тип)	Щелевой + бумажный + центробежный	Щелевой + сетчатонабивной
Температура масла на эксплуатационном режиме дизеля в $^\circ\text{град}$	60—75	60—70
Максимально допустимая температура масла в $^\circ\text{град}$	Не более 83	80
Давление масла в магистрали на эксплуатационном режиме дизеля в кг/см^2	1,5—3,5	1,5—2,0
Маслопрокачивающий насос (устанавливается начиная с тепловоза № 138)	Шестеренчатый	
Производительность в $\text{м}^3/\text{ч}$	12	—
Давление масла в кг/см^2	2,5	1,6
Число оборотов в об/мин	2 200	1 450
Масляный насос центробежного фильтра (устанавливается начиная с дизеля № 233)	Шестеренчатый	
Производительность в $\text{м}^3/\text{ч}$	12	—
Давление масла в кг/см^2	8,5	—
Система охлаждения		
Охлаждение дизеля	Водяное принудительное, по замкнутой системе	
Тип водяного насоса	Центробежный с приводом от вала дизеля через зубчатую передачу	
Производительность водяного насоса при максимальном числе оборотов коленчатого вала дизеля в $\text{м}^3/\text{ч}$	102	90

Наименование данных	С е р и и	
	ТЭЗ	ТЭМ1
Температура охлаждающей воды на эксплуатационном режиме дизеля в град	60—75	60—75
Максимально допустимая температура охлаждающей воды в град	Не более 90	Не более 85
Воздуходувка (тип)	Объемная ротационная трехлопастная	—
Производительность воздуходувки при 850 об/мин коленчатого вала дизеля в м ³ /мин	180	—
Давление продувочного воздуха при максимальной мощности и максимальном числе оборотов в мм рт. ст.	200±5	—
Турбовоздуходувка (тип)	—	Газовая
Максимальная производительность турбовоздуходувки в м ³ /мин	—	85
Давление наддува при максимальной мощности и числе оборотов в мм рт. ст.	—	275
Число рабочих оборотов ротора турбовоздуходувки в об/мин	—	До 10 300
Предельное число оборотов ротора в об/мин	—	13 000
Минимальное число оборотов ротора при первом положении контроллера машиниста в об/мин	—	1 600—2 000
Турбокомпрессор (тип)	—	ТК-30
Производительность на номинальном режиме в м ³ /ч	—	100
Максимальное число оборотов ротора в об/мин	—	16 000
Давление наддува в мм рт.ст.	—	275
Холодильник дизеля		
Тип секций	С плоскими ребристыми трубками	
Тип вентилятора	Осевой шестилопастный	
Максимальное число оборотов вентилятора в об/мин:		
при летнем режиме	1 380	986
» зимнем »	1 020	—
Мощность, забираемая вспомогательными агрегатами при максимальных оборотах вала дизеля		
Вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей (каждый) в л.с.	12	7
Вентилятор холодильника дизеля в л. с.:	—	31
на летнем режиме	80	—
» зимнем »	35	—
Компрессор при полном противодействии в л. с.	60	50

Наименование данных	С е р и и	
	ТЭЗ	ТЭМ1
Вес основных частей тепловоза в кг		
Дизель с генератором и воздухоуд- кой (турбовоздухоудкой)	27 000	22 670
Дизель	18 460	17 170
Главный генератор	7 460	4 500
Воздухоудка (турбовоздухоудка) .	1 080	1 000
Турбокомпрессор 2ТК-30	—	400
Блок дизеля (с распределительным валом)	5 600	2 980
Поддизельная рама (картер) дизеля с подшипниками	3 000	4 480
Коленчатый вал в сборе:	—	1 780
верхний	1 040	—
нижний	1 080	—
Поршень с шатуном в сборе:	—	160
верхний	75	—
нижний	78	—
Цилиндровая гильза	166	118
Цилиндровая крышка в сборе . . .	—	192
Водяной насос в сборе	102	31
Масляный насос в сборе	109	36
Двухмашинный агрегат	690	385
Тяговый электродвигатель	3 300	3 300
Рама тепловоза в сборе	15 310	15 485
Рама тележки	3 600	3 600
Тележка в собранном виде	25 150	25 150
Колесная пара с буксами	2 570	2 570
Компрессор	650	650
Один ящик аккумуляторной батареи с электролитом	160	160

Контрольные вопросы

1. Как расположено оборудование на тепловозах ТЭЗ и ТЭМ1? Дайте краткую характеристику его.
2. Объясните назначение холодильника дизеля и принцип его работы.
3. Для чего служит на тепловозе аккумуляторная батарея?

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ЭКИПАЖ И КУЗОВ ТЕПЛОВОЗОВ ТЭЗ и ТЭМ1

Глава III

ТЕЛЕЖКИ, КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ, БУКСЫ И РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ ТЕПЛОВОЗОВ

КОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОВОЗНЫХ ТЕЛЕЖЕК

Тележка тепловоза ТЭЗ. Рама и кузов каждой секции тепловоза ТЭЗ с расположенным на них оборудованием восемью сегментными опорами опирается на две трехосные тележки.

Тележка имеет раму 1 (рис. 11), опоры с возвращающим устройством 7, колесные пары 3 с буксами 2, рессорное подвешивание, тормозные цилиндры 9 с рычажной передачей. На тепловозе применен воздушный тормоз с односторонним нажатием тормозных колодок на все оси. Дополнительно две передние оси передней тележки оборудованы ручным тормозом.

Рама тележки (рис. 12) для облегчения веса выполнена сварной. Две боковины 1 рамы соединены концевыми балками 11, а в середине — поперечными балками 13, соединенными в свою очередь продольной шкворневой балкой 3. Концевые балки на тележках изготовлены из швеллера № 22, а начиная с 1960 г. — из швеллера № 16. Прикреплены концевые балки к буксовым челюстям крайних колесных пар призонными болтами. Поперечные балки 13, изготовленные из стальных листов, соединенных сваркой и заклепками, имеют коробчатое сечение так же, как и продольная шкворневая балка 3. С 1960 г. для упрощения технологии и облегчения веса шкворневую балку изготавливают из литой стали с горизонтальными полками и ребрами жесткости.

Посередине шкворневой балки расположен подпятник 15, в который входит шкворень рамы тепловоза. Шкворень не опирается на дно подпятника, а передает только горизонтальные усилия на его боковые стенки. Для предохранения подпятника от износа в него запрессована втулка 16. Сверху к боковинам и поперечным балкам рамы приварен настильный лист 12.

На поперечных балках 13 с левой и правой стороны симметрично вокруг подпятника расположены четыре опоры 14 для рамы тепловоза. Эти опоры являются одновременно возвращающими устройствами. К раме тележки они прикреплены четырьмя болтами. Для установки пружинных подвесок тяговых электродвигателей к по-

перечным балкам приварены кронштейны 2 и 7. К боковинам рамы приварен ряд кронштейнов, скоб, угольников для крепления рычажной передачи тормоза и кронштейны для крепления тормозных цилиндров. Песочные трубы прикрепляют при помощи скоб, приваренных к швеллерным балкам.

Боковины рамы, имеющие коробчатую форму, сварены из листов стали Ст. 3 толщиной 20 мм. К ним приварены буксовые челюсти 9, отлитые из стали марки 25Л11 или 25ЛК11. Буксовые челюсти от износа защищены наличниками, изготовленными из стали марки 60Г и термически обработанными до твердости HB285—363. Лицевые наличники 18 приваривают к челюстям электрозаклепками, а по периметру прерывистым швом. Внутренние наличники 19 приваривают к подкладкам 17 и 20, а подкладки к челюстям — электрозаклепками.

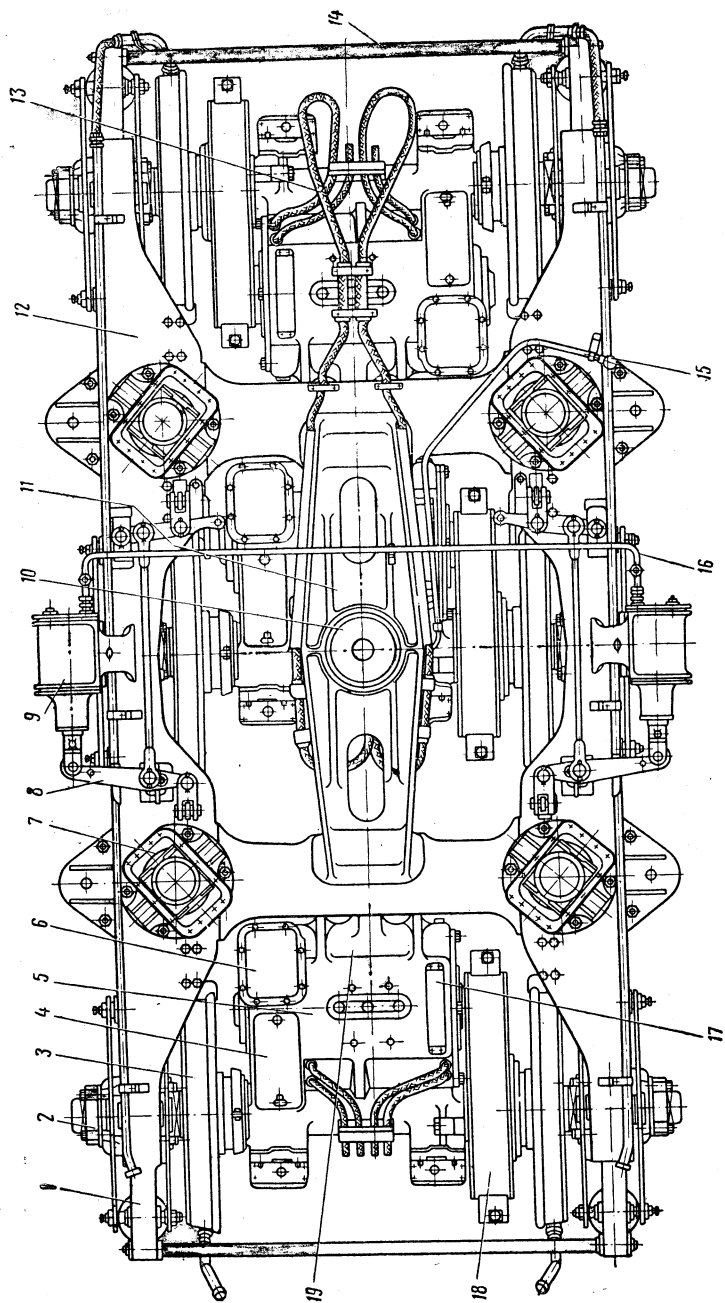
Снизу буксовые челюсти стянуты подбуксовыми струнками 10. Расположенные по концам струнок охватывающие выступы имеют уклон 1 : 12 плоскостей прилегания к буксовым челюстям рамы тележки. Этими выступами струнки тщательно подгоняют к челюстям. Во избежание деформации струнок между нижней частью челюсти и стрункой ставят прокладки толщиной 8—10 мм. На тепловозах старых выпусков струнки крепились четырьмя, а начиная с 1960 г. — только двумя болтами.

Нижний лист боковины в последнее время приваривают в стык (без отгиба), а нижний лист поперечной балки в местах приварки к боковине скругляют, чем исключается пересечение его поперечным швом.

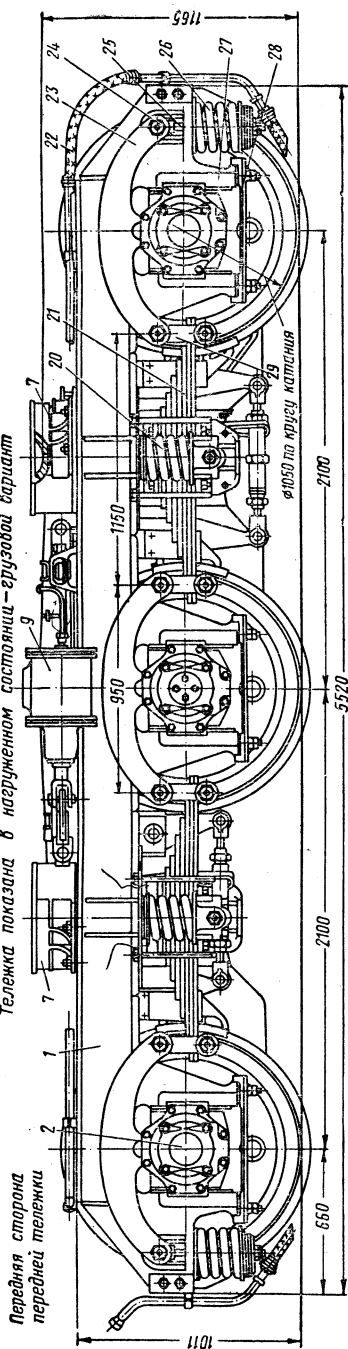
Опоры тележки (рис. 13), на которые опирается рама секции тепловоза, одновременно являются и возвращающими устройствами. Опора представляет собой стальную коробку (корпус) 7, в которой помещены нижняя 6 и верхняя 2 опорные плиты и гнездо 1. Между верхней и нижней опорными плитами находятся два ролика 5, удерживаемые обоймами 9, куда с обеих сторон входят хвостовики роликов. Такое соединение обеспечивает параллельное перемещение роликов при их перекатывании. Нижняя опорная плита 6 прикреплена к корпусу болтами и нажимным кольцом 12. Правильное положение опоры фиксируется двумя штифтами.

Рабочие поверхности опорных плит на тепловозах последнего выпуска (с тепловоза № 115) имеют угол наклона 2°, а угол поворота опор 5°. Поверхности углублений в опорах для роликов цементируют и закаливают. Шаровая опора рамы тепловоза опирается на гнездо 1. Внутреннюю полость опоры на уровне 95—115 мм заполняют осевым маслом летом марки Л, зимой — марки 3 по ГОСТ 610—48. Уровень масла поддерживается между верхней и нижней отметками маслоуказателя.

От пыли и грязи боковые опоры предохраняют крышками 3 и брезентовыми чехлами, которые на раме тепловоза и раме тележки стягивают хомутами.



Тележка показана в нагруженном состоянии — грузовой вариант



Тяговый электродвигатель, условия не показаны

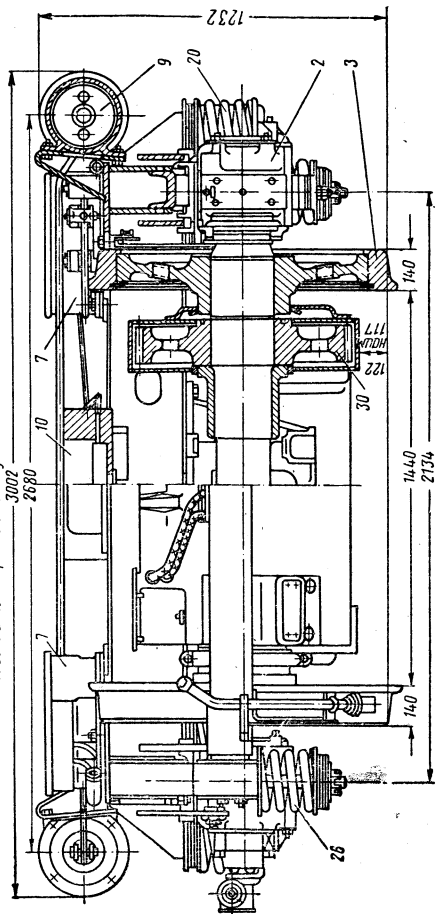


Рис. 11. Тележка тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1:

1 — рама; 2 — букса колесной пары; 3 — колесная пара; 4, 17 — крышки люков; 5 — тяговый электродвигатель; 6 — канал для подвода охлаждающего воздуха к электродвигателю; 7 — опора рамы с возвращающим устройством; 8 — рычажная тормозная передача; 9 — тормозной цилиндр; 10 — подпятник; 11 — шкворневая балка; 12 — настилный лист рамы; 13 — кабели к тяговым электродвигателям; 14 — балка концевая; 15 — масляная шкворня; 16 — трубопровод, подводящий воздух к тормозным цилиндрам; 18 — кожух зубчатой передачи; 19 — опорные лапы пружинной подвески тягового электродвигателя; 20 — винтовые пружины; 21 — рессора листовая; 22 — шланг для подвода песка; 23 — балансиры; 24 — валик балансира; 25 — стержень; 26 — винтовая пружина; 27 — буксовая челюсть; 28 — струнка; 29 — подвеска рессоры; 30 — зубчатое колесо

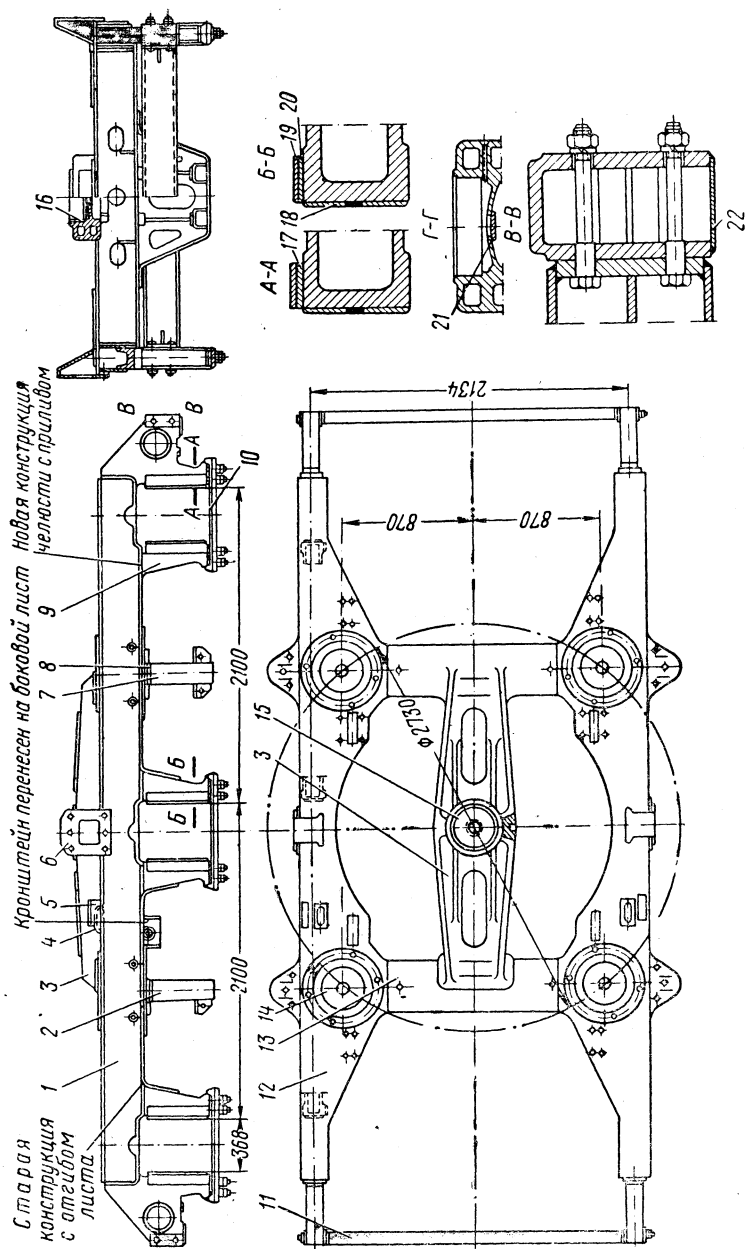


Рис. 12. Рама тележки тепловозов ТЭ3 и ТЭМ1.

1 — боковина рамы; 2 и 7 — кронштейны для подвески тяговых электродвигателей; 3 — шкворневая балка; 4 — скоба направляющая; 5 — угольник; 6 — кронштейн для крепления тормозного цилиндра; 8 — опора рессоры; 9 — буксовая челюсть; 10 — трубка; 11 — концевая балка; 12 — настилный лист; 13 — поперечная балка; 14 — опорная рама; 15 — подпятник; 16 — втулка подпятника; 17 и 20 — подкладки; 18 — наливчик лицевой; 19 — наливчик внутренних; 21 и 22 — заделки

При существующем соединении рам тепловоза и тележек во время движения в опорах происходит как скольжение, так и качение, чем достигается плавный ход на прямых и кривых участках пути, а также обеспечивается установка тележек по оси пути.

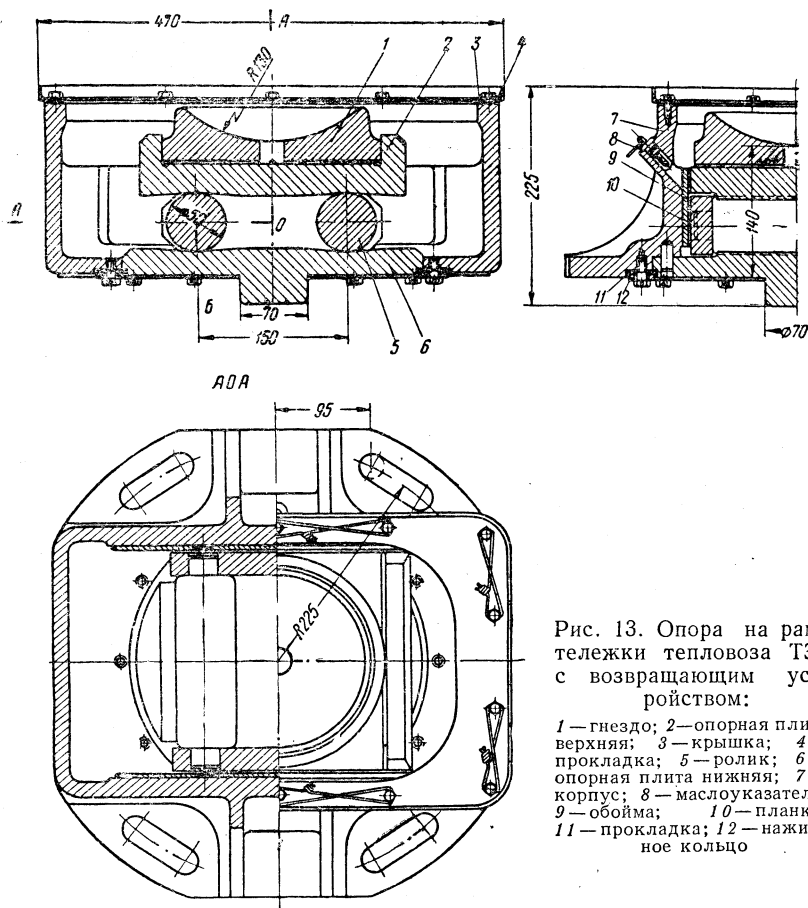


Рис. 13. Опора на раме тележки тепловоза ТЭЗ с возвращающим устройством:

1—гнездо; 2—опорная плита верхняя; 3—крышка; 4—прокладка; 5—ролик; 6—опорная плита нижняя; 7—корпус; 8—маслоуказатель; 9—обойма; 10—планка; 11—прокладка; 12—нажимное кольцо

Тележка тепловоза ТЭМ1. На тепловозах ТЭМ1 применены такие же тележки, как и на тепловозах ТЭЗ, за исключением конструкции опор. Вместо роликовой использована скользящая опора (рис. 14), которая значительно проще роликовой. Она состоит из корпуса 3, опорной плиты 5, гнезда 8 под шаровую опору рамы тепловоза и крышки 1. Выступающие поверхности внутри корпуса 3, на которые опирается плита, должны лежать в одной плоскости, разница по высоте допускается не более 0,05 мм. Внизу корпуса имеется цилиндрический хвостовик, которым он садится

на опорный диск рамы тележки и крепится к нему тремя болтами и одной шпилькой.

На выступающие поверхности корпуса ложится опорная плита 5 и фиксируется штифтом 6. Рабочие поверхности опорной плиты имеют канавки для смазки. По опорной плите во время движения тепловоза скользит гнездо 8. Для смазки трущихся деталей масло заливается в корпус, закрытый сверху крышкой 1. К крышке прикреплен брезентовый чехол, который закрывает шаровую опору рамы тепловоза и соединен с рамой. Корпус опо-

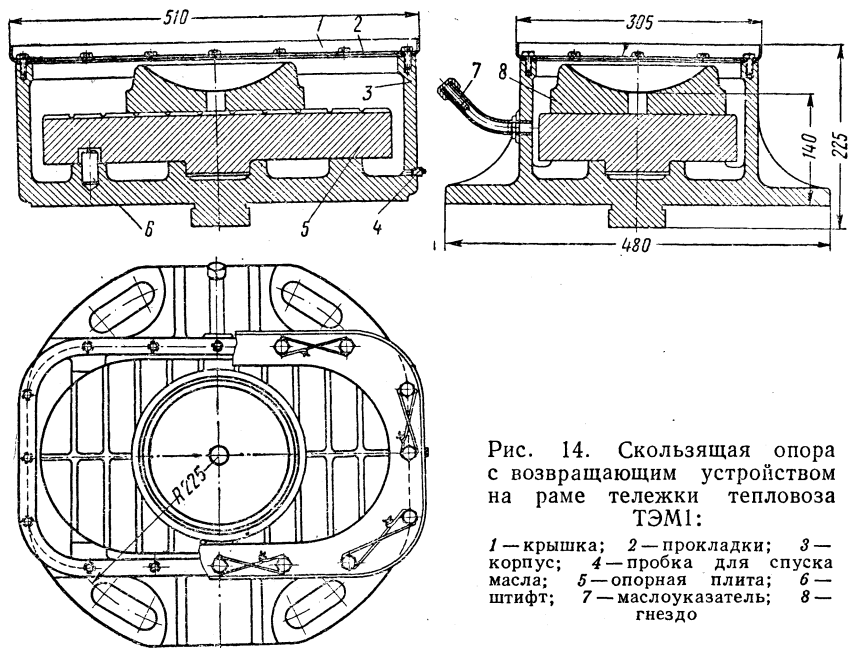


Рис. 14. Скользящая опора с возвращающим устройством на раме тележки тепловоза ТЭМ1:

1 — крышка; 2 — прокладки; 3 — корпус; 4 — пробка для спуска масла; 5 — опорная плита; 6 — штифт; 7 — маслоуказатель; 8 — гнездо

ры 3 изготовлен из стали марки 25Л1, опорная плита 5 отлита из стали марки Л50Г и термически обработана до твердости *HRC* 29—33. Рабочую поверхность опорной плиты закаливают токами высокой частоты до твердости *HRC* 50—55 на глубину 3—5 мм.

Гнездо под шаровую опору изготовлено из стали марки 45, термически обработано, а опорная поверхность закалена так же, как и опорная плита, на глубину 1,5—4 мм. Особо тщательно обрабатывается шаровая поверхность опоры и проверяется калибром по краске. Площадь прилегания калибра должна составлять не менее 75% всей площади и пятна краски должны располагаться равномерно по всей поверхности.

К недостаткам скользящей опоры относятся появление задиров на скользящих плоскостях. В связи с этим проводятся работы по подбору трущихся поверхностей.

КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ

Колесные пары тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1 (рис. 15) одинаковы. Каждая колесная пара состоит из оси 1, двух колесных центров 2 и 4, зубчатого колеса (ведомой шестерни) 3 и бандажа 6, укрепленного кольцом 5.

Ось колесной пары изготовляют из стали марки Ос. Л (ГОСТ 4728—59) по техническим требованиям (ГОСТ 3281—53). При обработке галтели выполняют по шаблонам. Буксовые шейки и пере-

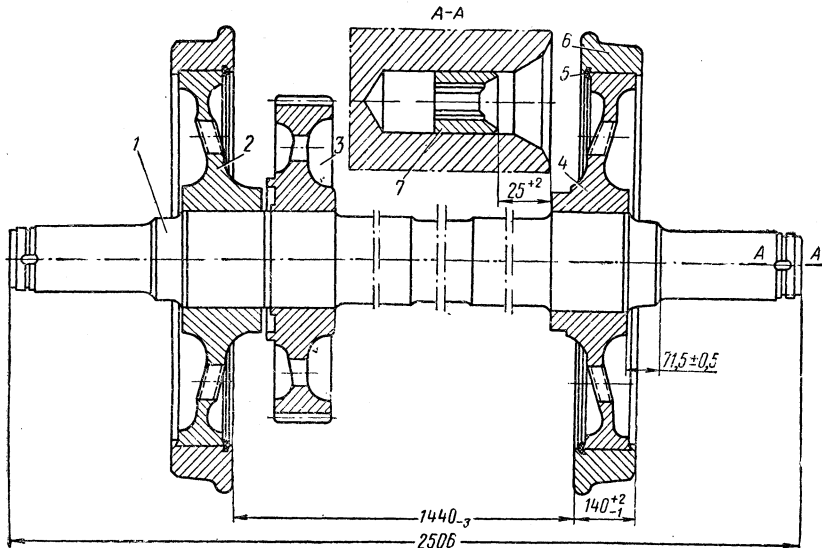


Рис. 15. Колесная пара тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1:

1 — ось колесной пары; 2 — колесный центр левый; 3 — зубчатое колесо;
4 — колесный центр правый; 5 — укрепляющее кольцо; 6 — бандаж; 7 — втулка

ходную галтель на торце предподступичной части накатывают роликами за один проход с нагрузкой 4 000 кг на ролик. Каждую ось после обработки проверяют дефектоскопом. На концевые шейки оси монтируют роликовые подшипники, а внутренние служат опорами для моторно-осевых подшипников. На торцах оси сделаны контрольные окружности и центровые отверстия.

Кроме того, на торце оси имеется кольцевая проточка, на которой выбиты знаки и клейма. В первой (по ходу тепловоза) оси с правой стороны с торца в центре просверлено отверстие, куда вставляется втулка 7, которая через валик связана с приводом скоростемера.

Колесные центры — дискового типа, отлиты из стали марки 25ЛН (ГОСТ 977—58), на центрах имеются три прилива высотой 25 мм — для проверки качества термообработки, и площадки, на которых выбивают клейма.

Бандажи колесной пары изготовляют из стали марки 60-III (ГОСТ 1050—57) по техническим требованиям (ГОСТ 398—57).

Бандажи насаживают на ободы центров в горячем состоянии при температуре $250 \div 320^{\circ}\text{C}$. Натяг должен составлять 1,0—1,5 мм на 1 000 мм диаметра обода. На бандаже с одной стороны имеется бурт, которым он упирается при напрессовке в центр колеса. С другой стороны бандаж стопорят укрепляющим кольцом 5. Ставят укрепляющее кольцо при температуре бандажа не ниже 200°C . Зазоры в стыке кольца не допускаются. Плотность посадки кольца определяют по звуку, ударяя по кольцу ручным молотком.

На ободе колесного центра нанесены контрольные риски глубиной не менее 1 мм.

Контрольную отметку на бандаже наносят в виде четырех-пяти кернов глубиной 1,5—2,0 мм на длине 25 мм с равными промежутками между ними. Крайний керн должен быть не ближе 10 мм от кромки упорного бурта бандажа.

Боковые перемещения колесной пары тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1 ограничиваются не галтелями, а торцами осей, упирающимися в специальные упоры, установленные в буксах.

С января 1963 г. заводы начали выпускать тепловозы с цельнокатанными колесами, что позволило снизить неподрессоренный вес каждой колесной пары на 350 кг и упростить конструкцию колеса. Изменена технология формирования колесных пар: вместо напрессовки колеса на ось его насаживают в горячем состоянии; перед насадкой на места посадки наносится пленка клея ГЭН-150 (В), которая повышает прочность прессового соединения в 3—4 раза, предохраняет соприкасающиеся поверхности от фреттинг-коррозии, а также от задира при насадке и снятии колеса. Кроме того, пленка повышает усталостную прочность металла на 40—75%.

Зубчатое колесо 3 на ось насаживают тоже в горячем состоянии с применением клея ГЭН-150(В).

Колесные пары и их элементы маркируют и клеймят согласно инструкции ЦТ/1783 по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и электросекций. При формировании колесных пар, смене оси, а также при освидетельствовании колесных пар тепловозов с выпрессовкой оси с торцовыми упорами на правом торце осей, а при полном освидетельствовании колесной пары на левом торце оси ставят знаки и клейма, предусмотренные инструкцией ЦТ/1783.

На бандажах и зубчатых колесах при изготовлении их ставят знаки и клейма также в соответствии с инструкцией. Кроме того, на бандажах колесных пар тепловозов рядом с маркировкой выбивают цифрами величину твердости по Бринеллю.

При замене или перепрессовке колесного центра на наружном торце его ступицы (цилиндрической части) ставят условный номер пункта, производившего замену или перепрессовку, дату и клеймо инспектора ОТК или инспектора-приемщика МПС.

В процессе эксплуатации колесных пар наблюдаются следующие неисправности: появление скользунов на бандажах, прокат бандажей и подрез гребней.

Значительно реже происходит ослабление, сдвиг и излом бандажей, задиры и трещины на шейках, особенно на моторно-осевых, ослабление оси в ступицах колес, износ зубьев или трещины в венцах зубчатого колеса в осях и центрах.

Скользуны на бандажах являются следствием неправильного торможения, при котором колесные пары заклиниваются. Прокат бандажей относится к естественному износу. Пробег тепловозов до обточки бандажей по прокату составляет 170—350 тыс. км.

Подрез гребня возникает при установке колесных пар в раме тележки с перекосом или боковым смещением. Кроме того, подрез может быть вызван применением тормозных колодок, размеры и конфигурации которых не соответствуют данному профилю бандажа.

С целью уменьшения износа гребней колес и рельсов в кривых на крайних колесных парах с левой и правой стороны устанавливают гребнесмазыватели, заправленные смазочными стержнями диаметром 18 мм и длиной 210 мм. Как показали испытания, смазка, которая наносится на гребни колес, при прохождении кривых уменьшает износ колес и рельсов на 25—30%.

Ослабление бандажей может быть вызвано их недостаточным натягом на колесном центре, что обычно является следствием многократного снятия и постановки бандажа. Длительное торможение может привести к сдвигу бандажей. Ослабление и сдвиг бандажей могут произойти также от неправильной обработки центра и бандажа при формировании колеса (завышенная овальность или конусность сопрягаемых поверхностей, низкая чистота их обработки). Излом бандажей наблюдается очень редко и вызывается скрытыми дефектами в металле, неравномерным нагревом бандажей при насадке на колесный центр, а также чрезмерным натягом. Появление трещин и задилов шеек объясняется главным образом неудовлетворительной смазкой, а иногда и скрытыми пороками в металле. Случаи ослабления осей в ступице колес являются результатом слабой посадки при формировании колесной пары, плохой обработки поверхности отверстия в ступице и подступичной части оси.

Виды и сроки освидетельствования колесных пар. Колесные пары за время своей службы должны подвергаться осмотру под тепловозом, обыкновенному, полному и освидетельствованию с распрессовкой колесных центров и зубчатых колес.

Осмотр колесных пар под тепловозом производят при:

- а) каждом осмотре тепловоза в депо, во время приемки и сдачи тепловоза и стоянки в оборотных пунктах;
- б) профилактическом осмотре, малом и большом периодических ремонтах;
- в) после крушения, аварии, столкновения или схода тепловоза с рельсов.

Обыкновенное освидетельствование колесных пар выполняют при:

- а) подъемном ремонте;
- б) каждой подкатке колесной пары, если после последнего обыкновенного освидетельствования прошло более шести месяцев;
- в) ремонте выкатанной колесной пары с обточкой бандажей;
- г) монтаже подшипников качения по колесной паре.

Полное освидетельствование колесных пар производят при:

- а) всех видах ремонта тепловоза на заводах, связанных с выкаткой колесных пар;
- б) смене хотя бы одного элемента;
- в) неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования;
- г) наличии повреждения колесной пары после крушения, аварии, столкновения или схода тепловоза с рельсов;
- д) после допускаемых вырубков волосовин, плен, неметаллических включений и других пороков на оси.

Освидетельствование колесных пар с распрессовкой колесных центров и зубчатых колес производят после пробега тепловоза 800—1 000 тыс. км и при смене зубчатого колеса.

При всех видах освидетельствований колесных пар шейки оси под буксовые и моторно-осевые подшипники, предподступичные части оси, средняя часть оси, зубья венца зубчатого колеса подлежат контролю дефектоскопом.

При формировании колесных пар или их освидетельствовании с распрессовкой элементов дефектоскопом проверяют также подступичные части оси. Внутреннюю обработанную поверхность бандажа проверяют дефектоскопом при перетяжке старого и насадке нового бандажа.

Результаты контроля элементов колесных пар дефектоскопом регистрируют в журнале.

Дефектоскопия. К металлу оси и бандажа колесной пары предъявляют повышенные требования. Он не должен иметь никаких внутренних и поверхностных пороков, понижающих прочность конструкции. Для проверки осей на заводах-изготовителях внедряется ультразвуковая дефектоскопия.

Однако в процессе эксплуатации на некоторых осях обнаруживают поперечные трещины усталостного характера. Как правило, такие трещины появляются на осевых шейках около галтелей, на подступичных частях у внешней и внутренней кромок ступицы, а иногда в средней части оси. Появление трещин в некоторых осях объясняется условием их работы. На ось при работе воздействуют знакопеременные (пульсирующие) нагрузки, меняющиеся в широких пределах. Опасными являются максимальные нагрузки, которые возникают при износе бандажей (особенно при образовании скользунов) и рельсов, неудовлетворительном состоянии земляного полотна, балластного покрытия, заедании букс в буксовых направляющих, буксовании колесных пар и в ряде других случаев.

Характерными признаками трещин на оси являются: скопление над трещиной пыли и грязи в виде небольшого валика, появление ступков смазки, смешанной с пылью, оседание инея в зимнее время, образование на окрашенной поверхности оси пузырьков краски. Если обнаружен один из этих признаков, то ось тщательно обследуют с применением дефектоскопа.

Для обнаружения трещин в осях на тепловозоремонтных заводах, в мастерских и депо применяют магнитные и ультразвуковые дефектоскопы. Магнитными дефектоскопами типа ДКМ или ДГЭ-М проверяют осевые шейки, а ДГС-М—моторно-осевые шейки и среднюю часть оси колесной пары.

Подступичная часть оси и часть, на которую напрессовано зубчатое колесо, проверяют ультразвуковым дефектоскопом без напрессовки колесной пары.

При магнитной проверке оси колесной пары применяют пылевидный порошок из мягкой стали, кузнечной окалины или крокуса.

В качестве жидкости для разведения порошка используют смесь керосина с трансформаторным маслом или керосина с компрессорным маслом. Смесь должна иметь вязкость в пределах 1,2—1,3° Энглера при 50°С. Соотношение жидкой смеси и порошка—1 л смеси и 200 г порошка. Перед намагничиванием проверяемые места на оси очищают до металлического блеска.

Для проверки осевых шеек колесной пары дефектоскоп ДГЭ-М надевают на шейку так, чтобы односторонний сердечник-магнитопровод был обращен к торцу оси, а дефектоскоп не доходил до ступицы колесного центра на 125—150 мм. Дефектоскоп включают в сеть переменного тока напряжением 220 или 127 в. Участок на осевой шейке 125—150 мм от ступицы обливают жидкой магнитной смесью, предварительно тщательно размешанной, и осматривают часть шейки оси, предподступичную часть и выступающую подступичную часть. После этого дефектоскоп снимают, повертывают другой стороной к ступице и проверяют остальную часть шейки оси. Затем колесную пару поворачивают вокруг ее оси на 180° для проверки нижней части шейки.

Таким же образом проверяют шейки осей под моторно-осевые подшипники и среднюю часть оси, но при этом применяют дефектоскоп типа ДГС-М. Для сбора стекающей жидкости под проверяемые части оси подставляют ванночку. Признаком трещины является скопление магнитного порошка в виде характерной для трещины линии, расположенной поперек продольной оси колесной пары.

При сомнении проверку повторяют. После проверки намагничивают ось, для чего включенный в сеть переменного тока дефектоскоп типа ДГЭ-М надевают на шейку до ступицы колесного центра, а затем медленно снимают с шейки. Ось считается размагниченной, если она не притягивает мелких стальных частиц.

При помощи магнитных дефектоскопов можно проверить открытые части оси. Проверку подступичной части и места напрессовки

зубчатого колеса без распрессовки колесной пары можно производить ультразвуковым дефектоскопом типа УЗД-56М ЦНИИ МПС.

Работа его основана на свойстве ультразвуковых импульсных колебаний проникать в толщу деталей и отражаться от трещин, раковин, пустот, расслоений и других дефектов и в виде столбиков появляться на экране дефектоскопа.

От состояния колесных пар во многом зависит безопасность движения поездов. Поэтому локомотивные бригады должны уметь обнаруживать при осмотре не только возможные дефекты, появляющиеся в процессе эксплуатации, но знать и допускаемые размеры элементов колесной пары.

Основные нормы допусков при ремонте колесных пар тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1 указаны в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Элементы колесной пары и место измерения	Допускаемые размеры при ремонте колесной пары в мм	
	на заводе	в депо
Расстояние между внутренними гранями бандажей (измеряемое у неподкаченной колесной пары) при:		
смене бандажей	1 437—1 440	—
последней и предпоследней обточке старых	1 437—1 443	1 437—1 443
обточке старых и в других случаях	1 437—1 442	1 437—1 443
Наименьшая толщина бандажей после обточки	60	43
Наименьшая толщина бандажей в эксплуатации	—	36
Толщина гребней колесных пар после обточки на расстоянии 20 мм от вершины	33—0,5	33—0,5
То же в процессе эксплуатации	—	Более 33, менее 25
Высота гребня бандажа	30—1	30—1
Вертикальный подрез гребня в процессе эксплуатации	—	Более 18
Разность диаметров бандажей по кругу катания:		
у одной колесной пары	1	1
у одного тепловоза	6	12/15
Выбоины (скользун) на бандаже в эксплуатации:		
у колесных пар с подшипниками скольжения	—	1
у колесных пар с подшипниками качения	—	0,7
Прокат по кругу катания в процессе эксплуатации	—	Более 7

БУКСОВЫЙ УЗЕЛ

К буксовому узлу относятся: корпус буксы, наличники, опоры балансиров, подшипники, торцовый упор, смазочное устройство и система уплотнения буксы.

Назначение буксы — передавать вес агрегатов, расположенных на раме тепловоза, на оси колесных пар и тяговое или тормозное усилие от колесных пар на раму тележки при движении тепловоза. Кроме того, букса воспринимает большие боковые усилия.

На тепловозах применяются буксы со скользящими и роликовыми подшипниками.

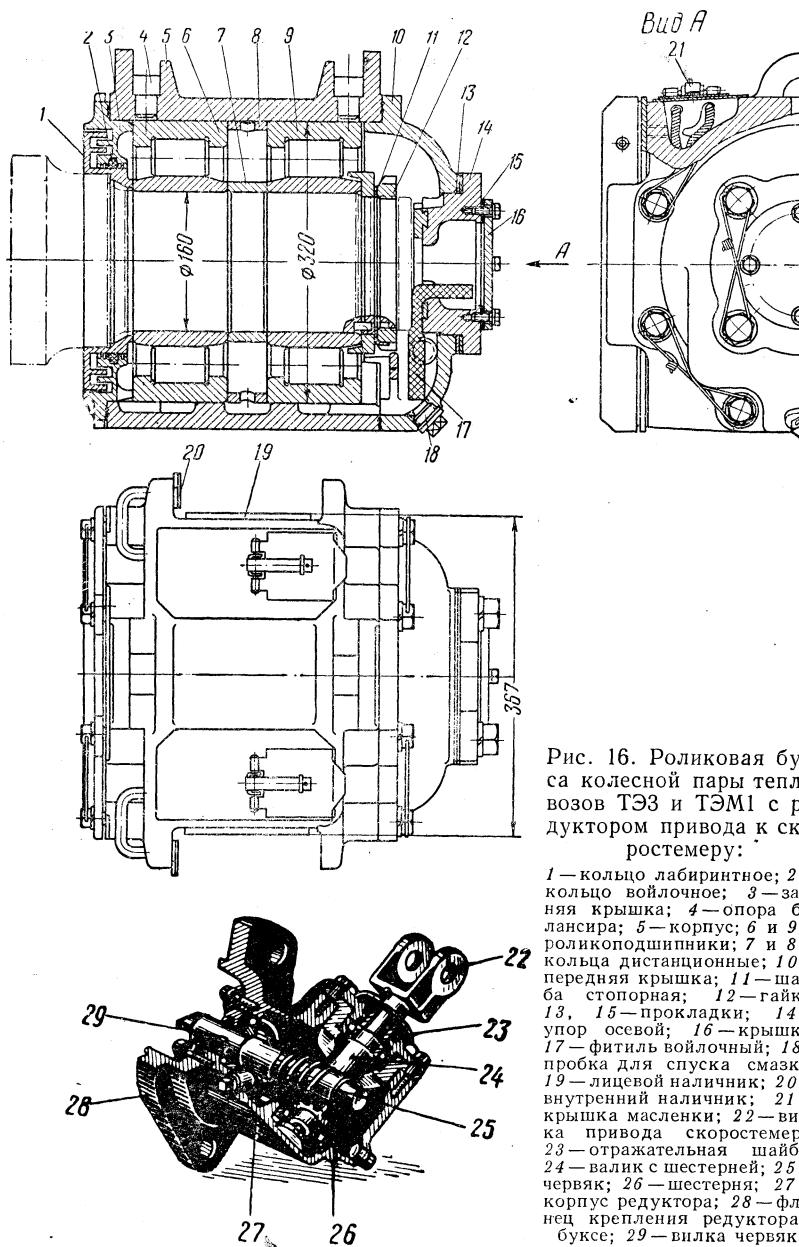
Буксы со скользящими подшипниками применены, например, на тепловозах ТЭ2 и ТЭ1, с роликовыми подшипниками — на тепловозах ТЭ3 [и ТЭМ1 и других серий последующего выпуска.

Буксы колесных пар тепловозов ТЭ3 и ТЭМ1. На колесных парах тепловозов применены роликовые буксы (рис. 16). Букса имеет корпус 5, внутри которого находятся два роликовых подшипника 6 и 9, из которых задний типа 2Н32732Г, а передний типа 2Н52732Г (ТУ № 3402-Ж-61). Между подшипниками установлены большие 7 и малые 8 дистанционные кольца, удерживающие оба подшипника на определенном расстоянии друг от друга.

Подшипники смазывают автотракторным маслом марки АК-10 (ГОСТ 1862—57), которое заливают в буксу в количестве около 3,3 л. Для заливки масла в буксу в передней крышке ее вверх имеется отверстие, закрытое пробкой; слив масла производится через такое же отверстие, расположенное внизу крышки. С задней стороны буксы установлено лабиринтное кольцо 1 и задняя крышка 3. Между крышкой и лабиринтом поставлено войлочное кольцо 2. Такое уплотнение препятствует проникновению в буксу пыли и влаги, а также устраняет утечку смазки из корпуса буксы.

На тепловозах последнего выпуска вместо войлочного кольца применяется резиновое.

После установки корпуса буксы с лабиринтным кольцом, задней крышкой, наружными кольцами подшипников с роликами и дистанционным кольцом на шейку оси весь этот комплект крепят гайкой 12, накрученной на резьбовой конец оси колесной пары, и стопорят шайбой 11. К корпусу буксы восемью болтами прикрепляют переднюю крышку 10, а к ней четырьмя болтами осей упор 14, имеющий на торце, упирающемся в ось, бронзовое покрытие. Осевой упор смазывается из корпуса буксы при помощи фитиля 17, который проходит через прямоугольное отверстие в нижней части упора. Нижний конец фитиля опущен в масляную ванну буксы. Между осевым упором 14 и передней крышкой 10 поставлены регулировочные прокладки 13. В осевом упоре буксы с правой стороны первой колесной пары по ходу тепловоза имеется центральное от-



верстие, через которое проходит валик привода скоростемера. Уплотнение передней 10 и задней 3 крышек в местах соединения с корпусом буксы достигается укладкой шелковых ниток в два ряда или прокладок толщиной 0,6 мм из фибры или паронита.

Ведутся испытания букс, заправленных консистентной смазкой 1-ЛЗ или смазкой УТВ (марки 1-13) жировой. В буксу одновременно закладывается 3—3,5 кг смазки, фитили осевых упоров пропитывают в масле АК-10 при температуре 80—90° в течение 20 мин. Проходят испытания осевые упоры, трущаяся (упорная) поверхность которых покрыта капроном.

Для предохранения от износа внутренней челюсти и лобовой части буксы к ним электрозаклепками и прерывистым швом (элек-

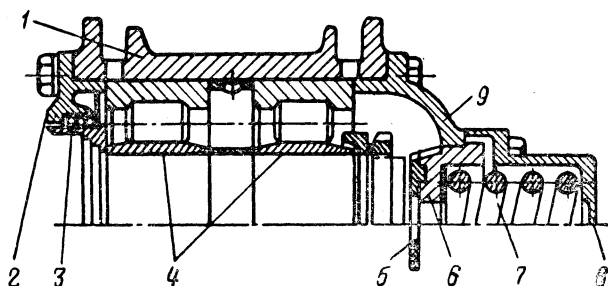


Рис. 17. Букса с упругим упором:

1 — корпус буксы; 2 — задняя крышка; 3 — лабиринтный сальник; 4 — подшипники; 5 — фитиль; 6 — упор; 7 — пружина; 8 — корпус упора; 9 — передняя крышка

тромами марки Э50А) приварены наличники 19 и 20, изготовленные из марганцовистой закаленной стали марки 60Г, имеющей твердость HRC 40—48. Наличники 20 по длине имеют площадку 100 мм, а по краям на длине 127 мм — скосы. Такая конструкция наличников обеспечивает свободное прохождение колесной пары в кривых. В верхней части корпуса буксы расположены резервуары для масла, закрытые крышками 21. Масло из этих резервуаров по трубкам, в которые вставлены фитили, подается для смазки наличников.

Балансиры рессорного подвешивания опираются на сменные полуцилиндрические закаленные опоры 4.

В целях уменьшения износа рельсов, а также гребней бандажей колесных пар в кривых на тепловозах последнего выпуска на крайних осях тележек стали применять упругие упоры (рис. 17). Это обеспечивает установленное свободное отклонение осей на сторону и при этом первая, третья, четвертая и шестая оси при сжатии пружин упоров могут отклоняться от среднего положения до 13 мм на сторону. В буксах с пружинными упорами в задней крышке вместо войлочного уплотнительного кольца применено горизонтальное лабиринтное уплотнение с двумя севонитовыми кольцами. К передней крышке буксы крепится пружинный упор. Чтобы

упростить буксу, ведутся опыты по замене пружинного упора резиновыми амортизаторами, которые успешно гасят горизонтальные колебания.

Поперечные и продольные разбеги колесных пар. Во время движения тепловоза букса должна свободно перемещаться по вертикали в направляющих буксовых челюстей. С этой целью устанавливают продольный разбег колесных пар. Величину этих разбегов для всех колесных пар тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1 устанавливают в пределах 0,7—4,0 мм, браковочный более 6 мм. Одновременно каждая колесная пара должна иметь и поперечные разбеги в пределах 6—10 мм, браковочные более 12 мм для крайних, 14—18 мм и браковочный более 20 мм — для средних осей. Для крайних осей с пружинными упорами поперечные разбеги устанавливают 3—5 мм, браковочный более 9 мм.

Такие поперечные разбеги необходимы для свободного вписывания тепловоза в кривые.

Износ деталей буксового узла и его влияние на величину разбегов. Во время работы вследствие трения происходит износ буксовых и челюстных наличников, что приводит к увеличению продольных разбегов колесных пар. Если эти разбеги достигнут предельных размеров, указанных выше, то колесные пары будут работать с перекосом по отношению к продольной оси тепловоза и это вызовет подрез гребней бандажей. При увеличенных (сверх нормы) поперечных разбегах работа буксового узла и экипажа тепловоза нарушается: появляются поперечные толчки значительной силы, на больших скоростях ход тепловоза становится беспокойным, появляется так называемое «виляние», что может вызвать разрушение роликовых подшипников.

Недопустимые продольные разбеги колесных пар устраняют заменой буксовых и челюстных наличников. Величину поперечного осевого разбега колесной пары со скользящими подшипниками регулируют изменением толщины упорной планки, а в буксах с роликовыми подшипниками — установкой прокладок между передней крышкой и осевым упором буксы. При этом толщину регулировочных прокладок в буксах с левой и правой стороны одной колесной пары обязательно изменяют на одинаковую величину.

Роликовые буксы тепловозов работают надежно на протяжении длительного времени при соблюдении установленных требований при сборке и их эксплуатации.

Для предупреждения неисправностей рекомендуется в процессе эксплуатации в качестве профилактики осматривать буксы снаружи во время приема и сдачи тепловоза, на стоянках в пути следования, а также во время технических осмотров. При этом следует обращать внимание на температуру нагрева буксы, надежность крепления болтов, отсутствие пропуска смазки в соединениях, количество и качество смазки.

При нормальной работе температура буксы не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 30°. Если

температура буксы поднимется до 80° , необходимо открыть переднюю крышку и осмотреть подшипники, гайки их крепления, поверхность торца оси и осевого упора, определить количество и качество смазки.

Наиболее вероятными причинами нагрева буксы могут быть: повреждение или разрушение подшипников, ослабление внутреннего кольца подшипника на шейке оси, задиры на поверхности торцового упора или лабиринтов уплотнения, отсутствие, недостаточное количество или загрязнение смазки в буксе.

При нагреве буксы роликового подшипника свыше 80° вследствие задира лабиринтного уплотнения необходимо удалить из-под привалочного фланца осевого упора греющуюся буксы все прокладки и следовать до депо с пониженной скоростью. Если же причину нагрева буксы установить не удалось или обнаружена неисправность, при которой требуется разборка буксы, необходимо довести поезд до ближайшей станции на пониженной скорости. В случае если нагрев буксы не прекратится, тепловоз должен следовать до депо резервом.

Привод скоростемера. На тепловозах ТЭЗ установлены самопишущие скоростемеры СЛ2, которые служат для контроля за движением тепловоза и работой системы автоматического тормоза. Скоростемер приводится в действие от привода, связанного с правой шейкой первой оси по ходу тепловоза. Для этого в шейке просверлено осевое отверстие, в которое вставляется втулка с квадратным отверстием. Штуцер пневматической части скоростемера соединен трубкой с тормозной магистралью.

Привод состоит из следующих элементов: редуктора (см. рис. 16), установленного на крышке правой буксы передней колесной пары (каждой секции); телескопического вала, обеспечивающего свободу перемещений буксы в челюсти во время движения; конического редуктора, посредством которого передается движение от наклонного телескопического вала к карданному вертикальному валу. На некоторых тепловозах ТЭЗ в качестве опыта установлен гибкий привод к скоростемеру. Общее передаточное число привода $1 : 10,5$. Все трущиеся поверхности привода должны быть хорошо смазаны.

РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ

Схемы рессорного подвешивания тепловозов, их особенности и различия. Нагрузка на колесные пары передается через рессорное подвешивание, состоящее из рессор, балансиров и подвесок. Благодаря рессорному подвешиванию происходит выравнивание и перераспределение нагрузок между отдельными колесными парами, смягчаются толчки, возникающие при движении тепловоза, и уменьшается воздействие на путь. Без рессорного подвешивания невозможна была бы работа локомотива при существующих скоростях движения вследствие чрезмерных ударных нагрузок на рельсы и оборудование локомотива.

Вес частей тепловоза, который передается на шейки осей через рессоры, называется подрессорным весом, а вес, передаваемый на рельсы, помимо рессор, — неподрессоренным весом.

Неподрессоренный вес тепловоза включает: колесные пары с буксами и зубчатыми колесами, рессорные балансиры с подвесками и рессорами, а в случае опорно-осевой подвески тяговых электродвигателей к нему добавляется около 50% веса тяговых электродвигателей и часть веса кожухов зубчатой передачи.

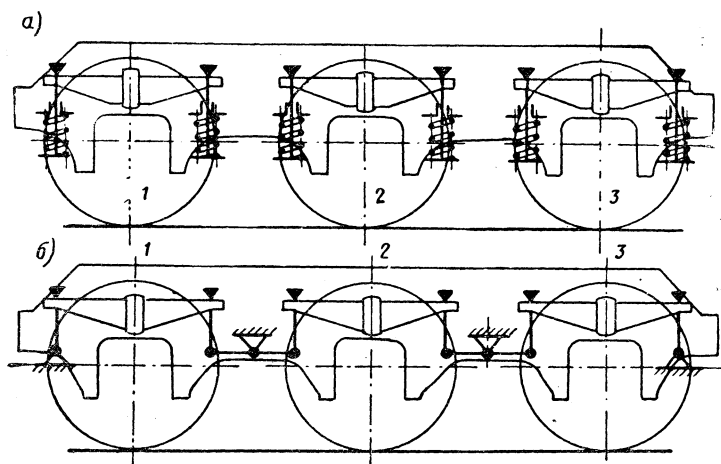


Рис. 18. Варианты рессорного подвешивания трехосной тележки:
а — каждая ось имеет самостоятельное рессорное подвешивание; б — концы рессор одной стороны тележки соединены балансирами; 1, 2, 3 — колесные пары

На рис. 18 показаны два варианта рессорного подвешивания. В первом случае (рис. 18, а) нагрузка на ось неопределенна и полностью зависит от регулировки рессор. Такой вариант рессорного подвешивания самый несовершенный, так как при самой тщательной регулировке при непродолжительной работе она нарушается вследствие износа частей, что приводит к неравномерной нагрузке по отдельным осям.

Во втором случае (рис. 18, б) для уравнивания нагрузок по осям концы рессор соединены балансирами. При таком рессорном подвешивании устраняется перегрузка отдельных осей, так как балансиры перераспределяют ее в зависимости от положения осей.

Рессорное подвешивание бывает одинарное и двойное. При одинарном подвешивании нагрузка на шейки осей колесных пар передается через одну, а при двойном — через две системы рессор.

Группа рессор, соединенных балансирами, называется точкой рессорного подвешивания. Следовательно, если тележка с одной и другой стороны имеет самостоятельную сбалансированную рессорную систему, то у нее две точки рессорного подвешивания и столько

же на другой тележке. Локомотив с такими тележками будет иметь четыре точки рессорного подвешивания. Примером одинарного подвешивания может служить рессорное подвешивание тепловозов ТЭ1, ТЭ2. Двойное рессорное подвешивание применено на пассажирском быстрходном тепловозе ТЭП60. Оно состоит из пружин, расположенных около букс, и листовых сбалансированных рессор. На тепловозах последних серий для смягчения ударов под рессоры подкладывают резиновые прокладки. Как правило, на всех тепловозах применено подвешивание в четырех точках. От состояния рессорного подвешивания зависит нормальная работа локомотива, долговечность железнодорожного пути, а также безопасность движения поездов.

Нормальная работа рессорного подвешивания возможна, когда: буксы свободно перемещаются в буксовых направляющих; у балансиров нет поперечных и продольных перекосов; валики, втулки, соединяющие балансиры с рессорами, имеют гладкую поверхность; рессоры находятся в исправном состоянии.

Рессорное подвешивание тепловоза ТЭ3 состоит из двух самостоятельных групп, симметрично расположенных слева и справа вдоль рамы тележки. Каждая группа объединяет рессоры одной из сторон тележки. Таким образом, тележка имеет двухточечное подвешивание, но, несмотря на это, она сохраняет устойчивость, так как нагрузка на тележку передается в четырех точках (с каждой стороны по две опоры).

Для улучшения динамики, начиная с июля 1962 г., на выпускаемых тепловозах ТЭ3 применено новое рессорное подвешивание (рис. 19): вместо 16—18-листовых рессор ставят 8-листовые 7, листы которых имеют увеличенную ширину и толщину. Кроме того, с двух сторон листовой рессоры установлены винтовые пружины 8 (см. разрез А—А); по концам тележки две винтовые пружины заменены одной 1 увеличенного диаметра. Под винтовые пружины ставят резиновые амортизаторы 9.

Пружина 1 подвешена на стержне 2, имеющем головку 3, через которую проходит валик 4, соединяющий стержень 2 с балансиром 5. К другому концу балансира 5 при помощи двух валиков присоединена подвеска 6. Рессора 7 концами опирается на подвески 6 концевого и среднего балансиров. Головка стержня, отверстия в балансирах и подвесках под валики от износа защищены сменными стальными, термически обработанными втулками.

Подрессоренный вес передается на буксы шеек осей через резиновые амортизаторы 9, винтовые пружины 8, листовые рессоры 7, балансиры 5, подвески 6 и концевую пружину 1.

Балансиры состоят из двух стальных полос (Ст. 3) толщиной 25 мм; одна полоса размещена снаружи рамного листа тележки, а другая — внутри. В средней части балансира сделана выемка, которой он опирается на сферическую часть буксы. Благодаря такому соединению балансир имеет возможность поворачиваться относительно буксы на некоторый угол. Для увеличения износостой-

кости выемка в балансирах наплавлена электродом марки Ж4 или 50ХФА; толщина наплавленного слоя 2,5—3,5 мм, твердость *HV* 415. В отверстия для валиков в подвесках пружин и в балансирах вставляют сменные стальные втулки. Подвески рессор изготовляют из стального литья, а валики из стали Ст. 5.

Подвески спиральных рессор и листовые рессоры расположены снаружи рамы, что облегчает их осмотр и ремонт. Расположение

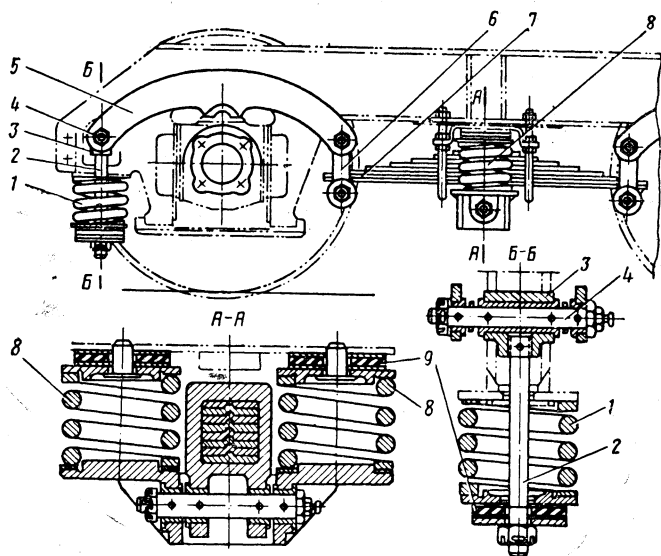


Рис. 19. Новое рессорное подвешивание тепловоза ТЭЗ:
1, 8 — винтовые пружины; 2 — стержень; 3 — головка стержня; 4 —
валик; 5 — балансир; 6 — подвеска; 7 — листовая рессора; 9 — рези-
новые амортизаторы

элементов рессорного подвешивания относительно рамы тележки контролируют на ровном и прямом участке рельсового пути.

Листовая рессора собрана из листов, изготовленных из полосовой стали марки 55С. В средней части листы соединены хомутом, откованным из стали. Нижние листы называются коренными, а остальные — наборными. Рессора состоит из двух коренных и шести наборных листов. Длина наборных рессорных листов от нижнего к верхнему уменьшается для плавного изгиба рессоры и равномерного напряжения в листах.

Вновь изготовленные валики и втулки рессор, а также валики, подвергавшиеся шлифованию, закаливают токами высокой частоты или цементируют с последующей закалкой. Твердость валиков и втулок должна быть *HRC* 45—52, глубина закаленного слоя не менее 1 мм.

Для продления срока службы валиков и втулок рессорного подвешивания проводят работы по нитроцементации их, что должно

увеличить работоспособность этой пары в 2—2,5 раза. Проходят эксплуатационные испытания капроновые втулки в паре с термически необработанными валиками, не имеющими отверстий для смазки. По предварительным данным, срок службы такой пары значительно увеличится, а объем ремонта и затраты по рессорному подвешиванию уменьшатся.

При проверке состояния рессорного подвешивания обращают внимание на листовые рессоры: выявляют, нет ли трещин в листах, сдвига их относительно хомута, недопустимого прогиба. У хомутов проверяют, не появились ли в них трещины, нет ли ослабления или сдвига. Обязательно проверяют состояние цилиндрических пружинок, балансиров и их подвесок. Детали рессорного подвешивания, имеющие трещины, а также ослабшие листовые рессоры или рессоры со сдвинутым хомутом, заменяют. Перекос рессорного подвешивания устраняют за счет увеличения или уменьшения высоты сменных опор балансиров и букс. Хомут рессоры должен располагаться на ее оси, смещение допускается не более 5 мм. Несимметричность осей опорных поверхностей коренных листов, а также несимметричность концов листов ступенчатой части рессоры по отношению к оси хомута не должна превышать 5 мм. Местные зазоры между отдельными листами допускаются не более 1,5 мм без ограничения длины и глубины.

Если в листах или хомутах обнаружены трещины, ослаблены хомуты или сдвинуты листы, рессоры разбирают и ремонтируют со сменой негодных частей. В случае просадки рессор сверх норм производят полную переборку их с термической обработкой листов.

ПОДВЕШИВАНИЕ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И СМАЗКА МОТОРНО-ОСЕВЫХ ПОДШИПНИКОВ

На современных тепловозах с электрической передачей применяется два вида подвешивания тяговых электродвигателей: опорно-осевое и опорно-рамное.

Основным видом подвешивания является опорно-осевое. При этом способе электродвигатель одним концом через моторно-осевые подшипники опирается на ось колесной пары, а другим — через пружинную опору на раму тележки.

При опорно-рамном подвешивании, которое осуществлено на тепловозах ТЭП60, тяговый электродвигатель подвешен с двух сторон к раме тележки. Такое подвешивание значительно уменьшает вес неподдрессоренных частей, а следовательно, и воздействие на путь, улучшает работу зубчатой передачи. На тепловозах ТЭЗ и ТЭМ1 применено опорно-осевое подвешивание (рис. 20). Тяговый электродвигатель 14 одним концом через вкладыши двух моторно-осевых подшипников 3 опирается на ось 4 колесной пары. На другом конце корпус тягового электродвигателя имеет два выступа 5, один из них опирается на верхнюю балку 10, а другой подпирает

нижнюю балку 6 пружинной подвески. При движении тепловоза пружинная подвеска смягчает толчки на раму тележки и на тяговый электродвигатель.

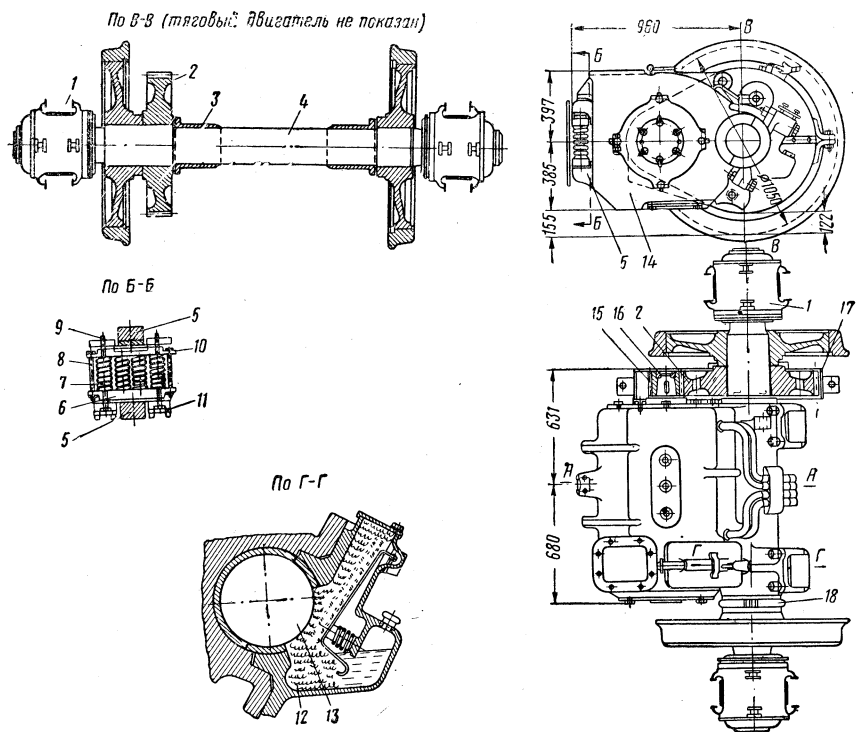


Рис. 20. Подвешивание тягового электродвигателя тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1:
1 — роликовая буksа; 2 — ведомое зубчатое колесо; 3 — моторно-осевой подшипник; 4 — ось колесной пары; 5 — выступы; 6 — нижняя балка; 7 — пружины; 8 — болты; 9 — стержень; 10 — верхняя балка; 11 — валики; 12 — набивка; 13 — окно во вкладыше; 14 — тяговый электродвигатель; 15 — ведущая шестерня; 16 — гайка крепления шестерни; 17 — кожух зубчатой передачи; 18 — уплотнительное кольцо

Пружинная подвеска (разрез по Б—Б) состоит из двух балок 6 и 10, между которыми болтами 8 зажаты четыре пружины 7.

Постановка болтов 8 в отверстия балок 6 и 10 с зазором позволяет балкам перемещаться в вертикальном направлении при сжатии их пружин. Пружинная подвеска соединена с кронштейном при помощи стержней 9. Для предохранения стержней 9 от выпадения их фиксируют валиками 11. Между осью колесной пары и вкладышами моторно-осевых подшипников должен быть зазор на смазку $0,6 \div 1,5$ до 2 мм при выпуске из большого периодического ремонта. Вкладыши моторно-осевых подшипников изготовляют из бронзы, антифрикционной заливки они не имеют. Во вкладышах имеются окна 13, через которые шейки оси колесной пары соприкасаются

с набивкой 12 из шерстяной пряжи. Перед укладкой набивку пропитывают в осевом масле в течение 24 ч при температуре 30—40° С. Набивка должна быть плотно прижата к шейке оси колесной пары по всей длине окна во вкладыше. Верхнюю часть набивки у крышки лючка загибают и расправляют по окну лючка, а сверху на нее помещают равномерный слой хлопчатобумажных концов, хорошо пропитанных в масле. Крышка лючка должна слегка придавливать набивку. Резервуар подшипников двигателя заполняют осевым маслом до уровня 90 мм от дна резервуара.

На тепловозах новых серий (ТЭП60) смазка к моторно-осевым подшипникам тяговых электродвигателей подается шестеренчатым насосом, приводимым в действие от шестерни, насаженной на ось колесной пары. При этом масло циркулирует по замкнутой системе.

ТЯГОВАЯ ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

Типы передач. На тепловозах с электрической передачей вращающий момент от тягового электродвигателя на ось колесной пары передается при помощи ведущей (малой) шестерни, закреп-

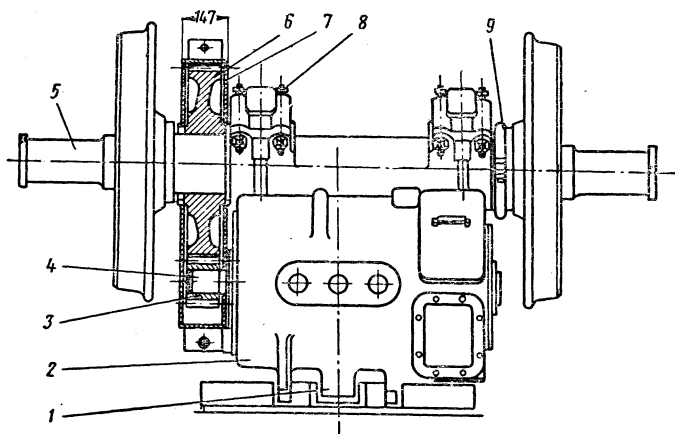


Рис. 21. Зубчатая передача от тягового электродвигателя к колесной паре на тепловозах ТЭЗ, ТЭМ1:

1 — опорные выступы; 2 — тяговый электродвигатель; 3 — ведущая шестерня; 4 — вал якоря; 5 — колесная пара; 6 — ведомое зубчатое колесо; 7 — кожух; 8 — крышка моторно-осевого подшипника; 9 — уплотнительное кольцо

ленной на валу якоря тягового электродвигателя, и ведомого зубчатого колеса, напрессованного на ось колесной пары или ступицу центра. Такая передача схематически показана на рис. 21.

По количеству ведущих шестерен и ведомых зубчатых колес, передающих вращающий момент на колесную пару, передачи делятся на два типа: двустороннюю и одностороннюю.

При двусторонней передаче вращающий момент от тягового электродвигателя на движущуюся ось передается через две ведущие шестерни, насаженные на вал якоря тягового электродвигателя с двух сторон, и два ведомых зубчатых колеса, напрессованных на ось колесной пары около каждого колесного центра. Обычно такая передача применяется при необходимости передать большую мощность. Элементы двусторонней передачи более надежны и долговечны в работе.

При односторонней передаче вращающий момент передается только через одну ведущую шестерню и одно ведущее зубчатое колесо.

Как правило, такая передача применяется на всех тепловозах с электрической передачей. Однако в последнее время для улучшения работы зубчатой передачи на тепловозах последних серий (ТЭП60) стали применять так называемую эластичную передачу. При такой передаче вращающий момент от вала якоря тягового электродвигателя через (ведущую) шестерню передается на (ведомое) зубчатое колесо, которое напрессовано и закреплено на полом вала, надетом с большим зазором на ось колесной пары. Полый вал по концам имеет фланцы с пальцами, которые проходят с зазором через отверстия в колесных центрах. Такие же пальцы запрессованы и в колесные центры правого и левого колеса.

Пальцы на полом вала связаны с пальцами центров колесной пары звеньями эластичной муфты. Таким образом, вращающий момент от полого вала передается на ось колесной пары при помощи эластичной муфты.

Эластичная передача является более современной. При такой передаче уменьшается износ зубьев шестерен и бандажей колесных пар, снижаются напряжения во всех частях вследствие плавной передачи усилий, лучшего зацепления ведущей шестерни и ведомого зубчатого колеса.

Устройство передачи. Зубчатая передача тепловоза состоит из ведущей шестерни и ведомого зубчатого колеса. Ведущая шестерня изготовлена из стали марки 12Х2Н4А или 20Х2Н4А, а ведомое зубчатое колесо — из стали 45ХН с высокой степенью точности.

Рабочую поверхность зубьев и поверхность впадин между зубьями ведущей шестерни после зубонарезания подвергают цементации с последующей закалкой. Глубина цементированного слоя после шлифовки должна быть в пределах 1,3—1,9 мм. Твердость цементированной поверхности готовых шестерен не менее *HRC* 56.

После изготовления шестерен, а также во всех случаях монтажа тягового электродвигателя с колесной парой их проверяют магнитным дефектоскопом. Трещины не допускаются. Во время движения тепловоза вследствие влияния зазоров в моторно-осевых подшипниках, изгиба оси колесной пары и вала якоря тягового электродвигателя происходит перекося зубчатых колес, что

приводит к неравномерному распределению нагрузки по длине зубьев и, как следствие, одностороннему относительно быстрому их износу и образованию трещин.

Для компенсации вредного влияния указанных причин при изготовлении ведущих шестерен предусматривается односторонний скос зубьев. Таким образом, зуб имеет трапециевидальную форму, толщина зуба со стороны тягового электродвигателя несколько (на 0,16—0,20 мм) меньше, чем его противоположная сторона.

Ведущая шестерня имеет конусное отверстие, которым насаживается на конус вала якоря тягового электродвигателя в нагретом до 120—160° С состоянии и закрепляется гайкой со стопорной шайбой. При изготовлении шестерни конусное отверстие в ней проверяют по краске калибром. Прилегание должно быть равномерным, не менее 80%.

Рабочие поверхности зубьев и поверхности впадин между зубьями зубчатых колес подвергают контурной поверхностной закалке токами высокой частоты и невысокому отпуску. Твердость поверхности закаленного слоя должна быть в пределах HRC 46—52. Трещины не допускаются. Зубчатые колеса на ось напрессовывают усилием 20—30 т на каждые 100 мм диаметра напрессовочной части и 15—27 т — при напрессовке на удлиненную ступицу колесного центра.

В последнее время на некоторых заводах зубчатые колеса на ось насаживают в нагретом состоянии, при этом на посадочные места наносится клей ГЭН-150 (В), обеспечивающий надежную посадку и предохраняющий посадочные места от коррозии.

Передаточное отношение и передаточное число. Передаточным отношением передачи называется отношение угловых скоростей $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ или чисел оборотов $\frac{n_1}{n_2}$ в минуту двух сопряженных, т. е. находящихся в зацеплении колес.

Передаточное отношение обратно отношению чисел зубьев в сопряженных колесах.

Передаточным числом называется отношение числа оборотов ведущего вала к числу оборотов ведомого. Для тяговой зубчатой передачи передаточное число будет равно отношению числа зубьев ведомого колеса z_2 (насаженного на ось колесной пары) к числу зубьев ведущей шестерни z_1 (насаженной на вал якоря тягового электродвигателя).

Для тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1 передаточное число будет равно $i = \frac{75}{17} = 4,41$; для тепловоза ТЭ7 — $i = \frac{66}{26} = 2,54$; тепловоза ТЭП60 — $i = \frac{72}{32} = 2,32$.

Как видно из отношений, передаточное число больше на грузовых и маневровых тепловозах, меньше — на пассажирских. Практически имеется возможность приспособить грузовой тепловоз

к пассажирской службе, а пассажирский — к грузовой за счет изменения передаточного числа (изменения шестерен передачи) при условии, что по остальным элементам экипажа возможны такие изменения.

Условия работы зубчатой передачи. На современных тепловозах зубчатая передача от тягового электродвигателя к колесной паре работает с очень большими нагрузками на зубья.

Здесь сказывается относительно большая мощность (до 200 *квт*), передаваемая от тягового электродвигателя к колесной паре при односторонней передаче, допущение больших зазоров в моторно-осевых и якорных подшипниках, непараллельность осей отверстий

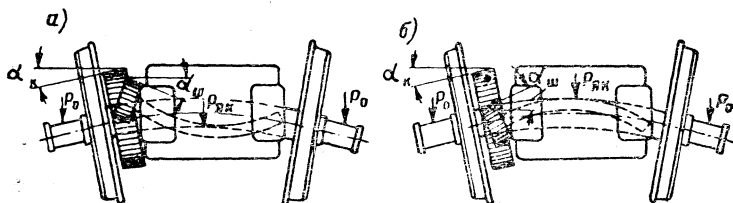


Рис 22. Схема взаимного положения шестерни и зубчатого колеса тепловозов при движении:

а — тяговым электродвигателем вперед; б — колесной парой вперед; $P_{як}$ — вес якоря тягового электродвигателя, изгибающий вал якоря; P_o — нагрузка на шейки оси, изгибающая ось; α_k — угол наклона зубчатого колеса; $\alpha_{ш}$ — угол наклона шестерни

в остовах под подшипниковые щиты и осей отверстий под моторно-осевые подшипники, разница межцентровых расстояний с коллекторной и противоположной коллектору стороны, а также условия работы зубчатой передачи. На рис. 22 схематично показано взаимное положение шестерни и зубчатого колеса при движении тепловоза, которое является следствием действующих нагрузок (веса якоря тягового электродвигателя, нагрузка на шейку оси и др.), а также причин, перечисленных выше.

Все это приводит к уменьшению продольного контакта зубьев, а следовательно, к увеличению удельных нагрузок на зубья, преждевременному их износу, прогрессивно растущим трещинам усталости, излому зубьев, повреждению тяговых электродвигателей и образованию ползунов на бандажах.

Величина зазоров в моторно-осевых подшипниках оказывает значительное влияние на перекося шестерни и зубчатого колеса. На рис. 23 схематично показан перекося шестерен при зазорах в моторно-осевых подшипниках; чем больше зазоры в моторно-осевых подшипниках, тем больший перекося шестерен.

Перекося зубьев шестерни и зубчатого колеса возможен, хотя и в меньшей мере, и вследствие повышенных зазоров в якорных подшипниках. При этом надо отметить, что зазоры в подшипниках

будут влиять на перекося шестерни и зубчатого колеса при определенной величине силы тяги, а именно, когда появится сила (сила реакции зубчатого колеса), которая сможет приподнять тяговый электродвигатель и выбрать зазоры в моторно-осевых подшипниках.

В настоящее время разработаны приспособления и станки для расточки горловин в остовах под моторно-осевые подшипники и

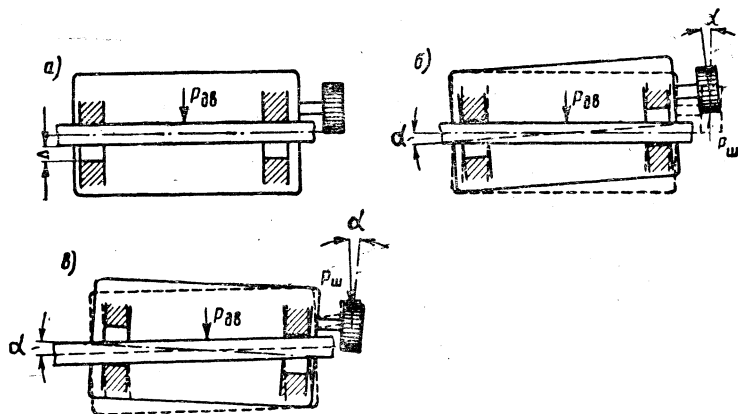


Рис. 23. Схемы наклона зубьев шестерен при наличии зазоров в моторно-осевых подшипниках:

а — без нагрузки (тепловоз стоит); б — при движении тепловоза тяговым электродвигателем вперед; в — при движении колесной парой вперед; $P_{дв}$ — вес тягового электродвигателя; α — угол наклона шестерни в зависимости от зазора в моторно-осевых подшипниках; $P_{ш}$ — усилие, действующее на шестерню; Δ — зазор в моторно-осевых подшипниках

моторно-осевых подшипников в сборе с остовом. Изготовлены приборы для проверки остовов тяговых электродвигателей и подшипниковых щитов. Уменьшены зазоры в моторно-осевых подшипниках. Все эти мероприятия должны значительно улучшить работу зубчатых передач.

Кожух и смазка зубчатой передачи. Ведущая шестерня и ведомое зубчатое колесо закрыты кожухом (рис. 24), состоящим из двух половинок — верхней 1 и нижней 8, соединенных болтами 5 с зашплинтованными гайками. Кожух сварен из стальных листов (Ст. 3) толщиной от 3 до 7 мм качественными электродами типа Э42.

Боковины кожуха со стороны тягового электродвигателя верхних и нижних половинок изготовлены из листов толщиной 7 мм, а со стороны буксы — 4 мм. На листах кожуха со стороны буксы выштампованы ребра жесткости 3; к этим листам приварен уплотняющий кожух с маслоуловителем 9.

На верхних и нижних половинках кожуха в местах соединения имеются уплотняющие накладки 6. Для повышения прочности к ко-

жуху снаружи по периметру в отдельных местах приварены накладки и охватывающие скобы 2. Внутренние необработанные поверхности кожуха окрашивают автонитроэмалью.

Кожух служит резервуаром для масла, применяемого для смазки шестерни и зубчатого колеса тяговой передачи, не позволяет маслу выливаться, предохраняет передачу от загрязнения и попадания посторонних частей во время движения тепловоза.

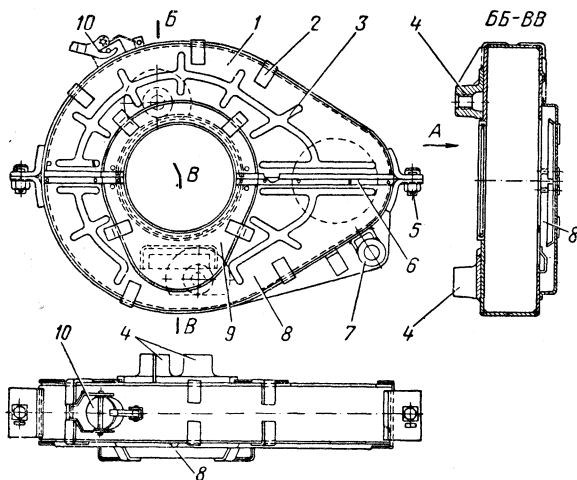


Рис. 24. Кожух зубчатой передачи:

1 — верхняя половинка; 2 — охватывающие скобы; 3 — ребра жесткости; 4 и 7 — болты; 5 — уплотняющие накладки; 6 — нижняя половинка; 9 — уплотняющий кожух с маслоуловителем; 10 — горловина для заливки масла

Для заливки масла в кожухе имеется горловина 10, закрываемая крышкой. В кожух заливается 3,2 кг смазки (Л и З по ТУ МПС № 06-58), приготовленной (летом) из 67% трансформаторного летнего масла, 30% универсальной тугоплавкой синтетической смазки УТС-1 и 3% порошкообразной серы I и II сорта.

Зимой состав этой смазки состоит из: 87% автотракторного трансмиссионного летнего масла, 10% смазки УТС-1 и 3% порошковой серы.

Для предупреждения вытекания масла из кожуха со стороны тягового электродвигателя применен сальник из технического фетра или войлока, состоящий из двух полуколец. Сальник вставляется в паз нижней и верхней половинок кожуха и затягивается при соединении их; при этом сальник охватывает ось колесной пары и препятствует вытеканию масла.

С противоположной стороны (со стороны буксы) для уплотнения служит кожух и маслоуловитель. Кожух крепится к остову тягового электродвигателя двумя болтами, которые ввертываются

в бонки 4, приваренные к нему, и одним 7 — к моторно-осевому подшипнику.

При эксплуатации тепловоза необходимо обращать внимание на состояние пружин подвесок тяговых электродвигателей и кожухов зубчатой передачи. Поломанные, имеющие трещины или просевшие пружины должны быть заменены. Не допускаются в эксплуатацию кожуха, имеющие трещины, пробоины, неплотности в плоскости разъема и другие дефекты, при которых возможна утечка масла из кожуха.

Контрольные вопросы

1. Как устроены тележки тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1?
 2. Из каких частей состоит колесная пара?
 3. Как передается вращающий момент от тягового электродвигателя на ось колесной пары?
 4. Какие основные неисправности обнаруживают в колесных парах?
 5. Укажите сроки и виды освидетельствования колесных пар.
 6. Какие методы применяют для обнаружения неисправностей в колесных парах?
 7. Назовите основные нормы допусков, применяемых при ремонте колесных пар.
 8. Как устроена букса колесной пары?
 9. Устройство рессорного подвешивания.
 10. Какие неисправности обнаруживают в рессорном подвешивании?
 11. Какие виды подвешивания тяговых электродвигателей применяются на тепловозах и конструктивное их оформление?
 12. Условия работы зубчатой передачи.
-

Глава IV

РАМЫ, КУЗОВА И ПЕСОЧНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЗОВ

РАМЫ ТЕПЛОВОЗОВ

Каждый тепловоз имеет раму или, как ее часто называют, главную раму, на которой расположено все силовое и вспомогательное оборудование, а также кузов. Внизу к раме подвешивают бак для топлива. Рама должна обладать достаточной жесткостью и прочностью, чтобы избежать недопустимой деформации, которая может быть причиной нарушения соосности расположенного на ней оборудования.

На главную раму тепловоза при работе действуют как вертикальные, так и горизонтальные силы, переменные по величине и направлению. В продольном направлении рама испытывает растягивающие (тяговые) усилия, сжимающие усилия при торможении и ударные нагрузки при толчках. В поперечном направлении на раму действуют центробежные силы, которые возникают от веса кузова, рамы и оборудования при движении тепловоза по кривым участкам пути. Кроме того, рама испытывает усилия от силы ветра.

В вертикальном направлении на раму действуют только силы от веса оборудования. Рама также должна быть рассчитана на усилия, которые прикладываются к ней при подъеме тепловоза на домкраты.

По конструкции главные рамы тепловозов делятся на две группы: к первой относятся рамы усиленной конструкции, имеющие две мощные хребтовые балки двутаврового сечения, которые усилены поясами, поперечными креплениями, кронштейнами, обносными швеллерами. Такие рамы воспринимают полностью все нагрузки, воздействующие на раму.

Ко второй относятся рамы облегченной конструкции, имеющие продольные боковые балки коробчатого сечения, расположенные на внешних сторонах. Рамы такой конструкции воспринимают только часть усилий, другую часть воспринимает кузов несущей конструкции. Рамы облегченной конструкции применены на тепловозах ТЭ10, ТЭП60 и др.

Рама секции тепловоза ТЭЗ (рис. 25) сварная, она состоит из двух хребтовых балок 9 (№ 45а) двутаврового сечения.

Балки усилены поясами 10 из стали Ст. 3 толщиной 20 мм и шириной 340 мм. Причем нижний пояс проходит по всей длине балок, а верхний не доходит до переднего конца и на нем уложен 4-мм лист

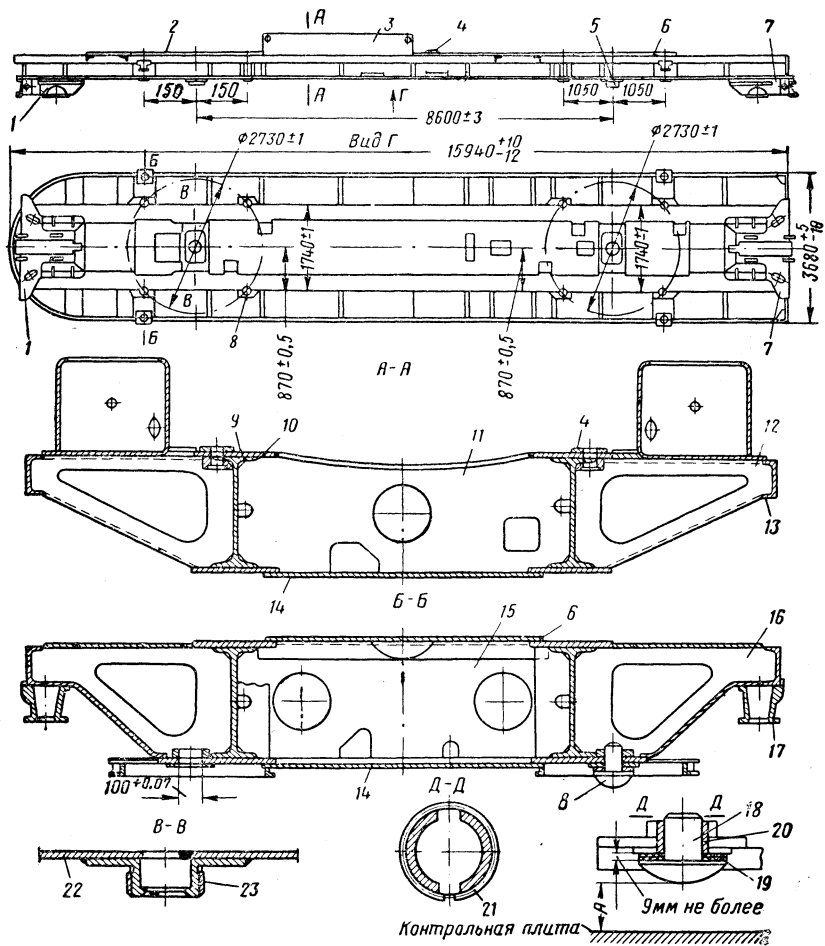


Рис. 25. Рама секции тепловоза ТЭЗ:

1—передний стяжной ящик; 2 и 6—верхний настилный лист; 3—отсеки для аккумуляторной батареи; 4—пластики для установки дизель-генератора; 5—литые шкворни; 7—задний стяжной ящик; 8—шаровые опоры; 9—хребтовые балки двутаврового сечения; 10—усиливающие пояса; 11 и 15—поперечные крепления; 12 и 16—штампованные кронштейны; 13—обносные швеллеры; 14—нижний настилный лист; 17—кронштейны для опоры при подъеме тепловоза; 18—шаровые опоры; 19—регулирующие прокладки; 20—втулки шаровых опор; 21—пружинное кольцо шаровой опоры; 22—шкворневые листы; 23—кольцо на цилиндрической части шкворня

кабины машиниста. С обеих сторон тепловоза к балкам и частично к поясам приварено по восьми штампованных из 6-мм листов (имеющих сечение уголкового железа с облегчающими вырезами посередине) консольных кронштейнов 12 и 16. Внешние концы этих кронштейнов

тейнов связаны обносными швеллерами 13 (№ 16а), охватывающими раму по всему периметру. Сверху рама закрыта настильными листами 2 и 6, имеющими фасонные вырезы. Снизу между балками приварены такие же листы 14, которые, кроме увеличения жесткости рамы, являются поддонами, где собираются нефтепродукты и отводятся в междупутье, чтобы не загрязнять ходовые части тепловоза.

По концам хребтовых балок установлены стяжные ящики, отлитые из стали марки 25ЛП11 или 25ЛК11, передний 1 и задний 7, приклепанные к нижним усиливающим накладкам и лобовым листам рамы. Снизу к нижнему листу 14, ближе к стяжным ящикам, приварены усиливающие шкворневые листы 22 толщиной 20 мм, а к ним шкворни: передний и задний. Шкворни передают только тяговые усилия от тележек к раме и совершенно не воспринимают вертикальных нагрузок.

Две хребтовые балки, усиливающие накладки, настильные листы, кронштейны, швеллеры и стяжные ящики делают раму достаточно жесткой как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Боковые и вертикальные нагрузки от рамы секции тепловоза передаются на две трехосные тележки через восемь боковых шаровых опор 8 (по четыре на каждую тележку).

Для подъема рамы слева и справа, в передней и задней частях ее, к швеллерам и наклонным листам коробчатых кронштейнов приварены четыре мощных кронштейна 17.

Места около шаровых опор 8 и кронштейнов 17 усилены коробчатыми кронштейнами. Кроме того, места около кронштейнов усилены наклонными листами. С левой и правой стороны тепловоза ближе к переднему шкворню приварены отсеки 3 для аккумуляторной батареи. Снизу в средней части к раме на двух трапецевидных кронштейнах из уголкового железа подвешен бак для топлива. Каждый кронштейн прикреплен тремя болтами к хребтовым балкам; под головки болтов установлены пружинные шайбы.

Кроме того, для крепления бака к наружным боковым поверхностям хребтовых балок приварены с обеих сторон по два коробчатых кронштейна из полосового железа толщиной 10 мм, к каждому из которых шестью болтами прикреплен вертикальный лист, приваренный к баку. Впереди топливного бака, с левой стороны рамы, под настильным листом на двух кронштейнах укреплен воздушный вспомогательный резервуар.

Главные воздушные резервуары под настильным листом тепловоза подвешены спереди и сзади, по два с каждой стороны. Резервуары укреплены на двух подвесках, изготовленных из полосового железа. Каждая подвеска соединена с рамой тепловоза двумя шарнирами. Один из шарниров приварен к швеллеру, а другой — к настильному листу.

Под настильными листами проходят трубы песочниц, электропроводов наружного освещения, главных воздушных резервуаров и трубы, идущие к концевым воздушным кранам. Кроме того, под

настильным листом рамы расположены плафоны и розетки для электроламп, а также воздухораспределители и форсунки песочниц. На тепловозах выпуска 1962 г. форсунки песочниц перенесены в кабину машиниста и заднюю часть кузова. С правой стороны в задней части рамы под настильным листом подвешен бачок для масла, употребляемого для смазки экипажной части. Около бачка выведен рукав для набора воды из магистрали.

К настильному листу снизу против воздушного нагнетательного патрубка каждого тягового электродвигателя приварены рамки, к которым прикреплены скобами рукава, подводящие воздух для охлаждения тяговых электродвигателей.

На тепловозах первых выпусков в правой хребтовой балке было вырезано отверстие размером 250×425 мм (закрытое сеткой), через которое удалялся нагретый воздух из главного генератора. В процессе эксплуатации выявилось, что по краям этого отверстия появились трещины. Поэтому на последующих тепловозах канал для отвода нагретого воздуха из генератора расположен между хребтовыми балками. На тепловозах первого выпуска для усиления хребтовой балки в местах выреза отверстий по периметру были приварены стальные полосы.

С левой стороны впереди бака для топлива выведена труба для слива масла из картера дизеля. Позади бака имеется труба для слива масла из гидромеханического редуктора с гидромуфтой и в самом конце рамы находится труба для слива масла из масляных секций холодильника.

Впереди каждой секции тепловоза ТЭЗ укреплен путеочиститель, нижняя кромка которого находится на расстоянии $150 \pm_{-5}^{+10}$ мм от головки рельса. Такое расстояние выбрано потому, что регулировка его на тепловозе не предусмотрена.

Для обеспечения безопасности движения локомотивная бригада обязана перед каждой поездкой проверять крепление путеочистителя.

С правой стороны позади путеочистителя к переднему стяжному ящику прикреплен магнит автостопа.

Шкворень рамы тепловоза представляет собой обработанную стальную отливку диаметром 280 мм. На шкворень 5 (см. рис. 25) напрессовано и приварено стальное кольцо 23, такое же кольцо запрессовано в гнездо шкворневой балки рамы тележки. Эти кольца предохраняют шкворень и гнездо шкворневой балки от износа; кольца по мере износа заменяют.

Для защиты от попадания посторонних частиц трущихся поверхностей шкворня и гнезда на выступающую часть шкворня наносят валик из сплошного слоя густой смазки.

Привалочная поверхность шкворня должна плотно соприкасаться с поверхностью настильного листа. Местные зазоры допускаются не более 0,2 мм на длине не более 25 % периметра фланца шкворня.

Шкворень должен быть установлен точно на продольной оси рамы, отклонение допускается не более 2 мм.

Шаровые опоры рамы тепловоза. Вертикальные нагрузки от рамы секции тепловоза передаются на каждую тележку через четыре шаровые опоры 18 (см. рис. 25), изготовленных из стали 45 и термически обработанных до твердости *HV* 241—285. Радиус сегмента головки 130 мм. Опоры вставлены в гнезда рамы. Снизу в гнездо вставлена втулка 20, а во втулку — шаровая опора 18. На торце хвостовика шаровой опоры установлена подкладка, на нее опирается сухарь со сферической опорной поверхностью. Шаровая опора 18 может передвигаться на некоторую величину вниз и вверх. Чтобы шаровая опора не выпала при подъеме рамы, на ее хвостовике проточена кольцевая канавка, в которую для шплинтовки вставлено пружинное кольцо 21.

Высота шаровых опор, расположенных около каждого шкворня, должна быть одинаковой, отклонение допускается не более 2 мм. Отклонение высоты шаровых опор одной группы по отношению к другой группе допускается не более 4 мм. Для регулировки этих размеров разрешается ставить прокладки 19 между опорными фланцами шаровых опор и кронштейнами или подгонять размеры за счет толщины фланцев при условии, что она будет не менее 22 мм.

Рама тепловоза ТЭМ1 (рис. 26) сварной конструкции. Она состоит из двух хребтовых балок двутаврового сечения, которые снизу и сверху по всей длине усилены стальными полосами, приваренными к полкам балок. В месте установки дизеля хребтовые балки скреплены ребрами жесткости. Помимо этого, балки соединены поперечными листами, а по концам — стяжными ящиками 2, где размещены автосцепка и фрикционные аппараты.

Стяжные ящики приклепаны к горизонтальным нижним и вертикальным лобовым листам. На лобовых листах установлены буфера. Картер дизеля установлен на накладках 16, приваренных к полосам, и прикреплен шпильками. Остальная часть рамы сверху закрыта настильными листами, на которых монтируется вспомогательное оборудование. Под компрессор на настильном листе установлен фундамент 13. Снаружи к хребтовым балкам приварены кронштейны, которые по краям окантованы швеллерами 21. На эти кронштейны по бокам, а также в передней и задней части тепловоза уложены металлические рифленые листы толщиной 5 мм, образуя площадки. Эти площадки используются бригадой для обслуживания оборудования, расположенного на раме тепловоза. Для безопасности обслуживающего персонала площадки обнесены поручнями. К нижним полкам хребтовых балок приклепаны кронштейны 5, на которых укреплен топливный бак. Четыре кронштейна 3 служат опорами для домкратов при подъеме тепловоза. Эти кронштейны прикреплены к обносным швеллерам по концам шкворневых балок.

По обоим концам рамы установлены трехступенчатые лестницы. К раме тепловоза впереди и сзади прикреплены путеочистители.

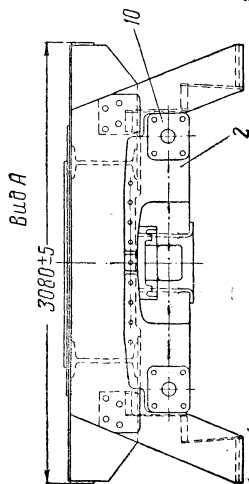
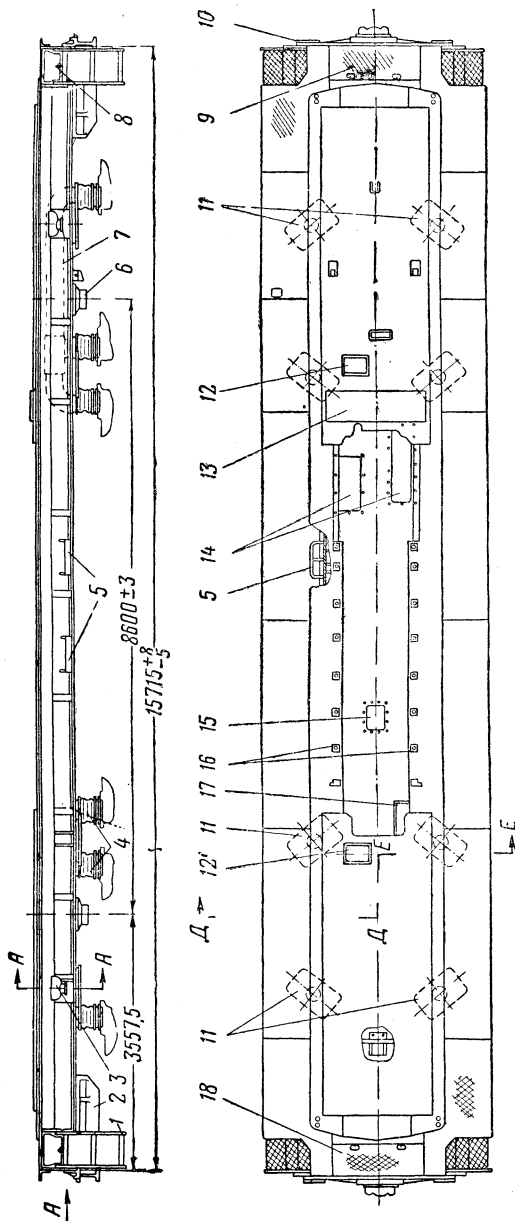


Рис. 26. Рама тепловоза ТЭМ1:

1 — подножка; 2 — стяжной ящик; 3 — кронштейн для подьемки рамы; 4 — рукава; 5 — кронштейны для подвешивания топливного бака; 6 — центральный шкворень; 7 — воздушные каналы; 8 — ящик для радиостанции; 9 и 18 — крышки ящиков; 10 — приливы для буферных стоек; 11 — шаровые опоры; 12 — вырезы; 13 — фундамент компрессора; 14 — люки; 15 — вырез для трубы слива масла из картера; 16 — опорные накладки; 17 — канал для подвода воздуха к тяговым электродвигателям; 19 — поперечные крепления; 20 — хребтовая балка; 21 — швеллер

Расстояние от нижней кромки путеочистителя до головки рельса устанавливают $120 + 5$ мм, а по мере износа бандажей регулируют это расстояние путем поднятия путеочистителя. Минимально допустимое расстояние от нижней кромки путеочистителя до головки рельса в эксплуатации допускается до 105 мм, максимальное — 175 мм.

В нижнем настильном листе под дизелем имеется вырез 15, через который проходит труба для слива масла из картера. Люки 14 служат для осмотра главного генератора снизу. Через вырезы 12 воздух от вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей поступает в каналы, имеющиеся в раме тепловоза, а дальше через подводящие патрубки — к тяговым электродвигателям. В передней и задней части рамы тепловоза расположены ящики для инвентаря, крупного инструмента и ящик 8 для радиостанции.

На раме тепловоза размещены дизель с генератором и вспомогательным оборудованием, двухмашинный агрегат, компрессор, пульт управления, высоковольтная камера, шахта холодильника, аккумуляторная батарея, вентиляторы тяговых электродвигателей и ударно-цепные устройства. Все силовое оборудование и аккумуляторная батарея закрыты капотом.

Вес рамы тепловоза со всеми размещенными на ней агрегатами передается на две трехосные тележки через восемь шаровых опор 11 (по четыре на каждой тележке). Шаровые опоры устанавливают таким образом, чтобы вершины их лежали в одной плоскости, разность допускается не более 1 мм. Центральный шкворень 6 вертикальные нагрузки не воспринимает, а передает только горизонтальные усилия (силу тяги, боковые давления).

Как правило, рамы тепловозов работают продолжительное время без ремонта. В процессе эксплуатации необходимо периодически проверять состояние масленок и трубок, подводящих смазку к опорам рам и шкворням, количество смазки в корпусе опоры и отсутствие утечки масла, состояние брезентовых чехлов, крепление корпусов; расстояние от нижней кромки путеочистителя до головки рельса, крепление его, исправность поручней, предохранительных ограждений и подножек, которые должны обеспечивать безопасность обслуживающего персонала; состояние болтов межрамного крепления и заклепочные соединения в стяжных ящиках; иногда в раме появляются трещины в сварных швах и даже в целых сечениях.

Если имеется подозрение на трещину, нужно это место очистить, смочить керосином и намелить: контур трещины обозначится появлением масла, выступающего из нее в виде ломаной линии.

УДАРНО-ТЯГОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Для сцепления локомотива с поездом, с одиночным вагоном или с другим локомотивом, а также для восприятия толчков тепловозы ТЭЗ и ТЭМ1 оборудованы впереди и сзади советской автосцепкой

вариант 3 (рис. 27), которая сокращенно обозначается СА-3. Корпус автосцепки имеет головку с большим 1 и малым 3 зубьями. Пространство между этими зубьями называется зевом автосцепки. В зеве выступает часть замка 4 и лапа замкодержателя 2. Сзади головки автосцепки расположен упор 5, передающий жесткий удар на раму тепловоза.

Хвостовик автосцепки пустотелый, на конце его имеется отверстие 6, куда вставляют клин при соединении с тяговым хомутом. Расстояние от торца хвостовика до отверстия называется перемышкой. В головке автосцепки размещен механизм, состоящий из зам-

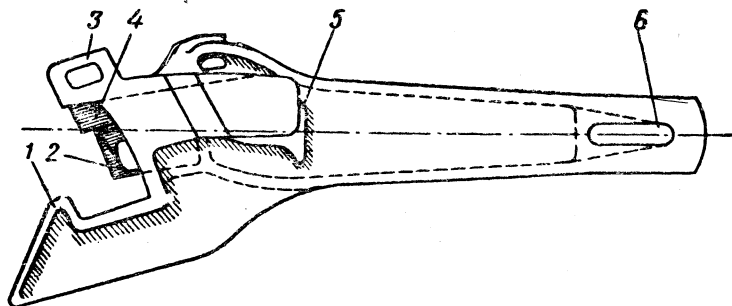


Рис. 27 Автосцепка СА-3:

1 — большой зуб; 2 — лапа замкодержателя; 3 — малый зуб; 4 — рабочая часть замка; 5 — упор; 6 — отверстие для клина

ка *a* (рис. 28), замкодержателя *б*, собачки *в*, подъемника *г* и валика *д* подъемника. Замок запирает сцепленные автосцепки. Он имеет цилиндрический шип 1, на который навешивают собачку. Утолщенная (рабочая) часть замка 2 предохраняет его от выжимания из зева внутрь кармана и увеличивает срок службы замка. Отверстие 3 служит для прохода стержня валика подъемника. Сигнальный отросток 4 окрашен в красный цвет, так как по нему можно определить положение замка в сцепленной автосцепке. Замок дуговой опорной поверхностью 5 при сцеплении и расцеплении автосцепки перекачивается по наклонному дну кармана головки автосцепки в определенном направлении, что фиксируется направляющим зубом 6.

Замкодержатель вместе с собачкой удерживает замок в нижнем положении при сцепленных и в верхнем при расцепленных автосцепках до их разведения. Отверстие 9 служит для навешивания замкодержателя на шип в кармане головки.

Собачка вместе с замкодержателем удерживает замок в нижнем положении при сцепленных автосцепках. Отверстием 13 собачку навешивают на шип замка. Нижнее плечо 14 предназначено для поворота собачки и выключения предохранителя от саморасцепа при расцеплении автосцепок, а верхнее 15 — для упора в противовес замкодержателя в сцепленной автосцепке.

Подъемник замка выполняет две функции:

а) выключает предохранитель от саморасцепа и утопляет замок внутрь кармана корпуса при расцеплении автосцепок;

б) вместе с замкодержателем удерживает замок в расцепленном положении до разведения автосцепок.

В квадратное отверстие 16 вставляется часть стержня валика подъемника. Палец 18 перемещает собачку и замок, а палец 19 слу-

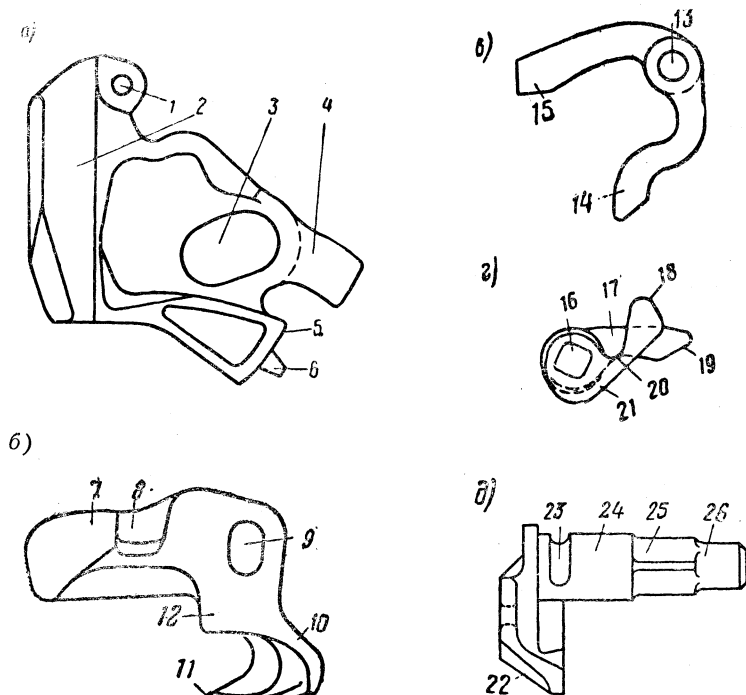


Рис. 28. Части автосцепки, расположенные в головке корпуса:

а—замок; б—замкодержатель; в—собачка; г—подъемник замка; д—валик подъемника; 1—цилиндрический шип; 2—рабочая часть замка; 3—отверстие; 4—сигнальный отросток; 5—дуговая опорная поверхность; 6—направляющий зуб; 7—противовес; 8—выемка; 9—отверстие; 10—лапа; 11—хвостовик; 12—прямоугольный выступ; 13—отверстие; 14—нижнее плечо; 15—верхнее плечо; 16—отверстие; 17—выступ; 18—широкий палец; 19—узкий палец; 20—выемка; 21—буртик; 22—балансир; 23—выемка; 24—цилиндрическая часть; 25—средняя квадратная часть стержня; 26—тонкая цилиндрическая часть

жит для взаимодействия с углом замкодержателя. Выемкой 20 подъемник опирается на прилив в кармане корпуса. Буртик 21 не допускает западания подъемника в овальное отверстие замка.

Валик подъемника предусмотрен для его поворота при расцеплении автосцепок, а также ограничения выхода замка из кармана корпуса. Балансир 22 обеспечивает возвращение валика в начальное положение после разведения автосцепок. Он цепью связан с расцепным приводом. Через выемку 23 проходит болт, запирающий соб-

ранный механизм. Цилиндрическая часть 24 ограничивает выход замка в зев.

Автосцепку устанавливают на тепловозе, как показано на рис. 29. Она является основной частью автосцепного устройства, которое состоит из поглощающего аппарата 4, тягового хомута 5, его клина 3, болтов для крепления клина и передней плиты 6, а также опорной части. На тепловозах ТЭМ1 расцепление автосцепок можно производить из кабины машиниста при помощи пневмопривода. Автосцепка соединена с поглощающим аппаратом (амортизатором), назначение которого смягчать ударные или сжимающие усилия, возникающие при сцеплении и ведении поезда. Поглощающие аппараты размещены в стяжных ящиках, которые находятся в передней и задней части тепловоза.

Передний и задний стяжные ящики представляют собой стальные отливки с массивными фланцами, которыми они присоединены к нижним поясам хребтовых балок. На тепловозах ТЭЗ буфера сняты, а на тепловозах последующего выпуска их не ставят. Остались буфера только на ТЭМ1 и других маневровых тепловозах.

Проверка автосцепки комбинированным шаблоном. Корпус автосцепки и большинство ее деталей имеют сложные криволинейные контуры и поверхности, поэтому для определения износов и размеров применяют комбинированный шаблон. В процессе эксплуатации производят периодическую проверку износа замка и зубьев корпуса, ширины зева, а также действие механизма автосцепки. На рис. 30 схематично показаны основные методы проверки автосцепки комбинированным шаблоном Холодова.

Проверка действия предохранителя замка от саморасцепа (рис. 30, а). Шаблон прикладывают уголком к тяговой стороне и носку большого зуба, а другим концом нажимают на лапу замкодержателя. При таком положении шаблона замок несколько раз вталкивают внутрь головки. При исправном предохранительном устройстве от саморасцепа замок не должен уходить дальше упора верхнего плеча собачки в противовес замкодержателя.

Не изменяя положения шаблона, проверяют устойчивость замка при расцеплении автосцепок. Для этого рукой поворачивают валик подъемника автосцепки до отказа в сторону поглощающего аппарата. Механизм считается исправным, если замок будет находить-

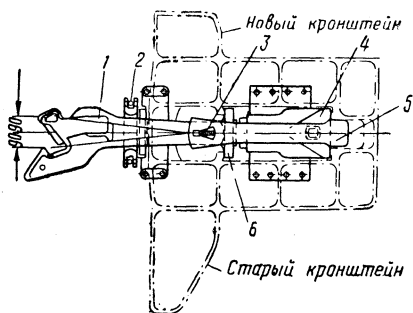


Рис. 29. Автосцепка и поглощающий аппарат, установленные на тепловозе:

1 — головка автосцепки; 2 — поддерживающая балка; 3 — клин хомута; 4 — поглощающий аппарат; 5 — тяговый хомут; 6 — плита передняя

ся в верхнем положении, пока шаблон не уберут, и отпустится после удаления шаблона.

Проверка ширины зева (рис. 30, б). Замок вталкивают в карман, а шаблон устанавливают одним концом к углу

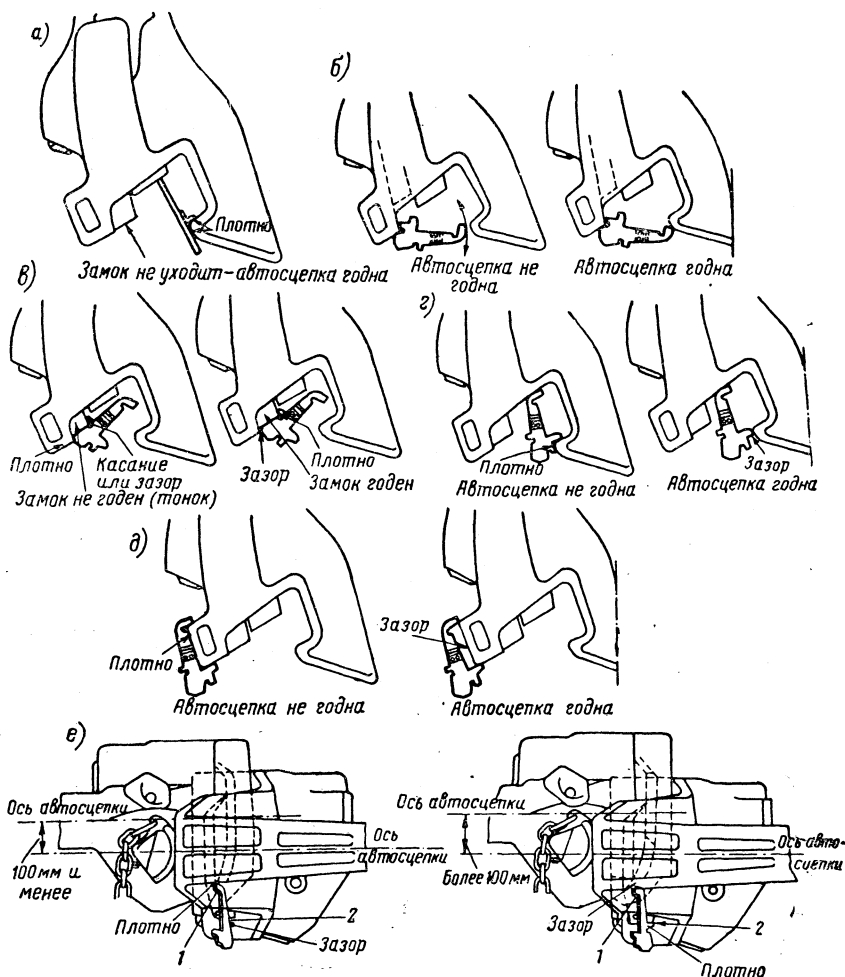


Рис. 30. Схема проверки автосцепки комбинированным шаблоном:

а — проверка действия механизма; *б* — проверка ширины зева; *в* — проверка толщины замка; *г* — проверка износа большого зуба и ударной стенки зева; *д* — проверка износа малого зуба; *е* — проверка разности высот

малого, другим к носку большого зубьев в средней части зева. Автосцепка считается годной, если конец шаблона не проходит в зев.

Проверка толщины замка (рис. 30, в). Шаблон прикладывают к стенке малого зуба и если он прилегает к

стенке и одновременно упирается в рабочую боковую поверхность замка, а между торцом шаблона и малым зубом имеется зазор, — замок годен.

Проверка износа большого зуба и ударной стенки зева автосцепки. Шаблон устанавливают, как показано на рис. 30, *г*, в средней части большого зуба. Если шаблон не проходит — автосцепка годна.

Проверка износа малого зуба автосцепки (рис. 30, *д*). Если шаблон не охватывает малый зуб по тяговой и ударной стороне и между зубом и шаблоном имеется зазор — автосцепка годна. Измерение производят в средней части зуба.

Проверка разности высот продольных осей сцепленных автосцепок над головками и рельсов (рис. 30, *е*). Для проверки шаблон устанавливают так, чтобы выступ 1 шаблона упирался в низ замка вышестоящей автосцепки. И если при этом между выступом 2 шаблона и низом замка автосцепки, лежащей ниже, будет зазор, то это будет означать, что проверяемая разность будет менее 100 мм, что допустимо.

Если же обнаружится, что выступом 2 шаблон упирается в низ замка автосцепки, лежащей ниже, а выступ 1 не доходит до замка автосцепки, лежащей выше, то проверяемая разность будет более 100 мм. Такое сцепление автосцепок недопустимо.

Наиболее характерными неисправностями автосцепного устройства являются: износ рабочих поверхностей и провисание головки автосцепки, расширение зева головки, трещины в корпусе, износы и изломы замка, замкодержателя и других деталей механизма; износ, трещины и выпучины стенок корпуса поглощающего аппарата, потеря упругости и поломка пружин аппарата, износ клиньев. При поломке или износе частей, расположенных в головке автосцепки, короткой цепи или если при расцеплении автосцепки рычаг оставлен на горизонтальной полочке кронштейна, возможен саморасцеп.

Саморасцеп может произойти и при недопустимой разности (более 100 мм) высот продольных осей автосцепок.

КУЗОВА ТЕПЛОВЗОВ

По конструкции кузова тепловозов можно разбить на две основные группы. Кузова первой группы служат только для защиты бригады и всего оборудования тепловоза от атмосферных явлений; они не воспринимают никаких усилий; такие кузова применены на тепловозах ТЭ2, ТЭ3 и др. К этой группе относятся и кузова капотного типа маневровых тепловозов ТЭ1, ТЭМ1 и др.

Ко второй группе относятся кузова так называемой несущей конструкции, которые, кроме функции защиты бригад и оборудования, воспринимают на себя часть усилий, разгружая частично главную раму тепловоза. Кузова этой конструкции установлены на тепловозах ТЭ10, ТЭП60 и др.

При применении кузова несущей конструкции имеется возможность снизить общий вес тепловоза, увеличить жесткость и упростить технологию его изготовления.

Кузов тепловоза ТЭЗ (рис. 31) состоит из каркаса, наружной и внутренней обшивки. Каркас, придающий кузову необходимую жесткость, изготовлен из угольников, косынок и швеллеров, сваренных и скрепленных болтами. Снаружи каркас обшит 2,5-мм листовым железом. Листы приварены к каркасу и сварены в стыках. На тепловозах, выпущенных во втором полугодии 1962 г., стены кузова изнутри обшивают также металлическими листами с целью усиления противопожарной безопасности. Кузов имеет обтекаемую форму. Вдоль всего кузова посередине идут три ряда выпуклых полос, придающих ему необходимую жесткость.

Каркас кузова по периметру приварен к швеллеру рамы.

Кузов над дизелем состоит из верхней и нижней частей, соединенных по горизонтальной линии разъема, которая закрыта фасонной накладкой 16. Эта часть кузова имеет разъем и по вертикальным линиям, закрытым накладками 5 и 9, прикрепленными болтами. Остальная часть кузова несъемная, а для демонтажа и монтажа деталей, узлов и агрегатов тепловоза в крыше кузова имеются люки, закрытые крышками. В верхней части кузова с каждой стороны размещено по пять неоткрывающихся окон.

Для естественной вентиляции кузова на уровне окон сзади кабины машиниста и около глушителя с правой и левой стороны кузова сделаны отверстия с жалюзи 6 и 10.

Для вентиляции аккумуляторных ящиков с каждой наружной стороны кузова на уровне несколько ниже пола сделаны два отверстия, закрытых решеткой с неподвижными жалюзи 17 и соединенных патрубками с отверстиями в стенках ящиков. Патрубки и жалюзи задерживают атмосферные осадки и вытягивают пары кислоты.

Через жалюзи 8, расположенные за боковыми дверями на уровне окон, воздуходувкой засасывается воздух.

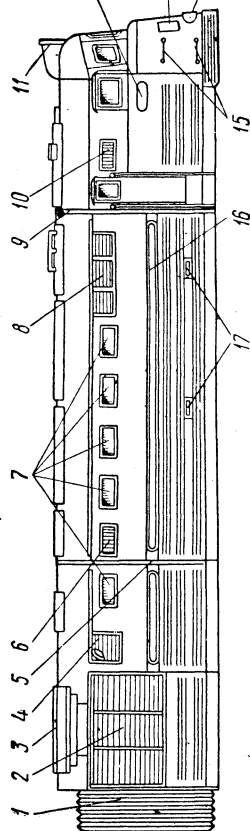
С правой стороны кузова около шахты холодильника на уровне окон имеется отверстие с жалюзи 4 для принудительной вентиляции машинного помещения кузова. В задней части кузова с левой и правой стороны установлены жалюзи 2, закрывающие секции холодильника. Кроме того, над шахтой имеются жалюзи 3. Воздух для охлаждения тяговых электродвигателей засасывается через два выреза в нижней части кузова (слева). В эти вырезы вставлены сетчатые фильтры 20 и 21, закрытые снаружи сетками с крупными ячейками.

На тепловозе имеются три наружные застекленные двери: две сзади кабины машиниста и одна створчатого типа в торце кузова. Торцовая дверь служит для перехода из одной секции тепловоза в другую.

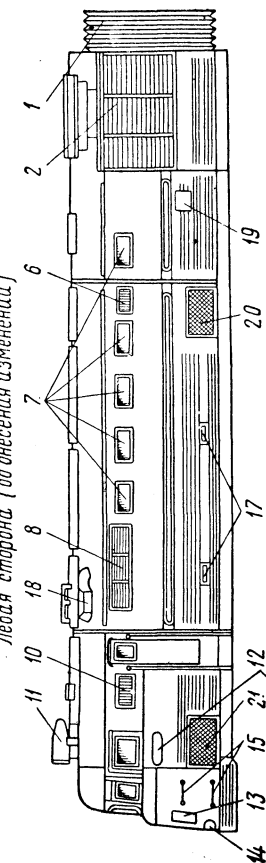
Кабина машиниста отделена от машинного отделения высоковольтной камерой и стенкой с двумя дверями.

Для уменьшения шума и вибрации в кабине машиниста проводятся работы по лучшей ее изоляции. Для этого на двух опытных

Правая сторона (с внесенными изменениями)



Левая сторона (до внесения изменений)



Вид сверху

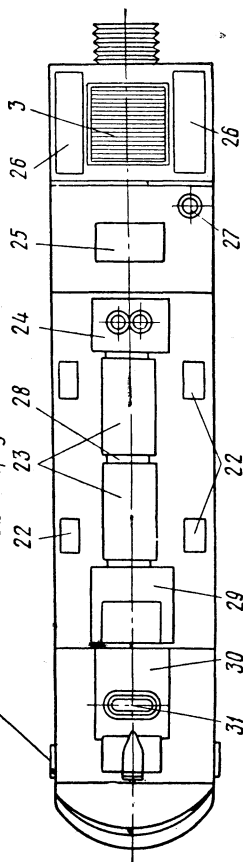


Рис. 31. Кузов секции тепловоза ТЗ:

1 — межсекционное суфле; 2 — боковые жалюзи холодильника; 3 — верхние жалюзи холодильника; 4 — жалюзи на отверстиях вентилятора кузова; 5 и 9 — вертикальные стыковые накладки; 6 и 10 — жалюзи на отверстиях для естественной вентиляции кузова; 7 — окна; 8 — жалюзи на всасывающих каналах воздухоподушки; 11 — прожектор; 12 — выступы с номером тепловоза; 13 — двери передних песочниц; 14 — буферные фонари; 15 — скобы; 16 — фасонные накладки; 17 — жалюзи вентиляционных отверстий аккумуляторных отсеков; 18 — канал для всасывания воздуха, охлаждающего главный генератор; 19 — патрубок котла отопления; 20, 21 — сетчатые фильтры вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей; 22 — люки для выемки аккумуляторной батареи; 23, 24 — люки над дизелем; 25 — люк над компрессором; 26 — люк для выемки секций холодильника; 27 — труба котла отопления; 28 — съемный швеллер; 29 — люк над воздухоподушкой; 30 — люк для выемки двухмашинного агрегата; 31 — патрубок с зентом для вентиляции высоковольтной камеры

тепловозах кабина машиниста отделена от машинного помещения стенкой из металлических листов толщиной 1,5 мм, пространство между которыми заполнено пакетами из капронового волокна толщиной 80 мм. Пол в кабине сделан так же, как и стена, и представляет собой сплошную панель.

Для доступа к вспомогательному генератору в полу сделаны люки. Двери из кабины в машинное отделение имеют дубовый каркас, обшитый с обеих сторон 10-мм фанерными листами, пространство между которыми заполнено капроновой ватой. Однако и в такой кабине шум выше санитарной нормы. Поэтому проектируется отделить кабину машиниста от машинного помещения тамбуром с защитной перегородкой, дверь в машинное отделение сделать одну, высоковольтную камеру расположить с левой и правой стороны кузова, пол уложить на резиновых амортизаторах.

В месте перехода из одной секции в другую имеется тамбур и суфле 1 вагонного типа. Сверху и снизу тамбура к лобовому листу прикреплены рессорные амортизаторы. Для удобства экипировки песком под буферными фонарями имеются откидные площадки, а с правой стороны к заднему стяжному ящику прикреплена маленькая лестница с поручнями. Подняться на крышу тепловоза можно по складывающейся лестнице на задней торцевой стенке кузова. Впереди в кабине машиниста имеется четыре неоткрывающихся окна, а с боку, с левой и правой стороны, по одному отодвигающемуся окну.

Такое расположение окон создает хорошую видимость для локомотивных бригад.

Выше уровня автосцепки расположены фонари, а над фонарями люки для набора песка, закрытые дверками 13. Для контроля за количеством песка в бункерах слева и справа имеются скобы 15.

По обеим сторонам кузова под отодвигающимися окнами приварены продолговатые выступы, на которых написаны серия и номер тепловоза. Серия и номер тепловоза нанесены краской на переднем торце каждой секции немного выше автосцепки.

Впереди на крыше тепловоза установлен прожектор. Двухмощинный агрегат вынимают через люк 30, а генератор и воздушную — через люк 29. Два люка 23 над дизелем служат для выемки верхнего коленчатого вала и поршней; при демонтаже верхнего коленчатого вала съемный швеллер 28 крыши над дизелем снимается. Слева и справа над дизелем имеется по два люка 22 для выемки аккумуляторной батареи.

Глушитель снимают и ставят через люк 24, а компрессор и гидромеханический редуктор — через люк 25. Секции холодильника вынимают через проемы в кузове после снятия жалюзи. При необходимости вынуть секцию второго ряда, когда не снимаются остальные секции, — используют люки 26.

На тепловозах выпуска второго полугодия 1962 г. устанавливаются металлические секционные полы на резиновых амортизаторах.

Внесен ряд изменений и в конструкцию кузова, основными из них являются:

а) увеличение высоты передних окон тепловоза, что обеспечивает возможность бригаде наблюдать за состоянием пути как сидя, так и стоя;

б) увеличение толщины листов нижней несъемной части кузова с целью придания ему большей жесткости и избежания коробления тонких обшивочных листов при их приварке; кроме того, усилены дверные проемы, а прожектор вмонтирован в лобовую часть кабины.

В 1961 г. на боковой стенке около жалюзи всасывающих каналов воздухоудвки вырезано окно для забора воздуха, охлаждающего генератор.

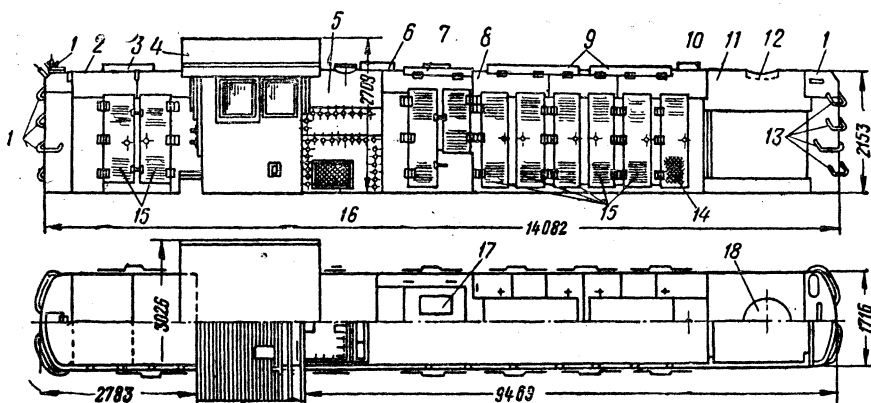


Рис. 32. Капот тепловоза ТЭМ1:

1 — люки бункеров для песка; 2 — капот над аккумуляторным помещением; 3 — люк над аккумуляторными; 4 — кабина машиниста; 5 — капот над высоковольтной камерой; 6 — люк над компрессором; 7 — люк над турбовоздуходувкой; 8 — капот над дизелем; 9 — люки над дизелем; 10 — люк над водяным баком; 11 — капот над холодильником; 12 — труба с раструбом; 13 — скобы; 14 и 16 — сетки на всасывающих каналах вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей; 15 — двери; 17 — горловина для выпускного патрубка дизеля; 18 — горловина вентилятора холодильника

Капот тепловоза ТЭМ1 (рис. 32) состоит из пяти отдельных частей, а именно: капота над аккумуляторным помещением 2, кабины машиниста 4, капота над высоковольтной камерой 5, капота над дизелем 8 и капота над холодильником 11. Отдельные части капота скреплены болтами. Над высоковольтной камерой и над дизелем части капота являются съемными; они прикреплены болтами к угольникам настильных листов рамы тепловоза. Остальные части кузова приварены к раме тепловоза. Капоты над дизелем, аккумуляторным помещением и кабина машиниста с внутренней стороны имеют термоизоляцию. Кабина машиниста 4 возвышается над всеми остальными частями капота; она имеет окна со всех четырех сторон. В помещение аккумуляторной батареи, а также в шахту холодильника входят через двери, находящиеся в торце кузова в передней и задней части

тепловоза. В шахте холодильника вверху установлена горловина 18 с вваренной трубой 12, в которой помещается вентилятор холодильника. Сверху над вентилятором находятся жалюзи.

Аккумуляторы вынимают через люк 3, компрессор — люк 6, турбовоздуходувку — люк 7, части дизеля — люки 9, водяной бак — люк 10. Люки прорезаны в крыше капотов.

К горловине 17, находящейся в задней части кузова, над дизелем на болтах прикреплен патрубок для выпуска отработавших газов. К дизель-генераторной установке, приводу вентилятора и аккумуляторной батарее можно подойти через двери 15, которые расположены с левой и правой стороны капотов. Для вентиляции машинного и аккумуляторного помещений двери вверху и внизу имеют жалюзи, закрывающиеся щитками.

С правой стороны около дизеля капота приварен каркас воздушного фильтра турбовоздуходувки. В его заборном устройстве имеются лючки, через которые воздух может засасываться непосредственно из машинного помещения при низкой температуре наружного воздуха, снежных или песчаных буранах.

На боковой стенке капота с правой стороны установлены сетки 14 и 16, защищающие всасывающие каналы вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей. Песок на тепловозе хранится в четырех бункерах, расположенных попарно слева и справа по обоим концам капота. Правый и левый задние бункера соединены и имеют общий загрузочный люк. У каждого переднего бункера есть свой загрузочный люк. Бункера приварены к настильному листу. Для доступа к люкам 1 этих бункеров сделаны скобы 13.

Кузова тепловозов продолжительное время не требуют ремонта. Обычно при эксплуатации приходится только крепить болтовые соединения кузова.

ПЕСОЧНАЯ СИСТЕМА

Песочная система тепловозов служит для хранения и подачи песка под колеса с целью повышения сцепления движущих колес с рельсами, что бывает необходимо при трогании тепловоза с места или при следовании по подъему, особенно если рельсы замаслены или влажны.

Песочные системы тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1 одинаковы. Каждая из них состоит из четырех бункеров 1 (рис. 33а), форсунок 2, воздухораспределителей 3, электропневматических клапанов 6.

Весь запас песка хранится в четырех бункерах, которые расположены попарно по обоим концам кузова секции тепловоза.

Внутри бункеров установлены стальные оцинкованные сетки (рис. 33б) для задержки посторонних частиц при засыпке песка и откидные желоба 17 для удобства снабжения. Бункера закрывают дверками 16. Через лючки, находящиеся на стенках бункеров, разрыхляют песок.

В нижней части бункеров имеются отверстия, через которые песок поступает к форсункам. Всего на тепловозе ТЭЗ имеется восемь форсунок: четыре из них используются при переднем ходе тепловоза, а четыре — при заднем. При переднем ходе песок подается под первую и четвертую оси, а при заднем — третью и шестую. Правая и левая сторона тепловоза обслуживается отдельными форсунками.

Песочницы приводятся в действие ножной педалью, при нажатии на которую происходит замыкание цепи катушки электропнев-

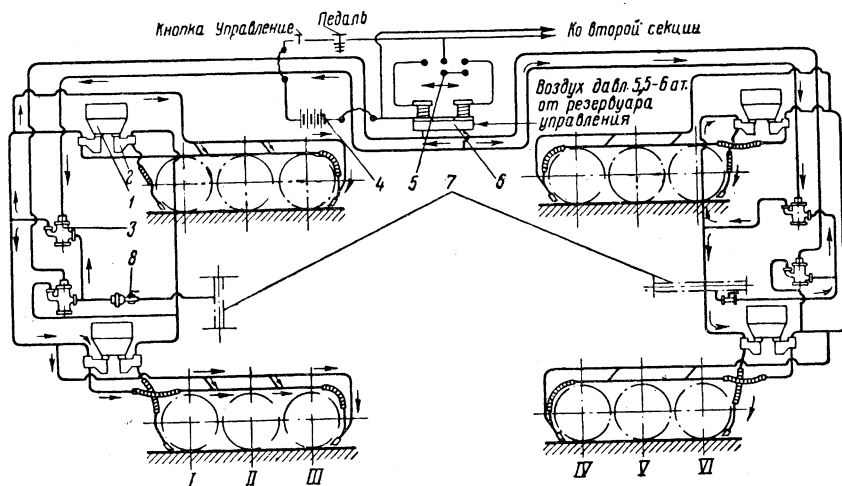


Рис. 33а. Песочная система тепловоза ТЭЗ:

1 — бункер; 2 — форсунка; 3 — воздухораспределитель; 4 — аккумуляторная батарея; 5 — блокконтакты реверсора; 6 — электропневматический клапан песочниц; 7 — питающая магистраль; 8 — кран

матического клапана 6 (см. рис. 33а). Цепь питается током от аккумуляторной батареи 4. Электропневматические клапаны сблокированы с реверсором. В зависимости от направления движения тепловоза контакторы реверсора включают электропневматические клапаны переднего или заднего хода, а последний приводит в действие соответствующие воздухораспределители, соединенные с форсунками.

При срабатывании клапана воздух из резервуара управления под давлением $5,5-6 \text{ кг/см}^2$ через штуцер 11 (см. рис. 33б) поступает в камеру над поршнем 12 воздухораспределителя. Поршень перемещается вниз и открывает клапан, удерживаемый пружиной. При открытии клапана воздух из питающей магистрали через штуцер 15 поступает в воздухораспределитель, а через штуцер 10 выходит из него и поступает в штуцер 4 форсунок.

Поступивший в форсунку воздух по каналам а и б направляется в полость в (куда сыпается песок из бункера), разрыхляет песок и выжимает его в отверстие 1, которое соединено с трубой, подводящей песок к колесу. Здесь песок подхватывается воздухом из сопла 6

и подается под колесо тепловоза. Когда электропневматический клапан выпустит воздух из камеры над поршнем в атмосферу, поршень под действием пружины переместится вверх и клапан откроет доступ воздуха к форсунке. Один воздухораспределитель обслуживает две форсунки, подающие песок к правому и левому колесу одной колесной пары.

В процессе эксплуатации тепловоза чаще всего встречаются следующие неисправности песочниц: заедание поршня и потеря плотности клапана воздухораспределителя; прекращение работы электро-

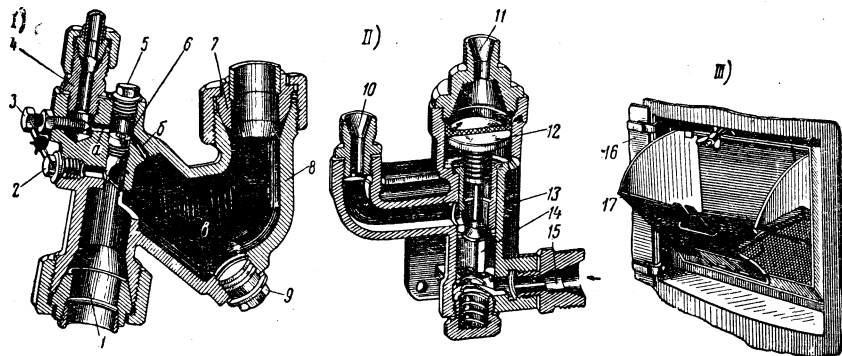


Рис. 336. Элементы песочной системы тепловоза ТЭЗ:

1 — форсунка; II — воздухораспределитель; III — желоб переднего бункера; 1 — конусное отверстие, соединенное с трубой, подводящей песок к колесу; 2, 5 и 9 — пробки; 3 — регулировочный винт; 4 — штуцер трубки, подводящей воздух от воздухораспределителя; 6 — сопло; 7 — конусное соединение с трубой, подводящей песок из бункера; 8 — корпус; 10 — штуцер трубки, подводящей воздух к форсунке; 11 — штуцер трубы, подводящей воздух давлением $5,5-6 \text{ кг/см}^2$ от резервуара управления; 12 — поршень и манжета; 13 — корпус; 14 — клапан; 15 — штуцер трубы, подводящей воздух давлением $7-8 \text{ кг/см}^2$ от тормозной магистрали; 16 — дверка переднего бункера; 17 — откидной желоб

пневматического клапана, утечки воздуха из воздухопровода, повреждение сеток, протирание песком корпусов форсунок и стенок труб.

При креплении песочных труб обязательно следят, чтобы их наконечники располагались точно по кругу катания бандажа. Песочная труба должна отстоять от головки рельса на $50-65 \text{ мм}$.

После ремонта и сборки производят обязательное опробование действия песочниц при переднем и заднем ходе тепловоза. Норма подачи песка под каждое колесо следующая: для 1-й и 6-й колесной пары — $2,4-5,0 \text{ кг/мин}$, для 3-й и 4-й — $1-2 \text{ кг/мин}$. Количество песка, подаваемого форсункой, регулируют винтом 3 (см. рис. 336). Для уменьшения количества подаваемого форсункой песка винт 3 необходимо завернуть, для увеличения — отвернуть, этим самым будет уменьшен или увеличен поток воздуха, а следовательно, и количество песка.

Употребляемый песок должен быть чистым, не содержать пыли и комков. Заправку бункеров песком производить только через сетки,

иначе в бункер вместе с песком может попасть галька, мелкий камень, различный мусор, которые засорят отверстия в форсунках, и подача песка под колеса прекратится.

Недопустимо снабжение тепловоза сырым песком, так как это приводит к тому, что песок в бункерах слеживается, а зимой смерзается и подача его к форсункам прекращается. Во всех случаях, когда подача песка под колеса отсутствует, запрещается обстукивать молотком форсунки, воздухораспределители и трубы песочной системы во избежание серьезных повреждений. Рекомендуется проверить поступление песка из бункера к форсункам, отвернуть пробки 5 и 9 в форсунках, прочистить отверстия и разрыхлить песок.

Контрольные вопросы

1. Как устроена рама тепловоза ТЭЗ и ее конструктивные особенности?
2. Как устроена рама тепловоза ТЭМ1?
3. Какие ударно-тяговые устройства применяются на тепловозах и их устройство?
4. Как устроена автосцепка?
5. Укажите основные неисправности ударно-тягового устройства.
6. Как проверяют автосцепку при эксплуатации?
7. Для чего служит кузов на тепловозе и какие конструкции кузовов применяются?
8. Песочные системы тепловозов ТЭЗ и ТЭМ1.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ДИЗЕЛЬ

И ЕГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Глава V

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Двигатель внутреннего сгорания является такой тепловой машиной, которая способна превращать химическую энергию топлива сначала в тепловую, а затем в механическую работу. Особенность двигателя как тепловой машины состоит в том, что сгорание топлива в нем происходит в самом рабочем цилиндре при очень высоких температурах и в течение короткого времени (в долях секунды). Поэтому двигатели имеют малые тепловые потери и высокий коэффициент полезного действия.

Даже в такой совершенной тепловой машине, как двигатель внутреннего сгорания, полезно использованное тепло составляет только 34—42%, а остальная его часть расходуется непроизводительно.

Переход тепла в работу может совершаться в строго определенном соотношении. Из опыта установлено, что одна большая калория (*ккал*) может совершать 427 *кГм* работы. Для удобства расчетов в технике применяются более крупные единицы измерения энергии (работы) в лошадиных силах или киловаттах. Одна лошадиная сила соответствует 75 *кГм* работы, выполненной за 1 *сек*, или 632 *ккал* тепла, а один киловатт соответствует 860 *ккал* тепла.

Жидкие топлива имеют примерно одинаковую теплотворность, т. е. при сжигании 1 *кг* жидкого топлива выделяется около 10 000 *ккал* тепла.

Тепло в двигателях внутреннего сгорания превращается в работу следующим образом. Поступивший в цилиндр двигателя воздух сжимается поршнем и нагревается. В нагретый воздух впрыскивается топливо и сгорает. В цилиндре образуются газы с высокой температурой и давлением. Под давлением газов поршень перемещается в обратном направлении и совершает работу. Во время расширения температура и давление газов понижаются. Отдав часть тепла на совершение работы, отработавшие газы выбрасываются в атмосферу, а свежий воздух вновь поступает в цилиндр. Рабочий цикл двигателя повторяется.

Двигатели внутреннего сгорания имеют кривошипно-шатунный механизм, который возвращает поступательное движение поршня

превращает во вращательное. Это важно, так как большинство вторичных машин и агрегатов (электрогенераторы, насосы, компрессоры и т. д.), работающие в паре с дизелем, имеют также вращательное движение. Для удовлетворения нужд народного хозяйства двигатели внутреннего сгорания поставляются промышленностью в разнообразном исполнении: от 1 э. л. с. до 20 000 и более в одном агрегате, от одного цилиндра до 20 и более, со скоростью вращения вала от 120 до 6 000 об/мин.

Тепловозные двигатели имеют мощность от 400 до 3 000 э. л. с. со скоростью вращения вала 750—1 500 об/мин и от 4 до 16 цилиндров.

Современные двигатели расходуют 160—170 г/э. л. с. ч топлива, а у некоторых типов двигателей расход топлива составляет 145 и даже 138 г/э. л. с. ч.

СПОСОБЫ ЗАЖИГАНИЯ ТОПЛИВА, СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕ И ТАКТНОСТЬ

По способу зажигания топлива поршневые двигатели внутреннего сгорания делятся на двигатели с принудительным зажиганием (низкого сжатия) и на двигатели высокого сжатия — дизели. На тепловозах применяются исключительно двигатели высокого сжатия — дизели марок Д100, Д45, Д50 и М750. Они значительно экономичнее и мощнее, чем двигатели низкого сжатия.

Двигатели низкого сжатия работают на легком топливе (бензине и керосине). В этих двигателях в цилиндр машины засасывается не воздух, а рабочая смесь (пары бензина и воздуха). Смесь сжимается до температуры меньшей, чем температура ее самовоспламенения, поэтому зажигание смеси осуществляется принудительно от постороннего источника. В большинстве случаев применяется электрическое зажигание. В цилиндр двигателя вставляют электрическую свечу, через которую пропускают ток высокого напряжения. В определенный момент цепь тока высокого напряжения разрывается, вследствие чего возникает в свече искра, которая и воспламеняет рабочую смесь в цилиндре. Двигатели низкого сжатия устанавливают на автомобилях.

В цилиндры двигателей высокого сжатия засасывается чистый воздух. В конце сжатия, когда температура воздуха превысит температуру самовоспламенения топлива, оно в распыленном виде впрыскивается в цилиндр. Теоретически сгорание топлива должно протекать сначала при постоянном объеме в цилиндре, а затем при постоянном давлении. В действительности же процесс сгорания отклоняется от теоретического.

По способу образования горючей смеси (смесеобразования) дизели делятся на однокамерные — со струйным распыливанием (рис. 34, а) и двухкамерные. В свою очередь двухкамерные дизели подразделяются на вихрекамерные с камерой в крышке (рис. 34, б), предкамерные (рис. 34, в) и вихрекамерные с камерой в поршне (рис. 34, г).

Наибольшее распространение получили двигатели со струйным распыливанием, так как при этом способе смесеобразования расход топлива и воздуха наименьший. Особенно такие двигатели экономичны при мало изменяющихся нагрузках и оборотах. При переменных режимах работы у этих двигателей проявляются существенные недостатки. На малых нагрузках и оборотах у них ухудшаются распыливание и перемешивание топлива. Кроме того, двигатели со струйным распыливанием требуют высококачественного топлива и очень точного изготовления топливной аппаратуры.

При двухкамерном смесеобразовании (рис. 34, б и в) эти недостатки в значительной мере устраняются. Сущность двухкамерного смесеобразования заключается в том, что при ходе поршня к верхнему положению сжатый воздух из цилиндра с объемом $V_{\text{ц}}$ перетекает в выносную камеру $V_{\text{в}}$, образуя в последней вихревое движение. Выносная камера может иметь объем 20—60 % от общего объема сжатия.

Топливо через форсунку впрыскивается в выносную камеру (предкамеры), где оно частично сгорает. Однако все топливо в выносной камере сгореть не может, так как для его полного сгорания не хватает воздуха. В результате частичного сгорания топлива давление в выносной камере быстро возрастает и газы вместе с несгоревшим топливом выбрасываются в цилиндр, где и сгорают окончательно. Таким образом, подача топлива в цилиндр и его смешение с воздухом осуществляются в основном потоком горячего газа. При этой системе смешения, как правило, применяются очень простые и надежные в работе насосы и форсунки.

Благодаря тому, что топливо распыливается в основном потоком горячего газа, энергия которого мало зависит от числа оборотов дизеля, качество смесеобразования и сгорания также мало зависит от оборотов двигателя. Нагрев топлива горячими газами в предкамере и интенсивное перемешивание его способствуют хорошему сгоранию смеси и делают двигатель мало чувствительным к качеству топлива.

Двигатели внутреннего сгорания, обладающие таким свойством, хорошо могут приспособливаться к переменным режимам работы тепловозов.

В двигателях с камерой в поршне (рис. 34, г) хорошее качество сгорания достигается тем, что факел топлива рассекается на две части: меньшая попадает на нагретую острую кромку и на верхушку поршня, а большая — на внутренние стенки камеры сгорания. Создаваемые в процессе движения поршня потоки воздуха как бы сдувают со стенок камеры пары топлива, перемешиваются с ними и сгорают. При таком рабочем процессе качество сгорания мало зависит от режима работы двигателя и сорта топлива и не требует сложной и дорогой топливной аппаратуры.

Двигатели с камерой в поршне в последнее время широко применяются на тракторах и большегрузных автомобилях.

Двигатели с двухкамерным смесеобразованием установлены на

тепловозах серии ДБ, на дизель-поездах и на венгерских маневровых тепловозах. Остальные тепловозные дизели имеют однокамерное смесеобразование.

По тактности дизели разделяются на четырехтактные и двухтактные. Четырехтактными называются дизели, у которых полный рабочий цикл — поступление воздуха в цилиндр, перемешивание и

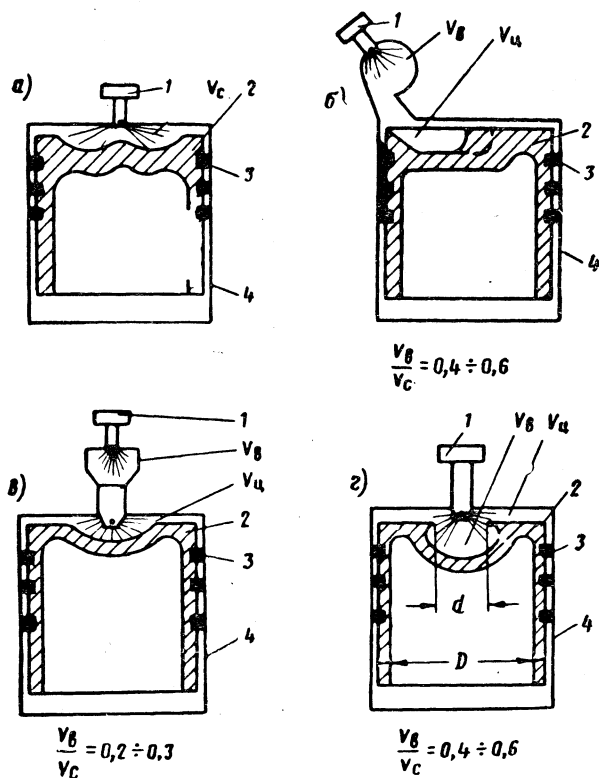


Рис. 34. Схемы современных способов смесеобразования и распыливания:

а — струйное; б — вихрекамерное с камерой в крышке; в — предкамерное; г — вихрекамерное с камерой в поршне; 1 — форсунки; 2 — поршень; 3 — компрессионные кольца; 4 — цилиндры

сгорание топлива, расширение газов и их выброс из цилиндра — осуществляется за четыре хода поршня, у двухтактных — рабочий цикл за два хода. Следует подчеркнуть, что у четырехтактных дизелей продувка и зарядка цилиндра свежим воздухом протекают иначе, чем у двухтактных, само же смешение топлива с воздухом и сгорание рабочей смеси происходит у обоих типов дизелей одинаково.

Обычно задается вопрос, какой из этих типов двигателей лучше? На протяжении многих десятков лет в различных отраслях народ-

ного хозяйства применяются четырехтактные и двухтактные дизели. Однако до сих пор преимущество того или другого типа не выявлено и не доказано. Это и понятно, так как качество дизеля определяется не тактностью, а его надежностью, экономичностью, конструктивная и технологическая отработанность, долговечность и, наконец, правильный выбор типа дизеля для данного рода службы.

Четырехтактные дизели имеют меньший расход топлива, не так чувствительны к изменению сортов масла и топлива, имеют меньшую тепловую напряженность, так как в единицу времени совершают меньшее количество тепловых и силовых импульсов, чем двухтактные при тех же условиях.

Двухтактные дизели проще по газораспределению, но в них хуже очищаются и продуваются цилиндры свежим воздухом. Вместе с тем на один литр объема цилиндра при прочих равных условиях снимается на 60—70% большая мощность, чем у четырехтактных.

На тепловозах ТЭЗ, ТЭ10, ТЭП60 установлены двухтактные дизели (2Д100, 10Д100 и 11Д45), а на тепловозах ТГ102, ТГМ10, ТЭ1, ТЭМ2 и ТГМ3 и на дизель-поездах — четырехтактные дизели (М756, Д50, 2Д50, ПД1 и М753).

Как показывает мировая практика, четырехтактных дизелей строится 65—70%, а остальные — двухтактные. Двигатели низкого сжатия, за исключением маломощных, изготовляют только четырехтактные.

НАДДУВ ДИЗЕЛЕЙ

На современных мощных дизелях, как правило, применяется наддув для повышения удельной мощности, т. е. мощности, снимаемой с единицы объема цилиндра. Наддув повышает мощность дизеля в 2,0—2,5 раза. Сущность наддува состоит в том, что воздух в цилиндры дизеля не засасывается из атмосферы, а нагнетается турбокомпрессором или нагнетателем под давлением.

Благодаря наддуву в цилиндры подается на каждый рабочий цикл больше воздуха (по весу), чем при всасывании, что одновременно позволяет также подавать и сжигать в единицу времени большее количество топлива, а следовательно, получать при тех же размерах цилиндров и оборотах дизеля большую мощность. Установлено, что мощность дизеля возрастает примерно прямо пропорционально давлению наддувочного воздуха и уменьшается с увеличением его температуры.

Наддув применяется как в четырехтактных, так и в двухтактных дизелях. По мере увеличения давления наддува преимущество четырехтактного дизеля возрастает, так как у него более полно используется тепло отработавших газов и проще получается система наддува. Экономичность дизелей с наддувом повышается вследствие увеличения механического коэффициента полезного действия и дополнительного использования тепла выпускаемых газов. Давление сжатия и давление сгорания в цилиндре также возрастают. Температура же горения и тепловая напряженность дизеля остаются

почти неизменными, так как при наддуве значительно больше подается (по весу) воздуха в цилиндры, чем у двигателей, не имеющих наддува.

Существует три способа наддува дизелей: нагнетателем, имеющим механический привод от вала дизеля, газотурбинный и комбинированный. Обычно комбинированный наддув применяется в тех случаях, когда давление наддува превышает $1,5 \text{ кг/см}^2$. По условиям пуска двухтактные дизели должны иметь нагнетатели с механическим приводом или комбинированный наддув.

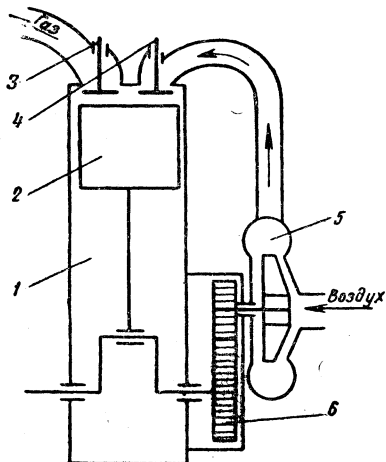


Рис. 35. Схема наддува дизеля с нагнетателем, имеющим механический привод:

1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — выпускной клапан; 4 — впускной клапан; 5 — нагнетатель; 6 — редуктор

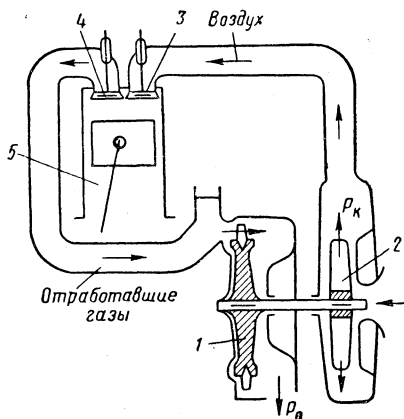


Рис. 36. Схема наддува дизеля с газотурбинным наддувом:

1 — газовая турбина; 2 — нагнетатель; 3 — впускной клапан; 4 — выпускной клапан; 5 — цилиндр дизеля

Механический привод нагнетателя. Нагнетатель 5 с механическим приводом (рис. 35) приводится во вращение через редуктор 6 от коленчатого вала. Нагнетатель засасывает воздух из атмосферы и через впускной клапан 4 нагнетает его в цилиндр. Недостаток такого способа наддува состоит в том, что количество нагнетаемого в цилиндр воздуха зависит от числа оборотов вала дизеля, а не от нагрузки, т. е. подача воздуха в цилиндр при данных числах оборотов будет одинакова на холостом ходу и при нагрузке. Для правильной же организации рабочего процесса дизеля необходимо, чтобы под нагрузкой подавалось воздуха больше, чем на холостом ходу. Это особенно важно для тепловозных дизелей. На привод нагнетателя при этом способе наддува расходуется полезная мощность дизеля, поэтому экономичность двигателя мало повышается.

Газотурбинный наддув. В четырехтактном дизеле с газотурбинным наддувом (рис. 36) отработавшие газы, пройдя выпускной клапан 4, поступают на газовое колесо турбины 1 и,

совершив работу, выбрасываются в атмосферу. На валу турбины находится крыльчатка воздушного нагнетателя 2, которая забирает воздух из атмосферы, сжимает до давления P_k и через впускной клапан 3 нагнетает его в цилиндр.

При газотурбинном наддуве количество воздуха, подаваемое в цилиндры, будет тем больше, чем больше внешняя нагрузка на дизель, так как в этом случае через турбину пройдет большее количество отработавших газов. Ее обороты увеличатся, а следовательно, уве-

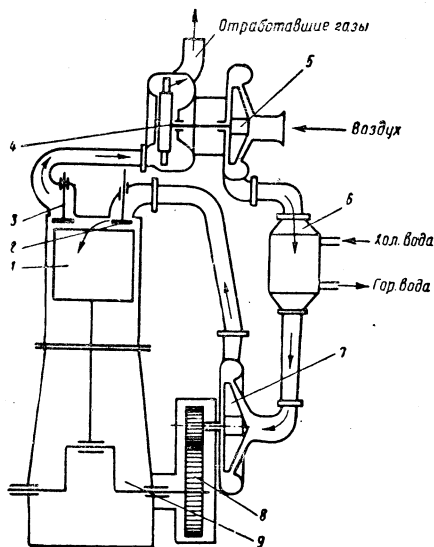


Рис. 37. Схема комбинированного (двух-ступенчатого) наддува дизеля:

1 — поршень дизеля; 2 — впускной клапан; 3 — выпускной клапан; 4 — газовая турбина; 5 — нагнетатель; 6 — охладитель; 7 — приводной нагнетатель; 8 — редуктор повышающий; 9 — коленчатый вал

личится и производительность нагнетателя. Это свойство дизеля с газотурбинным наддувом для тепловозов является особо ценным, так как этим достигается саморегулирование дизеля, кроме того, при газотурбинном наддуве благодаря дополнительному использованию тепла отработавших газов повышается коэффициент полезного действия двигателя.

Комбинированный наддув. Схема двигателя с комбинированным (двухступенчатым) наддувом (рис. 37) применяется в том случае, когда воздух необходимо сжать до сравнительно высокого давления $1,5—2,6 \text{ кг/см}^2$. Один нагнетатель сжать воздух до такого высокого давления не в состоянии, поэтому ставится два последовательно включенных нагнетателя. При сжатии воздуха

в 1-й ступени (в турбонагнетателе) он нагревается до высокой температуры ($100—150^\circ \text{C}$), а это уменьшает весовой заряд цилиндра, а также мощность и экономичность дизеля. Чтобы избежать этого, после нагнетателя 5 воздух направляется в специальный охладитель 6, где он охлаждается до $50—60^\circ \text{C}$. Работа дизеля с двухступенчатым наддувом протекает следующим образом. При работе дизеля под нагрузкой газовая турбина 4 вращает колесо нагнетателя 5 с большой скоростью ($15\,000—20\,000 \text{ об/мин}$), вследствие чего нагнетатель засасывает воздух из атмосферы и под давлением $2—2,5 \text{ кг/см}^2$ подает его в охладитель 6 и далее в приводной нагнетатель 7. В этом нагнетателе воздух дополнительно сжимается еще на $0,2—0,5 \text{ кг/см}^2$ и через впускной клапан 2 подается в цилиндр дизеля.

Охладители воздуха бывают разной конструкции — водяные, наподобие секции холодильников, и воздушные. Во время пуска дизеля приводной нагнетатель 7 засасывает воздух из атмосферы через нагнетатель 5, охладитель 6 и подает его в дизель.

Комбинированный наддув применен в двухтактных тепловозных дизелях 10Д100, 11Д45, 1Д40. В четырехтактных дизелях приводного нагнетателя может и не быть, так как выпускных газов достаточно для сжатия воздуха до необходимого давления в газотурбовоздуходувке.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТРАНСПОРТНЫМ ДИЗЕЛЯМ, И ИХ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Требования к тепловозным дизелям вытекают из особых условий работы дизеля на тепловозе. Поскольку тепловоз в любое время года и суток при любых климатических условиях должен водить поезд строго по расписанию, то к дизелю, как основному агрегату тепловоза, предъявляются прежде всего большие требования в отношении его надежности в работе.

Дизель, как и тепловоз, должен абсолютно надежно работать от одного планового ремонта до другого. Пробег тепловоза, а следовательно, и работа дизеля до заводского ремонта составляет 1 млн. км. Поршни следует вынимать не менее чем через 4—5 тыс. ч работы.

Тепловозный дизель должен одинаково надежно работать на всех режимах, в том числе и на холостом ходу и потреблять рядовые (товарные) сорта топлива и масла.

На тепловозных дизелях устанавливается простое дистанционное управление и всережимный регулятор скорости. Число оборотов коленчатого вала дизеля изменяется плавно или ступенчато от номинального значения (n_n) до $0,3 \div 0,4$ номинального. Малый габарит и удельный вес дизеля являются также серьезным требованием, предъявляемым к тепловозным дизелям.

В целях повышения надежности и лучшей приспособляемости дизелей к условиям тепловозной службы намечается внесение в их конструкцию следующих изменений:

а) выключение части цилиндров на холостом ходу, что повысит устойчивость работы дизеля и устранил разжижение масла топливом;

б) применение алюминиевых или залитых свинцовистой бронзой вкладышей коленчатого вала;

в) упрочнение трущихся пар кривошипного механизма: шеек вала, колец и цилиндрических гильз;

г) постановка устройств, позволяющих автоматически поддерживать правильный режим охлаждения дизеля.

Основные технические характеристики тепловозных дизелей приведены в табл. 7.

Наименование величин	Типы дизелей								
	Д50	ПД1	2Д100	10Д100	М753	1Д40	11Д45	Д70	Д49
Агрегатная мощность в э. л. с. .	1 000	1 200	2 000	3 000	750	2 000	3 000	3 000	3 000
Число оборотов в об/мин	740	740	850	850	1 400	750	750	1 000	1 000
Диаметр цилиндра в мм	318	318	207	207	150	230	230	240	260
Ход поршня в мм	330	330	254	254	200	300	300	270	260
Среднее эффективное давление в кг/см^2	7,7	9,2	6,23	9,3	7,4	8,05	9,1	13,8	16
Средняя скорость поршня в м/сек	8,15	8,15	7,2	7,2	9,8	7,5	7,5	9,22	8,6
Число цилиндров	6	6	10	10	12	12	16	16	12
Удельный расход топлива в г/э. л. с. ч	178	178	178	168	176	165	172	150	160
Давление сгорания в кг/см^2 . . .	58	60	88	100	83	100	115	105	125
Давление наддува в кг/см^2 . . .	1,35	1,7	1,35	2,0	1,3	2	2,1	2,45	2,6
Коэффициент избытка воздуха . .	1,92	1,92	1,83	—	1,78	—	2,6	2,1	—
Вес двигателя в кг	15 380	1 500	17 300	18 000	1 600	10 500	13 700	14 265	11
Удельный вес (без поддизельной рамы) в кг/э. л. с.	15,3	12,5	8,65	6	2,1	5,25	4,48	4,75	3,7
Степень сжатия	12,5	12,5	15,1	15	13,5	—	—	12,8	—
Габариты:									
длина в мм	5 195	5 195	6 815	6 010	2 270	3 669	4 347	5 550	3 550
ширина »	1 550	1 550	1 730	1 508	1 085	1 730	1 730	1 610	1 550
высота »	2 478	2 478	3 110	3 255	1 200	2 415	2 600	2 950	2 400

ТЕПЛОВОЙ ПРОЦЕСС ДИЗЕЛЯ

Тепловой процесс, протекающий в дизеле во время его работы, для лучшего изучения разделяют на составные фазы: зарядку цилиндра воздухом, сжатие воздуха, смешение воздуха с топливом, горение топлива, расширение газов в цилиндре и выброс отработавших газов в атмосферу. Тепловой процесс двигателя или его отдельные фазы можно записать аналитически и изобразить графически в координатах PV , где P — давление газа в кг/см^2 , а V — удельный объем газа в $\text{м}^3/\text{кг}$.

Процесс зарядки цилиндра, сжатие воздуха, горение топлива и т. д. в координатах PV изображают линиями, а весь рабочий процесс дизеля, выраженный этими линиями, представляет собой замкнутый контур, называемый тепловым циклом дизеля. Циклы бывают идеальные и действительные или рабочие, последние изображаются в виде индикаторной диаграммы. Идеальные циклы описывают работу теоретических тепловых машин, в которых тепло превращается в работу наиболее совершенно, так как предполагается, что теоретические машины работают без трения, охлаждения и гидромеханических потерь.

Степень использования тепла в теоретической машине оценивается термическим коэффициентом полезного действия η_t . Идеальные циклы необходимы для сравнения с ними циклов действительных машин. По величине отклонения действительных циклов от теоретических судят о совершенстве использования тепла в действительных дизелях и намечают меры по их усовершенствованию. О степени совершенства использования тепла в действительных машинах судят по величине индикаторного коэффициента полезного действия η_i .

Индикаторным к. п. д. называется отношение тепла, эквивалентного работе, получаемой в цилиндре дизеля, к теплу, затраченному на получение этой работы. Отношение индикаторного к. п. д. к термическому называется относительным к. п. д. Этот коэффициент учитывает потерю тепла в действительной машине по отношению к идеальной.

Рассмотрим, каким образом в двигателях внутреннего сгорания тепло превращается в работу.

На рис. 38 изображено начальное состояние газа точкой 1, а конечное точкой 2. В начальном состоянии газ занимал объем V_1 , давление имел P_1 и температуру T_1 (которая на графике не показана), а после расширения до точки 2 он стал занимать объем V_2 , давле-

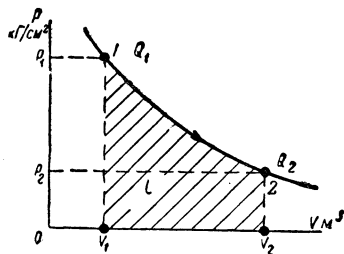


Рис. 38. Графическое изображение в координатах PV процесса изменения состояния рабочего тела и работы

ние газа стало P_2 и температура T_2 . В точке 1 газ содержал запас тепла Q_1 , а в точке 2 Q_2 . Таким образом, изменение состояния рабочего тела (газа) в координатах PV изображается в данном случае

кривой 1—2. При этом изменении газа его объем увеличился, а давление и температура понизились. Количество же тепла в газе уменьшилось на величину Q , равную

$$Q = Q_1 - Q_2.$$

Если предположить, что объем, в котором происходило расширение газов, изолирован от внешней среды, т. е. тепло к газу не подводилось и не отводилось, то становится ясным, что разность тепла $Q_1 - Q_2 = Q$ была израсходована на совершение

Рис. 39. Схема работы четырехтактного дизеля и его индикаторная диаграмма:

1 — поршень; 2 — цилиндр; 3 — впускной клапан; 4 — выпускной клапан; 5 — форсунка

внешней работы L , которая в координатах PV изображается заштрихованной площадью, расположенной ниже линии 1—2.

Работа, полученная за счет тепла Q , может быть выражена аналитическим уравнением

$$L = \frac{1}{A} (Q_1 - Q_2) = 427 (Q_1 - Q_2) \text{ [кГм]},$$

где $A = \frac{1}{427}$ — термический эквивалент работы.

Точно так же можно изобразить в координатах PV и рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания.

Рабочий цикл четырехтактного дизеля. В с а с ы в а н и е. В первый момент, когда поршень дизеля движется слева направо, открывается впускной клапан 3 (рис. 39) и воздух из атмосферы поступает в цилиндр. В двигателях без наддува процесс всасывания воздуха в цилиндр происходит при разрежении в нем, а давление воздуха доходит до 0,85—0,9 кГ/см^2 , поэтому линия всасывания воздуха в цилиндр ra располагается ниже атмосферной. В действительности линия всасывания не прямая, так как на нее оказывает влияние неравномерность скорости движения поршня, фазы открытия и закрытия клапанов, конструкция клапанов и входного патрубка. Для более полной зарядки цилиндра воздухом принимаются меры к снижению сопротивления проходу воздуха в цилиндр. Качество зарядки цилиндра оценивается коэффициентом наполнения η_v , который должен быть равен 0,8—0,85. Это значит, что цилиндр ма-

шины наполняется воздухом только на 80—85% по весу по сравнению с тем, если бы этот же объем наполнялся воздухом при давлении $P_0 = 760 \text{ мм рт. ст.}$ и температуре $T_0 = 273^\circ \text{ К.}$ Уменьшение весового заряда воздуха происходит за счет его подогрева и сопротивления во всасывающих каналах.

С ж а т и е. За второй ход поршня при движении его справа налево впускной клапан закрывается и воздух в цилиндре сжимается. При этом температура его поднимается до 500—700° С, а давление может возрастать до 30—40 кг/см^2 . Процесс сжатия на диаграмме изображается линией ac . В точке c , когда поршень еще не дошел до верхней мертвой точки (в. м. т.) на 18—30° (по углу поворота кривошипа коленчатого вала), через форсунку в цилиндр впрыскивается жидкое топливо. Подача топлива прекращается после того, как поршень уже пройдет в. м. т. на 10—15° и снова начнет двигаться слева направо. Поступившее в цилиндр топливо перемешивается с воздухом и начинает гореть. На диаграмме процесс горения изображается ломаной линией $cZ'Z$.

Р а с ш и р е н и е г а з а. В начале третьего хода поршня происходит сгорание топлива, которое заканчивается в точке Z . Давление в точке Z возрастает до 50—70 кг/см^2 , а температура доходит до 1650—1700°С. После точки Z происходит частичное догорание и расширение газов. При этом расширение газов в цилиндре происходит до тех пор, пока не откроется выпускной клапан. Последний открывается в точке e за 40—55° до нижнего положения поршня, когда давление в цилиндре достигает 4—5 кг/см^2 , а температура 700—850° С. Предварение открытия выпускного клапана делается в целях уменьшения сопротивления отработавших газов через выпускную систему, что способствует лучшей очистке цилиндра от газов.

Ход расширения является полезным рабочим ходом, так как в этот момент поршень дизеля совершает полезную работу и выдает ее нагрузочному агрегату.

В ы п у с к г а з о в совершается за четвертый ход (такт), когда поршень движется справа налево. В этот момент выпускной клапан 4 открыт и газы удаляются в атмосферу. Процесс выпуска газов на диаграмме изображается прямой линией $a'r$. Удаление газов происходит при давлении 1,1—1,15 кг/см^2 , поэтому линия выпуска газов $ea'r$ располагается выше атмосферной линии. Температура газа за выпускным клапаном равна 400—500° С.

Следует заметить, что для более совершенной продувки и зарядки цилиндра в верхней мертвой точке поршня впускной и выпускной клапаны бывают на протяжении 40—70° поворота кривошипа одновременно открытыми.

Рабочий цикл двухтактного дизеля. Когда поршень 2 (рис. 40) находится на крайнем левом положении, через форсунку 3 в цилиндр под давлением подается жидкое топливо в мелкораспыленном виде, которое вследствие высокой температуры сжатого воздуха воспламеняется. Образовавшиеся газы высокого давления, стремясь

расширяться, перемещают поршень вправо. Движущийся поршень через шатун вращает коленчатый вал. Не доходя до крайнего правого положения, поршень 2 своей верхней кромкой открывает выпускное окно *Б*, давая выход отработавшим газам через глушитель наружу. Двигаясь дальше вправо, поршень открывает продувочное окно *А*, через которое в цилиндр устремляется свежий воздух, находящийся под давлением. Воздух вытесняет остатки отработавших газов и заполняет цилиндр. Когда поршень изменит направление и начнет двигаться

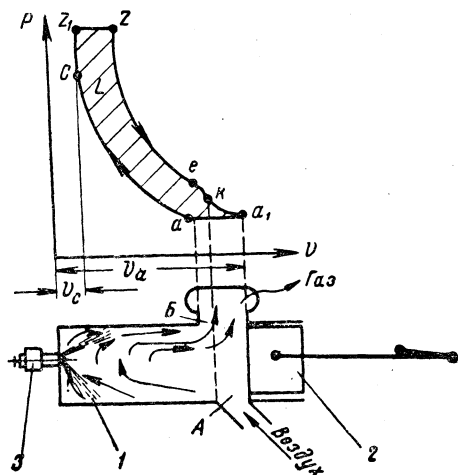


Рис. 40. Схема работы двухтактного дизеля и его индикаторная диаграмма:

А — продувочное окно; *Б* — выпускное окно; 1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — форсунка

справа налево, то он вначале закроет продувочное окно *А*, а затем выпускное *Б*, после чего начнется сжатие оставшегося в цилиндре воздуха, подготовляя его для последующей порции топлива. Таким образом, полный рабочий цикл в двухтактном дизеле совершается за два хода поршня (такта), а коленчатый вал совершает один оборот.

В двухтактных дизелях продувочный воздух подается в цилиндры особым нагнетателем, приводимым в движение от самого дизеля и являющимся его неотъемлемой частью.

Как уже отмечалось раньше, в двухтактном

двигателе важнейшим элементом цикла является продувка и зарядка цилиндра. От качества продувки цилиндров зависит мощность и к. п. д. Чтобы обеспечить хорошую продувку цилиндров воздухом и снизить тепловое напряжение деталей дизеля, соприкасающихся с газом, в цилиндры подается воздуха значительно больше, чем это требуется для горения топлива. Поэтому во время продувки цилиндров часть воздуха теряется через выпускные окна. Учитывая это, производительность продувочных воздушных насосов предусматривается на 30—40% больше, чем это нужно для сгорания топлива. При проектировании двухтактных двигателей конструкторы стремятся к тому, чтобы при наименьшей потере сжатого воздуха получалась бы наилучшая продувка и зарядка цилиндра. В настоящее время разработано много конструкций двигателей с разными способами продувки.

Схемы продувки двухтактных дизелей. На рис. 41 приведены основные схемы продувки двухтактных дизелей. Наиболее простая, но вместе с тем и наиболее несовершенная схема так

называемой щелевой продувки, при которой в цилиндре может оставаться 10—20 % отработавших газов, показана на рис. 41, а. Такая продувка применяется в маломощных и малоответственных дизелях, для которых простота конструкции, а не экономичность, имеет решающее значение. Схема продувки, показанная на рис. 41, б, более совершенна. Благодаря обратному клапану Б эта конструкция позволяет делать некоторый наддув цилиндров. Подобная система продувки применяется на тихоходных, обычно судовых двигателях.

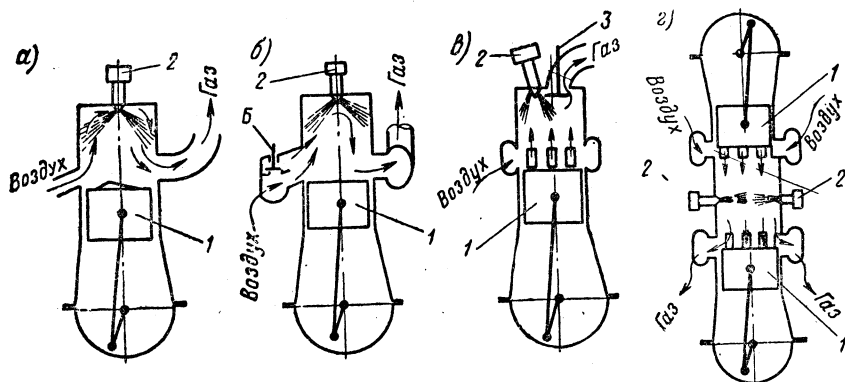


Рис. 41. Схемы продувки двухтактных дизелей:

а — щелевая; б — щелевая с частичным наддувом через клапан; в — прямоточная; г — прямоточная при встречно-движущихся поршнях; 1 — поршень; 2 — форсунка; 3 — клапаны

Более современной и совершенной продувкой считается клапанно-щелевая (прямоточная), показанная на рис. 41, в. В двигателях этой конструкции сжатый воздух от воздухоподогревателя поступает в цилиндр через нижние окна.

Выход отработавших газов и продувка осуществляются через управляемые выпускные клапаны 3, размещаемые в крышке цилиндра. При этом типе продувки на дизеле устанавливается распределительный вал. Клапанно-щелевая продувка применяется на тепловозных дизелях 11Д45 и 1Д40 Коломенского завода.

Наиболее совершенна прямоточная продувка (рис. 41, г), но ее можно осуществить только в двигателях со встречно-движущимися поршнями. Сжатый воздух от воздухоподогревателя поступает через верхние окна и вытесняет газы через нижние. Чтобы можно было лучше зарядить цилиндр, поршень, перекрывающий выпускные окна, несколько опережает в своем движении поршень, перекрывающий впускные окна.

При таком способе продувки в цилиндре остается не более 2—3 % отработавших газов. Прямоточная продувка применена на тепловозных двигателях Д100. Этот тип продувки дает хорошие результаты и в двигателях 10Д100, имеющих высокое давление наддува.

Индикаторная диаграмма четырехтактного дизеля с газотурбинным наддувом. В двигателях с наддувом процесс зарядки и выпуска отработавших газов происходит иначе, чем у двигателей без наддува. Турбокомпрессор засасывает воздух из атмосферы при давлении P_0 (рис. 42), сжимает до давления P_k . Сжатый в турбокомпрессоре воздух прежде, чем попасть в цилиндр, проходит по трубопроводам через охладитель, впускной коллектор и впускные клапаны.

За время прохождения от турбокомпрессора до цилиндра его давление снижается от P_k до P_a . Поэтому линия давления впуска P_a располагается ниже линии P_k и выше атмосферной линии P_0 .

После заполнения цилиндра воздухом и движения поршня справа налево воздух сжимается. Процесс сжатия изображается кривой ac , в точке c впрыскивается топливо. Процесс сгорания изображен линиями cz_1z . Расширение газов происходит по кривой ze . В точке e открываются выпускные клапаны, и отработавшие газы выталкиваются в газовую турбину при давлении P_r ; пройдя турбину, они выбрасываются в атмосферу. Таким образом линия выпуска газа из цилиндра располагается выше атмосферной и ниже линии наполнения. В двигателях с

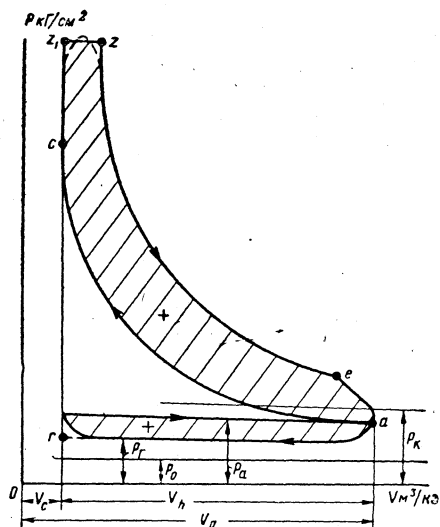


Рис. 42. Индикаторная диаграмма четырехтактного дизеля с наддувом:

P_0 — атмосферное давление; P_a — давление во впускном коллекторе; P_r — давление перед газовой турбиной; V_c — объем сжатия; V_h — объем, описываемый поршнем; V_a — полный объем цилиндра

высоким давлением наддува 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 следовательно, и полезная работа дизеля значительно возрастает. Следует отметить, что в действительности процесс сгорания происходит не по прямым линиям ez_1z , а по пунктирной кривой.

ГОРЕНИЕ ТОПЛИВА В ЦИЛИНДРАХ ДИЗЕЛЯ

По химическому составу топлива легко определяется теоретически необходимое количество воздуха для сгорания единицы веса топлива.

Химический состав дизельного топлива примерно такой: 86%

углерода, 13,9% водорода и 0,1% кислорода. По уравнениям сгорания для сжигания 1 кг топлива такого состава потребуется $L_0 = 14,4$ кг воздуха. В действительности, чтобы обеспечить качественное горение топлива, в цилиндр подается воздуха больше, чем L_0 . Отношение $\frac{L}{L_0}$ называется коэффициентом избытка воз-

духа α . Опытами установлено, что наилучшее сгорание (при полной мощности) в дизелях достигается при $\alpha = 1,8-2,2$. Если α будет слишком малым, то топливо сгорает неполностью, что сопровождается «дымлением», перегревом деталей двигателя и работой его при повышенных температурах отработавших газов. Если α будет слишком большим, то в двигателе не будет реализована полная мощность; кроме того, он будет иметь увеличенные потери тепла с отработавшими газами. На неполных нагрузках и холостом ходу α может увеличиваться до 6—12. Выбор коэффициента избытка воздуха имеет весьма важное значение для экономичной и надежной работы дизеля. Однако одного правильного соотношения количества топлива и воздуха в дизеле еще недостаточно; необходимо обеспечить хорошее перемешивание частиц топлива с воздухом по всей камере сгорания.

При распыливании топлива через форсунки с малыми отверстиями образуется кольцевой факел из топлива. Наиболее благоприятная форма камеры сгорания и факела распыла топлива такая, когда частицы топлива в виде факела 3 заполняют все пространство камеры сжатия, однако не достигают стенок поршня и крышки цилиндра (рис. 43). Вопросы распыла топлива и его перемешиванию с воздухом в цилиндре двигателя посвящено много опытных работ и теоретических исследований. Эти работы настолько обогатили наши знания, что путем подбора диаметров отверстий сопла форсунок, давления распыла и угла подачи топлива (угол между осями отверстий сопла форсунки) можно получать различные диаметры капель топлива, скорость и длину полета частиц топлива (дальнобойность), направление полета и самую форму факела распыла.

Конструктивные факторы органов подачи топлива влияют на его распыл и форму факела следующим образом:

а) с увеличением диаметра сопла форсунки капли топлива укрупняются, одновременно возрастает дальность их полета — дальность;

б) повышение давления распыла топлива (при прочих неизменных условиях) приводит к уменьшению диаметра капель, увеличению дальности полета частиц топлива, сокращению времени полета частиц.

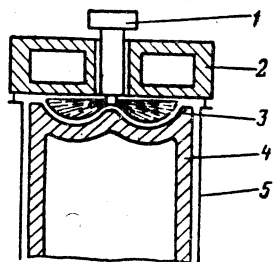


Рис. 43. Схема наилучшего соответствия камеры сгорания и факела распыла топлива:

1 — форсунка; 2 — крышка цилиндра; 3 — факел распыла; 4 — поршень; 5 — цилиндр

При возрастании давления сжатия (увеличении плотности воздуха в цилиндре) скорость полета частиц уменьшается, дальнобойность сокращается, диаметр капель топлива увеличивается;

в) с увеличением скорости вращения вала двигателя диаметр капель топлива уменьшается, увеличивается давление распыла. Скорость полета частиц увеличивается;

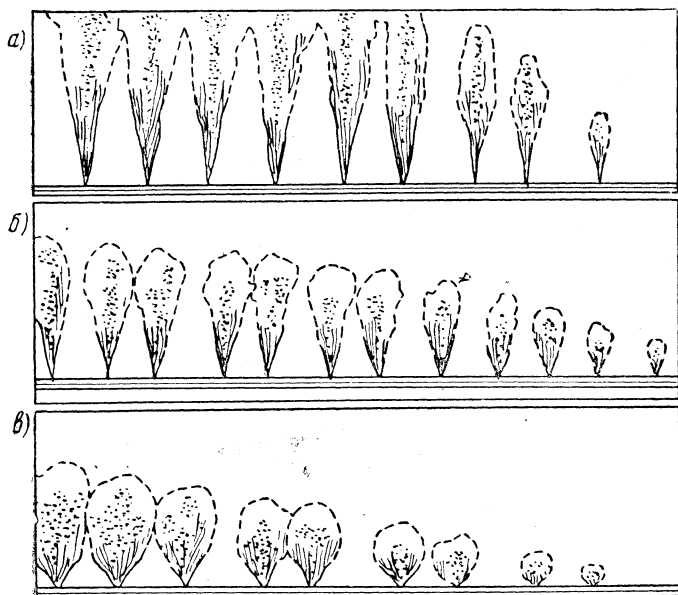


Рис. 44. Форма факела распыла топлива при давлении в цилиндре 14 кг/см^2 :
а — без завихрения воздуха; б — слабое завихрение;
в — интенсивное завихрение

г) применение более вязкого топлива способствует увеличению диаметра капель, возрастанию дальнобойности, удлинению факела топлива с одновременным уменьшением его диаметра. С уменьшением вязкости топлива факел становится коротким, но большого диаметра;

д) завихрение воздуха в цилиндре вызывает укорочение и расширение факела (рис. 44). Чем больше завихрение, тем интенсивнее происходит разрушение трудновоспламеняемой фазы и проникновение свежего воздуха к капле топлива, что ускоряет и улучшает процесс горения. Наилучшее сгорание топлива достигается при диаметрах капель $10\text{--}15 \text{ мк}$.

Описанные здесь зависимости дают возможность сознательно и правильно регулировать процесс смесеобразования в двигателях внутреннего сгорания.

Теоретические исследования показывают, что впрыснутая в цилиндр капля топлива диаметром d (рис. 45) мгновенно воспламениться не может. Требуется какое-то время τ_i , чтобы капля топлива воспламенилась. Попад в среду сжатого и нагретого воздуха, капля топлива 4 диаметром 10—20 мк должна испариться. Пары топлива проникают (диффундируют) в среду сжатого воздуха и образуют вокруг капли из-за недостатка кислорода вначале трудновоспламеняющуюся паровоздушную фазу 3. В результате дальнейшего распространения паров топлива в среде сжатого воздуха образуется легко воспламеняющаяся паровая фаза 2 с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 0,8 \div 0,9$. В этой фазе зарождается пламя, которое способствует быстрому испарению и распространению горения топлива по всему цилиндру. Таким образом, время τ_i и есть то время, которое необходимо для подготовки топлива к сгоранию. Это явление называется периодом запаздывания воспламенения и может измеряться в градусах угла поворота коленчатого вала φ_i или в секундах τ_i . Период запаздывания воспламенения обычно может меняться в пределах $\varphi_i = 6—20^\circ$ угла поворота вала или от $0,001 \div 0,004$ сек.

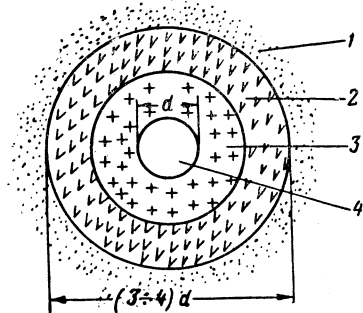


Рис. 45. Схема возникновения пламени и горения капли топлива в цилиндре дизеля:

1 — зона свежего воздуха; 2 — легко воспламеняющаяся паровая фаза топлива; 3 — трудновоспламеняющаяся фаза топлива; 4 — капля топлива

Период задержки воспламенения оказывает очень большое влияние на процесс горения в дизеле, и чем больше φ_i , тем хуже (более жестко) протекает работа дизеля.

При больших значениях φ_i происходит скопление топлива в цилиндре, процесс сгорания в дизеле становится мало управляемым, резко повышается давление сгорания P_z и догорание топлива во время расширения.

Уменьшение φ_i достигается главным образом путем повышения давления и температуры в конце сжатия, которая в свою очередь зависит от степени сжатия. Чем больше степень сжатия, тем больше температура конца сжатия T_c .

Чтобы уменьшить φ_i , температура конца сжатия T_c должна превышать на $100—200^\circ\text{C}$ температуру самовоспламенения топлива.

На самовоспламеняемость топлива, а следовательно, и на φ_i может оказать существенное влияние качество топлива, т. е. величина цетанового числа. Чем больше цетановое число, тем меньше задержка воспламенения. Цетановое число дизельного топлива равно 40—60 единицам. Большое влияние на процесс сгорания имеет угол опережения подачи топлива. Этот угол определяет поло-

жение кривошипа по отношению к в. м. т. в момент подачи топлива. Чем больше угол опережения топлива, тем выше давление сгорания и тем меньше температура конца сгорания и выпуска. Угол опережения подачи топлива для каждой машины устанавливается опытным путем, обычно он меняется в пределах 15—30°.

МОЩНОСТЬ И КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ДИЗЕЛЯ

В многоцилиндровых двигателях предполагается, что рабочие процессы во всех цилиндрах протекают примерно одинаково и только сдвинуты по фазам на угол заклинивания кривошипов коленчатого вала дизеля. Поэтому можно считать, что мощность, развиваемая каждым цилиндром, тоже одинакова. Общая мощность дизеля равна сумме мощностей каждого цилиндра.

В дизелях различают: индикаторную мощность N_i , получаемую в цилиндре самого дизеля, и эффективную мощность N_e , получаемую на валу дизеля (полная мощность). Поскольку индикаторная и эффективная мощность зависит от температуры и давления окружающего воздуха, то вводится еще понятие номинальной мощности $N_{ен}$.

Номинальная мощность — это эффективная мощность, но снятая при нормальных условиях, т.е. при давлении воздуха 760 мм рт. ст., температуре наружного воздуха +20° С и относительной влажности воздуха 70%.

При повышении температуры и уменьшении давления воздуха мощность дизеля падает, а при понижении температуры и повышении давления мощность возрастает. С увеличением влажности воздуха мощность дизеля падает.

Изменение внешних условий (температуры и давления воздуха) может вызвать изменение мощности дизеля примерно до 8—10%. Поэтому в некоторых случаях полученную мощность N_e и расход топлива g_e при данных атмосферных условиях пересчитывают на номинальные.

Индикаторная мощность определяется по формуле

$$N_i = \frac{P_i \pi D^2 S n i}{4 \cdot 60 \cdot 75 \cdot k} \text{ л. с.},$$

где P_i — среднее индикаторное давление в кг/см²;

D — диаметр цилиндра в см;

S — ход поршня в м;

n — скорость вращения дизеля в об/мин;

i — число цилиндров;

k — коэффициент тактности дизеля; для четырехтактного дизеля $k = 2$, а двухтактного $k = 1$.

Эта формула получается таким образом:

$$\text{площадь поршня } F = \frac{\pi D^2}{4} \text{ см}^2.$$

Работа за один ход поршня в одном цилиндре равна

$$L = P_i S \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Работа дизеля в минуту $L = F P_i S n i \text{ кг} \cdot \text{м/мин}$; при делении последнего выражения на $60 \cdot 75$ и k получается мощность, развиваемая во всех цилиндрах дизеля.

Среднее индикаторное давление определяется по индикаторной диаграмме. Если площадь индикаторной диаграммы (см. рис. 44) заменить равновеликой площадью четырехугольника, у которого длина равна длине индикаторной диаграммы, то высота этого четырехугольника в масштабе будет представлять среднее индикаторное давление.

Индикаторная диаграмма снимается специальным прибором — индикатором. В тихоходных двигателях (до 600 об/мин) индикаторная диаграмма снимается механическим индикатором, а в быстроходных — электропневматическими или электрическими.

Последние два прибора дают развернутую индикаторную диаграмму — по углу поворота вала. Среднее индикаторное давление в зависимости от конструкции машины и ее форсировки может меняться в широких пределах 5—18 кг/см². В дизеле 2Д100 $P_i = 7,3$, а в дизеле 10Д100 $P_i = 9 \text{ кг/см}^2$, во вновь проектируемом дизеле Д70 $P_i = 14 \text{ кг/см}^2$.

Эффективная мощность может быть найдена, если известен механический к. п. д. дизеля η_m

$$N_e = N_i \eta_m \text{ л. с.}$$

Механическим к. п. д. дизеля η_m называется отношение эффективной мощности к индикаторной. Он характеризует величину механических и гидравлических потерь в трущихся частях дизеля и зависит от его конструкции и качества сборки.

Если двигатель работает на электрический генератор постоянного тока, то его мощность на генераторе (генераторная мощность) может быть определена по показаниям электрических приборов:

току I и напряжению U

$$N_e = \frac{1,36 I U}{1000 \eta_r} \text{ л. с.},$$

где η_r — к. п. д. генератора (0,9 — 0,95);

1,36 — коэффициент перевода мощности (1 квт = 1,36 л. с.).

Эффективная мощность дизеля, установленного на тепловозах с электрической передачей, определяется по формуле

$$N_e = \frac{1,36 i U}{1000 \eta_r} + N_b \text{ л. с.},$$

N_b — мощность, расходуемая на вспомогательные нужды тепловоза (вентилятор холодильника, возбудитель, вспомогательный генератор и т. д.);

N_b составляет 5—9% от N_e .

Коэффициент полезного действия дизеля. Общим коэффициентом полезного действия, определяющим в конечном итоге экономичность двигателя, является эффективный к. п. д. Эффективным к. п. д. дизеля η_e называется отношение тепла, эквивалентного работе 1 л. с. ч (632 ккал), к теплу, подведенному к дизелю на 1 э. л. с. ч,

$$\eta_e = \frac{632}{g_e Q},$$

где g_e — удельный расход топлива на 1 э. л. с. ч;

Q — калорийность топлива в ккал/кг.

Эффективный к. п. д. может быть определен как произведение механического к. п. д. на индикаторный $\eta_e = \eta_m \eta_i$.

Для тепловозных дизелей механический к. п. д. может иметь значение 0,78—0,85; индикаторный — 0,40—0,48.

Тогда при средних значениях вышепринятых к. п. д. общий коэффициент полезного действия будет равен

$$\eta_e = 0,46 \cdot 0,84 = 0,386.$$

Тепловой баланс дизеля. Как уже говорилось ранее, не все тепло, подведенное к дизелю, используется полезно, значительная его часть теряется. Распределение тепла на полезную работу и на различные потери в % от подведенного называется тепловым балансом.

Подведенное к дизелю тепло в виде топлива (160—175 г. э. л. с. ч) в условиях работы дизеля на тепловозе расходуется следующим образом в %:

Полезно используемое тепло	35—40
Механические потери	10—15
Тепло, уносимое водой	12—20
Тепло, уносимое маслом (без охлаждения поршней)	3—5
Тепло, уносимое отработавшими газами	30—40
Тепло, расходуемое на охлаждение наддувочного воздуха	3—4
Потери тепла на излучение горячими частями дизеля и от химического недогорания	1—1,5

Изучение рабочего процесса дизеля.

Зарядка цилиндров свежим воздухом, сгорание топлива и измерение давлений выполняются при помощи специальных приборов-индикаторов. В данное время для среднего и большого числа оборотов дизелей чаще всего применяют электропневматические индикаторы типа МАИ-2. Такое название они получили потому, что состоят из электрической и воздушной частей.

Индикаторная установка очень сложна и ею пользуются только в лабораториях при специальных испытаниях дизелей. Для измерения давлений в цилиндре P_z дизеля пользуются обычно максиметрами (рис. 46). Давления этим прибором измеряют следующим образом. Прибор штучером 9 ставят на индикаторный кран и закрепляют маховичком 8, затем индикаторный кран (на рисунке не показан) открывают, газы из цилиндра проходят через штучер 9, обратный клапан 6, трубчатый холодильник 2 в манометр 1. Весь объем максиметра наполняется газом из цилиндра за несколько ходов поршня.

При понижении давления в цилиндре газы из манометра уходить не могут, так как этому препятствует обратный клапан 6. Индикаторный кран держится открытым до тех пор, пока стрелка манометра перестанет вращаться и, например, остановится на цифре 80. Это значит, что максимальное давление в цилиндре 80 кг/см^2 ; когда давление записано, то открывается маховичок 5 и газы через отверстие 4 удаляются в атмосферу, а стрелка манометра становится на 0. Трубчатый холодильник-компенсатор 2 служит для охлаждения газа.

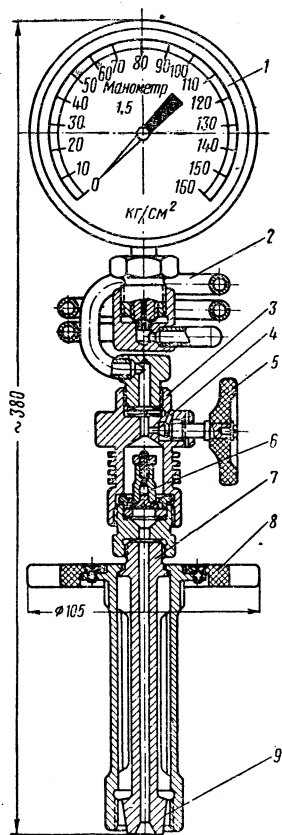


Рис. 46. Максиметр:

1 — манометр; 2 — трубчатый холодильник-компенсатор; 3 — корпус; 4 — выпускное отверстие; 5 — маховичок; 6 — обратный клапан; 7 — штучер; 8 — маховичок; 9 — штучер конический

Контрольные вопросы

1. Какая существует взаимосвязь между теплом и механической работой?
2. Понятие о двигателе внутреннего сгорания.
3. Как протекает рабочий процесс в четырехтактных и двухтактных дизелях?

4. Как подразделяются двигатели по способу зажигания, вводу топлива в цилиндр, смесеобразованию и тактности?

5. Что такое наддув дизелей, для чего он применяется. Какие способы наддува бывают?

6. Требования к транспортным дизелям.

7. Рабочий цикл четырехтактного дизеля.

8. Рабочий цикл двухтактного дизеля.

9. Схемы продувки двухтактных дизелей.

10. Как протекает процесс горения топлива в цилиндрах?

11. Что такое индикаторная диаграмма дизеля и какие величины по ней можно определять?

12. Что такое эффективный, индикаторный и термический к. п. д. дизеля?

13. Что такое эффективная и индикаторная мощность, как они определяются и какая взаимосвязь между ними существует?

14. Каков коэффициент полезного действия современных дизелей и их тепловой баланс?

15. Для чего служит максиметр и как им пользуются?



Глава VI

УСТРОЙСТВО ДИЗЕЛЕЙ 2Д100 И 2Д50

ДИЗЕЛЬ 2Д100

На ведущей серии магистральных тепловозов ТЭЗ установлен двухтактный, десятицилиндровый, со встречно движущимися поршнями и прямоточно-щелевой продувкой дизель марки 2Д100 (рис. 47).

Основой дизеля 2Д100 (рис. 48, 48а и 48б—см. вклейки в конце книги), связывающей все его части и узлы в одно целое, служит блок цилиндров, сваренный из стальных листов. В блоке имеется десять вертикальных отверстий, в которые вставлены цилиндрические гильзы 71, прикрепленные к блоку четырьмя шпильками каждая. Верхняя часть гильзы охлаждается воздухом, поступающим из ресиверов 69 к выпускным окнам.

Средняя наиболее интенсивно нагревающаяся часть гильзы охлаждается водой, циркулирующей в полости охлаждения, образованной наружной поверхностью гильзы и рубашкой 72, надетой на нее. Нижняя часть гильзы входит внутрь выпускной коробки 12, также имеющей полость 73 для циркуляции охлаждающей воды.

Для выпуска свежего воздуха служат выпускные окна, расположенные в верхней части цилиндрических гильз. Отработавшие газы отводятся через канал 61 в выпускных коробках. Из коробок газы поступают в выпускные коллекторы 86, затем в патрубки 27 и, наконец, в глушители 29, а оттуда в атмосферу.

Впускные окна 39 открываются и закрываются верхними поршнями 40, а выпускные 10 — нижними поршнями 9.

Выпускные коллекторы 86 расположены вдоль дизеля внутри блока, с левой и правой стороны. Коллекторы прикреплены шпильками к выпускным коробкам 12. Для охлаждения коллекторов служит водяная полость 75.

Дизель 2Д100 имеет два коленчатых вала в одном блоке и два поршня в каждой цилиндрической гильзе. Поршни головками обращены навстречу друг другу и при такте сжатия в средней части гильзы образуют камеру сгорания.

Верхние поршни 40 через шатуны 67 приводят во вращение верхний коленчатый вал 42, а нижние поршни 9 через шатуны 59 — нижний коленчатый вал 8.

Коленчатые валы соединены вертикальной передачей с эластичной муфтой 57 при помощи конических шестерен 5 и 44, которые находятся в постоянном зацеплении с шестернями 6 и 43 вертикальной передачи.

Для продувки и зарядки цилиндров воздухом установлена воздуходувка, приводимая в действие от верхнего коленчатого вала 42 через эластичный привод 46, ведомую шестерню 47 и две координационные шестерни 48, размещенные на валах 50 и 51 рабочих колес 49

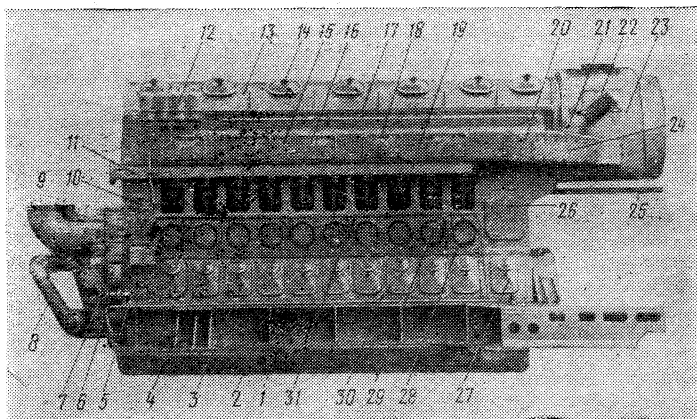


Рис. 47. Общий вид дизеля 2Д100:

1 — поддон поддизельной рамы; 2 — поддизельная рама; 3 — крышки люков отсека нижнего коленчатого вала; 4 — предохранительные клапаны на крышках; 5 — сервомотор регулятора; 6 — ускоритель пуска; 7 — регулятор числа оборотов; 8 — нагнетательная водяная труба; 9 — патрубки для отвода отработавших газов; 10 — электропневматический вентиль выключения пяти насосов левой стороны; 11 — водяной коллектор; 12 — топливный фильтр; 13 — крышка блока цилиндров; 14, 16; 24; 26; 27; 29 — крышки люков; 15 — воздушный ресивер; 17 — поручни; 18 — предохранительные клапаны; 19 — люки для монтажа и осмотра топливной аппаратуры; 20 — переходный патрубок от воздуходувки к ресиверу; 21 — перепускной воздушный клапан; 22 — перепускной патрубок; 23 — воздуходувка; 25 — поддон; 28 — лист жесткости; 30 — отсек нижнего коленчатого вала; 31 — кронштейны

и 54 воздуходувки. Воздуходувка засасывает воздух из атмосферы через фильтры 65, расположенные с обеих сторон кузова. Сжатый до $1,35 \text{ кг/см}^2$ воздух нагнетается в ресиверы 69, откуда через изолированную камеру в блоке и впускные окна в цилиндровых гильзах поступает в цилиндры. Для осмотра верхних поршней и поршневых колец в ресиверах имеются люки, закрытые крышками 33. На двух крышках этих люков установлены предохранительные клапаны 34. Ресиверы приварены к обеим сторонам блока дизеля.

Со стороны управления на конец верхнего коленчатого вала насажена ведущая шестерня 95, которая через две промежуточные шестерни 94 и две приводные 92 передает вращение двум кулачковым валам 37 топливных насосов. От валов через кулачки и ролики дви-

жение передается на толкатели, которые перемещают плунжеры топливных насосов вниз. При этом плунжеры сжимают топливо и проталкивают его через отверстия в форсунках в мелкораспыленном виде в цилиндры дизеля. Каждый толкатель приводит в движение один топливный насос, а каждый насос подает топливо только к одной форсунке. Топливо к насосам поступает под давлением, предварительно пройдя фильтры.

На каждом цилиндре установлено по две форсунки 36 и по два топливных насоса 35. Как форсунки, так и топливные насосы расположены с обеих сторон дизеля друг против друга; десять форсунок, десять топливных насосов и десять толкателей с левой стороны и такое же количество с правой.

Отсек верхнего коленчатого вала сверху закрыт крышкой 31, которая прикреплена к блоку шпильками. В крышке имеются люки 96, служащие для осмотра верхнего коленчатого вала и его подшипников.

От нижнего коленчатого вала 8 через муфту 4 вращение передается якорю главного генератора 3. С противоположной стороны вал якоря опирается на роликовый подшипник, расположенный в передней крышке станины. Станина главного генератора прикреплена при помощи опорных лап 2 к поддизельной раме 14.

Ведущий диск муфты привода главного генератора имеет зубья для сцепления с червячной передачей валоповоротного механизма 1, при помощи которого вручную, от электродвигателя или другого механизма можно поворачивать валы дизеля.

На противоположном конце нижнего коленчатого вала расположен антивибратор 16, предназначенный для устранения опасных резонансных крутильных колебаний, возникающих при работе дизеля. На удлиненный конец ступицы антивибратора насажены эластичный привод 19 и карданный привод 21 вспомогательных механизмов. От шестерни эластичного привода 19 приводятся в движение водяной 20 (через шестерню 105) и масляный 22 (через шестерню 23) насосы, а также регулятор числа оборотов 28 при помощи шестерни 23, конических шестерен и соединительного вала 24 (с конца 1960 г. регулятор числа оборотов перенесен на левую сторону дизеля и установлен сбоку водяного насоса). Через карданный привод 21 и промежуточный вал вращающий момент от нижнего коленчатого вала передается к гидромеханическому редуктору, от которого приводятся во вращение компрессор, вентилятор холодильника дизеля и вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей задней тележки.

Для осмотра нижнего коленчатого вала и его подшипников, выемки и постановки поршней в нижней части блока имеются люки с крышками 13. С левой стороны дизеля крышки имеют предохранительные клапаны 15. Эти клапаны открываются при повышении давления в блоке свыше $0,5 \text{ кг/см}^2$.

На передней торцевой стенке блока расположены рычаги управления 87, коромысло подачи топлива 98 и рукоятка 91, возвращающая рейки топливных насосов в рабочее положение.

Блок дизеля опирается на сварную поддизельную раму 14 и прикреплен к ней болтами 77. Снизу к раме приварен поддон, служащий резервуаром, в котором хранится масло для смазки трущихся деталей и охлаждения головок поршней дизеля. Сверху поддона на шпильках отдельно в каждом цилиндре укреплена металлическая сетка, предохраняющая масло в поддоне от засорения относительно крупными посторонними частицами.

Дизель 2Д100 работает по двухтактному циклу, т. е. впуск воздуха, его сжатие, рабочий ход и выпуск отработавших газов совершаются за два хода поршня — за один оборот коленчатого вала.

Первый такт начинается при движении поршней 3 и 8 навстречу друг другу (рис. 49) от их наружных мертвых точек 1 и 10 к внутренним 2 и 9. Вначале нижний поршень 8 перекрывает выпускные окна 7, а затем верхний поршень 3 — впускные окна 4. Указанная очередность закрытия окон объясняется тем, что нижний коленчатый вал по углу поворота опережает верхний на 12° , т. е. когда колено верхнего вала расположено вертикально в своей мертвой точке, то колено нижнего вала уже прошло свою мертвую точку и повернулось от вертикального положения на угол 12° . До закрытия выпускных окон 7 воздух, поступающий под давлением из ресивера 68, вытесняет отработавшие газы из цилиндра. Когда окна 7

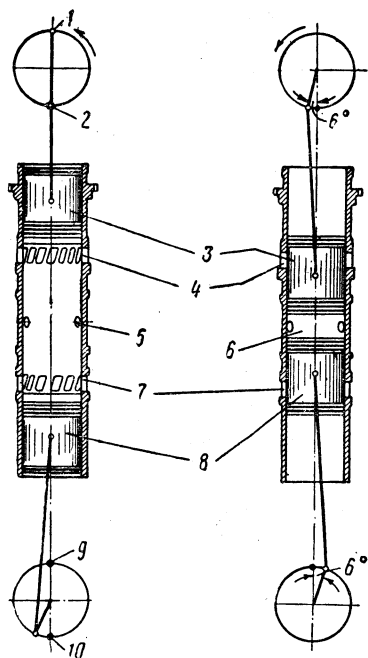


Рис. 49. Схема работы поршней дизеля 2Д100:

1 и 10 — наружные мертвые точки; 2 и 9 — внутренние мертвые точки; 3 — верхний поршень; 4 — впускные окна; 5 — отверстия для форсунок; 6 — камера сгорания; 7 — выпускные окна; 8 — нижний поршень

закрываются, воздух через открытые впускные окна 4 продолжает поступать в цилиндр, заполняя его. Более позднее закрытие впускных окон по сравнению с выпускными способствует дозарядке цилиндра свежим воздухом до давления, почти равного давлению продувочного воздуха, т. е. происходит так называемый наддув. Это позволяет увеличить весовой заряд воздуха в цилиндре, а следовательно, сжечь большое количество топлива и получить большую мощность.

Как только окна закрылись, начинается сжатие воздуха в цилиндре. Когда поршни приблизятся к внутренней мертвой точке, в камеру сгорания впрыскивается топливо, которое в среде нагретого при сжатии до высокой температуры воздуха воспламеняется.

В начале второго такта происходит сгорание топлива, что приводит к повышению давления газов в цилиндре до $80\text{--}88 \text{ кг/см}^2$. Под действием этого давления поршни расходятся от внутренних мертвых точек, газы расширяются и их давление понижается. В конце такта расширения нижний поршень 8 открывает выпускные окна 7 и начинается выпуск отработавших газов. Немного позднее, когда давление в цилиндре упадет приблизительно до давления воздуха в воздушном ресивере ($1,35 \text{ кг/см}^2$) и верхний поршень 3 откроет впускные окна 4, начинается процесс продувки цилиндра свежим воздухом. Этот процесс продолжается до момента закрытия выпускных окон в начале первого такта и далее цикл повторяется.

Впускные окна в гильзах цилиндров выполнены таким образом, что поступающий в цилиндр воздух совершает вихревое винтообразное движение. Это способствует лучшему очищению цилиндра от оставшихся газов и более интенсивному перемешиванию воздуха с топливом, что улучшает горение. Когда верхний поршень еще не дошел до внутренней мертвой точки на 6° , а нижний поршень прошел внутреннюю мертвую точку на 6° , расстояние между поршнями будет наименьшим.

Для удобства обслуживания и ремонта с правой и левой стороны дизеля (если смотреть с поста управления дизелем) имеются по две откидных площадки 103, а вдоль дизеля с правой и левой стороны укреплены поручни. На уровне верхнего коленчатого вала около поста управления с левой стороны установлены четыре секции топливных войлочных фильтров 97.

С правой стороны около поста управления дизелем на тепловозах последнего выпуска установлен масляный центробежный фильтр 82 дополнительно к существующим масляным фильтрам. Масло к центробежному фильтру подается отдельным масляным насосом, который установлен внизу на передней стенке блока (поста управления) и приводится во вращение от нижнего коленчатого вала.

С правой стороны дизеля около первого люка отсека нижнего коленчатого вала установлена заправочная горловина для налива масла в картер. В картере около люка отсека вертикальной передачи с правой стороны на трубе, соединенной с всасывающей полостью воздухоудвки и служащей для отсоса газов из картера, находится маслоуловитель.

ДИЗЕЛЬ 2Д50

Дизель 2Д50, общий вид которого показан на рис. 50, является четырехтактным, шестицилиндровым, бескомпрессорным двигателем. Он очень компактен, имеет свободный доступ ко всем частям при ремонте и обслуживании. Дизель экономичен при работе на переменных режимах.

Картер 1 дизеля представляет собой цельнолитую чугунную отливку, обработанную по привалочным поверхностям. С одного конца к торцу картера прикреплен остов главного генератора 22.

Картер внутри разделен перегородками 15 (рис. 53), которые служат опорами 6, 12, 14 (постелями) для вкладышей коренных подшипников; на них уложен коленчатый вал дизеля, связанный жестко с валом якоря главного генератора. Коленчатый вал 1 (рис. 51, 51а, 51б) при помощи поводка и ушков передает вращение горизонтальному валу привода масляного насоса шестеренчатого типа.

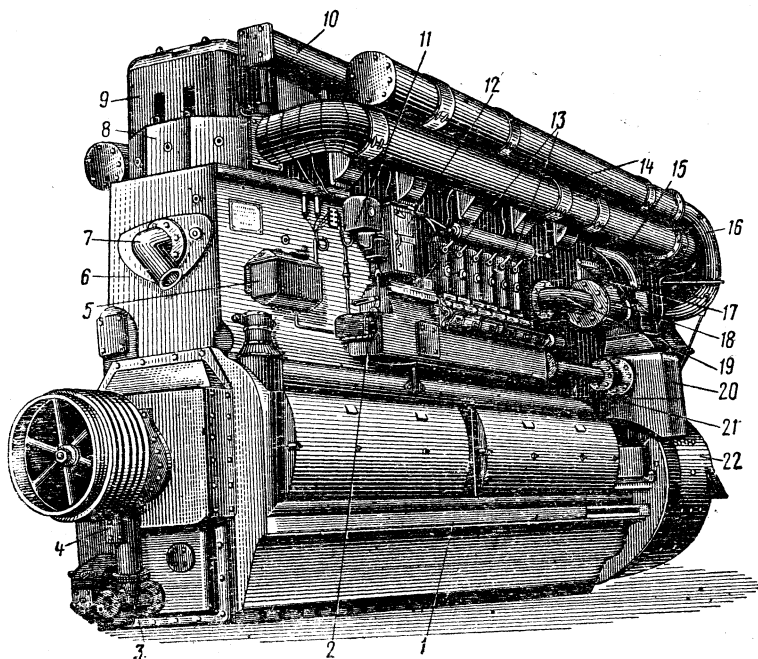


Рис. 50. Общий вид дизеля 2Д50 со стороны топливного насоса; 1 — картер; 2 — электропневматический механизм; 3 — масляный насос; 4 — привод масляного насоса; 5 — фильтр тонкой очистки топлива; 6 — блок дизеля; 7 — патрубок подвода воды в блок; 8 — цилиндрическая крышка; 9 — клапанная коробка; 10 — водяной коллектор; 11 — катушка соленоида; 12 — регулятор числа оборотов; 13 — секции топливного насоса; 14 и 15 — выпускные коллекторы; 16 — турбовоздуходувка; 17 — нагнетательный патрубок водяного насоса; 18 — водяной насос; 19 — всасывающий патрубок водяного насоса; 20 — корпус приводных шестерен; 21 — картер топливного насоса; 22 — главный генератор

На картер установлен цельнолитой чугунный блок 31 цилиндров с запрессованными цилиндрическими гильзами 9. Прикрепляется блок цилиндров к картеру при помощи анкерных 36 и шпильных 39 шпилек. Тепло от гильз цилиндров отводится охлаждающей водой, циркулирующей между ними и стенками блока. Внутри цилиндрических гильз перемещаются поршни 11. Каждый поршень соединен с шатуном 8, а шатун с шатунной шейкой коленчатого вала. Сверху цилиндры закрыты цилиндрическими крышками 13, в которых расположены два впускных 43 и два выпускных 46 клапана и одна форсунка.

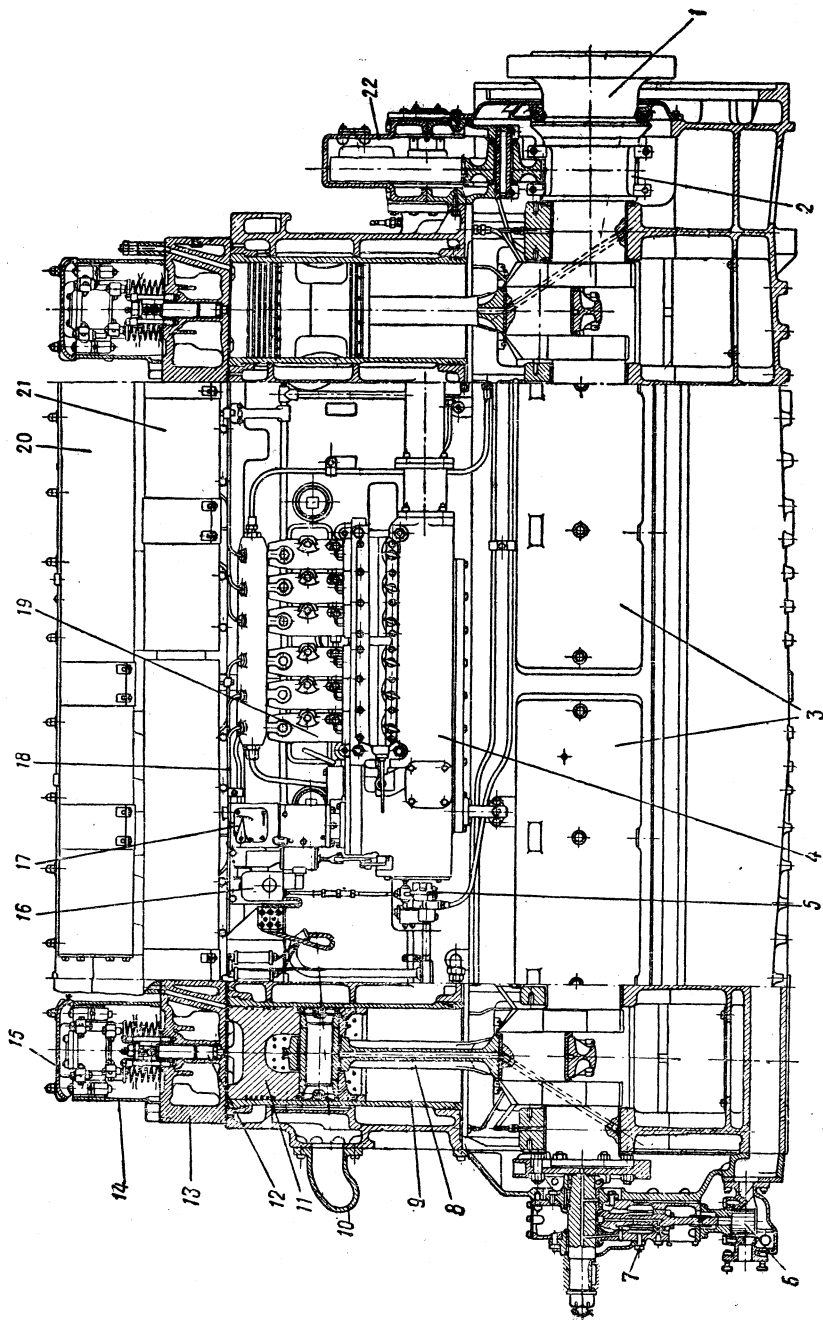


Рис. 51. Вид сбоку и продольный разрез дизеля 2Д50:

1 — коленчатый вал; 2 — приводная разъемная шестерня; 3 — крышки локот картера; 4 — картер топливного насоса; 5 — электропневматический механизм; 6 — масляный насос; 7 — привод масляного насоса; 8 — шатун поршня; 9 — цилиндровая гильза; 10 — патрубок подвода воды в блок; 11 — поршень; 12 — форсунка; 13 — цилиндрическая крышка; 14 — клапанная коробка; 15 — крышка клапанной коробки; 16 — катушка соленоида; 17 — регулятор числа оборотов; 18 — нагревательные трубки секций топливного насоса; 19 — секция топливного насоса; 20 и 21 — выпускные коллекторы; 22 — корпус приводных шестерен

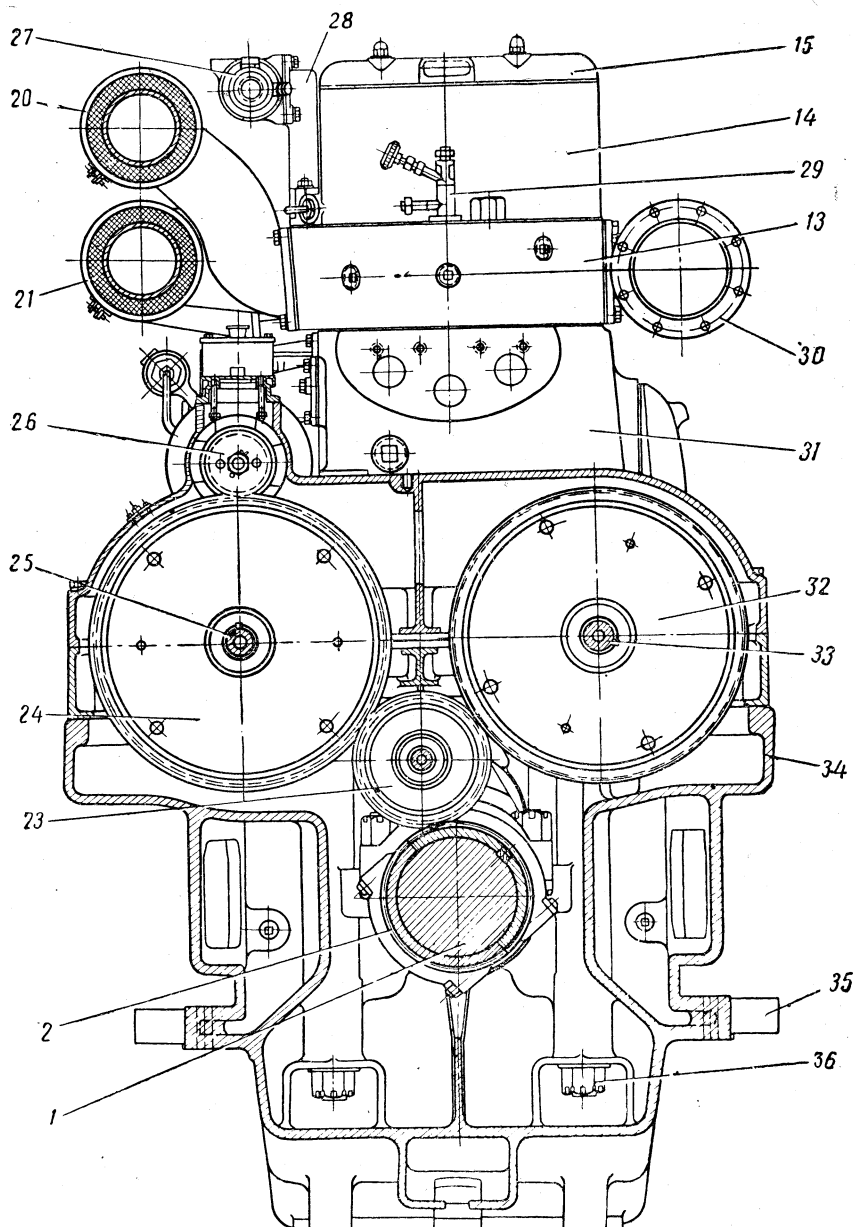


Рис. 51а. Поперечный разрез дизеля 2Д50 со стороны главного генератора (нумерация общая с рис. 51):

23 — промежуточная шестерня; 24 — приводная шестерня кулачкового вала секций топливного насоса; 25 — кулачковый вал; 26 — шестерня привода водяного насоса; 27 — водяной отводящий коллектор; 28 — отводящий патрубок (стояк); 29 — индикаторный кран; 30 — воздушный коллектор; 31 — блок дизеля; 32 — приводная шестерня распределительного вала; 33 — распределительный вал; 34 — картер; 35 — опорный фланец картера; 36 — анкерные шпильки

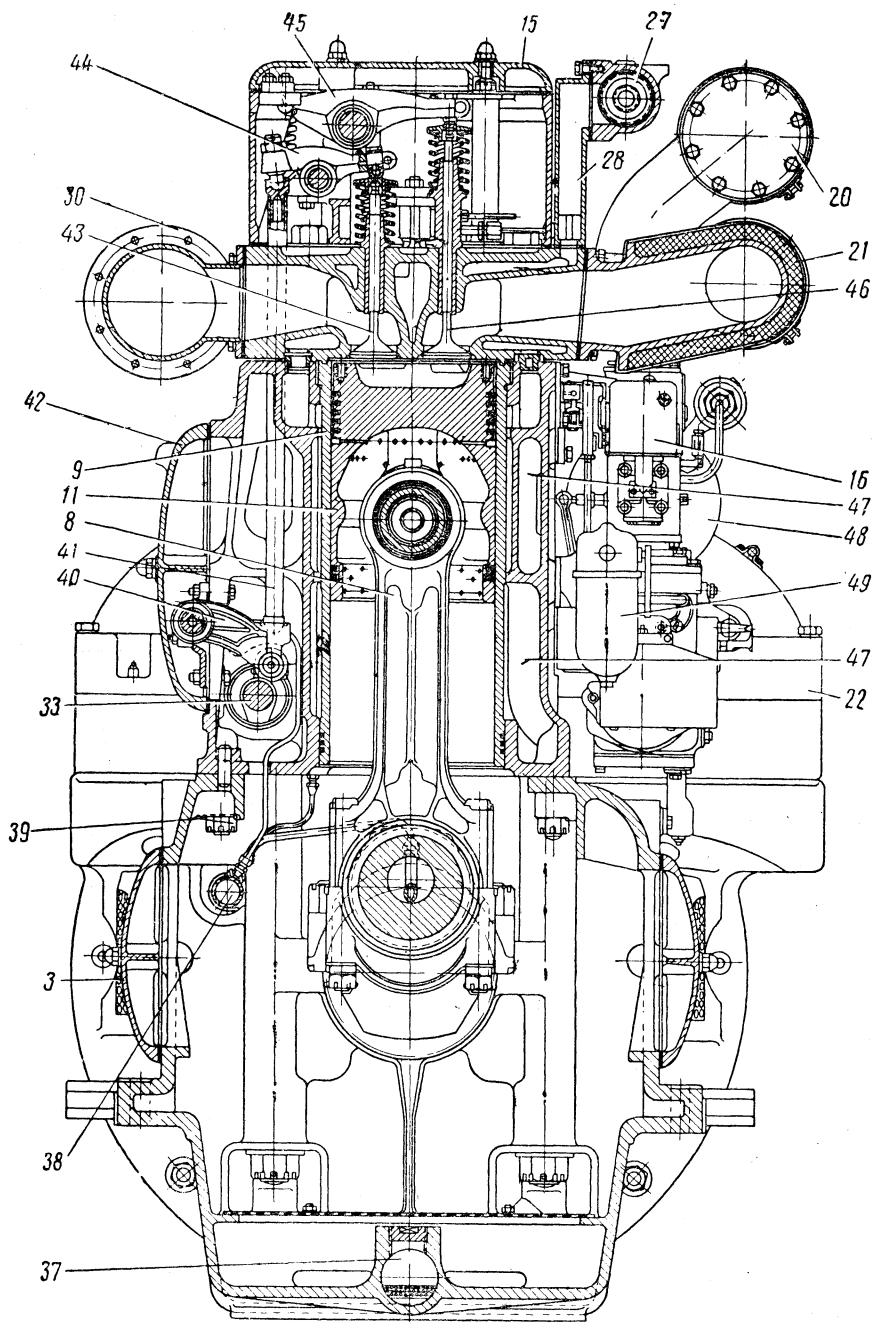


Рис. 51б. Поперечный разрез дизеля 2Д50 (нумерация общая с рис. 51 а и 51а):

37 — масляный канал в картере; 38 — масляная магистраль; 39 — сшивная шпилька; 40 — рычаг толкателя; 41 — штанга толкателя; 42 — крышка люка; 43 — впускной клапан; 44 — рычаг впускных клапанов; 45 — рычаг выпускных клапанов; 46 — выпускной клапан; 47 — водяные каналы в блоке; 48 — водяной насос; 49 — фильтр тонкой очистки топлива

ка 12. Кулачки распределительного вала 33 в строго определенные моменты открывают и закрывают впускные и выпускные клапаны.

Над каждой цилиндровой крышкой установлены и прикреплены к ней клапанные коробки 14, закрытые сверху крышками 15. Распределительный вал 33, рычаги 40 и штанги толкателей 41 расположены с правой стороны, в выемке блока, которая закрывается двумя крышками. Распределительный вал получает вращение от коленчатого вала через шестерни 2, 23 и 32, расположенные со стороны генератора в корпусе 22.

К боковой стенке дизеля с левой стороны прикреплен на шпильках топливный плунжерный насос, состоящий из шести отдельных секций 19 и картера 4. Плунжеры секций топливного насоса приводятся в движение от кулачкового вала 25, расположенного внутри картера 4 на скользящих подшипниках.

Кулачковый вал соединен с приводным валом, на конце которого укреплен шестерня 24, связанная через промежуточную шестерню 23 с шестерней 2, укрепленной на коленчатом валу.

Секции топливного насоса нагнетают топливо по трубкам 18 под большим давлением в форсунки 12 и через их распылители впрыскивают в цилиндры. Для очистки топлива на тепловозе применены фильтры двух видов: сетчатонабивной и комбинированный 49 (щелевой и войлочный) тонкой очистки.

Сетчатонабивной фильтр установлен перед топливоподкачивающим, а комбинированный (тонкой очистки) — перед плунжерным насосом. Определенное число оборотов коленчатого вала устанавливает машинист тепловоза при помощи рукоятки контроллера машиниста. Переводя рукоятку контроллера с позиции на позицию, машинист воздействует на электропневматический механизм 5, а последний через систему рычагов связан с регулятором 17. Регулятор поддерживает число оборотов, заданное машинистом.

В картере топливного насоса расположен предельный регулятор, назначение которого состоит в том, чтобы останавливать дизель, если число оборотов коленчатого вала превысит 840—870 об/мин.

К коллектору топливного насоса топливо подается топливоподкачивающим насосом, приводимым в действие отдельным электродвигателем.

При необходимости отдельные цилиндры выключаются ручными выключателями секций топливного насоса, а все секции топливного насоса выключаются рукояткой экстренной остановки дизеля. Топливный насос приводится в рабочее состояние после экстренной остановки рукояткой, расположенной около картера топливного насоса, после установки в рабочее положение каждой секции насоса.

В передней части блока с правой стороны около масляных щелевых фильтров находится реле масляного давления. При падении давления в масляной системе ниже $1,4 \text{ кг/см}^2$ реле воздействует на катушку соленоида 16, а через него на регулятор числа оборотов 17, который включает подачу топлива, и дизель останавливается.

Для повышения мощности на дизеле применен наддув, благодаря которому мощность дизеля повышена с 660 до 1 000 э. л. с. Наддув осуществляется турбовоздуходувкой, ротор которой приводится в действие энергией отработавших газов, поступающих из цилиндров по двум выпускным 20 и 21 коллекторам на колесо газовой турбины. На одном валу с колесом газовой турбины насажено колесо воздуходувки, создающей поток воздуха, который под давлением 1,22—1,34 кг/см² нагнетается в цилиндры.

В верхний коллектор поступают отработавшие газы из второго, третьего и шестого цилиндров, в нижний — из первого, четвертого и пятого цилиндров. Выпускные коллекторы 20 и 21 независимо друг от друга подводят отработавшие газы к газовой турбине турбовоздуходувки.

Полость картера через корпус 22 приводных шестерен, фильтр и трубу соединена с всасывающей камерой турбовоздуходувки. При работе турбовоздуходувки происходит отсос газов и паров масла из картера. Кроме того, в картере создается разрежение, благодаря чему предотвращается пропуск масла в соединениях. Для выпуска газов при повышении их давления на корпусе приводных шестерен установлен предохранительный клапан.

Дизель 2Д50 является одним из ряда дизелей типа Д50. Он отличается от дизеля Д50 следующими основными конструктивными изменениями.

На дизеле 2Д50 в газовой турбине уменьшено сечение соплового аппарата со 150 до 136 см² и межлопаточных каналов ротора с 209 до 156 см². Это в свою очередь вызвало необходимость уменьшения диаметра колеса турбины с 378,9 до 370,9 мм. Указанные изменения повысили скорость протекания газа через сопловой аппарат, вследствие чего увеличилось число оборотов колеса турбины до 12 700 об/мин. Это повысило производительность турбины и давление наддувочного воздуха с 1,35 до 1,45 кг/см². Повышение давления наддува улучшило продувку и зарядку цилиндров дизеля свежим воздухом.

Установлен воздушно-газовый холодильник для охлаждения воздуха после его сжатия в турбовоздуходувке. Холодильник понижает температуру воздуха, поступающего в цилиндры, на 25—30°, увеличивая тем самым его весовой заряд, что способствует повышению мощности дизеля.

Изменен профиль кулачков распределительного вала. Вследствие этого открытие и закрытие выпускного клапана происходит позже, чем у серийных тепловозов, на 15° по повороту коленчатого вала. При новом газораспределении улучшилась продувка цилиндра свежим воздухом и несколько повысилась мощность дизеля.

Уменьшен диаметр выпускных коллекторов с 150 до 130 мм, что дало возможность осуществить выпуск с большими амплитудами колебаний давления газа в коллекторах. Это в свою оче-

редь способствовало лучшей продувке и зарядке цилиндров свежим воздухом и повышению мощности дизеля каждой секции.

Другим из ряда дизелей типа Д50 является дизель ПД1 постройки Пензенского дизельного завода. Дизель ПД1 отличается от дизеля 2Д50 установкой на нем турбокомпрессора ТК-30, который применен вместо турбовоздуходувки, что позволило повысить наддувочное давление до $1,6 \text{ кг/см}^2$ вместо $1,37 \text{ кг/см}^2$ на дизеле 2Д50.

На дизеле ПД1 наддувочный воздух охлаждается в водяном трубчатом холодильнике, чего нет на дизеле 2Д50.

Число оборотов коленчатого вала дизеля ПД1 доведено до 750 вместо 740 *об/мин* на дизеле 2Д50.

Все это позволило поднять мощность дизеля ПД1 до 1 200 *э. л. с.*, в то время как на дизеле 2Д50 она составляет 1 000 *э. л. с.*

Дизели ПД1 установлены на маневровых тепловозах ТЭМ2.

Техническая характеристика дизелей 2Д100 и 2Д50 и их вспомогательного оборудования приведена в общей основной характеристике тепловозов (см. табл. 6).

Контрольные вопросы

1. Дайте техническую характеристику дизелей 2Д100, 2Д50.
 2. Укажите конструктивные особенности дизеля 2Д100.
 3. Как работает дизель 2Д100?
 4. Какие особенности дизеля 2Д50 и как он работает?
-

Глава VII

ПОДДИЗЕЛЬНАЯ РАМА, КАРТЕР, БЛОК, ВПУСКНЫЕ И ВЫПУСКНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ И ГЛУШИТЕЛИ

ПОДДИЗЕЛЬНАЯ РАМА ДИЗЕЛЯ 2Д100

Поддизельная рама (рис. 52) служит для установки на нее дизеля и главного генератора.

К двум продольным вертикальным листам 22 рамы сверху и снизу приварены горизонтальные листы 1 и 6. Нижние листы 1 являются опорными фланцами для установки поддизельной рамы на настильный лист рамы тепловоза, а верхние 6 — для установки на него блока дизеля. Со стороны генератора горизонтальные листы усилены накладками 16 и 19. С этой же стороны к вертикальным листам приварены наделки 17, являющиеся опорами под пружины, которые служат амортизаторами для станины главного генератора.

Продольные вертикальные листы связаны двумя сварными поперечными балками 8 и 12 коробчатого сечения. Отверстия *a* в поперечных балках являются монтажными и служат для опускания болтов крепления крышек концевых коренных подшипников нижнего вала при их разборке. Для придания жесткости и увеличения прочности вертикальные и горизонтальные листы рамы по всей длине связаны ребрами жесткости 13 и 21. Снизу к раме приварен поддон 24, который служит маслосборником, где хранится масло для смазки деталей дизеля и охлаждения поршней. Сюда же сливается масло из подшипников, а также после охлаждения поршней.

В поддон вварен коллектор, служащий каналом для подвода масла к масляному насосу. Масло из поддона в коллектор поступает через отверстия, расположенные с обеих сторон и закрытые сетками, а из коллектора к масляному насосу через трубу. На тепловозах последнего выпуска коллектор опущен ниже для обеспечения нормальной работы масляного насоса при наименьшем уровне масла в поддоне и в случае движения тепловоза по подъему.

Для придания жесткости поддону внутри него по всей длине при-

варены поперечные перегородки 10. Поддон спереди и сзади ограничен торцовыми стенками 4 и 14. На передней торцовой стенке 4 имеется три фланца 2, 3 и 5. К фланцу 2 прикрепляют сливную трубу от фильтра тонкой очистки масла; к фланцу 3 — трубу подвода масла к масляному насосу; фланец 5 служит для крепления опорной плиты насосов.

На тепловозах последнего выпуска на передней торцовой стенке поддона добавился фланец для всасывающей трубы масляного насоса центробежного фильтра. С правой стороны (если смотреть с поста управления) впереди отходит всасывающая труба маслопрокачивающего насоса, который прокачивает масло через дизель перед пуском.

На задней торцовой стенке 14 имеется фланец 15, к которому прикрепляют корпус уплотнения коленчатого вала. Масло в поддон (маслосборник) заливают через горловину *г* с фильтрующей сеткой и закрытой крышкой. Для слива масла из поддона в дне его имеется труба.

Уровень масла в маслосборнике измеряют рейкой, проходящей через трубку 11. Сверху поддона на уголках прикреплены шпильками съемные сетки, заключенные в рамки. Сетки предохраняют масло в поддоне от засорения относительно крупными посторонними частицами (выкрошенный или выплавленный баббит из подшипников, концы и т. п.).

На верхнем горизонтальном листе имеются отверстия *б*, предназначенные для болтов крепления блока с поддизельной рамой. В отверстия *з* с каждой стороны вставляются призонные болты. Для надежного уплотнения соединения блока с рамой в углах ее приварены косынки 7 с отверстиями *ж* для болтов крепления. Точность установки блока на раму достигается постановкой двух конических фиксирующих штифтов. Между блоком и рамой для уплотнения ставится паронитовая прокладка. Задняя часть рамы имеет форму вилки, на ней четырьмя болтами с каждой стороны, которые входят в отверстие *е*, укрепляют главный генератор.

Четыре нарезанных отверстия *в* предназначены для установки в них выжимных болтов, которые необходимы при постановке и снятии блока. Для крепления приспособления при снятии и транспортировке дизеля в сборе с главным генератором служат отверстия *к* для болтов и отверстия *л* под контрольные штифты. Четыре нарезанных отверстия *д* служат для крепления защитного кожуха муфты главного генератора. Четыре отверстия 18 с каждой стороны в вертикальных листах со стороны генератора служат для монтажа и демонтажа болтов крепления генератора к раме и болтов крепления приспособления для подъема и транспортировки дизеля в сборе с генератором.

Поддизельную раму со стороны управления через опорные лапы 23 прикрепляют к раме тепловоза четырьмя болтами с мощными цилиндрическими пружинами. Для этих болтов в лапах 23 имеются

отверстия *м*. Со стороны генератора поддизельная рама прикреплена четырьмя болтами к настильному листу по два болта с каждой стороны, вставляемыми в отверстия *и*.

Для предохранения болтов от среза со стороны генератора на нижних горизонтальных листах рамы слева и справа имеются вы-

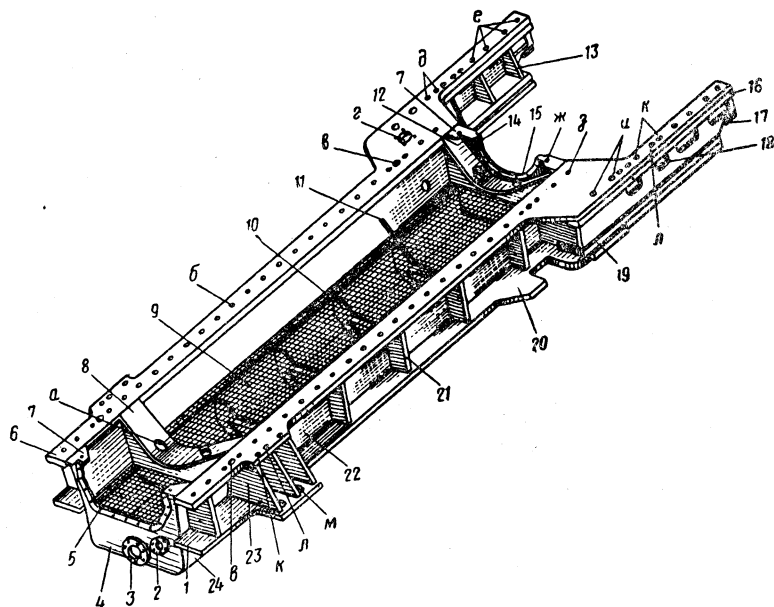


Рис. 52. Поддизельная рама дизеля 2Д100:

1—нижний опорный горизонтальный лист; 2—фланец сливной трубы от вспомогательного масляного насоса; 3—фланец трубы подвода масла к масляному насосу; 4 и 14—торцовые стенки поддона; 5—фланец для крепления опорной плиты насосов; 6—верхний опорный горизонтальный лист; 7—косынка; 8 и 12—поперечные балки; 9—сетки; 10—поперечные перегородки в поддоне; 11—трубка для масломерной рейки; 13 и 21—ребра жесткости; 15—фланец крепления корпуса уплотнения коленчатого вала; 16 и 19—накладки; 17—надежки под пружины; 18—монтажные отверстия; 20—выступы на нижних горизонтальных листах; 22—продольный вертикальный лист; 23—опорная лапа рамы; 24—поддон (маслосборник); *а*—монтажные отверстия в поперечных балках; *б*—отверстия для болтов крепления блока к раме; *в*—отверстия с нарезкой для выжимных болтов; *г*—горловина для заливки масла; *д*—отверстия с нарезкой для болтов крепления защитного кожуха муфты привода главного генератора; *е*—отверстия для болтов крепления главного генератора; *жс*—отверстия в косынках для болтов; *з*—два отверстия для призонных болтов крепления блока к раме; *и*—отверстия для крепления рамы к настильному листу; *к*—отверстия под болты для крепления приспособления при подъеме дизеля; *л*—отверстия под контрольные штифты; *м*—отверстия в лапах для крепления рамы к настильному листу

ступы 20, которыми поддизельная рама упирается как с торца, так и с боков в упоры, приваренные к настильному листу рамы тепловоза. При таком креплении деформация поддизельной рамы и блока дизеля не зависит от деформации рамы тепловоза. Этим самым улучшаются условия работы поддизельной рамы и блока дизеля и увеличивается срок их службы.

Картер дизеля (рис. 53) представляет собой цельную отливку из серого чугуна марки СЧ21-40. Картер связывает дизель с рамой тепловоза, а также служит основанием для коленчатого вала, блока цилиндров, остова генератора, корпуса привода распределительного и кулачкового валов, корпуса привода масляного насоса. Для крепления картера к настильному листу рамы тепловоза в нижней части с обеих сторон имеются фланцы 9, в которых просверлены по семь отверстий 2 для шпилек.

Сверху картера с обеих сторон имеются фланцы 3, на которые устанавливаются блок цилиндров. В правом и левом фланцах просверлены отверстия 6 для сшивных шпилек. Кроме того, на правом фланце имеются еще два отверстия (против первого и шестого цилиндра) для контрольных штифтов, фиксирующих положение блока на картере. Блок к картеру дополнительно прикреплен еще четырнадцатью анкерными шпильками (по семь с каждой стороны). Для анкерных шпилек в картере имеется четырнадцать вертикальных колонок 1 с отверстиями а. Для размещения гаек анкерных шпилек предусмотрены окна 11.

Со стороны генератора картер расширен. Здесь в верхней части имеется фланец 7. К нему прикрепляется шпильками корпус, в котором размещены шестерни привода распределительного вала, кулачкового вала топливного насоса, промежуточная шестерня, а также шестерни водяного насоса.

В передней части картер имеет обработанный фланец 17, к которому шпильками прикреплен корпус валоповоротного диска. На диске укреплен корпус привода масляного насоса, фиксируемый двумя установочными штифтами и уплотненный паронитовой прокладкой. В корпусе валоповоротного диска размещены пластинчатые щелевые масляные фильтры и поворотный диск коленчатого вала, при помощи которого можно проворачивать вал дизеля вручную.

С обеих сторон картера расположено по шесть люков 6 для осмотра кривошипно-шатунного механизма. Каждые три люка закрывают одной общей алюминиевой крышкой, прикрепляемой четырьмя шпильками 10. Между крышками и картером устанавливают уплотнительные паронитовые прокладки.

Чтобы давление внутри картера дизеля не поднималось выше атмосферного, его внутренняя полость соединяется со всасывающей полостью воздушной части турбовоздуходувки через суфлер, установленный на крышке корпуса привода распределительных валов.

В картере имеются семь поперечных вертикальных перегородок 15 с утолщениями в верхней части. Эти утолщения служат опорами для установки нижних вкладышей и опорами для крышек коренных подшипников. Крышки коренных подшипников прикрепляют к картеру шпильками, изготовленными из стали марки

37ХС. В поперечных перегородках 15 сделаны отверстия для прохода масла из одной полости маслосборника в другую.

Опоры первого, второго, третьего, пятого и шестого вкладышей коренных подшипников по своим размерам одинаковы, опоры вкладышей четвертого и седьмого подшипников значительно шире.

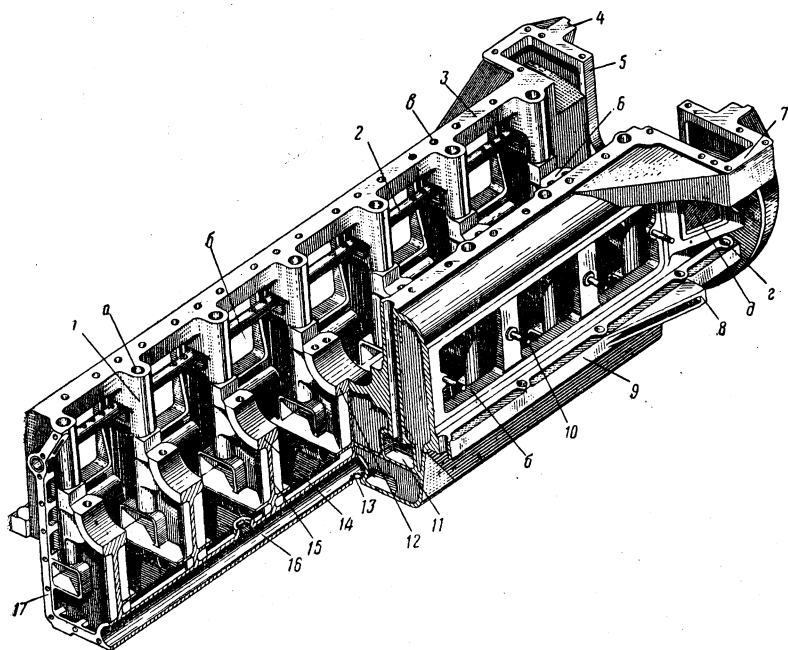


Рис. 53. Картер дизеля 2Д50:

1—колонка для анкерных шпилек; 2—маслоподводящая труба; 3—фланец крепления блока к картеру; 4—фланец крепления остова главного генератора; 5—фланец крепления корпуса уплотнения коленчатого вала; 6—опора седьмого коренного подшипника; 7—фланец крепления корпуса приводных шестерен; 8—приливы на фланцах крепления картера к настильному листу; 9—фланцы крепления картера к настильному листу рамы тепловоза; 10—шпильки крепления крышек картерных люков; 11—окна для гаек анкерных шпилек; 12—опора четвертого коренного подшипника; 13—отверстие для слива масла из картера; 14—опоры для коренных подшипников; 15—поперечные перегородки; 16—канал для подвода масла к насосу; 17—фланец крепления корпуса привода масляного насоса; а—отверстия в колонках для анкерных шпилек; б—картерные люки; в—отверстия для штифтовых шпилек; г—отверстия во фланце для шпилек крепления картера к настильному листу рамы тепловоза; д—окно в боковой стенке картера для засасывания воздуха

Объясняется это тем, что четвертый подшипник несет значительно большую нагрузку, чем остальные, а седьмой подшипник является опорой конца коленчатого вала, к которому жестко прикреплен якорь главного генератора, что создает на подшипник дополнительную нагрузку.

Нижняя часть картера выполняет роль маслосборника, дно которого имеет уклон от краев к середине. Со всасывающей полостью масляного насоса маслосборник соединен каналом 16, расположен-

ным в средней части днища картера. У входа в канал установлена на двух шпильках сетка.

Маслосборник отделяется от картера шестью стальными сетками, укрепленными каждая четырьмя шпильками, ввернутыми в горизонтальные перегородки. Сетки защищают масло от попадания в него крупных посторонних частиц.

Уровень масла в маслосборнике измеряется маслоизмерителем, установленным наклонно с левой стороны у нижнего фланца картера против третьего цилиндра. На рейке сделаны отметки «низший» и «высший» уровень масла. Масло из картера сливается через отверстие 13, к которому на резьбе подсоединена труба слива масла. Картер заполняется маслом через горловину, ввернутую сверху в прилив картера с левой передней стороны. Горловина имеет фильтрующую сетку и закрывается крышкой, шарнирно прикрепленной к корпусу.

С правой стороны картера в перегородках 15 сделаны окна для прохода маслоподводящей трубы 2. Эта труба со стороны генератора заглушена, а со стороны масляного насоса имеет фланец.

К маслоподводящей трубе 2 приварены бонки, в которые ввернуты штуцера для присоединения масляных трубок, подающих смазку под давлением к подшипникам дизеля. При этом из пяти штуцеров, расположенных против первого кривошипа, два служат для подсоединения трубок, подающих масло к первому и второму коренным подшипникам коленчатого вала, два — для подачи масла к первому и второму подшипникам распределительного вала и один — для подачи масла к рычагам толкателей. Три штуцера, расположенных против каждого из остальных кривошипов, служат для подвода масла к соответствующим коренным подшипникам коленчатого вала, подшипникам распределительного вала и рычагам толкателей. Через штуцер, расположенный в концевой части магистрали, подводится масло к пальцу промежуточной шестерни. Маслоподводящая труба 2 подвешена на трех хомутах против второго, четвертого и шестого подшипников коленчатого вала.

С торца картер имеет круглые фланцы. На большом фланце сделана кольцевая центрирующая проточка. К нему прикрепляют на шпильках и фиксируют двумя установочными штифтами остов главного генератора. К меньшему фланцу прикрепляют разъемный корпус уплотнения коленчатого вала.

Уплотнение коленчатого вала предохраняет полость генератора от попадания в нее масла из картера дизеля. Достигается это следующим образом. Во время работы дизеля вращается и якорь главного генератора, а вместе с ним и вентилятор охлаждения, который к нему прикреплен.

Вентилятор, вращаясь, создает разрежение перед окном δ , через другое окно засасывает воздух из атмосферы. В результате атмосферный воздух через трубки, концы которых ввернуты с двух сторон в уплотнительный кожух коленчатого вала со стороны генератора, и каналы в кожухе поступает в каналы лаби-

ринта. Воздух, поступающий в лабиринты, имеет атмосферное давление, а давление воздуха в картере значительно ниже атмосферного, так как воздух из картера отсасывается турбовоздуходувкой. Таким образом масло, подойдя к лабиринтам уплотнения, отбрасывается воздухом обратно в картер. Картер крепится к настильному листу рамы тепловоза шпильками.

Для разгрузки шпилек от срезающих усилий к настильному листу приварены упоры, удерживающие картер от перемещения поперек и вдоль оси тепловоза. После установки картера на раму тепловоза между упорами и фланцами картера ставят прокладки и приваривают их прерывистым швом к упорам.

БЛОК ДИЗЕЛЯ 2Д100

Блок дизеля 2Д100 (рис. 54) сварен из стальных плит, листов, фланцев, опор, усиливающих угольников, косынок и представляет собой жесткий и прочный остов, способный выдерживать силовые и температурные напряжения во время работы дизеля.

Все основные детали и узлы дизеля расположены внутри блока. Для их осмотра, регулировки, разборки и сборки в блоке предусмотрены люки, закрываемые крышками.

Блок цилиндров «сухой», т. е. он не охлаждается водой.

Вертикальными листами толщиной 16 мм (сталь 20Г) блок поделен на двенадцать отсеков, из которых в десяти средних размещены гильзы цилиндров с верхним и нижним поршнями и шатунами; впереди отделен отсек 7 управления, а с противоположной стороны — отсек 3 вертикальной передачи и привода воздухоудвки.

В отсеке управления расположены все механизмы управления топливными насосами, приводные шестерни кулачковых валов, регулятор предельного числа оборотов и часть привода регулятора числа оборотов. В отсеке вертикальной передачи и привода воздухоудвки расположена вертикальная передача, соединяющая верхний и нижний коленчатые валы, а также приводные шестерни воздухоудвки.

По всей длине внутри блока приварены четыре узких (300—350 мм) горизонтальных листа (сталь 20) толщиной 25 мм, а сверху и снизу плиты толщиной — верхние 25 мм, а нижние 22 мм. Горизонтальными листами блок (рис. 55) разделен на отсеки: верхнего коленчатого вала, ограниченный верхней плитой 11 и листом 9; воздушных ресиверов, заключенных между листами 9 и 7; топливной аппаратуры, находящейся между листами 7 и 5; выпускных коллекторов, расположенных между листами 5 и 3, и отсек нижнего коленчатого вала, ограниченный листом 3 и нижней плитой 21.

К верхней плите 11 и вертикальным листам 10 приварены двенадцать опор 12 для коренных подшипников верхнего коленчатого вала, а к нижней плите 21 и вертикальным листам 10 — двенадцать опор 22 для коренных подшипников нижнего коленчатого вала.

В каждой верхней опоре имеется по два отверстия для шпилек 13, а в нижней — для болтов 24 крепления крышек 14 и 23 коренных подшипников. В вертикальных листах 10 с правой и левой стороны внутри блока вварено по одиннадцать опор 15 для подшипников

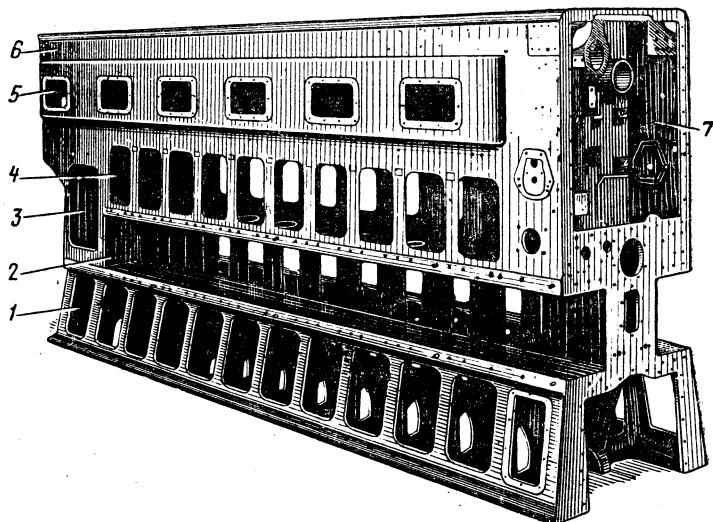


Рис. 54. Общий вид блока дизеля 2Д100:

1 — отсек нижнего коленчатого вала; 2 — отсек выпускных коллекторов; 3 — отсек вертикальной передачи; 4 — отсек топливной аппаратуры; 5 — отсек воздушных ресиверов; 6 — отсек верхнего коленчатого вала; 7 — отсек управления

кулачковых валов топливных насосов. К верхнему листу 9 отсека воздушного ресивера с левой и правой стороны приварено по десять направляющих втулок 16, а к нижнему 7 по десять фланцев 18 крепления корпусов толкателей топливных насосов. Гильзы цилиндров вставляют в блок сверху и каждую прикрепляют четырьмя шпильками к фланцу 8, приваренному к горизонтальному листу 9. К двум ниже расположенным горизонтальным листам 7 и 5 приварены кольца 6 и 4 для направления гильзы цилиндра при монтаже. С обеих сторон блока, к боковым вертикальным наружным листам приварены воздушные ресиверы 17, в которых имеются люки 25 для осмотра колец поршней и очистки впускных окон на гильзах цилиндров. Люки 27 служат для осмотра и монтажа топливной аппаратуры.

Справа и слева вдоль блока имеются ниши 19, в них устанавливают выпускные коллекторы. Через эти ниши перед монтажом выпускных коллекторов устанавливают выпускные коробки, прикрепляемые к фланцам 2, приваренным к листу 3 над отсеком нижнего картера.

Ниши для выпускных коллекторов закрыты плитами жесткости

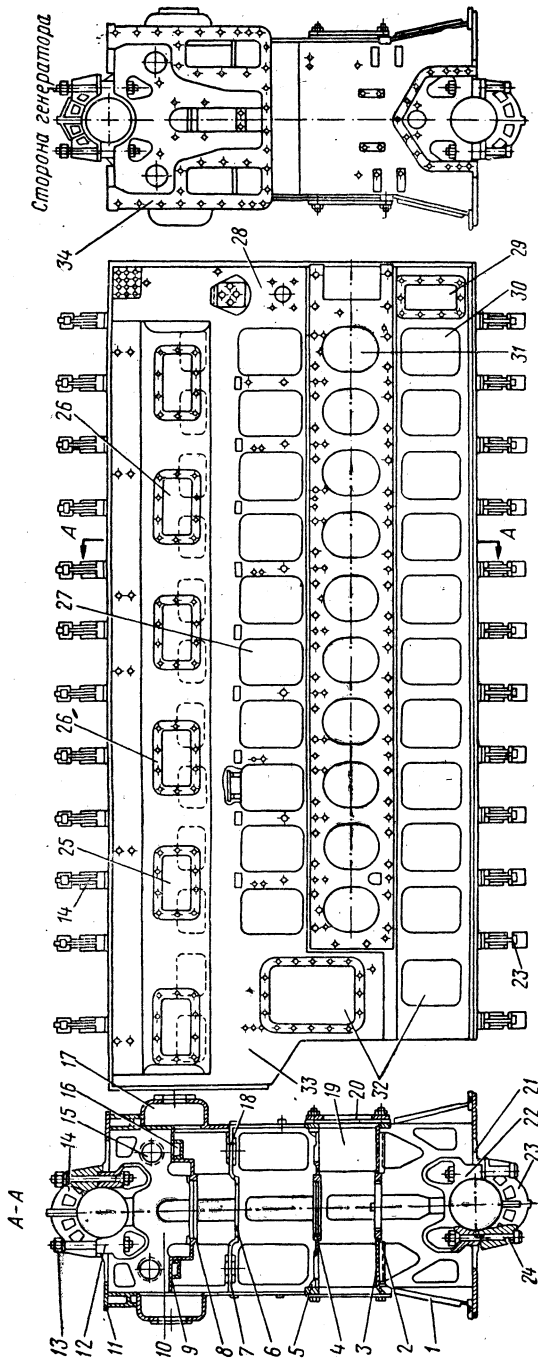


Рис. 55. Вид сбоку и поперечный разрез блока дизеля 2Д100:

1 — боковой лист отсека нижнего коленчатого вала; 2 — опорные фланцы для крепления выпускных коробок; 3 — лист над отсеком нижнего коленчатого вала; 4 и 6 — направляющие кольца для цилиндровых гильз; 5 — лист над отсеком выпускных коллекторов; 7 — нижний лист отсека воздушного ресивера; 8 — фланец для крепления гильз; 9 — верхний лист воздушного ресивера; 10 — вертикальный лист; 11 — верхняя плита; 12 — опоры верхних коренных подшипников; 13 — шпильки крепления крышек верхних коренных подшипников; 14 и 23 — крышки коренных подшипников; 15 — опоры для подшипников кулачковых валов топливных насосов; 16 — направляющие втулки корпусов толкателей топливных насосов; 17 — воздушные ресиверы; 18 — фланцы для крепления корпусов толкателей топливных насосов; 19 — ниши для выпускных коллекторов; 20 — плиты жесткости; 21 — нижняя плита; 22 — опоры нижних коренных подшипников; 24 — болты крепления крышек нижних коренных подшипников; 25 и 26 — люки на воздушных ресиверах; 27 — люки в отсеке топливной аппаратуры; 28 — отсек управления; 29 — люки для осмотра шестерен привода насосов; 30 — люки в отсеке нижнего коленчатого вала; 31 — люки в плитах жесткости; 32 — люки в отсеке вертикальной передачи; 33 — отсек вертикальной передачи; 34 — фланец для крепления воздушной дутьки

20, которые крепят к полосам рамки боковых вертикальных наружных листов блока призонными болтами и шпильками.

В плитах вырезаны люки 31 для постановки и снятия крышек люков выпускных коллекторов и термопар. Для удобства обслуживания, а также монтажа над плитами жесткости с левой и правой стороны прикреплены откидные металлические площадки. В наклонных боковых листах 1 выштампованы люки 30, предназначенные для осмотра нижнего коленчатого вала, коренных и шатунных подшипников и их монтажа, а также для выемки поршней. Через люк 29 осматривают шестерни привода насосов, а через люки 32—вертикальную передачу.

ВЫПУСКНЫЕ КОРОБКИ, КОЛЛЕКТОРЫ, ПАТРУБКИ И ГЛУШИТЕЛИ ДИЗЕЛЯ 2Д100

Отработавшие газы цилиндров дизеля отводятся через десять выпускных коробок, установленных в нижней части блока против каждого отверстия под цилиндры гильзы, и двух выпускных коллекторов, прикрепленных к блоку дизеля с правой и левой стороны. К торцам коллекторов со стороны масляного насоса прикреплены выпускные патрубки, а на их торцы установлены глушители.

Выпускные коробки представляют собой полые чугунные отливки, внутри которых циркулирует вода, охлаждающая как коробки, так и низ гильз цилиндров. Вода из выпускных коллекторов поступает в охлаждающую полость коробки через нижние окна, а отводится через верхние и снова поступает в выпускные коллекторы. Коробка буртом устанавливается в блоке и крепится к нему болтами. Места посадки коробки в блоке и в самой коробке притирают. Коробки при помощи шпилек прикрепляют к выпускным коллекторам. Для уплотнения между ними ставят паронитовые прокладки.

По наклонным каналам с двух сторон коробки отводятся отработавшие газы из цилиндра в выпускные коллекторы. Установка выпускных коллекторов и коробки, охлаждение их, прохождение газов из цилиндра через коробку в выпускные коллекторы показаны на рис. 56.

Выпускные коллекторы. Левый 19 (рис. 57) и правый 21 выпускные коллекторы представляют собой прямоугольные сварные коробки длиной 3,4 м. Каждый коллектор с трех сторон имеет две стенки — внутреннюю 13 и наружную 15, — изготовленные из листового железа толщиной 3 мм. Между этими стенками циркулирует охлаждающая вода. Четвертой стенкой коллектора, которая обращена к выпускным коробкам, является плита 16 толщиной 25 мм. Листы соединены при помощи распорок 14 и сваренных фланцев. Распорки 14 на верхней и нижней поверхностях коллектора приварены в три, а на боковых в два ряда в шахматном порядке. Распорки обеспечивают жесткость выпускному коллектору.

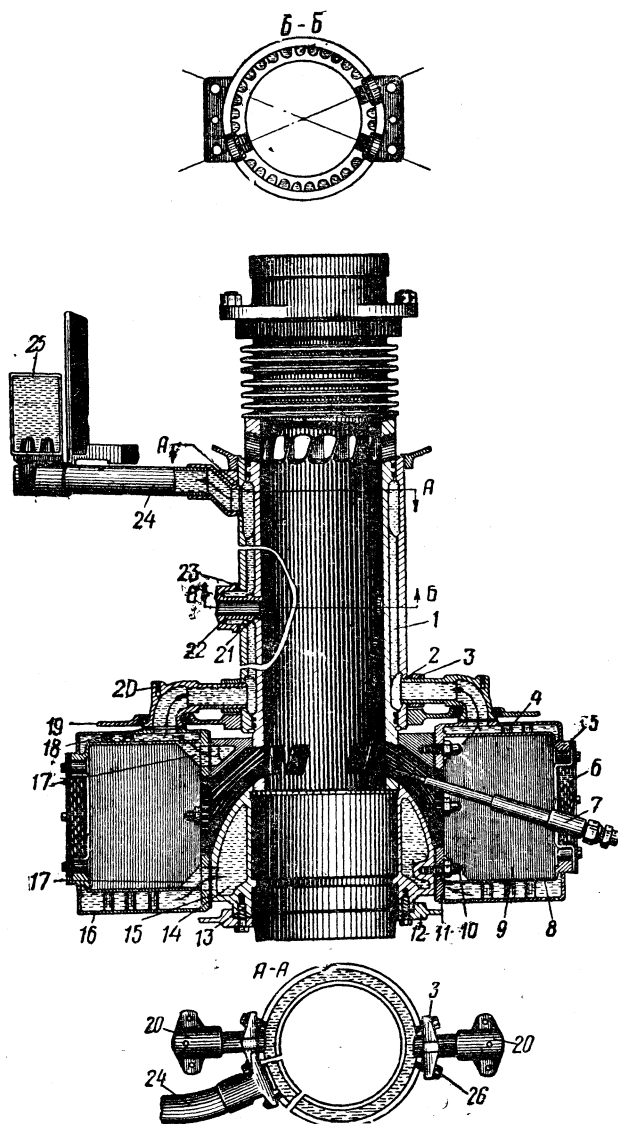


Рис. 56. Выпускные коллекторы, коробка и охлаждение цилиндровой гильзы дизеля 2Д100:

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

Их вначале приваривают к внутренней стенке, а затем на них устанавливают наружную стенку коллектора и сверлят в ней отверстия против каждой распорки. Отверстия служат для приварки наружной стенки коллектора к распоркам.

В плите 16 вырезаны десять окон, совпадающих с каналами в выпускных коробках. Через эти окна отработавшие газы из цилиндров через коробки поступают в коллекторы 19 и 21, из них в патрубки 4 и 22, дальше в глушители, а из них в атмосферу.

Над каждым окном в плите 16 сверху и снизу вырезано по два прямоугольных отверстия, которые совпадают с отверстиями в выпускных коробках и служат для перепуска воды. Чтобы газовую полость отделить от водяной, к плите 16 и внутренней стенке 13 приварены переходные коробки 17.

Фланцы, закрытые крышками 9, вварены во внутреннюю и наружную стенки коллектора со стороны, противоположной плите 16. Всего на каждом коллекторе таких фланцев десять. Они расположены против отверстий в выпускных коробках, через которые отработавшие газы отводятся в выпускной коллектор. Крышка 6 (см. рис. 56) имеет две стенки, между которыми проложен асбест, предохраняющий ее от чрезмерного нагрева. Люки, закрытые крышками 6, служат для крепления коллектора к выпускным коробкам гайками 10, очистки от нагара нижних окон цилиндровой гильзы и осмотра нижних поршней.

В крышках 6 с левой стороны коллектора вварены гнезда 7 для постановки термопар при проверке температуры отработавших газов во время испытания дизеля.

В верхней части коллектора против каждой цилиндровой гильзы приварены фланцы 8 (см. рис. 57), соединенные с водяной полостью коллектора. К этим фланцам болтами прикрепляют перепускной патрубок 20 (см. рис. 56), через который вода из выпускного коллектора поступает в пространство между цилиндровой гильзой и рубашкой для ее охлаждения. Между фланцами ставят паронитовую прокладку.

Сбоку в нижней части между люками девятого и десятого цилиндров приварены две бонки 10 и 11 (см. рис. 57) с отверстиями. Верхнее отверстие соединяется с газовой полостью коллектора, нижнее — с водяной полостью коллектора и служит для спуска воды из него.

Во время работы дизеля отверстия в бонках 10 и 11 закрыты пробками с резьбой.

Коллекторы с торцов со стороны генератора имеют глухие стенки, а с другого конца фланцы 6. К этим фланцам на болтах присоединяют выпускные патрубки 4 и 22.

Фланец 6 сверху и снизу имеет прямоугольные выступы, которые при помощи трех болтов и двух призонных штифтов соединены с торцовым листом блока дизеля. Для предохранения обрыва болтов вследствие неодинакового температурного расширения блока и коллектора между головками болтов и фланцем ставят втулки.

Применение втулок позволяет ставить болты с удлиненными стержнями, что дает возможность им удлиняться на допустимую величину.

Фланец 6 в верхней части имеет прямоугольное отверстие, соединенное с карманом 7, через который в коллектор поступает охлаждающая вода из выпускного патрубка.

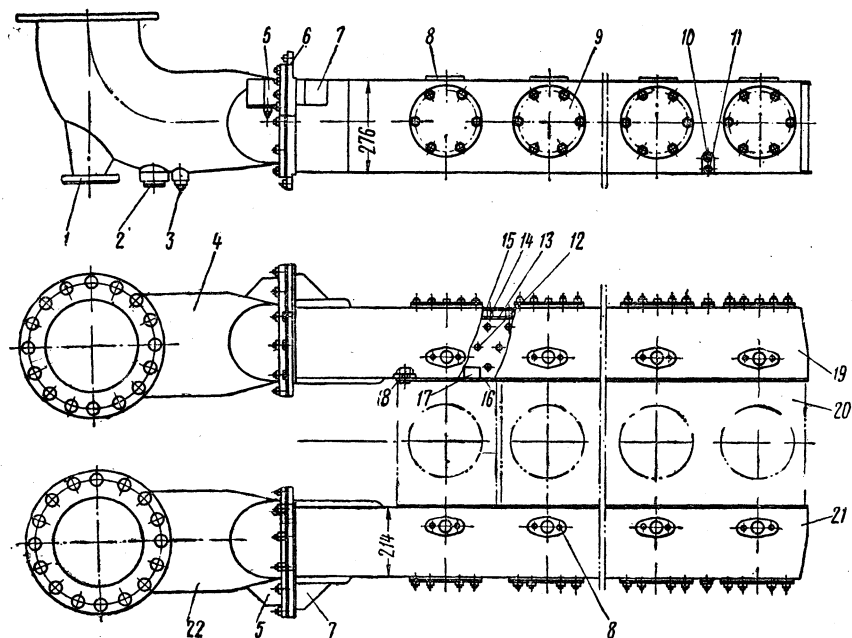


Рис. 57. Выпускные коллекторы и патрубки дизеля 2Д100:

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

Выпускные коллекторы присоединяют к выпускным коробкам при помощи шпилек и крепят закрытыми гайками 10 (см. рис. 56). Для уплотнения между коллектором и коробками ставят паронитовые прокладки. В плите 16 (см. рис. 57), кроме отверстий для шпилек, имеются отверстия с резьбой под пробки. Чтобы отнять коллектор от коробок, эти пробки вывертывают, а вместо них ввертывают болты, упирающиеся в привалочную плоскость коробок и отрывающие тем самым пригоревший коллектор от коробок. На тепловозах ТЭЗ наблюдаются случаи течи воды в соединениях между выпускными коллекторами и коробками, что вызывает необходимость постановки тепловоза во внеплановый ремонт и значительный простой его.

Основными причинами течи в соединениях между выпускным коллектором и коробками является прогиб коллекторов в результате температурных деформаций и ступенчатость привалочных поверхностей коробок. Для предупреждения появления течи паронитовые прокладки покрывают полимерной пленкой ГЭН-150 (В). Коллектор, имеющий прогиб, подвергают правке механическим путем. Ступенчатость привалочных поверхностей выпускных коробок проверяют при помощи зрительной оптической трубы или линейки.

Бронзовые гайки крепления выпускных коробок с коллекторами заменяют на обычные стальные; резьба которых покрывается коллоидальным графитом.

Чтобы избежать деформации и улучшить конструкцию коллектора, проводят испытания выпускных коллекторов полуминдического сечения.

Выпускные патрубки. Выпускные патрубки 4 и 22 (см. рис. 57), как и коллекторы 19 и 21, имеют две стенки, между которыми циркулирует охлаждающая вода. У патрубка с одной стороны есть фланец, которым он при помощи болтов соединяется с фланцем 6 коллектора. Около этого фланца на патрубке приварен карман 5 (со штуцером и пробкой) для сообщения водяной полости патрубка через карман 7 (при соединении патрубка с коллектором) с охлаждающей полостью коллектора. На другом конце патрубка приварен фланец, на который устанавливается глушитель. В патрубке имеется штуцер 2 для спуска несгоревшего топлива и других осадков из патрубка и пробка 3 для спуска воды при длительной стоянке дизеля в зимнее время.

Вода от водяного насоса по трубам поступает через патрубок 1 в охлаждающую полость выпускных патрубков 4 и 22. Из патрубков вода через отверстия карманов 5 и 7 поступает в водяную полость выпускных коллекторов. Параллельным потоком вода из коллектора через коробки 17 и окна поступает в выпускные коробки, а через патрубок 20 (см. рис. 56) — в полость охлаждения цилиндровой гильзы. Из коробки через окна вода снова поступает в охлаждающую полость коллектора, а из него в полость охлаждения гильзы, откуда через патрубок 24, находящийся с правой стороны дизеля, вода поступает в коллектор 25 горячей воды.

Глушитель шума отработавших газов. Глушитель (рис. 58) имеет форму цилиндрического барабана со стенкой 4 и кожухом 5, между которыми уложен слой термоизоляции 6, уменьшающий излучение тепла от глушителя. Внизу в днище глушителя закреплен выпускной 1, а сверху выпускной 7 патрубки.

Барабан глушителя разделен поперечной перегородкой 3 на две части, сообщающиеся через три патрубка 2. Выходная часть патрубков имеет тангенциальное направление, благодаря этому искры, вылетающие вместе с отработавшими газами, ударяясь о стенку глушителя, гаснут, а часть несгоревшего топлива при холостой работе дизеля стекает в специальный сборник. Для очист-

ки глушителя на его стенке имеются люки, закрытые крышками. Для того чтобы избежать повреждений глушителя, вызываемых температурными напряжениями и тряской, нижняя его часть соединена с выпускным коллектором через специальные компенсаторы, которые конструктивно выполнены следующим образом. К ниж-

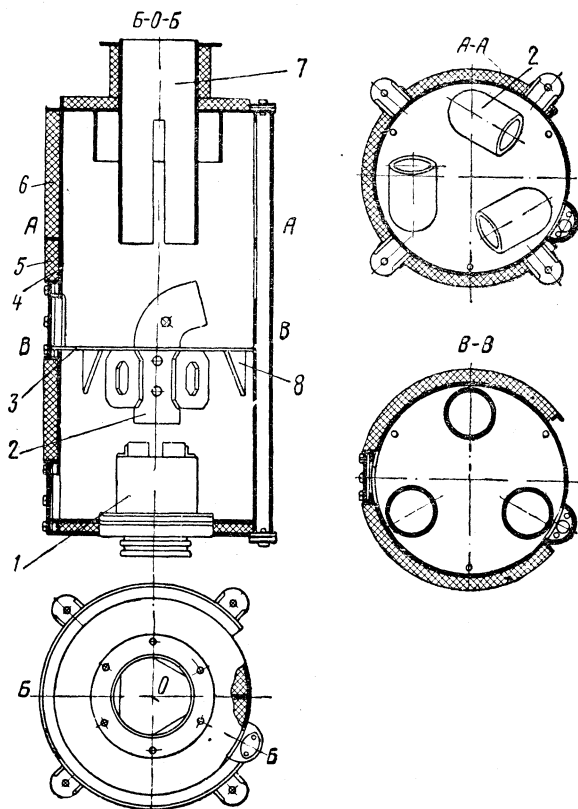


Рис. 58. Глушитель шума отработавших газов дизеля 2Д100:

1 — впускной патрубок; 2 — патрубки; 3 — перегородка; 4 — стенка глушителя; 5 — кожух; 6 — слой термозащиты; 7 — выпускной патрубок; 8 — кронштейны

нему днищу глушителя на болтах прикреплен металлический стакан, дно которого заходит внутрь глушителя. В стакан входит другой стакан с гофрированными стенками. Нижним фланцем этот стакан соединен с выпускным патрубком.

Основной вес глушителя передается через кронштейны 8 на подставку, а незначительная часть веса передается на выпускные патрубки. Это обеспечивает надежность соединения глушителя с патрубком.

Назначение глушителя состоит в том, чтобы заглушать шум, создаваемый отработавшими газами.

Постановка глушителя имеет свои отрицательные стороны, а именно: вследствие создания вихревого движения газа и снижения его скорости увеличивается сопротивление выталкиванию газов, что несколько снижает мощность дизеля.

БЛОК ДИЗЕЛЯ 2Д50

В блоке дизеля 2Д50 (рис. 59 и 60) монтируют цилиндровые гильзы, распределительный вал, рычаги толкателей и штанги рабочих клапанов. Он отлит из чугуна марки СЧ 21-40.

Блок по длине разделен пятью поперечными перегородками 15, которые вместе с верхними и нижними поясами образуют шесть гнезд для установки цилиндрических гильз. Внизу поперечные перегородки имеют окна, через которые к каждому цилиндру подводится охлаждающая вода.

Верхний пояс имеет опорный бурт 23, на который опирается цилиндрическая гильза. Нижний пояс служит для центровки гильзы и опорной поверхностью для ее резиновых уплотнительных колец. Контроль за установкой цилиндрических гильз осуществляется по рискам, нанесенным на верхней плоскости блока вдоль оси цилиндров (со стороны генератора) и на торцах гильз.

Для увеличения жесткости поперечные перегородки 15 с каждой стороны и стенка картера с левой стороны снабжены вертикальными ребрами 16, а в средней части каждого цилиндра отлиты кольцевые горизонтальные ребра 14. В горизонтальных ребрах со стороны распределительного вала имеются в трех местах полукруглые вырезы 19 для прохода воды из нижней части блока в верхнюю. Цилиндрические гильзы охлаждаются водой, которая попадает в полость, образованную стенками блока и гильзы. Уплотнение верхней части водяной полости достигается тщательной подгонкой кольцевой плоскости бурта каждой цилиндрической гильзы к опорному бурту 23 верхнего пояса блока, а нижней части — тремя резиновыми кольцами круглого сечения, вставленными в специальные канавки на нижнем поясе гильзы цилиндра.

Правая сторона блока, если смотреть со стороны генератора, отделена от левой (в которой расположены цилиндры) вертикальной перегородкой. В этой части блока размещены: распределительный вал, рычаги толкателей и штанги рабочих клапанов. Распределительный вал пересекает пять поперечных перегородок. Для его прохода в нижней утолщенной части этих перегородок имеются отверстия 31, в которые запрессованы бронзовые втулки, залитые баббитом (подшипники). Два крайних подшипника распределительного вала размещены в торцевых стенках блока, их втулки длиннее остальных. Первый подшипник с торца закрыт лючком.

Смазка к подшипникам подается из картера по трубкам, а затем по вертикальным и горизонтальным каналам в блоке.

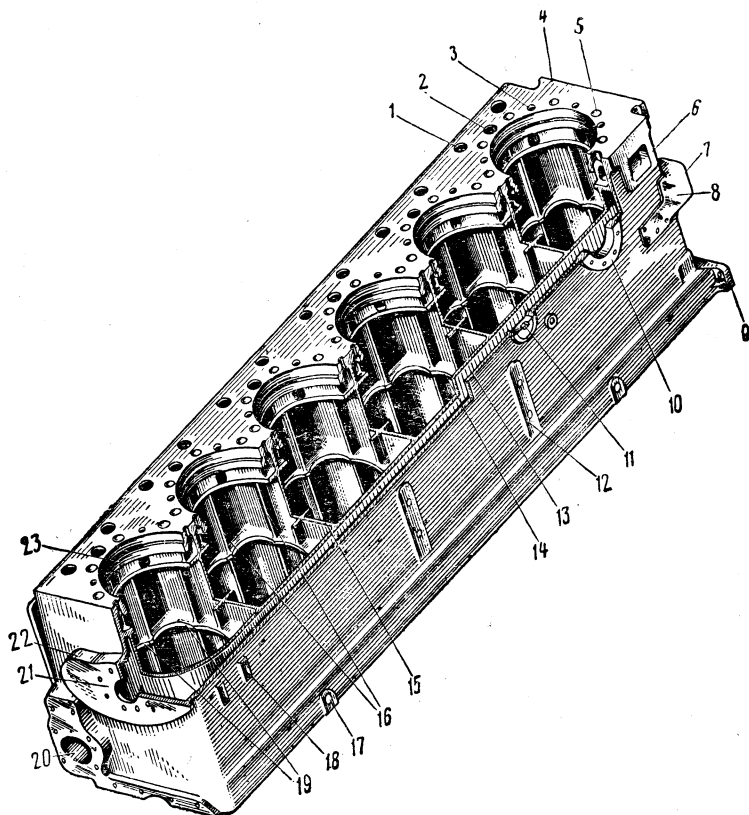


Рис. 59. Блок дизеля 2Д50 со стороны топливного насоса
(нумерация общая с рис. 60):

1—отверстия для штанг привода рабочих клапанов; 2 и 3—отверстия для перетока воды из блока в цилиндрические крышки; 4 и 22—приливы; 5—нарезанные отверстия для шпилек крепления цилиндрических крышек; 6—фланец для крепления нагнетательного патрубка водяного насоса; 7—фланец для крепления водяной сливной трубы от турбовоздуходувки; 8—фланцы для крепления корпуса водяного насоса; 9 и 33—фланцы для крепления корпуса приводных шестерен распределительного и кулачкового валов; 10—фланец для крепления всасывающего патрубка водяного насоса; 11—заглушки; 12—выступы для крепления картера топливного насоса; 13—канал для воды внутри блока; 14—горизонтальные ребра; 15—поперечные перегородки; 16—вертикальные ребра; 17—отверстие для слива воды из блока; 18—выступы для крепления фильтра тонкой очистки топлива; 19—вырезы в горизонтальных ребрах для прохода воды; 20—отверстие для распределительного вала; 21—фланец для крепления патрубка подвода воды от секций холодильника; 23—опорный бурт для цилиндрической гильзы; 24—шпильки для крепления кронштейнов рычагов толкателей; 25 и 32—вырезы в поперечных перегородках; 26—шпильки крепления цилиндрических крышек; 27—люки; 28—шпильки крепления крышек люков; 29—сшивные шпильки; 30—анкерные шпильки; 31—отверстия для подшпинников распределительного вала

Со стороны генератора в торце блока имеются фланцы 9 и 33, к которым прикрепляют корпус привода распределительного и кулачкового валов.

Вырезы 25 и 32 в поперечных перегородках служат для удобства осмотра и ремонта подшипников и рычагов, а также для облегчения блока.

Над распределительным валом установлены на четырех шпильках 24 кронштейны для крепления рычагов толкателей. Люки 27 закрывают двумя крышками такой же конструкции, как крышки картера дизеля. Каждая крышка уплотняется паронитовой прокладкой и прикрепляется четырьмя шпильками 28. С правой стороны блока около первого цилиндра находится реле давления масла.

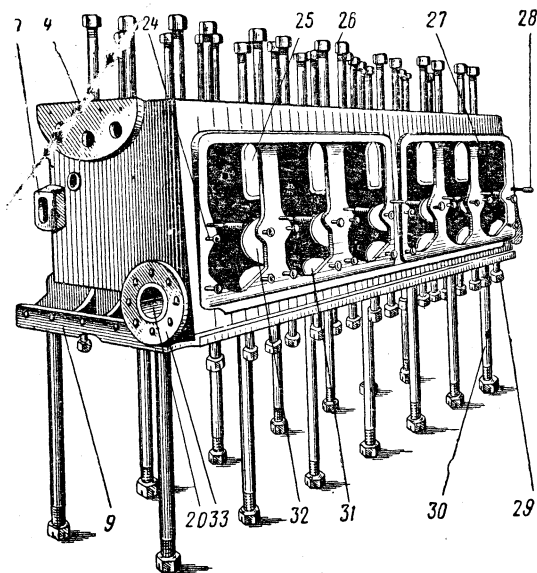


Рис. 60. Блок дизеля 2Д50 со стороны распределительного вала (нумерация общая с рис. 59)

К выступам 12 с левой стороны блока прикрепляют картер топливного насоса, а к выступам 18 (против первого цилиндра)—фильтр для топлива. В нижней части блока имеется отверстие 17 для постановки вентиля, через который при необходимости сливают воду. Другое такое же отверстие является контрольным; открывая его, проверяют, вся ли вода слита. Оба отверстия закрыты пробками.

Вдоль левой стороны блока проходит отделенный со всех сторон стенками узкий канал 13, сообщающийся с отверстием во фланце 21 на передней торцевой стенке

блока и с отверстиями фланцев 10 на боковой стенке и 7 на задней торцевой стенке блока. К фланцу 21 болтами присоединена труба от секций холодильника, к фланцу 10—всасывающий патрубок водяного центробежного насоса, к фланцу 7 — сливная труба от турбовоздуходувки.

К фланцу 6 болтами прикреплен нагнетательный патрубок водяного насоса, а к фланцу 8 — корпус водяного насоса.

Вода, попадающая из секций холодильника в канал 13, через отверстие во фланце 10 засасывается водяным насосом, патрубок которого прикреплен к фланцу 6. Через отверстие в этом фланце вода нагнетается в колодец внутри блока, а оттуда в нижнюю часть

блока и через окна в поперечных перегородках подходит одновременно к каждому цилиндру. Сначала охлаждаются менее нагретые нижние части цилиндрических гильз и блока, части же, имеющие высокую температуру, омываются подогретой водой.

При такой системе охлаждения исключается возможность образования трещин в гильзах и блоке. В каждом цилиндре вода из нижней полости блока в верхнюю попадает через вырезы 19, а через восемь отверстий 2 и 3 в цилиндрическую крышку.

В канале 13 сделаны четыре отверстия, закрытые заглушками 11, через которые удаляют формовочную землю после отливки блока, осматривают и очищают канал при заводском ремонте.

На верхней плоскости блока с правой стороны имеются еще двенадцать отверстий 1 для прохода штанг привода рабочих клапанов. По этим отверстиям масло стекает из коробки привода клапанов в картер. Для того чтобы масло стекало по отверстиям 1, а не просачивалось в соединениях между крышками и блоком, ставят маслоуплотнительные резиновые кольца.

Кроме отверстий 1, на верхней плоскости вокруг каждого гнезда цилиндрической гильзы на равном расстоянии по окружности нарезано по восемь отверстий 5 для шпилек 26, прикрепляющих цилиндрические крышки к блоку.

Приливы 4 и 22 на торцовых стенках блока с буртами служат для захвата тросом блока или целиком дизеля при подъеме. Снизу блок имеет с правой и левой стороны два горизонтальных фланца, которыми его (на пасте герметик) при помощи шпильных 29 и анкерных 30 шпилек прикрепляют к картеру дизеля.

Высокая стоимость изготовления и ремонта цилиндрического блока требует, чтобы срок службы его был наибольшим. В процессе эксплуатации необходимо избегать причин, вызывающих появление трещин. Нельзя допускать ослабления анкерных и шпильных шпилек, прикрепляющих блок к картеру. Нужно тщательно следить за топливной аппаратурой, не допуская неравномерной работы отдельных цилиндров. Гайки крепления цилиндрической крышки затягивать в соответствии с техническими указаниями.

Дизель должен охлаждаться конденсированной водой, обработанной противокоррозионными присадками по Инструкции МПС № 232304. Это позволит избежать коррозии и отложения накипи на стенках блока, цилиндрических гильзах и крышках.

ВПУСКНЫЕ И ВЫПУСКНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ ДИЗЕЛЯ 2Д50

Впускной коллектор служит для подвода воздуха к впускным окнам в цилиндрических крышках. Он сварен из трехмиллиметрового листового железа. К коллектору приварено шесть патрубков, которыми он соединен с впускными окнами в цилиндрических крышках. К торцовому фланцу коллектора прикреплен болтами чугунный патрубок, соединяющий коллектор с нагнетательной полостью тур-

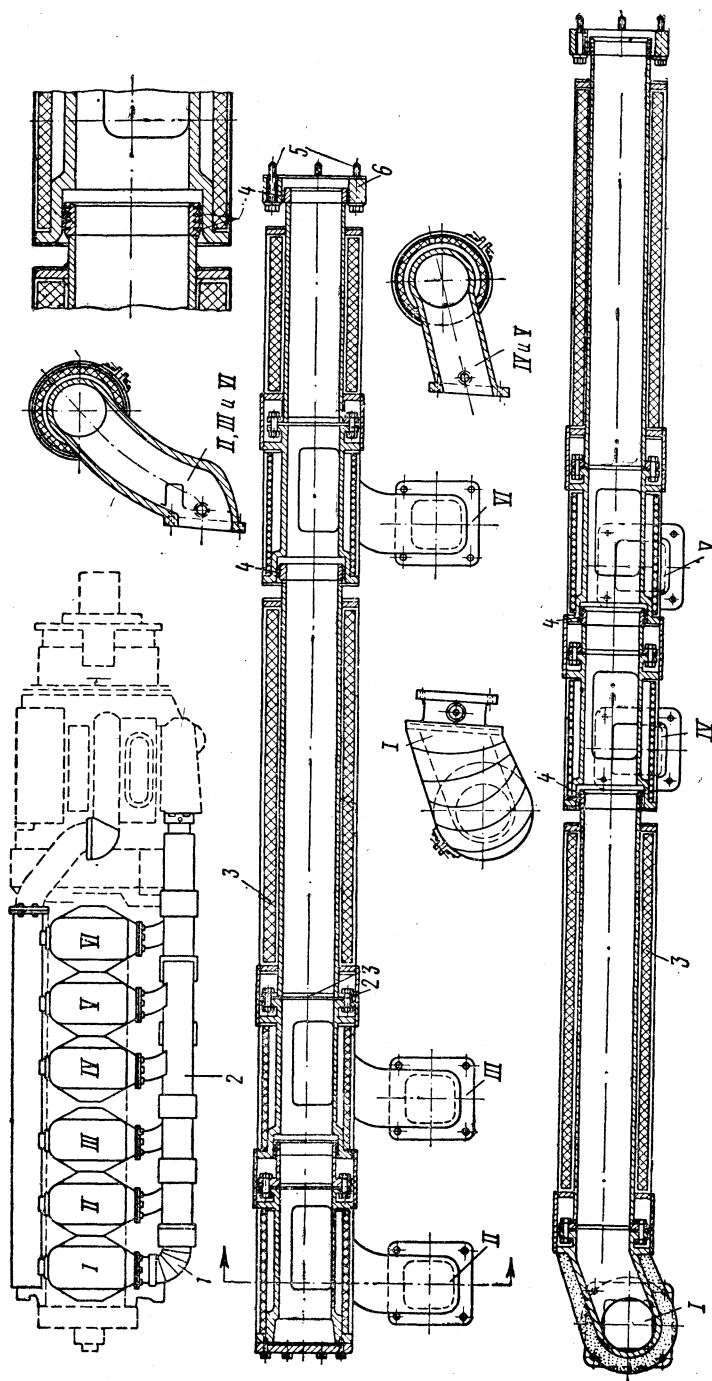


Рис. 61. Выпускной коллектор дизеля 2Д50:

1 и 2 — коллекторы; 3 — изоляция; 4 — уплотнительные кольца; 5 — болты; 6 — втулки; I, II, III, IV, V, VI — патрубki коллекторов соответствующих цилиндров

бовоздуходувки. Между фланцами коллектора и патрубка ставится проставочное кольцо. Изменение толщины этого кольца позволяет правильно установить эти детали на тепловозе. В верхней части переходного патрубка имеется прилив с отверстием, заглушенным пробкой. К этому отверстию присоединяют манометр для определения давления наддувочного воздуха.

Отработавшие газы из цилиндров дизеля отводятся через выпускные коллекторы. На дизеле установлено два выпускных коллектора 1 и 2 (рис. 61), расположенных один над другим. К верхнему коллектору присоединены патрубки от II, III и VI цилиндров, а к нижнему от I, IV и V. Такая последовательность присоединения цилиндров к коллекторам сделана с целью выпуска газов из каждого цилиндра в коллектор не через 120°, а через 240° поворота коленчатого вала. За этот период давление газа в коллекторе успевает снизиться до атмосферного, а давление наддувочного воздуха во впускном коллекторе всегда выше атмосферного, поэтому воздух из него через впускные клапаны поступает в цилиндры, вытесняя отработавшие газы. Отработавшие газы из выпускного коллектора не могут попасть в цилиндр, так как их давление будет ниже, чем давление продувочного воздуха. После поворота коленчатого вала на 240° в выпускной коллектор попадает газ из другого цилиндра и цикл повторяется. Каждый коллектор состоит из пяти частей, которые в стыках скреплены болтами. Чтобы избежать температурных деформаций, части коллекторов в стыках входят одна в другую, а уплотнение в местах соединений достигается при помощи уплотнительных колец 4. Коллекторы соединены с цилиндровыми крышками при помощи патрубков, прикрепленных к ним болтами.

В каждом патрубке имеется отверстие, закрываемое пробкой, в которое вставляется термopара для измерения температуры отработавших газов цилиндра при испытании дизеля. Концы коллекторов входят во втулки 6. Эти втулки болтами 5 прикреплены к корпусу газовой части турбовоздуходувки.

В концевых частях каждого коллектора имеется по два отверстия, из которых одно служит для установки термopары при измерении температуры отработавших газов перед турбовоздуходувкой, а к другому присоединяется трубка манометра для измерения давления отработавших газов при испытании дизеля.

Снаружи все части коллектора покрыты термоизоляционной обмазкой 3, заключенной в тонкостенные стальные кожуха. Стыковые соединения отдельных частей коллектора закрыты разъемными кожухами, стягиваемыми болтами.

Контрольные вопросы

1. Устройство и назначение поддизельной рамы дизеля 2Д100.
2. Как устроен и для чего служит картер дизеля 2Д50?
3. Конструктивные особенности блоков дизелей 2Д100 и 2Д50.
4. Как устроены выпускные коробки, коллекторы, патрубки и глушители дизеля 2Д100, как по ним проходят газы и охлаждающая вода?
5. Впускные и выпускные коллекторы дизеля 2Д50.

Глава VIII

КОЛЕНЧАТЫЕ ВАЛЫ, ИХ ПОДШИПНИКИ, ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА, АНТИВИБРАТОР, ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНАЯ МУФТА И ВАЛОПОВОРОТНЫЙ МЕХАНИЗМ

КОЛЕНЧАТЫЕ ВАЛЫ ДИЗЕЛЕЙ

Дизель 2Д100. Два коленчатых вала — верхний *a* и нижний *б* (рис. 62), установленных на дизеле 2Д100, отличаются друг от друга длиной (длина верхнего вала 3 749, а нижнего — 3 862 мм) и конструкцией концевых своих частей. Валы имеют по десять кривошипов. Радиус кривошипа равен 127 мм, следовательно, ход каждого поршня составляет 254 мм. Шатунные шейки смещены одна относительно другой на 36° в соответствии с порядком работы цилиндров — 1—6—10—2—4—9—5—3—7—8. Расположение кривошипов верхнего коленчатого вала такое же, как и нижнего, но при установке на дизеле верхний вал повернут на 180°—12° (12° — угол опережения нижнего коленчатого вала).

При работе дизеля на валы через шатуны поршней действует давление газов сгоревшего топлива в цилиндрах, силы инерции возвратно-поступательно движущихся частей и центробежные силы вращающихся масс. Поэтому к материалу вала и его изготовлению, а также эксплуатации предъявляют повышенные требования. Валы дизеля 2Д100 отливают из высокопрочного (магниевого) или модифицированного (с присадкой молибдена) чугуна.

Химический состав чугуна валов в %:

высокопрочного углерода 2,8—3,8; марганца 0,5—0,9; кремния 1,8—2,2; фосфора не более 0,1; серы не более 0,025; хрома не более 0,15; магния 0,04—0,1; никеля не более 0,5. Твердость — *HV* 207—302;

модифицированного — углерода 2,15—2,45; марганца 1,0—1,3; кремния 2,2—2,5; фосфора не более 0,045; серы не более 0,045; хрома 0,4—0,6; никеля 1,0—1,2; молибдена 0,9—1,1. Твердость — *HV* 229—285.

Коленчатые валы в процессе изготовления просвечивают гамма-лучами или проверяют ультразвуковым дефектоскопом для выявления скрытых литейных пороков.

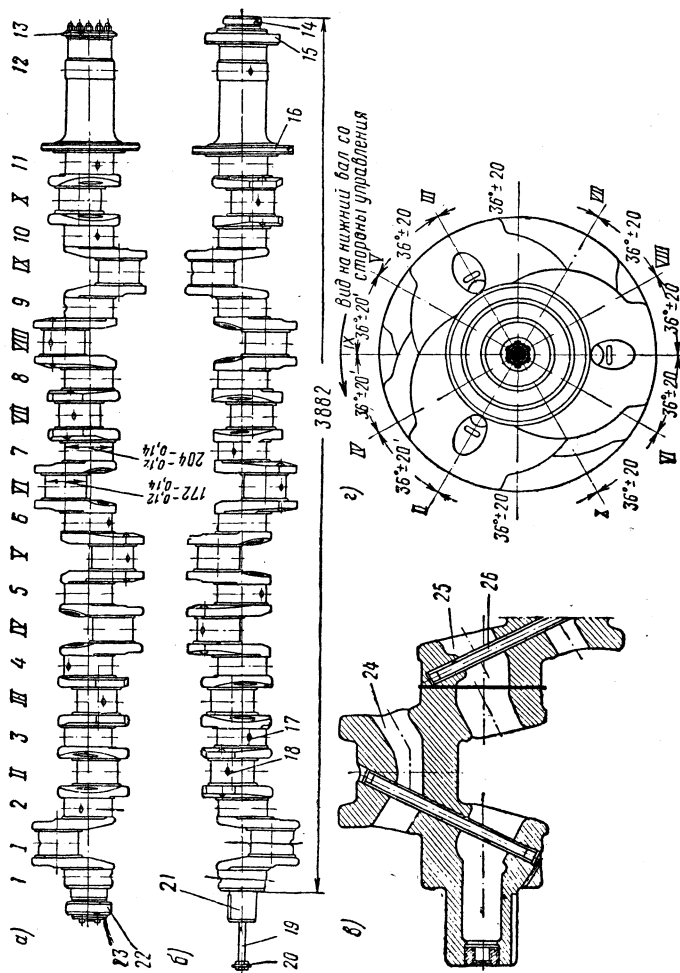


Рис. 62. Коленчатые вала дизеля 2Д100:

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

Для повышения усталостной прочности коленчатых валов в 1963 г. начали применять накатку галтелей вибрирующим роликом, обеспечивающим накатку с энергией удара 4,5 кГм и частотой пульсации 1 250 ударов в минуту.

На основании проведенных испытаний установлено, что применение накатки повышает предел усталостной прочности коленчатого вала с 350 до 800 кГ/см². Биение шеек вала при накатке достигает величины 0,46 мм, его устраняют последующей механической обработкой.

Верхний и нижний коленчатые валы связаны вертикальной передачей.

Для устранения опасных крутильных колебаний на хвостовик 21 переднего конца нижнего коленчатого вала установлен антивибратор. К торцу хвостовика прикреплена шпилька 19 с гайкой 20, которые служат для крепления вилки карданного соединения, ступицы эластичного привода насосов и ступицы антивибратора. К фланцу 15 прикрепляют ведущий диск пластинчатой муфты, соединяющей нижний вал дизеля с валом главного генератора. За фланцем 15 на конец вала насажено с натягом направляющее кольцо 14, которое входит в обойму вала якоря главного генератора.

Шестерня 22 на верхнем коленчатом валу приводит во вращение шестерни, укрепленные на кулачковых валах топливных насосов. Ее насаживают на вал в горячем состоянии на шпонку и укрепляют диском 23. На конец верхнего коленчатого вала перед двенадцатой коренной шейкой насаживают в горячем состоянии ступицу эластичного привода воздушной помпы. Ступицу укрепляют торцовым диском 13, шпильками, ввернутыми в торец вала.

К фланцам 16 верхнего и нижнего коленчатых валов болтами (через одно отверстие призонными) прикреплены большие конические шестерни привода вертикальной передачи. Каждый вал имеет двенадцать коренных шеек 1—12 и десять шатунных I—X. Коренными шейками валы опираются на вкладыши подшипников. Каналы 17 в коренных шейках и 18 в шатунных, а также стальные трубки 26, проходящие через щеки вала, служат для подвода смазки к шатунным подшипникам.

Несквозные каналы имеются в 11-й и 12-й коренных шейках верхнего вала. Канал 12-й шейки соединен со шпоночной канавкой, по которой смазка поступает внутрь эластичного привода воздушной помпы. Через отверстие в первой коренной шейке нижнего вала и шпоночной канавке масло поступает в ступицы антивибратора и эластичного привода насосов.

Внутри шеек вала имеются каналы 24 и 25, необходимые для его облегчения и охлаждения. Шейки вала и галтели тщательно отполированы, необработанные части вала окрашены. Овальность и конусность для коренных и шатунных шеек нового вала допускаются не более 0,02 мм. После обработки вал статически балансируют; допускаемый дисбаланс не более 10 кГсм. В последнее время вве-

дена динамическая балансировка валов на балансировочном станке. Высокое качество балансировки на этом станке значительно улучшает работу подшипников коленчатых валов.

Дизель 2Д50. Коленчатый вал (рис. 63) изготовлен из цельной стальной поковки; материал вала — сталь 35. Он имеет семь коренных 1—7 и шесть шатунных шеек I—VI. Радиус кривошипа равен 165 мм, следовательно, ход поршня 330 мм. Шатунные шейки смещены одна относительно другой на 120° в соответствии с порядком работы цилиндров 1—3—5—6—4—2. Шатунные шейки третьего и четвертого цилиндров, так же как и шейки первого и шестого, второго и пятого цилиндров, лежат в одной плоскости и в одном направлении.

Коренными шейками 1—7 вал опирается на нижние вкладыши коренных подшипников. Шейки четвертого и седьмого коренных подшипников выполнены более широкими. Объясняется это тем, что четвертая коренная шейка коленчатого вала более нагружена, чем остальные, так как она воспринимает инерционные силы от вращающихся масс кривошипов шатунов и поршней двух цилиндров — от третьего и четвертого. Седьмая же коренная шейка является не только опорной, но и упорной, кроме того, она воспринимает часть веса якоря генератора.

Чтобы предохранить вал от перемещения в осевом направлении, на седьмой коренной шейке имеется бурт 8.

Для уменьшения веса вала шатунные шейки выполнены полыми; коренные шейки таких осевых каналов не имеют.

Смазка от коренных шеек к шатунным подводится по наклонным сверлениям 19, в которые вставлены трубки 18. В четвертой коренной шейке отверстия для смазки нет, но есть отверстие глубиной 60 мм для установки штифта при необходимости выбуксовать нижний вкладыш четвертого коренного подшипника.

На шейке 12 устанавливают ведущую шестерню 15, которая через соответствующие шестерни передает вращение распределительному валу, кулачковому валу топливных насосов и валу водяного насоса.

Зубья ведущей шестерни 15 для уменьшения удельного давления и обеспечения плавного зацепления выполнены косыми. Для возможности монтажа и демонтажа ведущая шестерня изготовлена из двух половинок, точность установки которых фиксируется двумя контрольными штифтами на их торцах. К шейке вала половинки шестерен прикрепляют двумя разъемными бугелями 14. Половинки каждого бугеля стянуты двумя болтами 16.

За шестерней на коленчатом валу имеется конусный бурт 9, который вместе с корпусом уплотнения 20 препятствует попаданию смазки из картера в полость генератора.

Корпус уплотнения вала состоит из двух половинок. Выступающие внутренние буртики половинок входят в кольцевую проточку конусного бурта на валу. При вращении коленчатого вала масло с конусного бурта сбрасывается центробежной силой в картер. Небольшая часть масла, которая может попасть в кольцевую по-

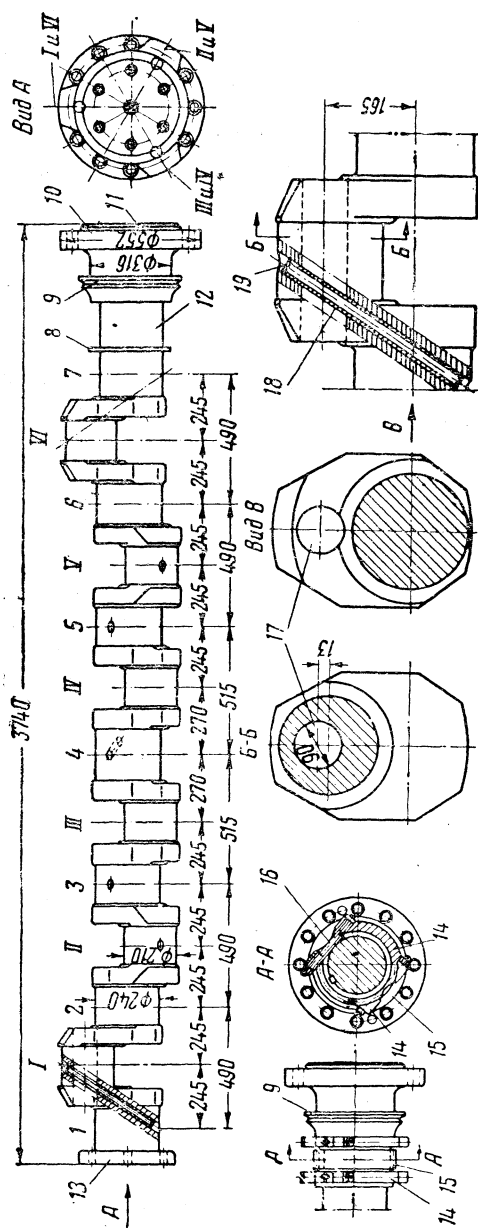


Рис. 63. Коленчатый вал дизеля 2Д50:

1 — VI — шатунные шейки; 2 — коренные шейки; 3 — бурт седьмой коренной шейки; 4 — конусный бурт; 5 — большой фланец; 6 — центрирующий бурт; 7 — шейка для установки ведущей шестерни; 8 — малый фланец; 9 — разъемные бугели; 10 — ведущая шестерня; 11 — болты, стягивающие разъемные бугели; 12 — каналы в шатунных шейках; 13 — стальная трубка; 14 — наклонные сверления; 15 — корпус уплотнения коленчатого вала; 16 — кольцевая полость; 17 — втулки; 18 — болты; 19 — фланец якоря главного генератора; 20 — фланец якоря вала привода масляного насоса; 21 — болты крепления валоопоротного диска; 22 — цилиндрическая поверхность валоопоротного диска; 23 — ушки; 24 — поводок привода; 25 — сменный сухарь

лость 21 корпуса уплотнения, сливается через отверстие вниз. Кроме того, в кольцевую полость 21 через два канала поступает воздух от вентилятора главного генератора. Так как давление воздуха в полости 21 больше, чем давление в картере, то создается дополнительная защита главного генератора от проникновения масла из картера.

За уплотнительным буртом со стороны генератора вал имеет большой фланец 10, который предназначен для жесткого крепления к нему фланца 24 якоря главного генератора. Центровка сопрягаемых фланцев достигается выступающим центрирующим буртом 11 на внешней торцевой поверхности фланца коленчатого вала, а на фланце якоря генератора — соответствующей выточкой.

В обоих фланцах просверлено по двенадцать отверстий; в них запрессованы стальные втулки 22 с упорными буртами. Болты 23 через втулки 22 проходят свободно и затем их ввертывают во фланец якоря генератора. После затяжки болты шплинтуют попарно проволокой. Во втулках 22 со стороны буртов имеются отверстия с резьбой, служащие для установки съемника при выпрессовке втулок.

Со стороны масляного насоса коленчатый вал имеет малый фланец 13, к которому шестью болтами 26 (из них два болта являются призонными) прикрепляют валоповоротный диск 28. На его цилиндрической поверхности 27 просверлено двенадцать глухих отверстий 29. В эти отверстия вставляют лом, когда надо повернуть вал вручную. На цилиндрической поверхности поворотного диска нанесены положения мертвых точек для всех цилиндров, а также риски, по которым проверяют углы опережения подачи топлива. На внешнем торце поворотного диска имеются два ушка 30. В отверстие каждого ушка вставлен сменный сухарь 32, изготовленный из стали 20, с цементированной головкой. Каждый кулачок крепят корончатой гайкой. Между кулачками помещается поводок 31 привода масляного насоса. Расстояние между головками кулачков и головкой поводка регулируют прокладками, устанавливаемыми между головкой кулачка и ушком.

Условия работы коленчатых валов и износ их шеек. Если при укладке вала будут соблюдены все требования правил ремонта, а в процессе эксплуатации установлено тщательное наблюдение за состоянием вала и его подшипников, то он может работать без обработки шеек до заводского ремонта, что составляет (в среднем) около 600 тыс. км пробега, или 4—5 лет работы тепловоза.

В процессе работы дизеля шейки вала изнашиваются, на них могут появиться риски и задиры.

Эти повреждения возникают из-за применения масла несоответствующей марки или его загрязнения абразивными частицами. Изгиб, появление трещин или излом вала являются аварийными случаями и могут возникнуть из-за нарушения правил ремонта при монтаже или инструкции по уходу за коленчатым валом и его подшипниками. В процессе эксплуатации нельзя допускать работу вала, когда зазоры в его подшипниках превышают

установленные размеры; ослабли крышки коренных подшипников; отдельные коренные шейки вала не прилегают к рабочим вкладышам подшипников или площадь прилегания их к вкладышам или вкладышей к опорам недостаточна; ось коленчатого вала не совпадает (свыше допустимых норм) с осью вала главного генератора. В результате неравномерного износа рабочих вкладышей коренных подшипников, а также радиального износа коренных шеек вала, неточности обработки, а в последующем деформации опор под рабочие вкладыши образуется так называемая «ступенчатость». Под этим термином принято понимать несоосность опорных поверхностей вкладышей в вертикальной плоскости. В этом случае коленчатый вал на всей длине изгибается на различную величину в зависимости от величины ступенчатости. Если ступенчатость выше допустимых норм, отдельные участки вала прогибаются, геометрическая ось его принимает форму ломаной линии. При изгибе во время работы вал испытывает дополнительные напряжения, что может привести к его поломке.

Все перечисленные выше величины устанавливают измерением. Так, радиальный износ шеек определяют при помощи шейкомера системы ЦНИИ. Толщину вкладышей измеряют микрометром, а ступенчатость опор в блоке или картере оптическими приборами. С достаточной точностью ступенчатость можно определять как наибольшую разность между толщинами рабочих вкладышей у всех разобранных подшипников; при этом для определения ступенчатости должно быть разобрано не менее трех подшипников.

При замене единичных рабочих вкладышей ступенчатость не должна превышать 0,08 мм, а при замене всех рабочих вкладышей, коленчатых валов, а также при больших периодических и подъемочных ремонтах величина ступенчатости не должна превышать 0,04 мм. Регулировка ступенчатости достигается за счет подбора толщины рабочих вкладышей.

КОРЕННЫЕ ПОДШИПНИКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Дизель 2Д100. Коленчатый вал укладывают на коренные подшипники. Каждый коренной подшипник как верхнего, так и нижнего вала состоит из двух совершенно одинаковых вкладышей (верхнего и нижнего), одной крышки, двух шпилек или двух болтов. Коленчатые валы уложены на двенадцати вкладышах коренных подшипников.

Одиннадцатый подшипник каждого коленчатого вала, считая от масляного насоса, является опорно-упорным. Он удерживает вал от продольных перемещений в сторону главного генератора, что обеспечивает надежность зацепления в зубчатых передачах (вертикальная передача и привод воздухоудвки). Верхний коленчатый вал лежит на вкладышах, расположенных в опорах блока 10 (рис. 64), а крышки подшипников прикреплены к блоку двумя шпильками 7. Нижний же коленчатый вал опирается на вкладыши,

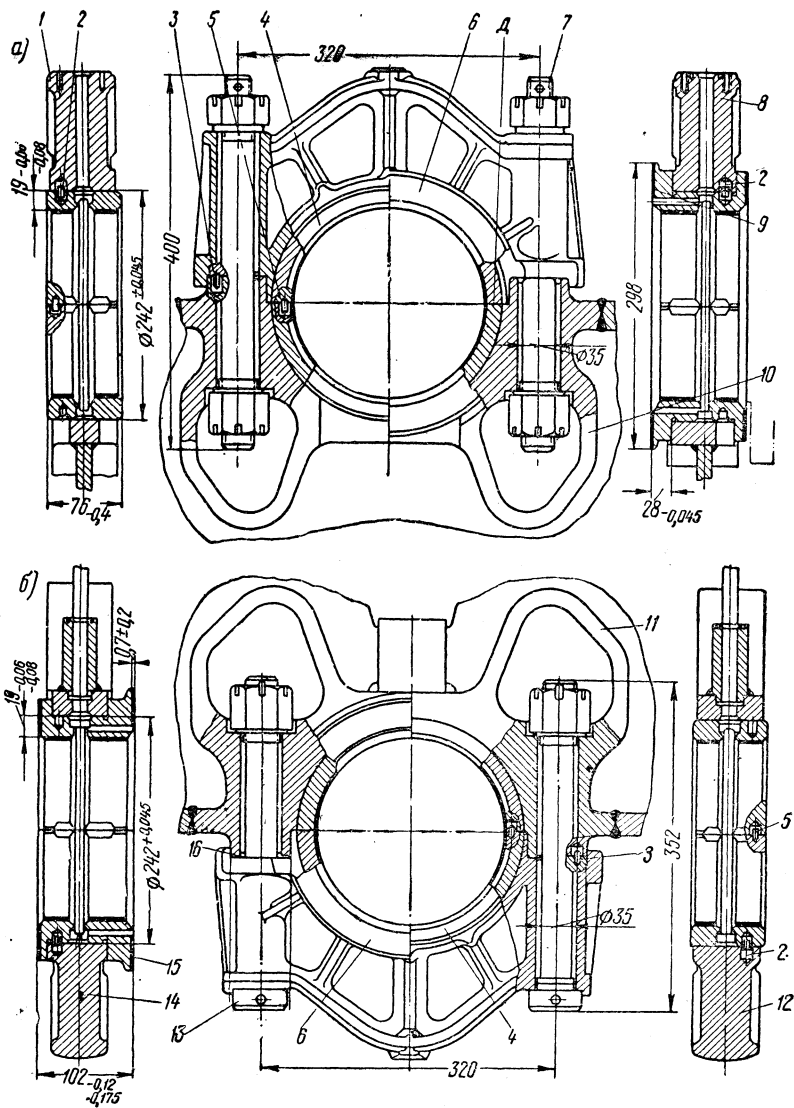


Рис. 64. Коренные подшипники нижнего и верхнего коленчатых валов дизеля 2Д100:

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

расположенные в крышках подшипников 12, каждая из которых прикреплена к блоку дизеля снизу двумя болтами 13.

Вкладыши коренного подшипника (рис. 65) изготовлены из бронзы марки ОЦС-12-5 и залиты с внутренней стороны баббитом БК2, толщина слоя заливки $0,7 \pm 0,2$ мм. С целью удешевления и повышения надежности в работе вкладышей проводятся исследования по применению алюминиевых или биметаллических (на стальную ленту нанесен алюминиевый сплав) вкладышей, а также с полимерной пленкой. Толщина вкладыша вместе с заливкой $19_{-0,04}^{+0,08}$ мм, ширина $76_{-0,4}$ мм, а опорно-упорного $102_{-0,175}^{+0,12}$ мм. Относительно

большая толщина вкладышей обусловлена необходимостью придать им достаточную жесткость. Такие требования вызваны тем, что опоры под вкладыши верхнего коленчатого вала в блоке сужены от торцов к центру до 29 мм. Эти вырезы в блоке сделаны для выемки и постановки цилиндрических гильз. В средней части вкладыша имеется отверстие 3, совпадающее с отверстием в крышке подшипника верхнего коленчатого вала или с отверстием в постели вкладыша в блоке нижнего коленчатого вала. Через трубку и отверстие 3 масло из масляного коллектора поступает в кольцевую канавку 2 подшипника, откуда меньшая часть попадает на трущуюся поверхность, а большая часть поступает в так называемые холодильники (выбранные места около торцов вкладыша) и из них растекается по всему вкладышу. Кольцевая канавка 2 во вкладышах обеспечивает непрерывное поступление масла к шатунным подшипникам по каналам в шейках вала. Чтобы уменьшить удельное давление на баббитовую заливку, проводятся работы по перенесению кольцевой канавки с трущейся поверхности вкладыша на затылочную часть.

С наружной стороны рядом с отверстием для смазки имеется отверстие для штифта. Запрессованный в крышку подшипника штифт удерживает вкладыши от проворачивания во время вращения коленчатого вала. На торце вкладыша с одной стороны имеется штифт 1, который входит в отверстие верхнего вкладыша. Такой же штифт есть и на верхнем вкладыше; он вставляется в отверстие 4. Штифты фиксируют верхнюю и нижнюю половинки.

Торцы обоих вкладышей возвышаются относительно постелей на $0,16-0,22$ мм при прижатии их к постели усилием в 2 т. Этот припуск (натяг) обеспечивает плотную посадку вкладышей в постели после сборки подшипников. Недостаточный натяг может привести к срезу стопорных штифтов и провороту вкладышей, что может вызвать перекрытие отверстия для смазки и даже разрушение вкладышей.

В собранном подшипнике стыковые поверхности вкладышей должны располагаться на одной линии с торцами каблучков крышек. Нижние и верхние вкладыши по конструкции одинаковы, взаимозаменяемы, каждый вкладыш имеет свое клеймо, выбитое на боковом торце. На вкладышах коренных подшипников клейма выбиты

со стороны управления, а на шатунных — со стороны генератора. Например, на одном из коренных вкладышей верхнего вала стоит клеймо — ФН8ВД, т. е. ФН — условное буквенное обозначение дизеля; 8 — восьмой опоры; В — верхнего вала; Д — вкладыш относится к опоре в блоке. Для нижнего коленчатого вала вкладыш с клеймом Д относится к крышке коренного подшипника. Около клейма в холодильнике выбита толщина вкладыша, с противоположной стороны в холодильнике выбиты обозначения антифрик-

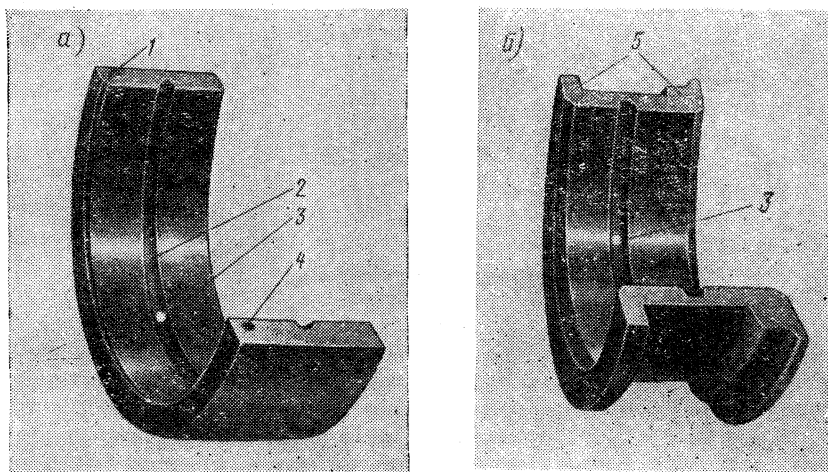


Рис. 65. Вкладыши коренных подшипников коленчатых валов дизеля 2Д100:

а — опорный; б — опорно-упорный; 1 — штифт; 2 — кольцевая канавка; 3 — отверстие для подвода смазки; 4 — отверстие для штифта; 5 — опорные бурты

ционного сплава и номер его плавки. Прокладки между вкладышами не ставят, а поэтому зазор на смазку между вкладышами и шейкой вала устанавливают путем подбора вкладышей.

Вкладыши опорно-упорного подшипника имеют бурты 5, покрытые баббитом с боков.

В зависимости от несущей нагрузки вкладыши коренных подшипников условно делят на рабочие и нерабочие. К рабочим относятся все вкладыши, расположенные в крышках подшипников, к нерабочим те, которые расположены в блоке дизеля. Рабочие вкладыши воспринимают нагрузку от давления газов, силы инерции возвратно-поступательно движущихся частей и центробежные силы вращающихся масс. На нерабочие вкладыши воздействуют только частично силы инерции и центробежные силы. Вследствие разных нагрузок рабочие вкладыши изнашиваются более интенсивно, чем нерабочие.

Крышки коренных подшипников изготавливают штамповкой из стали марки 38ХС и подвергают термической обработке (нормализуют). После механической обработки в условиях завода крышки

растачивают совместно с блоком. При замене крышки в депо плоскости ее, соприкасающиеся с блоком дизеля, тщательно подгоняют шабровкой. Крышка фиксируется плоскостями. При посадке крышки на место в блок между фиксирующими плоскостями и местом опоры в блоке должен быть натяг 0,03—0,1 мм. Опорные поверхности в крышке и блоке подгоняют по краске. С правой стороны крышки, если смотреть со стороны генератора, запрессован штифт, предназначенный для центровки крышки в блоке. В крышке

имеются два отверстия, через которые проходят болты или шпильки, прикрепляющие ее к блоку дизеля.

Учитывая напряженную работу шпилек и болтов, к их изготовлению предъявляют повышенные требования. Шпильки изготовляют из стали 38ХС, а болты из стали 18Х2Н4ВА. Как шпильки, так и болты подвергают термической обработке, полируют, проверяют магнитным дефектоскопом. Из верхнего масляного коллектора по трубкам масло поступает к крышкам коренных подшипников верхнего коленчатого вала, а из нижнего — к опорам в блоке для вкладышей подшипников нижнего вала. Через отверстия в крышке или опоре, смазочное отверстие и кольцевую канавку во вкладыше

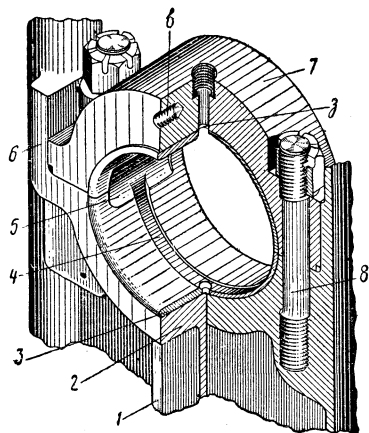


Рис. 66. Коренной подшипник коленчатого вала дизеля 2Д50:
1 — ребро; 2 — опора вкладыша; 3 — вкладыш подшипника; 4 — кольцевая канавка; 5 — холодильник; 6 — направляющая рамка; 7 — крышка; 8 — шпильки крепления крышки

масло попадает в коренной подшипник, здесь часть масла растекается по подшипнику, а затем через зазоры между вкладышами и шейкой вала сливается в картер. Другая часть масла из канавки 2 поступает к отверстию в коренной шейке вала, а оттуда по трубке, запрессованной в щеке, к отверстию в шатунной шейке. Из этого отверстия масло через отверстие и кольцевую канавку поступает на подшипник, откуда часть его сливается в картер, а другая — через отверстие в шатуне подводится на смазку головного подшипника и дальше для охлаждения головки поршня.

Дизель 2Д50. Каждый коренной подшипник (рис. 66) состоит из двух вкладышей 3 (нижнего и верхнего), крышки 7, соединенной с картером дизеля при помощи шпилек 8, и трубки, подводящей смазку к подшипнику. Нижние и верхние вкладыши коренных подшипников взаимозаменяемы. Подшипники размещены в опорах 2, расположенных в поперечных вертикальных перегородках картера дизеля. Опоры для увеличения жесткости усилены ребрами 1. Всего в картере семь подшипников, один из которых (седьмой), находящийся со стороны генератора, опорно-упорный.

Вкладыши коренного подшипника (рис. 67) изготовлены из одинакового материала, а по конструкции — в основном такие же, как и вкладыши дизеля 2Д100, и отличаются от них только размерами.

Возвышение торцов вкладыша в местах посадки (натяг) допускается 0,11—0,26 мм. Торцы вкладышей после окончательной сборки подшипника должны располагаться на одной линии с торцами постели и крышки.

Чтобы избежать проворачивания и осевого смещения, вкладыши с наружной стороны имеют выступ 4, который у нижнего вкладыша входит в соответствующее углубление в постели, а у верхнего — в углубление крышки. В средней части каждого вкладыша

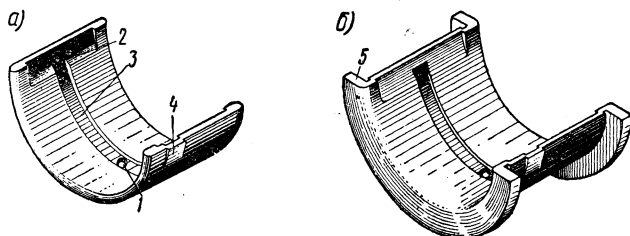


Рис. 67. Вкладыши коренных подшипников дизеля 2Д50:

а — вкладыш опорного подшипника; б — вкладыш опорно-упорного подшипника; 1 — смазочное отверстие; 2 — холодильник; 3 — кольцевая канавка; 4 — выступ; 5 — бурт вкладыша

сделана кольцевая канавка 3 с отверстием 1 в центре. Для нижнего вкладыша это отверстие никакого значения не имеет; сделано оно на случай, если нижний вкладыш необходимо будет поставить на место верхнего, что допустимо, так как вкладыши взаимозаменяемы. Отверстие 1 в верхнем вкладыше совпадает со смазочным отверстием в крышке подшипника. Кольцевая канавка 3 во вкладышах необходима для непрерывного поступления масла к шатунным подшипникам по каналам в шейках вала.

Вкладыши коренных подшипников отличаются по ширине; ширина вкладышей четвертого подшипника равна 197 мм, седьмого — 208 мм, а остальных — 146 мм. Вкладыши седьмого подшипника (рис. 67, б) снабжены буртами 5, которые ограничивают перемещение вала в подшипнике. Бурты залиты баббитом.

Крышки коренных подшипников изготовлены из стали марки сталь 40 и термически обработаны.

После механической обработки крышку пригоняют к горизонтальным и вертикальным плоскостям направляющей рамки 6 (см. рис. 66) по краске.

Плотная постановка крышки в опоре разгружает шпильки 8 от срезающих и изгибающих усилий. На боковых поверхностях крышки с обеих сторон имеются нарезные отверстия в, в которые ввертывают рым-болты для облегчения съема крышки.

В эксплуатации возможны следующие неисправности подшипников: увеличение зазора на смазку, усталостные повреждения баббитовой заливки, ослабление посадки вкладышей (потеря натяга), образование трещин на крышках подшипников, смятие, засорение или излом трубки, подводящей смазку. Усталостные повреждения вкладышей (выкрашивание или выдавливание баббитовой заливки) вызываются нарушением технологии заливки вкладышей, высокими удельными давлениями вследствие деформации коленчатого вала, неудовлетворительным прилеганием вкладышей к постелям или перекосом вкладышей, допущенным при сборке.

При ослаблении посадки вкладышей происходит проворот их в опоре, в результате перекрывается смазочное отверстие и поступление смазки к подшипнику значительно уменьшается или совсем прекращается. Шейка вала и вкладыши подшипника перегреваются, происходит подплавление заливки, появляются трещины в корпусе вкладышей, а иногда изгиб коленчатого вала.

Трещины в крышках подшипников могут возникнуть вследствие подреза в крышке в местах под гайку во время изготовления или из-за ослабления гаек крепления крышек.

Ослабление постановки трубки, ее смятие, засорение или излом являются следствием нарушения технологии сборки, когда при постановке трубку скручивают или чрезмерно натягивают.

Условия работы подшипников и их износ. Важным условием для нормальной работы подшипников, а следовательно, и коленчатого вала является прилегание тыловой части вкладышей к опорам в блоке или картере и к крышке подшипника. При недостаточном прилегании резко возрастает удельное давление на отдельные участки вкладыша, ухудшается теплоотдача от подшипника, это может быть причиной разрушения или выплавления заливки. Поэтому необходимо, чтобы прилегание вкладышей к опорам в картере и к крышкам было не менее 70% площади. Для проверки прилегания тыловой части вкладыша место в крышке под вкладыш покрывают тонким слоем глазури или краски, вставляют вкладыш в крышку и прижимают его. Затем вкладыш вынимают и по отпечаткам на тыловой части определяют прилегание его к постели. Этим же способом можно произвести проверку прилегания вкладышей к постелям в блоке или картере при вынутом коленчатом валу.

Особое внимание необходимо обращать на величину зазора «в усах» подшипников. Зазоры, превышающие допускаемые, вызывают чрезмерную утечку масла и резкое понижение давления в смазочной системе дизеля. Зазор в «усах» подшипников восстанавливают наплавкой баббитового слоя вкладышей оловом. При постановке новых вкладышей или после напайки «усов» у старых вкладышей зазор в «усах» подшипников должен быть установлен наименьший — 0,12 (2Д100) и 0,03 (2Д50). При отсутствии зазора в «усах» бывают случаи защемления шейки вала вкладышами в этих местах и, как следствие, выплавление подшипника.

При увеличенных зазорах между плоскостями крышки корен-

ного подшипника и соответствующими плоскостями в картере (2Д50) или блоке (2Д100), а также при неплотном прилегании их разрешается наплавлять плоскости электросваркой с последующей обработкой и соблюдением установленных натягов.

Суммарный зазор на «смазку» должен быть в пределах допуска, а разность зазоров между рабочими вкладышами и шейками у всех опор верхнего коленчатого вала не должна превышать 0,10 мм, а у нижнего 0,30 мм. Допускается зазор между отдельным рабочим вкладышем и коренной шейкой нижнего коленчатого вала (неприлегание) у 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7-й опоры не более 0,05 мм (2Д100).

Под суммарным зазором на «смазку» понимается сумма зазоров между шейкой вала и рабочим, а также нерабочим вкладышами коренного подшипника, измеренных шупом.

Разность зазоров на «смазку» определяют как разницу между наибольшим и наименьшим зазором для всех коренных подшипников проверяемого вала.

Зазоры на «смазку» и в «усах» измеряют с обеих сторон коренного подшипника. Разница в зазорах с одной и другой стороны подшипника допускается не более 0,04 мм. В случае большей разницы вкладыш заменяют или, как исключение, для устранения перекоса в подшипнике допускают шабровку баббитовой заливки нерабочего вкладыша.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ДИЗЕЛЯ 2Д100

Верхний коленчатый вал связан при помощи вертикальной передачи с нижним (рис. 68). Она состоит из двух валов 5, соединенных эластичной муфтой 16.

Как уже указывалось, на коленчатых валах со стороны генератора имеются фланцы, к которым прикреплены большие конические шестерни 1. С этими шестернями входят в зацепление малые конические шестерни 2, укрепленные на валах 5 вертикальной передачи. Шестерни передачи изготовлены из стали марки 12ХНЗА.

Валы 5 смонтированы в корпусах 3 и 20 на двух подшипниках качения. Чугунные корпуса 3 и 20 устанавливаются на опоры в блоке дизеля, к которым они прикреплены шпильками. Каждый вал имеет по два радиально-упорных шариковых подшипника 6 и одному роликоподшипнику 4. Конусные муфты 13 и 14 используют для установки угла опережения нижнего коленчатого вала.

Эластичная муфта 16 имеет два фланца — верхний 22 и нижний 21; между этими фланцами вставлена крестовина 28, в которую заложено шестнадцать пружин 29, стянутых болтами 31. При работе вращающий момент передается от фланца через один из рядов пружин к крестовине, а от крестовины через другой ряд пружин к другому фланцу муфты. Эластичная муфта смягчает толчки, возникающие между коленчатыми валами в процессе работы дизеля и особенно при его пуске и остановке, — этим самым предохраняет шестерни передачи от повреждения.

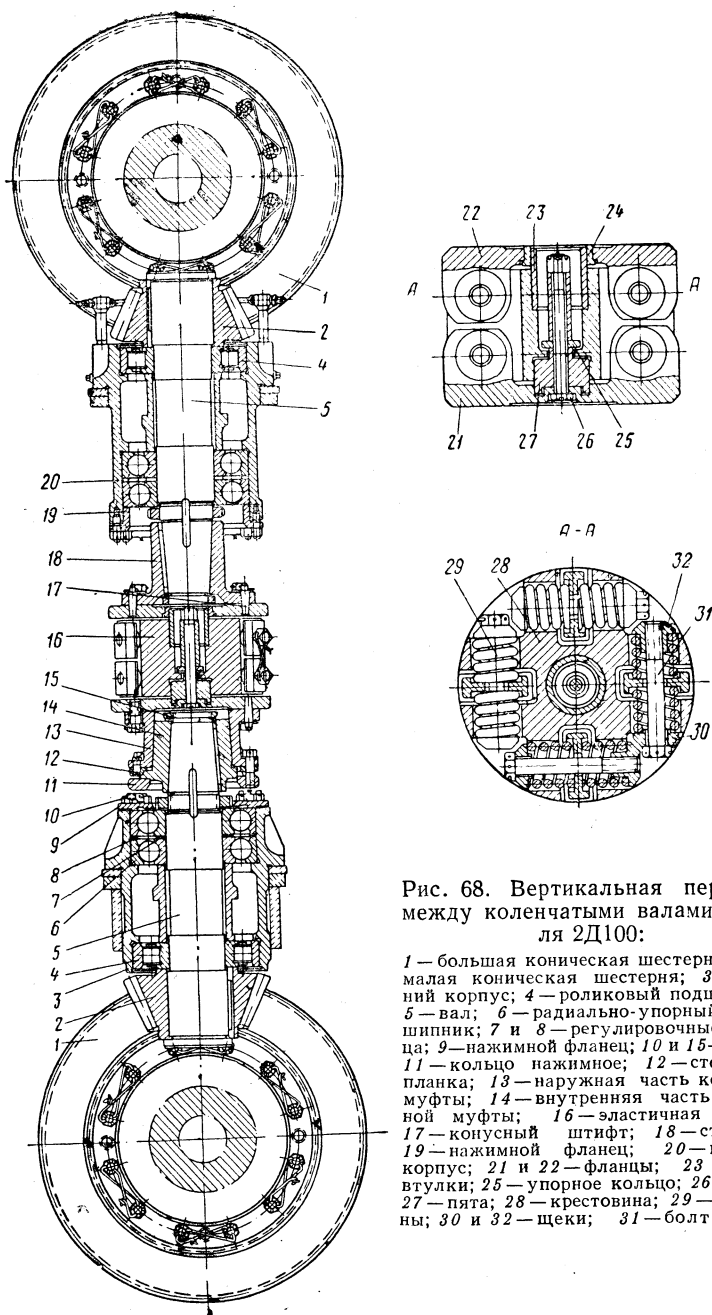


Рис. 68. Вертикальная передача между коленчатыми валами дизеля 2Д100:

1 — большая коническая шестерня; 2 — малая коническая шестерня; 3 — нижний корпус; 4 — роликовый подшипник; 5 — вал; 6 — радиально-упорный подшипник; 7 и 8 — регулировочные кольца; 9 — нажимной фланец; 10 и 15 — гайки; 11 — кольцо нажимное; 12 — стопорная планка; 13 — наружная часть конусной муфты; 14 — внутренняя часть конусной муфты; 16 — эластичная муфта; 17 — конусный штифт; 18 — ступица; 19 — нажимной фланец; 20 — верхний корпус; 21 и 22 — фланцы; 23 и 24 — втулки; 25 — упорное кольцо; 26 — болт; 27 — пята; 28 — крестовина; 29 — пружины; 30 и 32 — щеки; 31 — болт

Муфта дает возможность допустить небольшую несоосность между верхним и нижним валами 5 вертикальной передачи. Кроме того, она позволяет компенсировать тепловые деформации блока и валов.

Возможные неисправности в передаче возникают из-за значительного перекоса, допущенного при сборке деталей эластичной муфты. Иногда обнаруживаются трещины в корпусах передачи, повышенный износ мест под наружные кольца подшипников. В большинстве случаев причиной неисправностей является отступление от установленной технологии ремонта и сборки вертикальной передачи.

При осмотре вертикальной передачи сдвиг шестерни 2 в сторону эластичной муфты определяют по свободному перемещению регулировочного кольца, установленного сверху, и увеличению зазора между шестернями 1 и 2. Признаком ослабления конусной муфты будет смятие зуба стопорной планки 12.

Чтобы проверить плотность посадки ступицы 18 на валу, применяют следующий метод: выбирают зазоры во всех сопряжениях вертикальной передачи путем поворота коленчатого вала; затем коленчатый вал медленно поворачивают в обратную сторону и наблюдают, не смещается ли ступица на валу 5. Таким же методом можно проверить и посадку конусной муфты 14.

Изломанную пружину эластичной муфты можно определить по неравномерному расстоянию между витками пружины.

АНТИВИБРАТОР КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДИЗЕЛЯ 2Д100

Коленчатый вал дизеля можно представить состоящим из упругих участков, между которыми закреплены массы в виде кривошипов, движущихся поршней, шатунов и т. д. Наибольший вес приходится на долю якоря генератора, поэтому можно предположить, что вал как бы закреплен в массе якоря.

На примере простейшей системы, характеризующей колебание вала на одном из его участков, ознакомимся с явлениями, возникающими в ней во время действия силы. Система (рис. 69) состоит из стального стержня 1, один конец которого жестко закреплен,

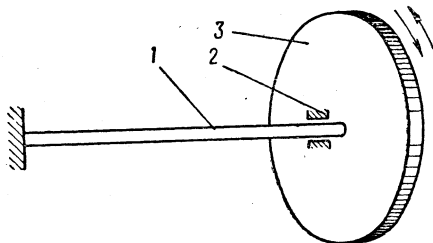


Рис. 69. Схема колебания маховика на стальном стержне:

1 — стальной стержень; 2 — подшипник; 3 — маховик

а на другой напрессован маховик 3; конец стержня около маховика опирается на подшипник 2. Приложим к маховику силу (вращающий момент) и повернем его, а следовательно, и стержень на незначительный угол; затем отпустим маховик и будем наблюдать за ко-

лебаниями, которые совершаются в системе. Маховик будет колебаться вправо и влево в плоскости приложения вращающего момента в течение некоторого времени даже после того, как силы прикладываются к нему не будут. Колебания маховика, а следовательно, и стержня будут происходить под воздействием сил упругости материала стержня и сил инерции маховика. Такие колебания носят название «свободных» или «собственных» **крутильных колебаний**.

Если к маховику не прикладывать повторных сил, то колебания его будут постепенно затухать. Настанет момент, когда они совсем прекратятся и маховик займет свое первоначальное положение, т. е. состояние покоя.

Затухание колебания системы, а затем и полный покой ее происходят вследствие трения маховика о воздух, стержня в подшипнике, а также из-за внутримолекулярного трения в стержне. Очевидно, что для поддержания колебания маховика в течение определенного времени к нему надо периодически прикладывать внешнюю (возмущающую) силу. Крутильные колебания, возникающие под влиянием указанных сил, будут носить название «**вынужденных**».

Если период приложения возмущающих сил будет совпадать с периодом собственного колебания системы, то возникнет явление, которое носит название «**резонанса**». Число оборотов коленчатого вала, при котором возникает состояние резонанса, называется **критическим**.

Работа дизеля на критических оборотах недопустима, так как при этом наблюдается тряска его, быстрый износ и разрушение подшипников, а иногда поломка коленчатого вала и других деталей.

Чтобы предотвратить эти явления, изменяют размеры вала, маховые массы, расположение их, увеличивают жесткость вала, уменьшают вес поршневой группы.

Однако часто бывает и этого недостаточно; тогда для гашения резонансных крутильных колебаний применяют демпферы или маятниковые antivибраторы. Устанавливают их обычно на конце вала, где амплитуда крутильных колебаний достигает максимальной величины. Подсчитано, что критические обороты нижнего коленчатого вала дизеля 2Д100 находятся в зоне рабочих чисел оборотов вала, а именно: 470, 550 и 825 *об/мин*. Чтобы вывести критические обороты из зоны рабочих, на конце нижнего вала установлен antivибратор маятникового типа. На верхнем коленчатом валу нет antivибратора, так как его критические обороты не находятся в зоне рабочих. Это объясняется тем, что на конце верхнего вала нет такой массы, как якорь главного генератора, а критические обороты нижнего вала гасятся упругой муфтой вертикальной передачи, не доходя к верхнему коленчатому валу.

Antивибратор (рис. 70) по своей конструкции относительно прост. Ступица I antivибратора вместе с тремя неподвижными дисками составляет одно целое. Между дисками расположены восемь подвижных грузов 3 в виде секторов (четыре с одной и четыре

с другой стороны) весом каждый 10,34 кг. Грузы насажены на шестнадцать пальцев 2, 4, 6 и 7 разного диаметра; по диаметральному размеру пальцы разбиты на четыре группы (по четыре пальца в каждой группе); зазоры между пальцами и отверстиями от 3,75 до 20,7 мм. Отверстия под пальцы в неподвижных дисках и грузах все одинаковые. Осевое перемещение пальцев (0,22—1,1 мм) ограничено стопорными планками 9. Отверстия как в неподвижных дисках, так и в грузах защищены от износа вставными втулками 8.

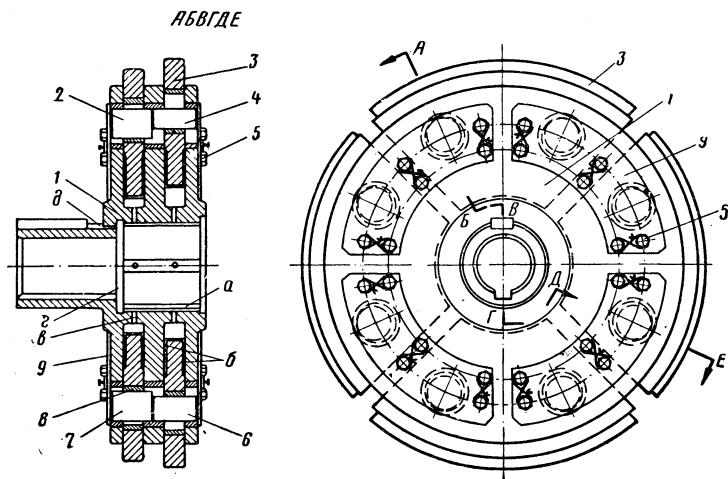


Рис. 70. Маятниковый антивибратор коленчатого вала дизеля 2Д100:

1 — ступица; 2 — палец груза шестого порядка; 3 — груз; 4 — палец груза третьего порядка; 5 — болты крепления стопорных планок; 6 — палец груза четвертого порядка; 7 — палец груза седьмого порядка; 8 — втулка в отверстии груза; 9 — стопорная планка; а, б — канавки; в — радиальные каналы; г — кольцевая выточка; д — канал

Грузы изготовлены из стали 40, пальцы — из стали 20Х, втулки — из стали ШХ15. Для повышения износостойкости пальцы цементированы на глубину 1—1,3 мм, твердость HRC 54—83, а втулки термически обработаны.

Каждый груз свободно (с зазором) посажен на два пальца одинакового диаметра; грузы, расположенные друг против друга по диаметру, имеют одинаковый размер пальцев, а грузы, рядом лежащие, свободно посажены на пальцы, имеющие другой размер.

Всего антивибратор имеет четыре пары грузов с разной величиной перемещения в соответствии с количеством зон критических оборотов коленчатого вала дизеля. Каждая пара грузов гасит критические обороты одного из порядков.

С целью уменьшения износа втулок и пальцев к ним подводится смазка. Для этого на боковых поверхностях грузов с обеих сторон имеется по две канавки б глубиной 3,5 мм и длиной 55 ± 2 мм,

направленные от центра по радиусам к отверстиям для пальцев, но не достигающие до них. Масло из коленчатого вала через торцовое отверстие в первой коренной шейке поступает в канавки *а*, просверленные внутри отверстия ступицы антивибратора, а из них —

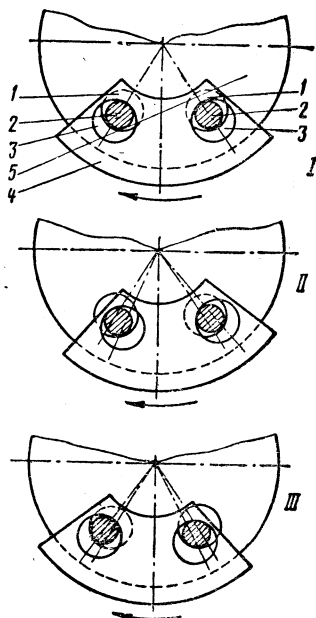


Рис. 71. Схема колебаний груза антивибратора:

I — положение груза антивибратора при работе вала без крутильных колебаний; *II* — положение груза при ускорении вала вследствие крутильных колебаний; *III* — положение груза при замедлении вала вследствие крутильных колебаний; 1, 3 — отверстия; 2 — пальцы; 4 — груз; 5 — фланец ступицы

по радиальным каналам *в* подходит к канавкам *б* и по ним поступает на смазку пальцев.

Часть масла по канавкам *а* попадает в кольцевую выточку *г* внутри ступицы, а из нее по каналу *д*, расположенному под шпоночной канавкой, направляется для смазки эластичного привода насосов и регулятора. От состояния антивибратора зависит во многом нормальная работа дизеля и срок службы коленчатого вала. Во время сборки пальцы, имеющие на торцах цифры 3, 4, 6 и 7, устанавливают в отверстия ступицы, около которых выбиты такие же цифры. В процессе эксплуатации следят, чтобы износ пальцев и втулок был не более установленных норм.

Как же работает антивибратор? Для этого рассмотрим случай, когда коленчатый вал вращается с числом оборотов ниже или выше критических. Тогда грузы под действием центробежных сил переместятся от центра в крайнее положение (положение *I*, рис. 71) на величину зазора между пальцами 2, 4, 6, 7 (см. рис. 70) и отверстиями; но как только коленчатый вал начнет работать на критических оборотах, например, при

550 об/мин, то одна пара грузов, рассчитанная для гашения этих резонансных колебаний, придет в действие, а именно: при увеличении числа оборотов коленчатого вала грузы в силу инерции будут стремиться сохранить прежнюю скорость вращения, а следовательно, отставать на некоторый угол (положение *II*) и препятствовать закручиванию вала.

При уменьшении скорости вращения вала, наоборот, скорость вращения грузов будет опережать скорость его вращения (положение *III*), а следовательно, препятствовать закручиванию вала в другую сторону.

Таким образом, грузы антивибратора в относительно короткий промежуток времени будут перемещаться в одну и другую сторону и гасить резонансные крутильные колебания коленчатого вала.

Поясним работу маятникового антивибратора на простой схеме (рис. 72). Предварительно дадим определение некоторых понятий, с которыми нам придется встречаться при объяснении принципа работы антивибратора.

Максимальное отклонение груза от состояния покоя (от вертикального положения) влево или вправо называется **амплитудой колебания**.

Прохождение груза из одного крайнего положения в другое, а затем возвращение его в первоначальное крайнее положение на-

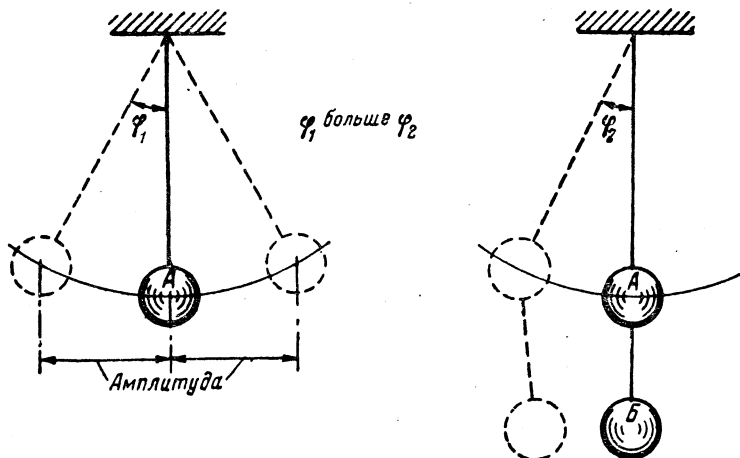


Рис. 72. Схема колебаний подвешенных грузов

зывается **полным колебанием**, а время прохождения грузом указанного расстояния — **периодом колебания**.

Количество полных колебаний в единицу времени, например, в минуту, называется **частотой колебаний**. Частота колебаний груза от амплитуды не зависит, т. е. амплитуда колебаний может уменьшаться или увеличиваться, но частота их будет неизменной. На схеме (см. рис. 72) груз *А* подвешен на стержне и при приложении силы совершает свободные колебания с определенной амплитудой, угол максимального отклонения которой составляет φ_1 ; подвесим к нашей системе дополнительный груз *Б* и приложим ту же силу, что и в первом случае; мы заметим, что амплитуда колебания будет меньшей, о чем можно судить по углу φ_2 , и свободные колебания будут другими, чем колебания груза *А*.

В данном случае груз *Б* выполняет роль грузов антивибратора на коленчатом валу, которые изменяют не только амплитуду, но и частоту собственных колебаний, а тем самым гасят резонансные крутильные колебания коленчатого вала.

Почему только одна пара грузов антивибратора реагирует на крутильные колебания определенного порядка, например, третьего? Это можно объяснить на таком примере: подвесим на каран-

даше рядом два одинаковых груза, один на нитке длиной 100, а другой — 300 мм так, чтобы петли ниток свободно охватывали карандаш. Начнем слегка раскачивать карандаш в горизонтальной плоскости. Раскачиваться будет только один из грузов, а именно тот, который подвешен на нитке длиной 100 мм, а второй будет в состоянии покоя; остановим груз и начнем раскачивать карандаш с большей частотой, тогда начнет раскачиваться груз, подвешенный на нитке 300 мм, а груз, который раньше раскачивался, будет неподвижен.

Следовательно, при определенной частоте колебаний карандаша качается только один груз, подвешенный на нитке определенной длины. Это свойство использовано и в антивибраторе, где каждая пара грузов при работе коленчатого вала удаляется от центра ступицы антивибратора (благодаря разным зазорам между пальцами и отверстиями) на разные расстояния. Каждая пара грузов воздействует на резонансные колебания только третьего, вторая — четвертого, третья — шестого, четвертая — седьмого порядков.

При работе антивибратора может произойти ослабление втулок в местах посадки в ступице и в грузе или их чрезмерный износ. Ослабшие втулки перепрессовывают, при этом для восстановления натяга применяют клей ГЭН-150 (В); изношенные втулки и пальцы заменяют. Бывают случаи ослабления болтов, крепления стопорных планок. Их необходимо подтянуть и заново зашплинтовать.

ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНАЯ МУФТА И ВАЛОПОВОРОТНЫЙ МЕХАНИЗМ ДИЗЕЛЯ 2Д100

Полужесткая дизель-генераторная муфта соединяет нижний коленчатый вал с якорем главного генератора.

Муфта (рис. 73) состоит из ведомого диска 1, который болтами 6 соединен с валом якоря главного генератора, и диска 3, соединенного болтами 7 с фланцем нижнего коленчатого вала. Диски изготовлены из стали 40; между дисками 1 и 3 установлен пакет из 80 штук стальных (сталь ЭЯ-2) пластин 2 толщиной 0,5—0,8 мм.

Пластины 2 при помощи болтов 4 через сухари 5 прижимаются к ведомому диску 1, а болтами 9 через сухари 8 — к ведущему диску 3. Болты 4 и 9 вставлены в отверстия дисков и пластин плотно, а сухари 5 и 8 — с большим зазором.

Конструкция муфты обеспечивает постоянный вращающий момент от вала дизеля к валу якоря генератора и допускает работу этих валов при небольшом несовпадении их осей.

По наружной поверхности ведущего диска 3 нарезаны косые зубья. Зубья входят в зацепление с червячным винтом валоповоротного механизма. Окружность диска 3 разградуирована на 360° и на ней нанесены двенадцать меток; из них десять — от 1Г до 10Г — соответствуют положениям кулачков распределительных валов; по ним устанавливают топливные насосы соответствующих

цилиндров. Остальные две метки соответствуют внутренним мертвым точкам поршней первого цилиндра.

При разборке, сборке, осмотре или регулировке дизеля 2Д100 часто требуется медленно пробуксовать коленчатые валы. Для этой

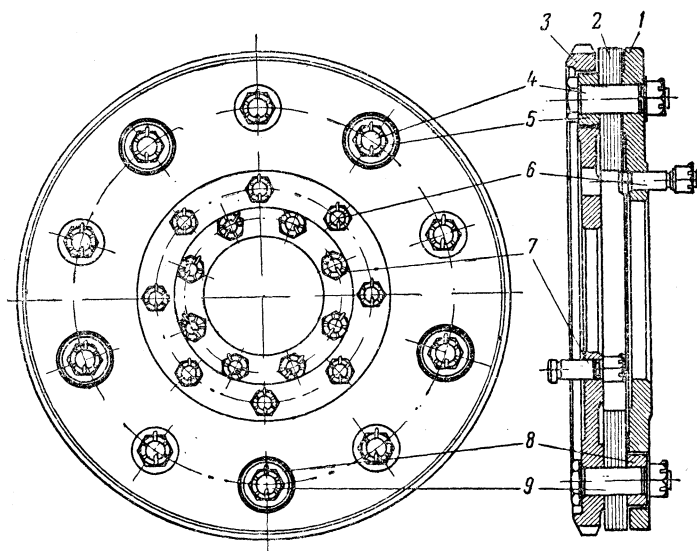


Рис. 73. Дизель-генераторная муфта на тепловозе ТЭЗ:

1—ведомый диск; 2—набор пластин; 3—ведущий диск; 4, 6, 7 и 9—болты; 5 и 8—сухари

цели служит валоповоротный механизм (рис. 74), состоящий из неподвижного кронштейна 6 и несущего вала 10. Валоповоротный механизм укреплен внизу на торцевой стенке блока дизеля со сто-

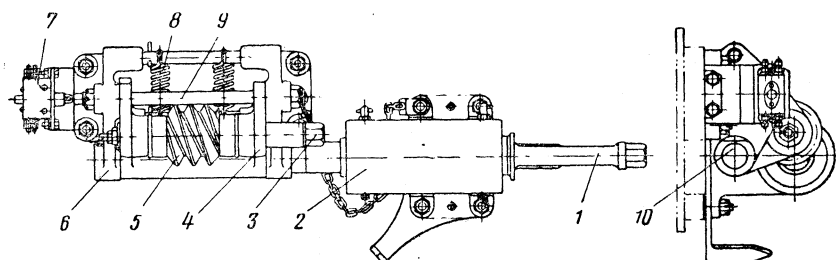


Рис. 74. Валоповоротный механизм коленчатых валов дизеля 2Д100:

1—валик; 2—корпус; 3—валик червяка; 4—поворотный кронштейн; 5—червяк; 6—неподвижный кронштейн; 7—блокировочный выключатель; 8—пружины; 9—стопорный болт; 10—несущий вал

роны главного генератора. На неподвижном кронштейне 6 установлен поворотный кронштейн 4, в котором на бронзовых втулках вращается валик 3 с червяком 5.

Во время работы дизеля кронштейн 4 повернут и укреплен сто-

порным болтом 9 так, что червяк 5 не входит в зацепление с зубчатым венцом диска муфты привода главного генератора. Рядом с кронштейном 6 укреплен корпус 2 с валиком 1, установленным на игольчатых подшипниках. Валик 1 может не только вращаться, но и перемещаться вдоль корпуса 2, а после пробуксовки может быть удален. С одного конца у валика 1 имеется шестигранная головка, а с другого — шестигранное отверстие, при помощи которого он может быть соединен с валиком 3, имеющим шестигранную головку.

Если надо пробуксовать коленчатые валы дизеля, вынимают стопорный болт 9, ломиком поворачивают кронштейн 4 и вводят в зацепление червяк 5 с зубчатым венцом диска муфты привода главного генератора. Валик 1 сдвигают влево, и тогда шестигранное отверстие на конце валика 1 наденется на шестигранную головку валика 3. Для пробуксовки коленчатых валов на шестигранную головку валика 1 надевают рукоятку (при поворачивании вручную) или присоединяют ее к пневматическому, механическому или электрическому приводу. Для отключения валоповоротного механизма валик 1 сдвигают вправо. При этом пружины 8 поднимают кронштейн 4 вместе с валиком 3 и червяком 5. В таком положении кронштейн 4 стопорят болтом 9.

Чтобы избежать аварии — не произвести пуска дизеля при включенном валоповоротном механизме, его через выключатель 7 заблокировали с пусковой системой дизеля. При выключенном валоповоротном механизме, когда болт 9 вставлен на место, он своим левым концом нажимает на кнопку блокировочного выключателя, цепь пусковой системы дизеля замкнута и дизель может быть пущен. При включенном валоповоротном механизме, когда болт 9 вынут, кнопка блокировочного выключателя 7 освобождена, пусковая цепь разомкнута, пуск дизеля невозможен.

Контрольные вопросы

1. Какова конструкция коленчатых валов и их подшипников на дизелях 2Д100 и 2Д50?
2. Какие основные повреждения коленчатого вала встречаются; причины повреждений и меры их предупреждения?
3. Как проверить годность вкладышей коренных подшипников; какие причины вызывают износ и повреждения вкладышей подшипников и меры их предупреждения?
4. Какое назначение вертикальной передачи дизеля 2Д100 и как она устроена?
5. Как устроен antivibrator и для чего он применяется?
6. Дизель-генераторная муфта на тепловозе ТЭЗ.
7. Валоповоротный механизм дизеля 2Д100.

Глава IX

ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВАЯ ГРУППА

ЦИЛИНДРОВЫЕ ГИЛЬЗЫ ДИЗЕЛЕЙ

Цилиндровая гильза служит для направления движения поршня. Она представляет собой цилиндр, внутренняя поверхность которого (зеркало) хонингованием доведена до высокой степени чистоты. Внутренняя часть гильзы между верхней частью поршня и днищем цилиндровой крышки на дизеле 2Д50 или между головками поршней при их максимальном сближении на дизеле 2Д100 образует камеру сгорания.

Дизель 2Д100. Цилиндровая гильза (втулка) дизеля 2Д100 (рис. 75) отлита из специального чугуна, имеющего следующий химический состав в процентах: углерода 2,7—3,0; марганца 0,9—1,2; кремния 1,6—2,0; фосфора не более 0,15; серы не более 0,12; хрома 0,45—0,65; никеля 0,9—1,2; молибдена 0,5—0,7; меди 0,3—0,4; углерода + кремния 4,4—4,9. Твердость *HВ* 217—265. После окончательной обработки для лучшей прирабатываемости и защиты от коррозии внутреннюю поверхность цилиндровой гильзы фосфатируют.

В верхней и нижней частях по окружности гильзы имеются окна, из которых впускные 5 служат для впуска продувочного воздуха, а выпускные 15 — для выпуска отработавших газов. Верхние окна соединены с левым и правым воздушным ресиверами, а нижние — с выпускной коробкой, которая каналами соединена с левым и правым выпускными коллекторами.

Впускные окна 5 открываются и закрываются верхним, а выпускные 15 — нижним поршнями. Боковые стенки впускных окон 5 направлены под острым углом к цилиндрической поверхности гильзы, а верхние и нижние — вниз. Такая форма окон придает воздуху вращательное движение, направленное вниз. Это способствует лучшему перемешиванию его с поступающим топливом, а следовательно, и лучшему сгоранию. Всего по окружности цилиндровой гильзы равномерно расположено шестнадцать впускных окон. Боковые стенки выпускных окон направлены по радиусу к цилиндрической поверхности гильзы, а верхние и нижние — вниз. Выпускные окна расположены внизу цилиндровой гильзы по пять штук с правой и левой стороны.

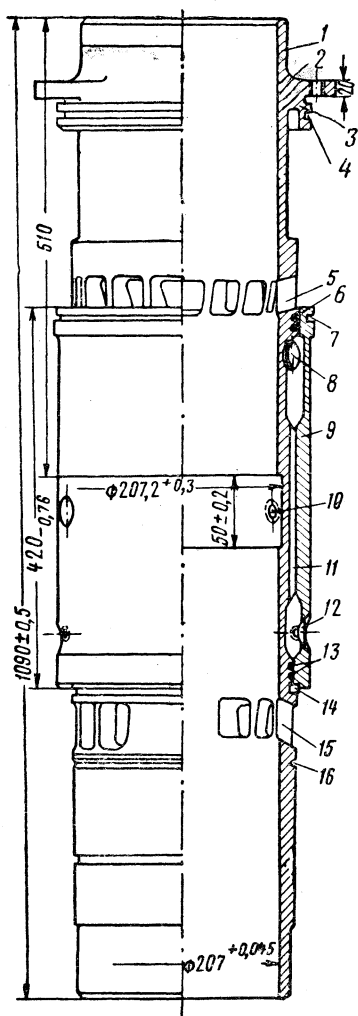


Рис. 75. Разрез цилиндрической гильзы дизеля 2Д100:

1 — верх цилиндрической гильзы; 2 — фланец; 3 — посадочный пояс; 4 — канавка для резинового уплотняющего кольца; 5 — впускные окна; 6 — уплотняющие резиновые кольца; 7 — канавка на рубашке для резинового уплотняющего кольца; 8 — отверстие для отвода охлаждающей воды; 9 — рубашка; 10 — отверстие для адаптера форсунки; 11 — ребра цилиндрической втулки; 12 — отверстие для подвода охлаждающей воды; 13 — уплотняющие резиновые кольца; 14 — стопорное стальное кольцо; 15 — выпускные окна; 16 — лабиринтная канавка

Гильза в верхней части имеет прямоугольный фланец 2, которым четырьмя шпильками (по две с каждой стороны) ее прикрепляют к блоку. Между отверстиями для шпилек во фланце нарезано по одному отверстию под рымы для выпрессовки и выемки гильзы.

Сверху гильза охлаждается воздухом, поступающим из ресиверов. Средняя часть гильзы нагревается наиболее интенсивно и охлаждается водой. Вода подводится в водяную камеру, образованную между наружной поверхностью гильзы и внутренней поверхностью рубашки 9, напрессованной на нее. Рубашка изготовлена из стали марки 39ХА. На наружной стороне гильзы в ее средней части отлиты продольные ребра 11; их обработанные бурты служат для плотной посадки рубашки, а промежутки между ребрами создают возможность циркуляции воды. В нижней части рубашка стопорится стальным кольцом 14. Правильность напрессовки рубашки контролируют по отсутствию смещения стопорного кольца 14 и по совпадению рисок на гильзе и рубашке. Для уплотнения водяной камеры между цилиндрической гильзой и рубашкой сверху и внизу ставят резиновые уплотнительные кольца 6 и 13 в канавки, проточенные на посадочных поясах цилиндрической гильзы. Вверху и внизу между рубашкой и цилиндрической гильзой до февраля 1959 г. ставилось по одному уплотнительному кольцу, а позже по два. С 1961 г. для надежного уплотнения в этих местах на пояски, помимо уплотнительных колец, стали наносить пленку клея ГЭН-150 (В). Проводятся испытания гильз, где уп-

лотнение осуществлено только пленкой клея ГЭН-150 (В) без резиновых колец.

На наружной поверхности цилиндровой гильзы и рубашки в верхней части проточены канавки 4 и 7 для резиновых уплотнительных колец, предохраняющих от просачивания масла, попадающего из верхнего поршня на горизонтальную стенку блока.

Нижняя часть гильзы вставлена в выпускную коробку, в которой она может свободно перемещаться при изменении ее температуры.

Для предохранения пропуска газов в отсек нижнего картера на нижней части цилиндровой гильзы проточена лабиринтная канавка 16.

Для охлаждения гильзы вода подводится через два отверстия 12, расположенные внизу по одному отверстию с обеих сторон друг против друга, а отводится через одно отверстие 8, находящееся в верхней части с правой стороны (по ходу тепловоза). Металл около отверстий подвергают дробеструйному упрочнению и бакелитированию. Топливо в камеру сгорания подается двумя форсунками.

Форсунки проходят через рубашку, гильзу и адаптеры (переходники), которые вставляют в отверстия 10, расположенные друг против друга. Рабочий процесс в цилиндре при испытании под реостатом контролируется специальным прибором (индикатором или максиметром), присоединяемым к индикаторному крану и через адаптер сообщаемым с камерой сгорания. Адаптер индикаторного крана ввертывается в отверстие, находящееся рядом с отверстием для адаптера форсунки с левой стороны дизеля по ходу тепловоза. На рис. 76 показан адаптер форсунки, имеющий такую же конструкцию, как и адаптер индикаторного крана. Корпус адаптера 11 ввернут в цилиндровую гильзу 1. Для предохранения пропуска газов из цилиндра в водяное пространство устройство служит медное кольцо 10, прижимаемое фланцем 3. Резиновое уплотняющее кольцо 9 препятствует просачиванию воды из водяного пространства наружу. Прижимается кольцо 9 нажимной гайкой 5 через фланец 7. Нажимная гайка 5 фиксируется стопором 6. Две шпильки 4 служат для крепления корпуса форсунки.

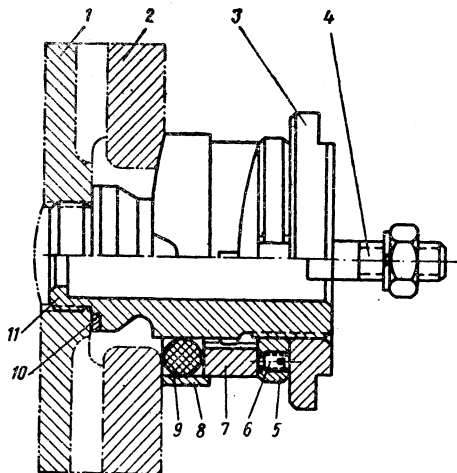


Рис. 76. Адаптер форсунки дизеля 2Д100:
1 — цилиндровая гильза; 2 — рубашка; 3 — фланец;
4 — шпилька; 5 — нажимная гайка; 6 — стопор; 7 —
фланец; 8 — нажимное кольцо; 9 — резиновое уплот-
няющее кольцо; 10 — медное уплотняющее кольцо;
11 — корпус адаптера

Дизель 2Д50. Цилиндровая гильза дизеля 2Д50 (рис. 77) отлита из специального чугуна, имеющего примерно такой же химический состав, как гильза дизеля 2Д100, с твердостью не ниже *НВ 179*.

Верхняя часть гильзы от середины доверху выполнена с некоторым утолщением, так как в ней давление газов при сгорании топлива имеет большую величину, чем в нижней части. Вверху гильза имеет опорный бурт 4 и направляющие пояса 1, расположенные вверху и внизу гильзы. Бурт 4 служит опорой при посадке гильзы, а пояса 1 центрируют ее в блоке. Поверхность *a* опорного бурта 4 и посадочное место в блоке притерты притирами. В результате тщательной обработки этих двух поверхностей не происходит пропуска воды из полости охлаждения на верхнюю часть блока, хотя в этом месте никаких прокладок не ставят. Внизу уплотнение гильзы достигается постановкой трех резиновых колец в канавки 5. Эти кольца при запрессовке гильзы плотно прижимаются к стенкам нижнего пояса в блоке, препятствуя проникновению воды в картер дизеля. Такое уплотнение не мешает удлинению гильзы при нагревании.

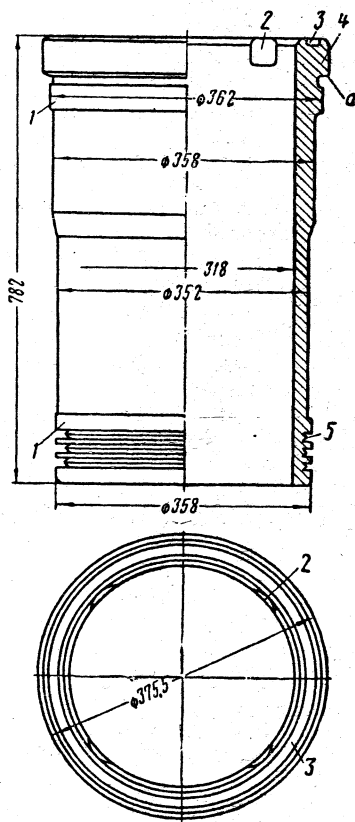


Рис. 77. Гильза цилиндра дизеля 2Д50:

1 — направляющие пояса; 2 — углубление для клапанов; 3 — кольцевой паз; 4 — опорный бурт; 5 — канавки для резиновых уплотняющих колец

В верхней части гильзы с внутренней стороны, с торца, выфрезерованы четыре углубления 2, предохраняющие тарелки клапанов от упора в торец гильзы при опускании их во время работы дизеля. На верхней торцевой части гильзы проточен кольцевой паз 3 для бурта цилиндровой крышки. Плотное прилегание между буртом крышки и пазом гильзы достигается за счет притирки этих поверхностей. Прокладки в этом месте не ставят.

Качественно изготовленные цилиндровые гильзы и правильно смонтированные работают безотказно до заводского ремонта. Случаи ненормального износа цилиндровых гильз объясняются плохим качеством применяемого масла, нарушением регулировки дизеля и неправильным монтажом гильзы или поршня.

● величине износа можно судить по увеличению внутреннего диаметра сверх допускаемых размеров, появлению овальности и

кonusности на рабочей поверхности. Эти дефекты гильзы приводят к падению мощности дизеля, увеличению расхода масла и нарушению нормального теплового процесса. Износ определяют путем измерения диаметра гильзы при помощи индикаторного нутромера. Если величина износа превышает допускаемые нормы, гильзу бракуют.

Образование на поверхности гильзы механических повреждений в виде рисок, задигов и наволакивания металла является следствием установки поршня в цилиндре с перекосом, образования нагара на головке поршня, ее оплавления, пригорания колец в ручьях и, наконец, заклинивания поршня в цилиндре.

Чаще всего преждевременная выемка цилиндровой гильзы из блока вызывается пропуском воды через уплотнения, образованием задигов или ненормальным износом зеркала гильзы.

На дизелях 2Д100 иногда наблюдаются трещины в гильзе и ее рубашке около отверстий для адаптера форсунки.

На цилиндровых гильзах дизеля 2Д50 часто обнаруживаются раковины. Причина появления этих раковин — кавитационная эрозия. Особое внимание обращают на состояние нижнего уплотнения цилиндровых гильз. Цилиндровые гильзы дизеля 2Д50 вынимают из блока при подъемном ремонте.

Цилиндровые гильзы дизеля 2Д100, на посадочные пояски которых при напрессовке рубашек была нанесена пленка клея ГЭН-150(В), вынимают только при заводском ремонте.

После запрессовки цилиндровых гильз в блок его необходимо опрессовать водой давлением 3 кг/см^2 с выдержкой 15 мин. Просачивание воды в местах уплотнения не допускается.

Срок службы гильз может быть повышен путем покрытия рабочих поверхностей гильз хромом и закалки их.

ПОРШНИ, ПОРШНЕВЫЕ КОЛЬЦА И ШАТУНЫ

Поршень дизеля воспринимает давление газов, образующихся при сгорании топлива в цилиндре, и через шатун передает его на кривошип коленчатого вала.

Работа поршня протекает в очень тяжелых условиях. Головка поршня одновременно испытывает давление газов, достигающее до 120 кг/см^2 , и действие высокой температуры (до $1700\text{—}1800^\circ$). Поэтому на некоторых дизелях с цилиндровой мощностью свыше 100 л. с. головки поршней имеют специальное охлаждение. Обычно для этой цели применяется масло, которое под давлением подается к головке со стороны картера.

Поршень имеет форму стакана, нижняя часть которого (юбка) служит для направления поршня в цилиндровой гильзе. Обычно поршень по длине выполнен конусом, меньший диаметр которого находится со стороны камеры сгорания. Сделано это для того, чтобы избежать заклинивания поршня в цилиндре вследствие неоди-

ковых температур по всей его высоте, а следовательно, и неодинакового расширения поршня по диаметру на разной высоте.

Уплотнительные (компрессионные) и маслосрезающие (маслосгонные) кольца поршня не допускают прорыва газов в картер из камеры сгорания, передают тепло от поршня к стенкам цилиндровой гильзы и препятствуют попаданию масла из картера в камеру сгорания.

Материал поршневых колец должен обладать возможно меньшим коэффициентом трения, так как обычно потери на трение при работе поршней и поршневых колец составляют 50—60% всех механических потерь в двигателе. При плохих эксплуатационных усло-

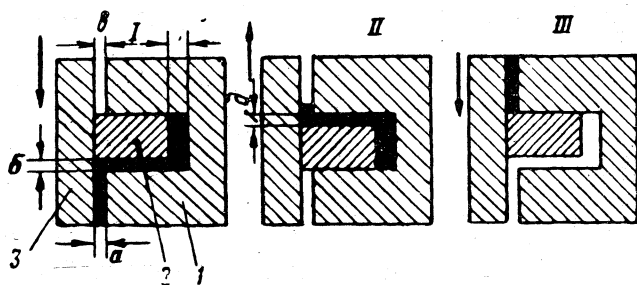


Рис. 78. Схема насосного действия уплотнительных поршневых колец:

1 — поршень; 2 — кольцо; 3 — гильза

виях эти потери могут достигать до 70—80%. Поршневые кольца должны иметь высокий коэффициент теплопроводности, так как 75—80% тепла, полученного поршнем, отводится поршневыми кольцами. Кроме того, необходимо, чтобы кольца под влиянием высоких температур не теряли свою упругость. Наиболее эффективное уплотнение поршневыми кольцами достигается при минимальном зазоре между поршнем и цилиндровой гильзой, правильной цилиндрической форме гильзы и соответствующей чистоте ее зеркала.

По мере износа цилиндровой гильзы, поршней, поршневых колец, особенно маслосрезающих, увеличивается расход масла за счет попадания его в камеру сгорания, где оно частично сгорает, а частично коксует, что приводит к пригоранию поршневых колец. Масло в камеру сгорания попадает вследствие насосного действия поршневых колец. Сущность насосного действия колец четырехтактного дизеля заключается в том, что при движении поршня вниз (положение I на рис. 78) кольца прижимаются к верхней плоскости ручья, при этом масло, соскабливаемое кольцами со стенки цилиндровой гильзы, заполняет зазоры а, б, в. При движении поршня вверх (положение II) кольца прижимаются к нижней плоскости ручья, при этом часть масла через зазор в попадает в зазор а между поршнем и цилиндровой гильзой. При движении поршня снова вниз (положение III) все масло попадает в зазор а. Таким же образом мас-

ло будет подниматься от одного кольца к другому, пока не попадет в камеру сгорания.

Очевидно, чем больше износ поршня, цилиндровой гильзы и поршневого кольца по толщине и ширине, тем больше зазоры *а*, *б* и *в* и количество масла, подаваемого вверх, увеличивается. Насосное действие колец увеличивается также при пониженной вязкости масла и при увеличении числа оборотов дизеля, так как в этом случае увеличивается скорость поршня, а отсюда и подача масла. Насосное действие колец становится особенно значительным при работе дизеля без нагрузки на повышенных оборотах. В этом случае поршень нагревается незначительно, следовательно, зазоры *а* будут максимальными, а скорость поршня повышенная.

Шатуны двутаврового сечения, изготовленные из высококачественной стали, обладают достаточной легкостью, жесткостью и прочностью.

Дизель 2Д100. Поршни изготавливают из модифицированного или высокопрочного чугуна, химический состав которых в % составляет:

м о д и ф и ц и р о в а н н о г о: углерода с кремнием 4,5—5,1; углерода 2,9—3,1; кремния 2,6—3,2; марганца 0,9—1,2; никеля 0,7—0,9; хрома 0,25—0,35; молибдена 0,2—0,3; меди 0,2—0,3; серы не более 0,1; фосфора не более 0,1;

в ы с о к о п р о ч н о г о: углерода 3,3—3,6; кремния 1,6—2,0; марганца 0,4—0,8; никеля не более 0,4; хрома не более 0,2; магния 0,04—0,1; серы не более 0,025; фосфора не более 0,1. Поршни подвергают искусственному старению, после чего их твердость должна быть *HV 207—255*. Направляющую часть поршня для лучшей приработки покрывают слоем полуды толщиной от 0,02 до 0,03 мм, а головку поршня до первого уплотнительного кольца слоем хрома толщиной 0,03—0,05 мм.

Нижние и верхние поршни невзаимозаменяемы, так как у них по-разному расположены выемки на головках поршней со стороны камеры сгорания и юбка нижнего поршня по рабочей части внизу несколько удлинена за счет специальных козырьков. Условно принято рабочей частью поршня называть поверхности его, находящиеся со стороны воздушных ресиверов, а нерабочей — поверхности, расположенные со стороны генератора и управления.

На рис. 79 показан поршень последней конструкции (типа 14В), который завод начал выпускать со второй половины 1959 г. Она отличается от прежней отсутствием опорной плиты и ограничительных колец между верхней головкой шатуна и вставкой. На поршнях типа 14В шпильки 11, удерживающие вставку 5, ввертывают не в опорную плиту, а в приливы в головке. В верхней части поршня проточено четыре канавки для постановки уплотнительных колец 9, а в нижней части — три канавки для маслосрезающих колец 2 и 3.

В нижней части поршня, в ручьях под маслосрезающими кольцами, имеется три ряда сквозных отверстий 13. Через эти отверстия

масло, снимаемое кольцами со стенок гильзы, попадает внутрь поршня.

Поршень соединяют с шатуном при помощи поршневого пальца, вставляя его в отверстия бобышек вставки. Стенки вставки около отверстий бобышек под поршневой палец имеют несквозные прорезы, благодаря которым можно закрепить палец, стянув бобышки. Для фиксирования пальца от проворота на нем с двух

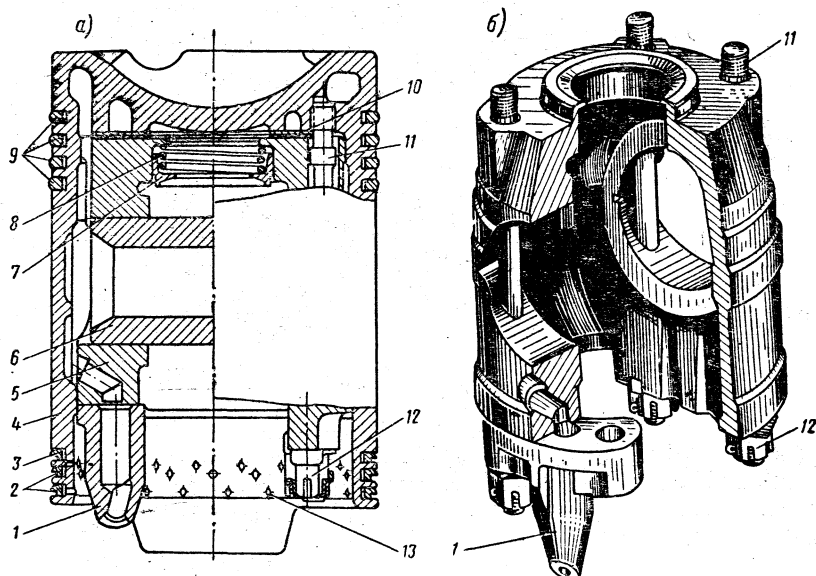


Рис. 79. Нижний поршень типа 14В и вставка поршня дизеля 2Д100:

а — поршень; *б* — вставка поршня; 1 — сливной патрубкок; 2 — маслосрезающее кольцо с прорезью; 3 — маслосрезающее кольцо с прорезью; 4 — поршень; 5 — вставка поршня; 6 — поршневой палец; 7 — уплотнительная ползушка; 8 — пружина ползушки; 9 — уплотнительные (компрессионные) кольца; 10 — регулировочные прокладки; 11 — шпильки; 12 — корончатая гайка; 13 — отверстия для прохода масла

сторон по краям сделаны лыски, через которые проходят шпильки 11, ввернутые в приливы на головке поршня (новой конструкции). На эти шпильки надевают вставку 5.

При затягивании гаек 12 одновременно крепят как вставку к головке поршня, так и палец, стягивая прорези во вставке. К вставке снизу на двух шпильках прикреплен сливной патрубкок 1. Между торцом вставки и кольцевым выступом на внутренней части головки поршня устанавливают регулировочные прокладки 10, при помощи которых регулируют линейную величину камеры сгорания. В верхней части вставки имеется ползушка 7, которая внутренним торцом, обработанным по сфере, прижимается пружиной к сферической поверхности головки шатуна. Ползушка направляет поток масла, выходящего из головки шатуна, на внутреннюю сторону днища головки поршня.

Вставка 5 изготовлена из чугуна СЧ 21-40, а поршневой палец — из стали 12ХН3А, поверхность его цементируется на глубину 1,2—1,5 мм до твердости *HRC* 58—62. Ползушка поршня изготовлена из алюминиевого сплава ПС-12, шпильки 11 — из стали 38ХС.

Поршневые кольца. Материалом для поршневых колец служит чугун следующего химического состава в %: углерода общего 2,7—3,1; углерода свободного 0,6—0,9; кремния 1,4—1,9; марганца 1—1,5; фосфора 0,3—0,5; хрома не более 0,3; никеля не более 0,6; серы не более 0,1; титана до 0,12; твердость чугуна обработанных колец *HRC* 97—102. После изготовления кольца покрывают слоем полуды толщиной не более 0,01 мм.

Приработку уплотнительных колец (рис. 80а) обеспечивают скосы (сечение А — А) по образующей с двух сторон и запрессованный в паз по образующей кольца поясok из бронзы марки Бр. Оф. 6,5—0,15 (ГОСТ 5017—49), который выступает из кольца на 0,02—0,10 мм. Упругость уплотнительных колец при зазоре в замке $1^{+0,4}$ мм должна быть 6—8 кг.

По обе стороны от замка на 60 ± 10 мм сняты фаски, чтобы предотвратить возможное задевание колец о кромки впускных окон цилиндровой гильзы. На поршнях дизелей 2Д100 применяют маслосрезающие кольца (рис. 80б) двух типов: один из них (сечение А — А) имеет двенадцать сквозных пазов, расположенных по окружности на равных расстояниях, другие (сечение Б — Б) таких пазов не имеют.

Упругость верхнего маслосрезающего кольца должна быть в пределах 3,5—5 кг, а для нижних 3,5—4 при зазоре в стыке $0,4^{+0,4}$ мм.

Шатун (рис. 81) имеет двутавровое сечение и изготовлен штамповкой из стали марки 40ХФА. Конструкция нижнего и верхнего шатунов одинакова, но стержень нижнего шатуна на 102,2 мм длиннее верхнего, и поэтому они также невзаимозаменяемы.

В шатуне различают три части: стержень 2, верхнюю 1 и нижнюю 3 головки. Нижняя головка шатуна разъемная, она состоит из верхней части, составляющей со стержнем шатуна одно целое, и крышки 4, которая присоединяется к шатуну двумя болтами 7. Стержень шатуна имеет сквозное отверстие, совпадающее с кольцевой канавкой, проточенной по внутреннему диаметру в средней части верхней головки шатуна. Диаметр сквозного отверстия у нижнего шатуна (20 мм) больше, чем у верхнего. Это вызвано необходимостью подачи большего количества масла для охлаждения к нижнему поршню, как более нагруженному.

В верхнюю головку шатуна запрессована головная втулка 8, состоящая из двух втулок: внешней стальной и внутренней бронзовой. В стальной втулке просверлено по окружности на равном расстоянии восемь радиальных отверстий, совпадающих с отверстиями в бронзовой втулке.

Чтобы предохранить от проворачивания бронзовую втулку, ее стопорят двумя горизонтальными штифтами, запрессованными в от-

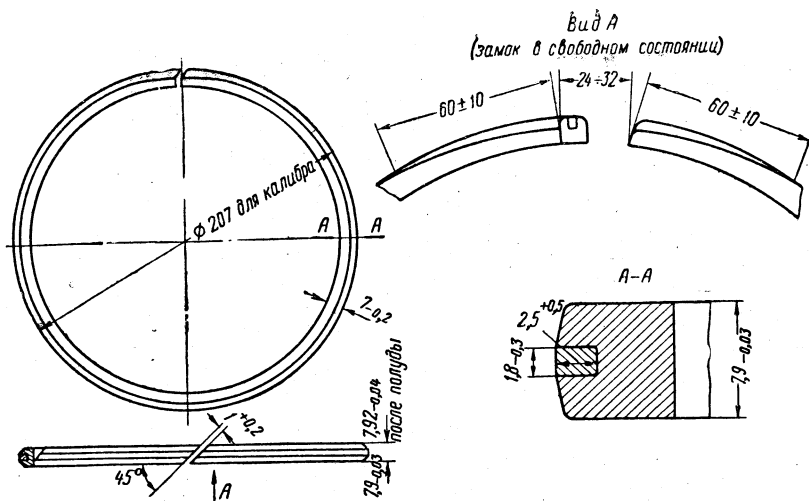


Рис. 80а. Уплотнительное (компрессионное) кольцо дизеля 2Д100

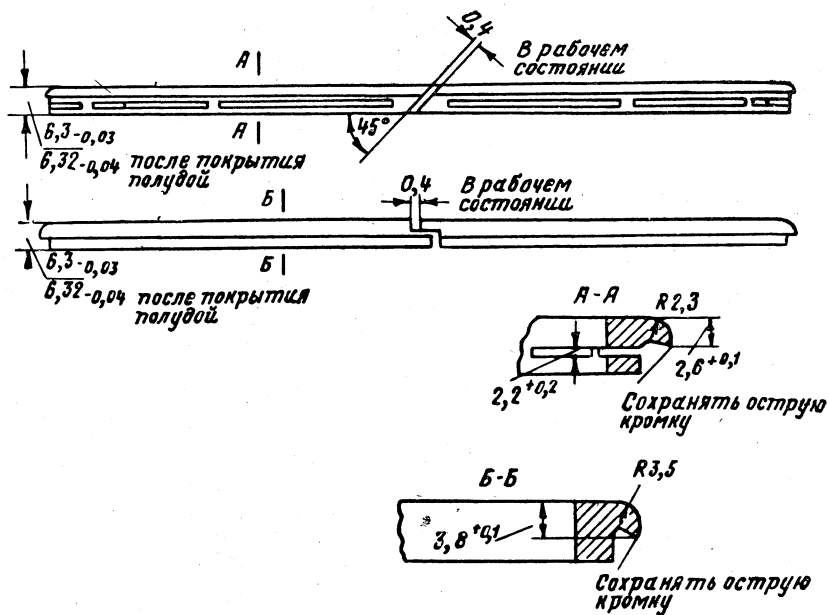


Рис. 80б. Маслосрезывающие кольца дизеля 2Д100

верстия между стальной и бронзовой втулками. Бронзовая втулка по внутренней поверхности имеет поперечные косые канавки для смазки пальца по всей длине.

Такая конструкция обеспечивает подачу смазки к пальцу и на охлаждение головки поршня даже в случае, если стальная втулка провернется.

Нижняя головка шатуна соединяется с шатунной шейкой коленчатого вала при помощи вкладышей 5, изготовленных из бронзы марки ОЦСЗ-12-5 и залитых баббитом БК2.

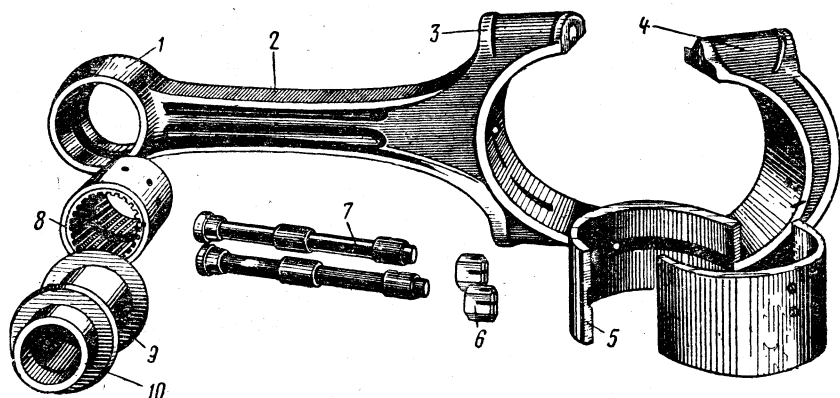


Рис. 81. Шатун поршня дизеля 2Д100:

1 — верхняя головка шатуна; 2 — стержень шатуна; 3 — нижняя головка шатуна; 4 — крышка; 5 — вкладыши шатунного подшипника; 6 — гайки шатунных болтов; 7 — шатунные болты; 8 — головная втулка; 9 — поршневой палец; 10 — ограничительные кольца (на поршнях старой конструкции)

Оба вкладыша шатунного подшипника имеют одинаковую конструкцию. С внутренней стороны посередине вкладыша проточена кольцевая канавка с радиальным отверстием; в верхнем вкладыше оно совпадает с продольным отверстием в шатуне. На торцах вкладышей с внутренней стороны выбраны холодильники, ограниченные по сторонам так называемыми «усами».

Вкладыш имеет отверстие для штифта, запрессованного в крышку. Во вкладышах последнего выпуска отверстие под штифт не делают, а используют отверстие для смазки.

Прилегание вкладышей к постели и в нижней головке шатуна проверяют по краске при обжатых вкладышах; краска должна равномерно покрывать не менее 60% поверхности вкладыша.

Крышка шатуна 4 изготовлена из стали марки 50ХФА.

Наиболее ответственной деталью шатуна являются шатунные болты 7, изготавливаемые из стали марки 18Х2Н4ВА.

Головки как верхних, так и нижних поршней охлаждаются маслом, которое под давлением поступает из масляного коллектора к коренным подшипникам, затем через канал в коленчатом валу к шатунным подшипникам, а от них по продольным каналам в ша-

тунах попадает в кольцевую канавку верхних головок шатунов. Отсюда часть масла через радиальные каналы в головных втулках идет на смазку поршневых пальцев, а часть через отверстия в верхних головках шатунов и ползушек попадает на днища головок поршней с внутренней стороны. После этого масло через каналы, находящиеся снаружи чугунных вставок, а также через продольные отверстия в поршневых пальцах стекает в сторону сливных патрубков и через них сливается внутрь блока.

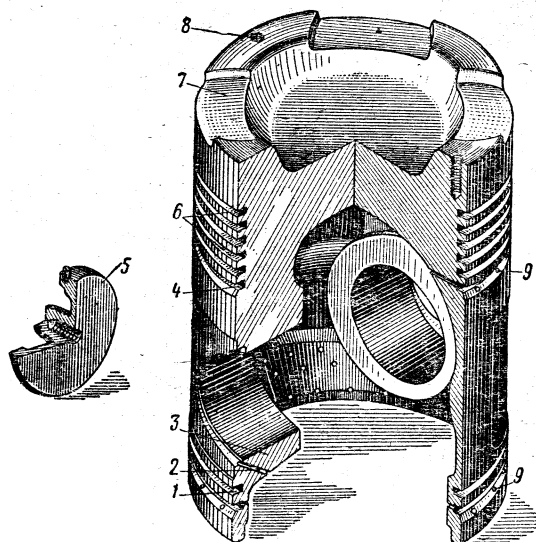


Рис. 82. Поршень дизеля 2Д50:

1 — два нижних ручья для маслосрезающих колец; 2, 9 — отверстия; 3 — бобышки; 4 — верхний ручей для маслосрезающего кольца; 5 — заглушка; 6 — ручьи для уплотнительных колец; 7 — выемки; 8 — отверстия с резьбой для крепления скобы

лов дизеля тепловозостроительные заводы начали устанавливать масляные насосы производительностью 120 м³/ч. С апреля 1962 г. внесено изменение в масляную систему: масло подводится к нижнему и верхнему коллекторам параллельно, а не последовательно — сперва в нижний, а затем в верхний коллектор, как это было на тепловозах выпуска до 1962 г. На тепловозах для дизелей стали применять масло с присадками.

Дизель 2Д50. Поршень дизеля (рис. 82) отлит из алюминиевого сплава (силумина) ПС-12, твердость которого *НВ* 80—100.

Коэффициент теплопроводности силумина в 4,25 раза больше, а удельный вес в 2,75 раза меньше, чем чугуна. Применение сплава ПС-12 позволило не применять специального охлаждения поршня, несмотря на сравнительно большую (167 л. с.) мощность, развиваемую в каждом цилиндре.

Сверху поршни достаточно хорошо охлаждается воз духом, посту-

Для обеспечения подачи большого количества масла к головке поршня с 1959 г. в нижнюю головку шатуна устанавливают пластинчатый невозвратный клапан. Это улучшило охлаждение поршней, но масла к подшипникам стало поступать меньше и они быстрее начали выходить из строя. Поэтому в 1961 г. постановку клапанов прекратили.

Для улучшения работы поршней без обратных клапанов и при максимально допустимых зазорах на смазку в подшипниках коленчатых валов

пающим через впускные клапаны, а снизу брызгами масла, образующимися в картере во время работы дизеля.

К достоинствам поршня, отлитого из алюминиевого сплава, надо также отнести значительное уменьшение его веса по сравнению с поршнями, изготовленными из чугуна, а следовательно, уменьшение удельного давления на подшипники и шейки коленчатого вала и увеличение срока службы их из-за уменьшения сил инерции. Поршень из алюминиевого сплава имеет меньший коэффициент трения, вследствие чего уменьшается износ цилиндровой гильзы.

Головка поршня выполнена толстостенной с плавным переходом от верхней части к стенкам. Вверху торец головки (днище) имеет вогнутую плоскость. Такая форма днища способствует лучшему смешиванию распыленного топлива с воздухом, а следовательно, лучшему его сгоранию. На днище выфрезерованы четыре выемки 7, необходимые для открывания впускных и выпускных клапанов при верхнем положении поршня. Два отверстия 8, имеющие резьбу, служат для крепления скобы при выемке и постановке поршня в цилиндр.

На головке поршня проточено пять ручьев 6 под уплотнительные кольца. Головка поршня на длине 170 мм проточена на конус, вершина которого направлена в сторону камеры сгорания. Такая форма головки исключает возможность заклинивания поршня при нагревании во время работы, так как верхняя часть головки нагревается сильнее, а следовательно, и расширяется больше.

На юбке проточено три ручья 1 и 4 под маслосрезающие кольца, причем один из ручьев расположен выше, а два других ниже отверстия под поршневой палец. У шестого и восьмого ручьев (считая сверху) сняты фаски. В ручьях (шестом и седьмом) для маслосрезающих колец просверлены радиальные отверстия, а на фасках — наклонные отверстия 9; через них стекает масло, снятое маслосрезающими кольцами со стенок цилиндровой гильзы.

Внутри поршень имеет приливы (бобышки) 3, в которых расточены отверстия для поршневого пальца. Снаружи в отверстиях сделаны выточки, в которые вставляются с натягом заглушки 5, удерживающие палец от осевого перемещения во время работы поршня. Заглушки изготовлены из сплава ПС-12, их наружная поверхность имеет такую же форму, как поверхность юбки, что не дает им поворачиваться вокруг своей оси.

В центре заглушки имеется отверстие с резьбой для винта приспособления, при помощи которого выпрессовывается заглушка. По упорному пояску заглушек снизу сделаны прорезы, соединенные с отверстиями 2 в выточках. Масло после смазки пальца через прорезы в заглушках и отверстия в бобышках сливается в картер.

Юбка поршня снаружи вокруг отверстий под палец имеет с обеих сторон прямоугольные углубления, которые называются холодильниками. Необходимость в этих углублениях вызывается тем, что при сильном нагревании юбка принимает овальную форму, причем большая ось овала располагается по оси пальца, так как в этих ме-

стах сосредоточена основная масса металла. Если не делать холодильников, то неизбежно произойдет защемление поршня в местах наибольшего расширения юбки, т. е. по оси пальца.

По нижнему краю юбки с внутренней стороны имеется пояс, служащий базой при обработке и проверке поршня по диаметру. Торцовая плоскость юбки является базой при обработке и проверке поршня на длине. Юбка поршня по длине обработана на конус.

Уплотнительные кольца. На поршне устанавливают два типа уплотнительных колец (рис. 83а) 1 и 2 кольца трапецидального (б) 3, 4 и 5 прямоугольного сечения (а). При-

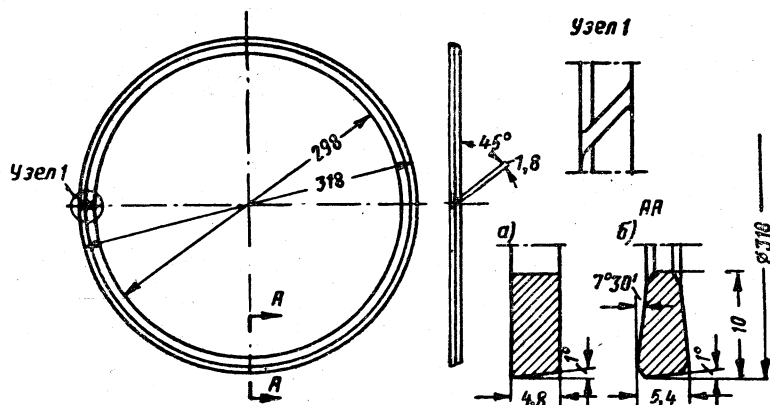


Рис. 83а. Уплотнительные кольца поршня дизеля 2Д50:

а — прямоугольного сечения; б — трапецидального сечения

менение двух первых колец трапецидального сечения позволило устранить пригорание колец на поршнях.

Наружная цилиндрическая поверхность кольца выполнена с конусом в 1° на высоте 3,5 мм. Конусность делается для быстрейшей приработки кольца к цилиндрической гильзе. С этой же целью уплотнительные кольца покрываются тонким слоем полуды толщиной не более 0,01 мм. Боковые (торцовые) поверхности тщательно шлифуют.

Замок кольца имеет косой срез под углом 45° . Твердость кольца должна быть HRC 97—102. На верхней плоскости колец электрографом делается надпись «Верх». Кольцо устанавливают вершиной конуса вверх к камере сгорания.

Для повышения срока службы уплотнительных колец в настоящее время наружную образующую часть кольца покрывают пористым хромом. В этом случае скос не делается, а замок хромируемых колец выполняется прямым. Срок службы хромированных колец повышается в 3—4 раза, при этом увеличивается также в 2—3 раза и срок службы обычных цилиндрических гильз.

Маслосрезающее кольцо показано на рис. 83б. По его наружной поверхности посередине проточена коль-

цевая канавка, в которой профрезерованы двенадцать радиальных сквозных пазов. Таким образом, кольцо состоит как бы из двух частей — верхней и нижней, соединенных узкими перегородками, которые остаются после фрезеровки сквозных отверстий. Как верхняя, так и нижняя часть кольца имеет конусный срез в одну сторону. Такая конструкция дает возможность маслосрезающему кольцу при движении поршня вверх скользить по маслу, а при движении вниз острыми кромками соскабливать масло со стенок цилиндрической гильзы по направлению к картеру.

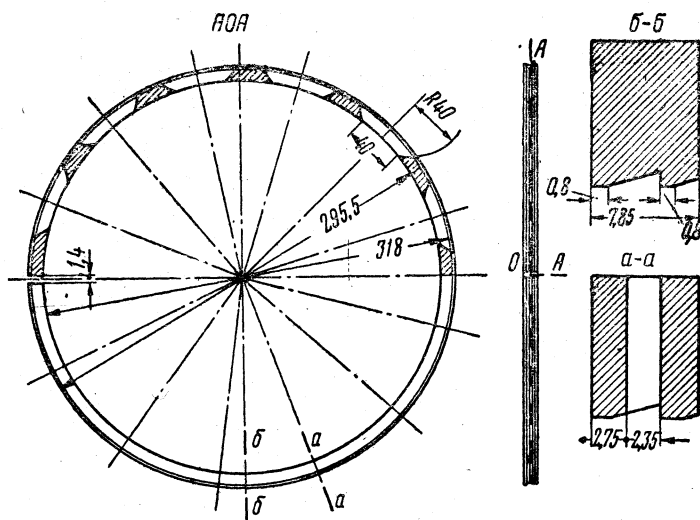


Рис. 83б. Маслосрезающее кольцо поршня дизеля 2Д50

При постановке кольца необходимо следить, чтобы вершина конуса была направлена вверх — к камере сгорания. Маслосрезающие кольца имеют прямой замок. Как и уплотнительные, маслосрезающие кольца покрывают слоем полуды толщиной не более 0,01 мм.

Шатун поршня дизеля 2Д50 (рис. 84) штампуется из высококачественной стали марки 20ХН4А. Шатун состоит из стержня 4 двутаврового сечения и двух головок — верхней 3 и нижней 2. Вдоль стержня шатуна сделано утолщение, внутри которого имеется канал 5 для прохода смазки от нижней головки к верхней. Нижняя головка шатуна разъемная, она имеет крышку 1, которая прикрепляется к шатуну четырьмя шатунными болтами 6. Точная установка крышки относительно верхней половинки головки обеспечивается двумя контрольными штифтами 8, впрессованными в крышку между отверстиями для шатунных болтов. По выступам 7 наносят удары при снятии крышки.

Верхняя головка шатуна 3 (см. рис. 84) при помощи пальца (рис. 84, а) соединяется с поршнем. Палец своей средней частью опирается на головную втулку (рис. 84, б), запрессованную в верхнюю головку шатуна, а концами — на бобышки в поршне (см. рис. 82).

Давление от поршня через палец передается шатуну и затем через его нижнюю головку на шатунную шейку коленчатого вала, приводя вал во вращение. Материалом для поршневого пальца служит сталь марки 12ХН2А. Наружная поверхность поршневого пальца цементирована, шлифована и полирована. Внутри пальца вставлена стальная втулка 11 (рис. 84, а), развальцованная по концам. Таким образом, между телом пальца 13 и втулкой 11 образуется камера 15, в нее по четырем радиальным отверстиям 14, расположенными по окружности в средней части пальца, поступает масло из кольцевой выточки во втулке верхней головки шатуна. Из камеры масло по восьми отверстиям 12, расположенным по краям пальца, вытекает на его поверхность.

Палец дизеля 2Д50 плавающего типа во время работы может свободно поворачиваться как относительно верхней головки шатуна, так и в отверстиях бобышек, а также свободно удлиняться при нагревании. От соприкосновения пальца с цилиндровой гильзой и задира ее предохраняют заглушки. Благодаря такой конструкции увеличивается срок службы пальца, износ его происходит равномернее. Головная втулка запрессована в отверстие верхней головки шатуна. Для подвода смазки к пальцу на наружной и внутренней поверхностях втулки имеются кольцевые канавки 16 и 18 (рис. 84, б) с четырьмя радиальными отверстиями 17. Кольцевая канавка 16 на наружной поверхности втулки совпадает с осевым каналом в шатуне. Нижняя головка шатуна через шатунный подшипник соединяет поршень с коленчатым валом.

Шатунный подшипник состоит из двух взаимозаменяемых вкладышей (рис. 84, в). Они изготовлены из бронзы ОЦС 3-12-5. Внутренняя поверхность вкладыша залита слоем баббита БК2. Около стыков вкладыша с одной и другой стороны выфрезерованы холодильники 19. Для прессовой посадки вкладышей в головку шатуна торцы каждого вкладыша должны возвышаться относительно постели на 0,11—0,13 мм (оба торца), т. е. иметь натяг.

В средней части вкладыши имеют отверстие 20, которое с внутренней стороны заканчивается продолговатой выемкой, а с наружной цилиндрической раззенковкой. Отверстие 20 в верхней половине совпадает с осевым каналом в стержне шатуна и служит для прохода смазки. Нижняя половинка этим отверстием устанавливается на штифт 9 (см. рис. 84), предохраняющий вкладыши от проворачивания. От осевого смещения вкладыши удерживаются буртами 21. Прокладки между вкладышами не ставятся; зазор на смазку между шейкой вала и вкладышами устанавливается за счет толщины вкладыша.

Шатунные болты 6 изготовляют из высококачественной стали марки 18ХН4ВА. Поверхность болта тщательно шлифуют и поли-

руют. От проворачивания болт удерживается штифтом, запрессованным в шатун под головкой шатунного болта и входящим в выточку в нижнем торце головки.

На цилиндрической поверхности корончатой гайки каждого шатунного болта *б* нанесено на равном расстоянии по окружности 36 рисок, одна из которых (длинная) — контрольная.

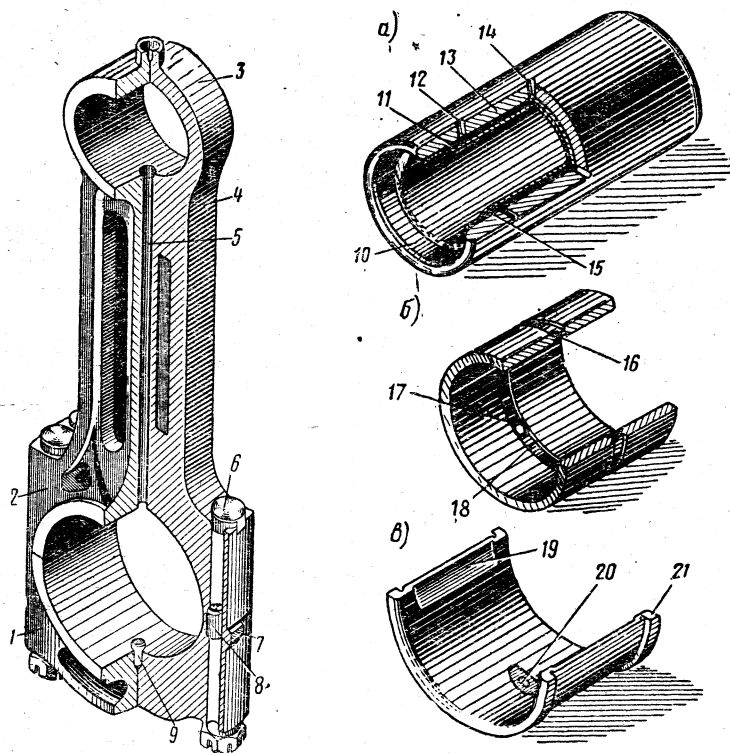


Рис. 84. Шатун поршня дизеля 2Д50:

а — поршневой палец; *б* — головная втулка (на пальце и втулке для наглядности сделаны вырезы); *в* — вкладыш шатунного подшипника; *1* — крышка нижней головки шатуна; *2* — нижняя головка; *3* — верхняя головка; *4* — стержень; *5* — осевой канал; *6* — шатунные болты; *7* — выступы на крышке; *8* — контрольный штифт; *9* — штифт для удержания вкладыша от проворачивания; *10* — развальцованные концы втулки; *11* — втулка; *12* и *14* — отверстия для смазки; *13* — тело пальца; *15* — масляная камера; *16* и *18* — кольцевые канавки; *17* — радиальные отверстия для смазки; *19* — холдильники; *20* — смазочное отверстие; *21* — бурты

Болт и гайка являются комплектной парой. Не разрешается переставлять болт с одного шатуна на другой или из одного отверстия в другое даже на одном шатуне. Каждый комплект (шатун с крышкой, шатунные болты и гайки) имеет свою маркировку. При сборке все детали комплекта должны быть поставлены на свои места по меткам.

При работе поршня возможен его перегрев из-за перегрузки

вследствие неправильной регулировки или неисправности топливной аппаратуры, а также монтажа поршня в цилиндре с перекосом в случае неприлегания поршневых колец к зеркалу цилиндровой гильзы и особенно, если часть колец пригорела (2Д50). Быстрый износ поршня и цилиндровой гильзы может быть также вызван загрязнением или неисправностью фильтров воздухоудвки (2Д100) или турбовоздуходвки (2Д50), когда вместе с воздухом в цилиндр попадает песок и пыль.

Поршневые кольца изнашиваются главным образом по наружной поверхности, при этом увеличиваются зазоры в замках и высота фасок маслосрезающих колец. При значительном износе колец они теряют упругость, через увеличенные зазоры в замках и ручьях газы проникают в картер, а масло попадает в камеру сгорания. На верхних и нижних поршнях дизеля 2Д100 наблюдаются случаи поломки колец и выпадения части бронзового пояска из паза на длине 80—100 мм от замка. Объясняется это несоблюдением натяга при запрессовке в кольцо или выхода концов бронзового пояска за пределы стыка. Во время работы поршня выступающие концы задевают за кромки окон в цилиндровой гильзе и обламываются.

Особенно большим дефектом является пригорание поршневых колец, когда они теряют подвижность в ручьях, вследствие чего горячие газы прорываются из камеры сгорания в картер, мощность дизеля резко падает, расход топлива и смазки повышается, втулки, поршни и кольца перегреваются и быстро изнашиваются. На поршнях дизеля 2Д100 пригорают не только уплотнительные, но и маслосрезающие кольца.

Для устранения пригорания поршневых колец на дизелях 2Д100 разработаны и проходят эксплуатационные испытания уплотнительные и маслосрезающие кольца трапецеидального сечения. По предварительным данным испытаний видно, что трапецеидальные кольца, особенно маслосрезающие, не пригорают при применении любых сортов масел.

Чтобы добиться нормальной работы поршней, необходимо применять масло соответствующего сорта, контролировать его качество в процессе эксплуатации и своевременно заменять, периодически очищать и систематически менять фильтрующий материал в масляных фильтрах. Необходимо также своевременно проверять и регулировать топливную аппаратуру, очищать фильтры турбовоздуходвки и воздухоудвки, строго соблюдать установленный тепловой режим работы дизеля.

Кроме того, надо периодически контролировать состояние поршней, поршневых колец и гильз цилиндров.

В эксплуатации тепловозов сравнительно часто наблюдается преждевременный выход из строя вкладышей шатунных подшипников вследствие повреждения баббитовой заливки. Чтобы вкладыши работали надежно, необходимо тщательно подгонять их наружную поверхность по опоре, а внутреннюю — по шейке вала; площадь прилегания должна быть не менее 70% всей поверхности. Необходи-

димо также при монтаже подшипников соблюдать требуемые натяги, не допускать работу подшипников с увеличенными зазорами. Обязательным условием нормальной работы вкладышей является применение масла соответствующего сорта, его периодический контроль. Нельзя допускать работы дизеля при пониженном давлении масла в системе маслопровода.

Для изыскания более стойких подшипников в отношении усталостной прочности заливки на тепловозах проходят испытания подшипники из алюминиевого сплава (АЛ19). Проводятся также работы по созданию вкладышей подшипников, где в качестве антифрикционного сплава будет применен полимерный материал.

Надежность работы шатунного подшипника во многом зависит от правильности его сборки. При сборке шатунного подшипника крышки, болты, гайки нужно ставить на свои места согласно меткам и номерам. Гайки болтов затягивать в установленном порядке до совпадения контрольных рисок на гайке и крышке шатуна. После затяжки гаек щупом толщиной 0,03 мм проверяют, нет ли зазора между торцами вкладышей, а также между торцами крышки и шатуна.

Зазор на смазку в шатунных подшипниках дизеля 2Д100 определяют после сборки нижней головки шатуна как разность наибольшего внутреннего диаметра шатунного подшипника и наименьшего диаметра соответствующей шатунной шейки. Зазор на смазку в шатунных подшипниках дизеля 2Д50 измеряют щупом. Для этого поршень устанавливают в н. м. т. Подбирают пластину щупа такой толщины, чтобы ее можно было завести между нижним вкладышем и шатунной шейкой с небольшим усилием. Для большей точности рекомендуется применять не одну пластину щупа, а две. При измерении зазора пластинки пропускают на всю длину по оси коленчатого вала в верхней части с двух сторон — со стороны генератора и масляного насоса. За действительный зазор принимают полусумму величин этих зазоров.

Зазор в «усах» измеряют на расстоянии 30 мм от стыков с обеих сторон шатунного подшипника.

Если величина зазора на смазку находится в пределах 0,12—0,30 мм (2Д100), 0,10—0,20 мм (2Д50), а разность зазоров с одной и другой стороны подшипника не превышает 0,03—0,04 мм, шатунный подшипник считается годным.

Контрольные вопросы

1. Конструктивные особенности цилиндрических гильз дизелей 2Д100 и 2Д50.
2. Наиболее характерные повреждения цилиндрических гильз дизелей 2Д100 и 2Д50. Причины их появления.
3. Различия в конструкции поршней дизелей 2Д100 и 2Д50.
4. Каковы основные повреждения поршней, причины повреждений и меры их предупреждения?
5. Назначение поршневых колец.
6. В чем различие в соединениях поршня с шатуном на дизелях 2Д100 и 2Д50?

Глава X

ЦИЛИНДРОВЫЕ КРЫШКИ, КЛАПАНЫ И ПРИВОД КЛАПАНОВ ДИЗЕЛЯ 2Д50

ЦИЛИНДРОВЫЕ КРЫШКИ

Каждый цилиндр дизеля 2Д50 сверху закрыт цилиндровой крышкой. В крышке размещены впускные, выпускные клапаны и форсунка.

При работе крышка испытывает высокое давление газов, достигающее до 58 кг/см^2 , и большие температурные напряжения, возникающие вследствие неравномерного нагревания и разной толщины отдельных частей крышки. Днище крышки, например, соприкасается с газами, имеющими температуру до 1700°C . В крышке имеются два канала; через один из них выходят отработавшие газы с температурой $440\text{--}490^\circ \text{C}$, а через другой поступает свежий заряд воздуха с температурой до -30° , внутренняя же полость крышки охлаждается водой, температура которой колеблется от 40 до 85° .

Цилиндровая крышка (рис. 85), отлитая из чугуна марки СЧ21-40, имеет вид пустотелой коробки удлиненной восьмигранной формы. Верхние и нижние плоскости и две боковые грани к крышке обработаны. Сверху крышки в отверстия 21 запрессовывают с натягом две направляющие втулки 15 (короткие) для двух впускных и две втулки 13 (длинные) для двух выпускных клапанов. Направляющие втулки отливают из чугуна. Снаружи они имеют бурты, которые служат упорами для пружин клапанов.

Расстояние между отверстиями для выпускных клапанов несколько больше, чем для впускных. Это вызвано необходимостью расширения водяной полости между выпускными клапанами для лучшего охлаждения крышки водой. На крышке со стороны впускных клапанов имеются два сквозных отверстия 8, через них проходят штанги толкателей, открывающие впускные и выпускные клапаны.

В центре крышки в отверстие 2 запрессована стальная втулка для форсунки. Форсунку устанавливают во втулке на медной прокладке и прикрепляют двумя шпильками 14.

В отверстия 23 ввернуты четыре высокие шпильки 16, которые служат для крепления клапанной коробки и ее крышки. Концы

шпильки имеют резьбу двух диаметров: резьба большего диаметра служит для крепления коробки, а меньшего — для крепления ее крышки. Для отвода охлаждающей воды из крышки служит отверстие 12, соединенное с водяной полостью.

По обе стороны от него ввертывают шпильки крепления патрубков водяного коллектора. По периметру крышки на равных рас-

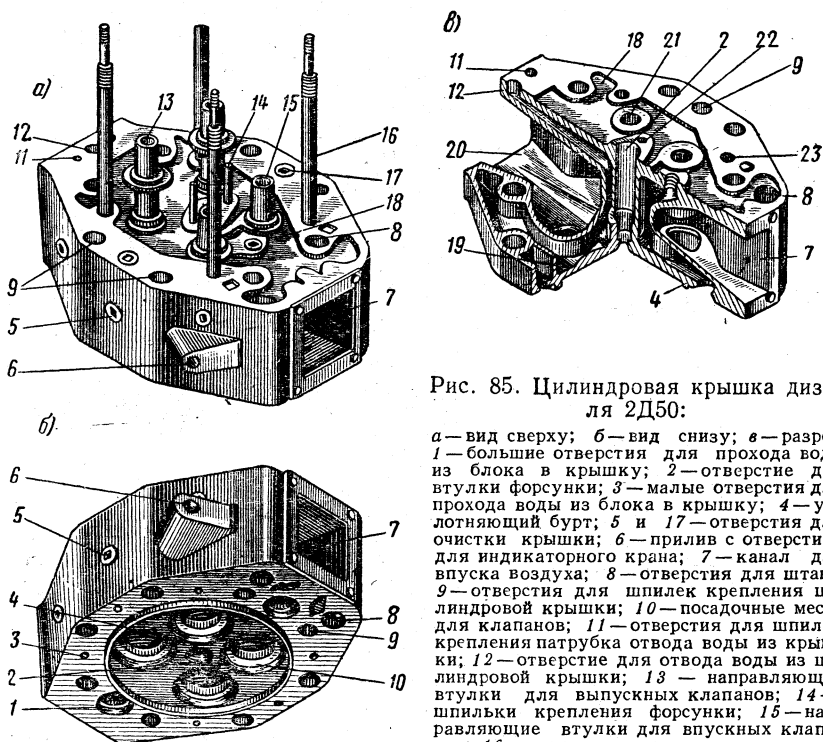


Рис. 85. Цилиндрическая крышка дизеля 2Д50:

а — вид сверху; б — вид снизу; в — разрез; 1 — большие отверстия для прохода воды из блока в крышку; 2 — отверстие для втулки форсунки; 3 — малые отверстия для прохода воды из блока в крышку; 4 — уплотняющий бурт; 5 и 17 — отверстия для очистки крышки; 6 — прилив с отверстием для индикаторного крана; 7 — канал для впуска воздуха; 8 — отверстия для штанг; 9 — отверстия для шпилек крепления цилиндрической крышки; 10 — посадочные места для клапанов; 11 — отверстия для шпилек крепления патрубка отвода воды из крышки; 12 — отверстие для отвода воды из цилиндрической крышки; 13 — направляющие втулки для выпускных клапанов; 14 — шпильки крепления форсунки; 15 — направляющие втулки для впускных клапанов; 16 — шпильки крепления клапанной коробки; 18 — углубление в крышке; 19 — ребра жесткости; 20 — канал для выхода отработавших газов; 21 — отверстия для направляющих втулок; 22 — отверстия для шпилек крепления форсунки; 23 — отверстия для шпилек крепления клапанной коробки

стояниях расположены восемь сквозных отверстий 9, через которые проходят шпильки, прикрепляющие крышку к блоку цилиндров.

Верхняя плоскость крышки имеет углубление 18 с наклоном в сторону отверстий 8 для прохода штанг толкателей. Масло, попадающее в углубление 18 с валиков и жиклеров рычагов привода клапанов, стекает в ванну распределительного вала.

Для удаления формочной земли после отливки крышки, а также для очистки охлаждающих полостей при ремонте в крышке имеется девять отверстий 5 и 17, из них шесть расположены по бокам, а три на верхней плоскости крышки. В отверстия ввертывают заглушки с квадратным углублением для ключа. С правой стороны

крышки имеется канал 7, через который из воздушного коллектора поступает воздух к впускным клапанам, а с левой стороны — канал 20 для выхода из цилиндра отработавших газов через выпускные клапаны в коллектор.

Внутри крышки проходит канал, выходящий к приливу 6 на боковой поверхности крышки. В прилив 6 ввернут индикаторный кран, служащий для соединения с прибором при измерении давления в цилиндре и снятия индикаторных диаграмм во время испытания дизеля. Снизу в днище крышки имеются четыре посадочных места 10, к которым притираются тарелки впускных и выпускных клапанов.

Герметичность в месте постановки крышки достигается за счет бурта 4, торец которого тщательно обрабатывают.

Крышка охлаждается водой, поступающей в ее водяную полость из полости блока через отверстия 1 и 3.

Вокруг этих отверстий помещают резиновые уплотняющие кольца. Поток воды регулируется при помощи чугунных втулок, вставляемых в отверстия 1, имеющие разный диаметр, а именно: со стороны канала 20, отводящего отработавшие газы, поставлена втулка с внутренним диаметром 13 мм, а со стороны воздушного канала 7 — с внутренним диаметром 35 мм. Таким образом, основной поток воды поступает со стороны впускных клапанов, где крышка менее нагрета. Омывая дно и стенки крышки, вода поднимается вверх, равномерно охлаждая крышку, и через отверстие 12 со стороны канала 20 попадает в вертикальный патрубок, а через него в водяной коллектор.

Для увеличения прочности внутри крышки сделаны ребра 19.

КЛАПАНЫ

В крышке цилиндров установлены два впускных и два выпускных клапана. Клапаны изготовлены штамповкой из высококачественной стали: впускной из стали марки 30ХМА, выпускной из стали Х10С2М (ЭИ107). Расположение клапанов в цилиндровой крышке показано на рис. 86.

Впускной и выпускной клапаны имеют одинаковую конструкцию и размеры, за исключением длины стержня. Стержень выпускного клапана 7 длиннее стержня впускного клапана 2 на 101 мм; соответственно удлинена и направляющая втулка. Клапан состоит из тарелки 1 (рис. 87), стержня 2, верхней замочной части 3 и пружин 4 и 5. Тарелка клапана притирается к посадочному месту в крышке. Для пальцев притирочного приспособления снизу в тарелке клапана сделаны два несквозных отверстия 11. Поверхности тарелки и стержня клапана чисто обработаны; переходы от одного диаметра к другому выполнены плавными. Пружины 4 и 5 удерживают клапан в закрытом состоянии.

Внизу пружины опираются на бурт направляющей втулки, а сверху упираются в тарелку 8, которая удерживается замочным

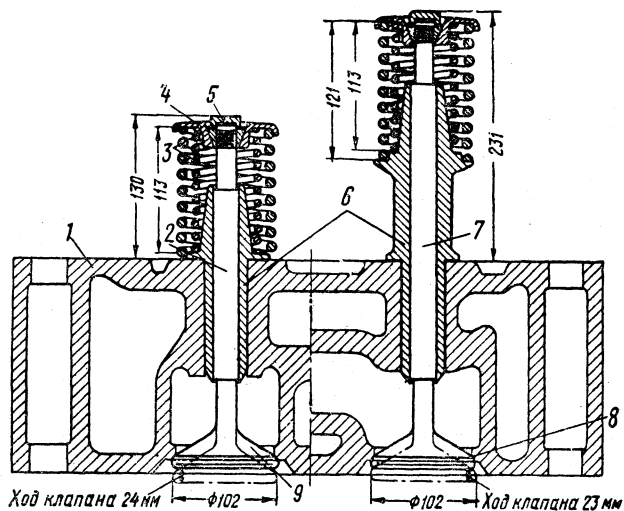


Рис. 86. Расположение клапанов в цилиндровой крышке дизеля 2Д50:

1 — цилиндровая крышка; 2 — впускной клапан; 3 — пружины клапанов; 4 — опорная тарелка пружин; 5 — стальной колпачок; 6 — направляющие втулки; 7 — выпускной клапан; 8. 9 — тарелки клапанов

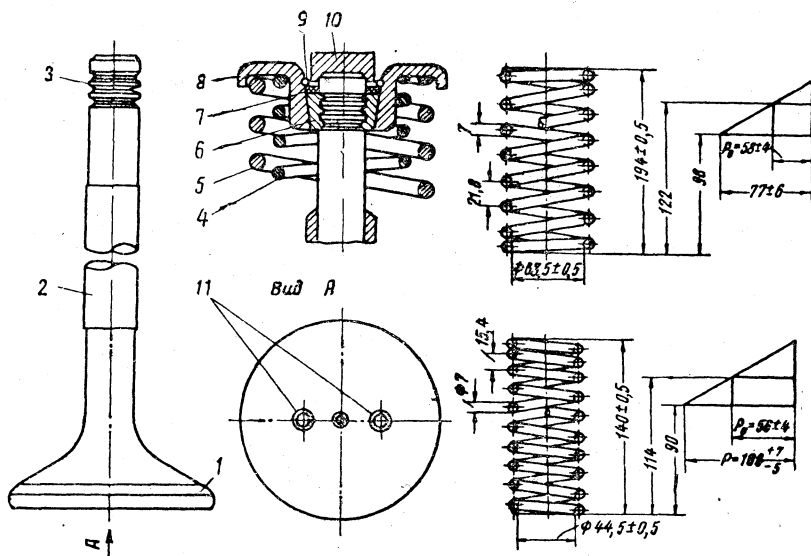


Рис. 87. Впускные и выпускные клапаны цилиндровой крышки дизеля 2Д50:

1 — тарелка клапана; 2 — стержень; 3 — замочная часть; 4 и 5 — пружины; 6 — замочный сухарь; 7 — фибровая прокладка; 8 — опорная тарелка пружин; 9 — пружинное кольцо; 10 — стальной колпачок; 11 — несквозные отверстия в тарелке

сухарем 6, состоящим из двух половинок для возможности их выемки.

Половинки замочного сухаря по внутреннему диаметру имеют три трапецеидальных выступа, заходящих в канавки замочной части 3 стержня клапана.

По наружному диаметру сухари проточены на конус. Тарелка 8 по внутреннему диаметру имеет такой же конус, но направленный в обратную сторону. При нажатии пружины на тарелку она сжимает сухарь 6.

На верхней части замочного сухаря помещена фибровая прокладка 7 для уменьшения шума при работе клапана. Фибровая прокладка стопорится пружинящим кольцом 9, входящим в кольцевую проточку в тарелке 8.

Сверху на фибровую прокладку 7 свободно установлен стальной закаленный колпачок 10.

Клапанные пружины изготовлены из хромованадиевой стальной проволоки марки 50ХФА. На каждом клапане установлено по две пружины — одна наружная и другая внутренняя. Наружная пружина имеет восемь, а внутренняя десять витков.

При установке пружин следят, чтобы витки их были направлены в разные стороны, это предупреждает заходы витков одной пружины в другую и их поломку. Пружины для впускных и выпускных клапанов применяются одинаковые. Для предохранения пружин от коррозии их покрывают цинком.

ПРИВОД КЛАПАНОВ

Впускные и выпускные клапаны открываются в определенный момент в зависимости от положения кривошипа коленчатого вала дизеля. Механизм, открывающий клапаны, состоит из распределительного вала и привода клапанов.

Привод клапанов (рис. 88) дизеля 2Д50 каждого цилиндра состоит из рычагов впускных 9 и выпускных 7 клапанов, штанг 11 и 12 и рычагов 13 толкателей.

Клапанная коробка 4 отлита из чугуна марки СЧ 13-36, а ее крышка из алюминия АЛ98. На тепловозах последнего выпуска крышки клапанной коробки отливают из чугуна. Коробку устанавливают на цилиндрическую крышку 2 сверху и прикрепляют к ней четырьмя длинными шпильками 6, проходящими через приливы в коробке. Этими же шпильками прикрепляется крышка коробки. Между коробкой и ее крышкой, а также между коробкой и крышкой цилиндра ставят паронитовые прокладки.

Коробка внизу с левой стороны (со стороны топливного насоса) имеет по углам приливы с отверстиями, уплотненные резиновыми втулками. Через одно из них проходит нагнетательная трубка для подачи топлива в форсунку, а через другое выходит контрольная сливная трубка от форсунки.

Клапанная коробка не допускает разбрызгивания масла по блоку и частично заглушает шум от работы клапанов.

Внутри на боковых стенках коробки имеется два прилива, в которых расточены отверстия для установки осей 3 и 5 рычагов. Приливы, имеющие прорезы, стягивают стяжными болтами. При креплении осей болты проходят через лыски на осях, предохраняя их от смещения и проворачивания. Отверстия в приливах сделаны сквозными для возможности постановки и выемки осей 3 и 5; снаружи они закрыты плоскими заглушками, поставленными на герметике. Ось 5 для рычага выпускных клапанов расположена в верхней части коробки, а ось 3 для рычага впускных клапанов — несколько ниже и левее.

Рычаги выпускных *a* и впускных *б* клапанов (рис. 89) отлиты из стали 40. В качестве подшипников рычагов служат бронзовые втулки 9, запрессованные в них с двух сторон. Внутренние торцы втулок не доходят друг до друга, образуя кольцевое пространство вокруг оси. Втулки имеют отверстия 2 и канавки 3 и 5, через которые масло подается для смазки втулок рычагов. Чтобы масло не вытекало через зазоры в торцах, в выточки рычага установлены самоподжимные сальники 8.

Каждый рычаг управляет открытием двух одноименных клапанов (впускных или выпускных).

Рычаг выпускных клапанов *a* справа имеет одно плечо 7, заканчивающееся круглой головкой, в которой сделано сквозное отверстие с резьбой для толкателя и продольный паз 15. Этот паз кана-

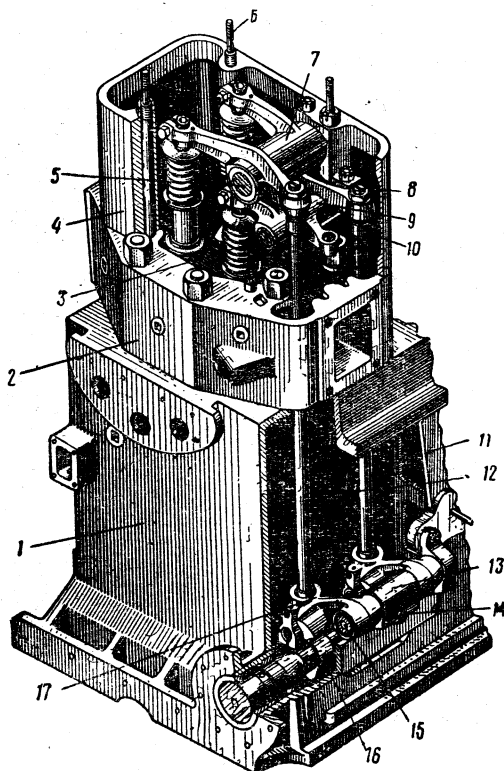
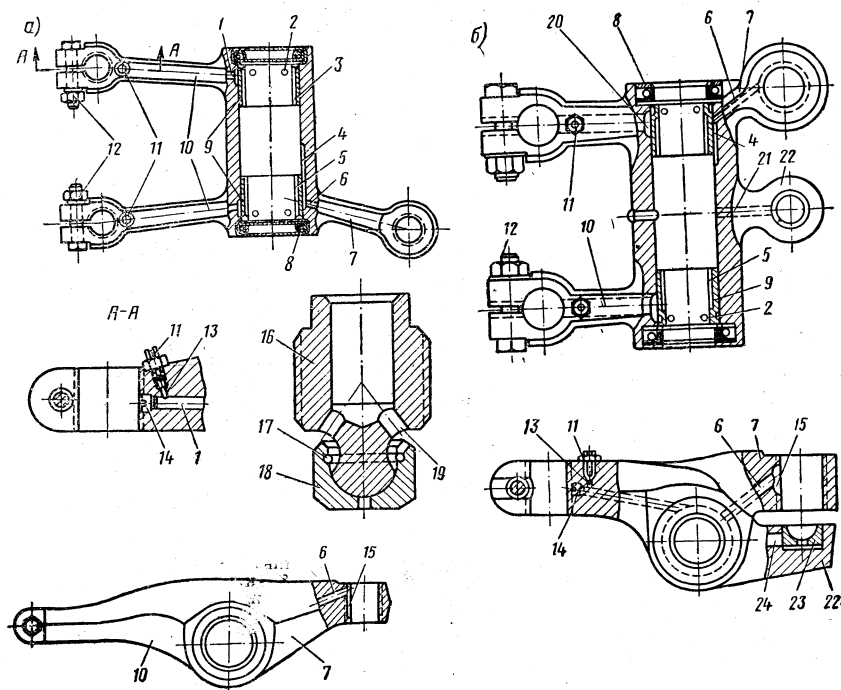


Рис. 88. Привод клапанов дизеля 2Д50:

1 — блок дизеля; 2 — цилиндрическая крышка; 3 — ось рычагов впускных клапанов; 4 — клапанная коробка; 5 — ось рычагов выпускных клапанов; 6 — шпильки крепления клапанной коробки; 7 — рычаг выпускных клапанов; 8 — толкатель; 9 — рычаг впускных клапанов; 10 — верхняя головка штанги; 11 — штанга рычага впускного клапана; 12 — штанга рычага выпускного клапана; 13 — рычаг толкателя клапанов; 14 — кронштейн; 15 — ось рычага толкателя; 16 — кулачок распределительного вала; 17 — нижняя головка штанги

Слева рычаг выпускных клапанов имеет два плеча 10 (см. рис. 89), на концах которых в головках нарезаны отверстия для ввертывания



а — выпускных клапанов; б — впускных клапанов; 1 — осевые каналы; 2 — отверстия во втулках; 3, 4 и 5 — канавки; 6 — смазочный канал; 7 — плечо рычага; 8 — самоподжимные саллиники; 9 — бронзовые втулки; 10 — плечи рычага; 11 — жиклеры; 12 — стальные болты; 13 — отверстие для жиклеров; 14 — пробки; 15 — продольный паз; 16 — ударник; 17 — пружинное кольцо; 18 — боек; 19 — отверстие для смазки; 20 — кольцевая проточка; 21 — смазочный канал; 22 — дополнительное плечо; 23 — пята; 24 — смазочный канал

Ударник 16 сферической головкой вставлен в бронзовый боек 18 и укреплен разрезным пружинным кольцом 17.

204

ной стороны соединяющиеся с кольцевыми проточками 20, а с другой (у отверстий под ударники) заглушенные пробками 14. Над каналами 1 просверлены отверстия 13 для жиклеров 11. Жиклер имеет хвостовик, при помощи которого можно регулировать подачу масла к ударнику, отвертывая и завертывая жиклер.

Рычаг впускных клапанов в основном имеет такую же конструкцию, как и выпускных. Разница состоит в том, что его плечи короче, чем у выпускных клапанов. Кроме того, рычаг впускных клапанов имеет в сторону штанг дополнительное плечо 22. На кон-

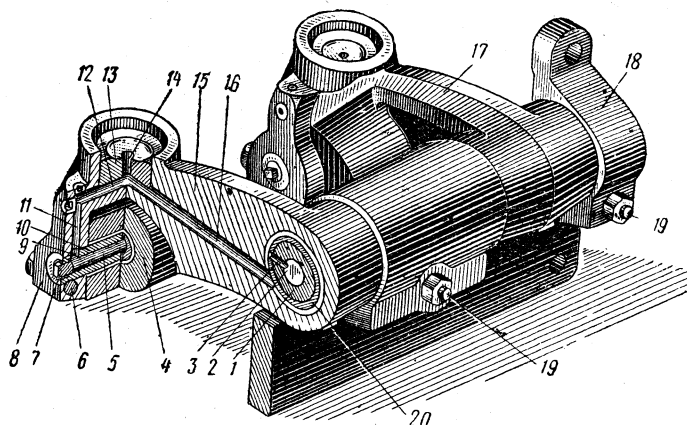


Рис. 90. Рычаг толкателя клапанов дизеля 2Д50:

1 — ось рычага; 2 — смазочная полость; 3 — радиальный канал; 4 — цементированный ролик; 5 — осевой канал в бронзовом валике; 6 — стягивающий болт; 7 — заглушка; 8 — щеки; 9 — радиальный канал в бронзовом валике; 10 — бронзовый валик; 11, 12 и 16 — масляные каналы; 13 — пята; 14 — отверстие; 15 и 17 — плечи рычага; 18 — кронштейн; 19 — стяжные болты; 20 — бронзовые втулки

це этого плеча сделана цилиндрическая выточка, в которую впрессована пята 23. Смазка к этой пяте подводится по каналу 24, соединенному с кольцевым пространством. В центре пята сделано отверстие, связанное с каналом 24.

Чтобы избежать запаздывания при закрытии впускных клапанов, на дополнительное плечо 22 через упор нажимает пружина, зажатая между упором и фланцем, прикрепленным к приливу в клапанной коробке.

От распределительного вала движение передается через штанги к рычагам впускных и выпускных клапанов рычагами толкателей, отливаемых из стали (рис. 90).

Всего на дизеле шесть рычагов толкателей; они прикреплены болтами к фланцу блока цилиндров. Плечи 15 и 17 рычагов толкателей свободно качаются на пустотелой оси 1. Ось закрепляется в кронштейнах 18, имеющих прорези, которые стягиваются тремя стяжными болтами 19.

Болты частично заходят в углубления оси 1, удерживая ее от

проворачивания и осевого смещения. Полость оси с обеих сторон закрыта заглушками. Через радиальный канал, находящийся в середине оси, в полость 2 поступает смазка из общей масляной магистрали. Через два других радиальных канала 3 смазка попадает в кольцевые проточки, смазывая бронзовые втулки 20. Кольцевые проточки связаны с каналами 3, 5, 9, 11, 12, 16.

Каждое из плеч 15 и 17 имеет по две щеки 8 с отверстиями, в которые запрессован бронзовый валик 10. На валике вращается стальная цементированный ролик 4. Ролик выполнен относительно широким (48 мм) с целью уменьшения удельного давления, а следовательно, меньшего износа. Одна щека рычага разрезана, что позволяет стянуть ее болтом 6, также проходящим через вырез в валике 10, удерживая его от проворачивания и осевого смещения. Валик 10 имеет несквозной осевой канал 5, закрытый заглушкой 7, ввернутой на резьбе. Масло для смазки трущихся поверхностей валика и ролика поступает из каналов 11 и 12 через радиальный канал 9, совпадающий с каналом 11 в щеке 8, в канал 5. Из канала 5 масло по двум радиальным каналам попадает на трущиеся поверхности валика и ролика. Над роликом и в рычаге впрессована опорная сферическая стальная цементированная пята 13, поверхность которой притерта к головке штанги. В центре сферической поверхности пяты просверлено отверстие 14, служащее для прохода масла. Штанги толкателей представляют собой стальные трубы, в которые снизу и сверху запрессованы головки, изготовленные из стали 20. Головки цементированы и закалены. Нижняя головка имеет выпуклую форму, а верхняя — вогнутую. Нижней головкой штанга упирается в пятую плеча толкателя, а верхней — в выпуклую сферическую поверхность толкателя рычага клапанов. Как в нижней, так и в верхней головках в центре имеются каналы для прохода масла.

Штанги 12 (см. рис. 88), открывающие выпускные клапаны, имеют большую высоту, чем штанги 11 впускных клапанов. Штанги впускных клапанов расположены первыми со стороны масляного насоса, а за ними штанги выпускных клапанов. Впускные и выпускные клапаны открываются кулачками 16 распределительного вала. При вращении вала ролик 4 (см. рис. 90) рычага толкателя набегает на кулачок 16 (см. рис. 88), поднимает штангу 12, которая нажимает на плечо рычага. Рычаги давят на клапаны и, преодолевая усилие пружин, опускают их. При сбегании ролика с кулачка клапан под действием пружин садится на место.

При правильном монтаже цилиндрических крышек и требуемом уходе за дизелем они продолжительное время работают без ремонта. Благодаря надежной системе охлаждения дизеля 2Д50 появления трещин в цилиндрических крышках, как правило, не наблюдается. Если же они возникают, то это свидетельствует о плохом уходе за дизелем со стороны тепловозных бригад. Это значит, что в процессе эксплуатации цилиндрические крышки перегревались, т. е. температура охлаждающей воды была выше 85°, дизель снабжался некачествен-

ной водой, что приводило к загрязнению охлаждающей полости крышки и перегреву ее, или во время работы, когда дизель был перегрет, добавлялась холодная вода.

Трещины в крышках могут появиться и вследствие неправильного монтажа, если при их креплении гайки затягивают не в установленном порядке или чрезмерно сильно.

При перегреве цилиндровой крышки или неравномерном креплении ее возможно коробление уплотняющего бурта, что приводит к пропуску газов. Пропуск газов может быть также в случае забоины или риски на уплотняющем бурте, что обычно является результатом небрежного обращения с крышкой при монтаже.

В процессе работы дизеля изнашиваются направляющие втулки клапанов, нарушается притирка в местах посадки, на притирочной фаске тарелки клапана появляются местные выгорания, раковины, забоины, риски. Пружины клапанов теряют упругость и проседают, а иногда ломаются.

Чтобы определить, нет ли трещин, крышку опрессовывают водой давлением 10 кг/см^2 с выдержкой в течение 3 мин. Крышку со сквозными трещинами в области камеры сгорания бракуют.

При съемке цилиндровой крышки обязательно проверяют уплотняющий бурт. Следует помнить, что между буртом крышки и цилиндровой гильзой нет уплотняющей прокладки; уплотнение достигается только за счет тщательной обработки соприкасающихся поверхностей.

Клапан или его направляющую втулку заменяют, если зазор между ними превышает допустимый.

Герметичность индикаторного крана проверяют опрессовкой. При пропуске воды кран разбирают, клапан притирают по корпусу. Прочищают газоотводное отверстие в крышке проволокой и продувают воздухом.

Проверку и регулировку линейной величины камеры сжатия обычно производят при большом периодическом и подъемном ремонтах и в случае смены поршня, шатуна или цилиндровой крышки.

Для проверки камеры сжатия на верхнюю часть днища головки поршня на диаметрально противоположных сторонах по оси коленчатого вала помещают два свинцовых кубика высотой 8—10 мм, затем устанавливают на место цилиндровую крышку и закрепляют ее двумя гайками. Проворачивают вручную коленчатый вал на один оборот с таким расчетом, чтобы поршень сжал свинцовые кубики. Сняв крышку цилиндра, измеряют микрометром высоту свинцовых кубиков. Высота камеры сжатия должна быть в пределах 4—5,83 мм. В случае необходимости величину камеры сжатия регулируют. Если камера сжатия меньше 4,0 мм, протачивают днище цилиндровой крышки; если камера сжатия велика, уменьшают высоту кольцевого уплотняющего бурта на днище цилиндровой крышки.

Впускные и выпускные клапаны проверяют дефектоскопом.

Браковке подлежат клапаны, имеющие трещины, надрывы, толщину тарелок менее допустимой величины или тарелки с раковинами

и прогаром, при устранении которых размеры тарелки становятся менее допустимых.

Клапаны притирают по гнезду в крышке. Крупные риски на притирочной поверхности клапана или в крышке вызывают необходимость проверки притирочной поверхности клапана на станке, а посадочное место в крышке — исправление райберовкой.

Для проверки герметичности клапанов крышку устанавливают днищем вверх, притертые клапаны и гнезда в крышке тщательно очищают, устанавливают клапан в свое гнездо и сверху на тарелку каждого клапана наливают керосин. При этом клапан, прижатый к седлу, собственным весом не должен пропускать керосин, что проверяют через впускные или выпускные каналы в крышке спустя 10 мин после заливки.

Необходимо обращать самое серьезное внимание на состояние пружин, от которых во многом зависит нормальная работа клапанов. Пружины, потерявшие упругость, являются причиной «подпрыгивания» клапана во время работы, что ведет к нарушению газораспределения и снижению мощности дизеля. Пружины, колпачки, тарелки и сухари, имеющие трещины, выкрашивание цементированного слоя, заменяют.

Из дефектов, которые чаще всего встречаются в приводе рабочих клапанов, следует отметить: износ бронзовых подшипников в рычагах рабочих клапанов и рычагах толкателей; чрезмерный пропуск масла через самоподжимные сальники в рычагах клапанов; износ бронзовых валиков; выбоины и трещины на поверхности катания роликов; трещины и погнутость рычагов толкателей, рычагов клапанов и штанг и ослабление креплений в соединениях.

Износ подшипников и бронзовых валиков вызывается недостаточностью смазки. При нормальных условиях работы они изнашиваются незначительно. Трещины и выбоины на роликах рычагов толкателей, изогнутость штанг, трещины в рычагах могут появиться при отсутствии необходимого зазора между бойком ударника рычага и колпачком клапана, а также вследствие заедания рычагов или штанг.

При работающем дизеле необходимо проверять утечку масла через самоподжимные сальники, жиклеры и в местах упора штанг. Чрезмерная утечка масла в этих местах указывает на изгиб штанги или на плохое прилегание головки штанги к пяте рычага. Изогнутую штангу можно определить по заеданию вращением ее от руки, когда ролик рычага толкателя находится на цилиндрической части кулачка.

Контрольные вопросы

1. Как устроена цилиндровая крышка дизеля 2Д50?
2. Как приводятся в действие впускные и выпускные клапаны?
3. Какие основные неисправности встречаются у цилиндровой крышки, причины их появления и меры предупреждения?
4. Какие неисправности встречаются в приводе рабочих клапанов, причины их появления?

Глава XI

ВОЗДУХОДУВКА ДИЗЕЛЯ 2Д100, ТУРБОВОЗДУХОДУВКА И ТУРБОКОМПРЕССОР ДИЗЕЛЯ 2Д50

ВОЗДУХОДУВКА ДИЗЕЛЯ 2Д100, ЕЕ ПРИВОД И ФИЛЬТР

Воздуходувка. Для зарядки цилиндров свежим воздухом под давлением $1,28—1,35 \text{ кг/см}^2$ на дизеле 2Д100 установлена воздуходувка объемного типа (рис. 91), получающая вращение от механического привода.

Воздуходувка имеет алюминиевый корпус 5, в котором смонтированы два трехлопастных рабочих колеса — верхнее 29 и нижнее 28. Для измерения разрежения воздуха служат отверстия в верхней части корпуса, закрытые пробками 7 и 10 (рис. 92). С левой и правой стороны корпуса расположены подва люка. К нижним люкам 1 прикреплены два негнетательных патрубка. Для осмотра рабочих колес воздуходувки служит люк, расположенный с правой стороны (по ходу тепловоза) и закрытый глухой крышкой 4. С левой стороны находится люк с фланцем 11, к которому крепят трубу вентиляции картера дизеля. К верхней части корпуса воздуходувки (горловине) присоединяется на шпильках 9 фланец патрубка, через который воздух, прошедший фильтр, засасывается рабочими колесами. Корпус воздуходувки отлит из алюминиевого сплава (АЛ9). Чтобы избежать деформации в корпусе, предусмотрены ребра жесткости 6 (см. рис. 91). К корпусу 5 воздуходувки с торцов на шпильках прикреплены стальные плиты опорных подшипников 4 и опорно-упорных 27. Каждая плита фиксируется тремя штифтами.

Для прочного соединения шпильки крепления плит ввернуты не непосредственно в алюминиевый корпус, а в стальные вертыши, ввернутые в корпус. Контрольные штифты, фиксирующие положение плит, вставляют также в стальные вертыши, но не имеющие внутренней резьбы. Лопасти колес имеют винтообразную форму, что способствует уменьшению шума при работе воздуходувки и обеспечивает непрерывную, без толчков, подачу воздуха в цилиндры.

Рабочие колеса отлиты из алюминиевого сплава (АЛ5), а валы их 17 и 23 откованы из стали марки 38ХС.

Соединены валы с рабочими колесами металлургическим способом, т. е. предварительно обработанные валы закрепляют в форме для отливки колес, а в нее заливают расплавленный алюминий.

Для более прочного соединения валов с колесами на валах (до заливки их алюминием) сделаны шлицы и кольцевые проточки. Каждое рабочее колесо вращается на двух роликовых (опорных) подшипниках, расположенных по одному в плитах 4 и 27. В плите 27 смонтированы также два шариковых (упорных) подшипника, которые ограничивают осевой разбег рабочих колес.

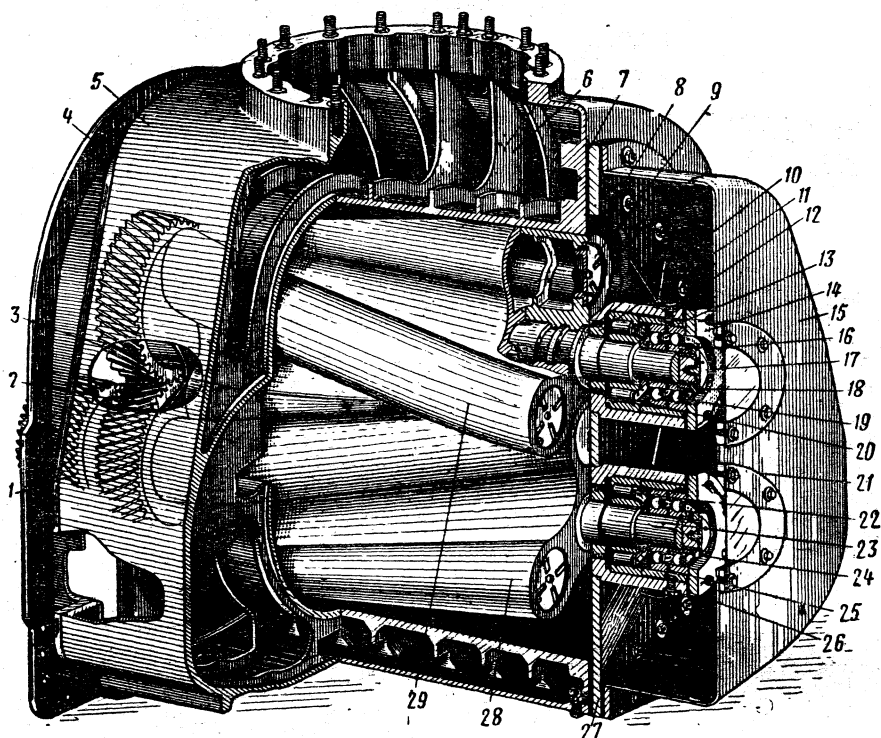


Рис. 91. Воздуходувка дизеля 2Д100:

1 — ведомая шестерня привода; 2 и 3 — координационные шестерни; 4 — плита опорных подшипников; 5 — корпус воздуходувки; 6 — ребра жесткости; 7 — регулировочные прокладки; 8 — балансировочные шайбы; 9 — балансировочная пробка; 10 — кольца; маслоуловителя; 11 — маслоуловитель; 12 — установочный винт; 13 — обойма шарикоподшипников; 14 — гайка; 15 — кожух; 16 — стопорный винт; 17 — вал верхнего рабочего колеса; 18 — грибок; 19 — шарикоподшипники; 20 — роликоподшипник; 21 — крышка кожуха; 22 — регулировочные прокладки; 23 — вал нижнего рабочего колеса; 24 — проставочное кольцо; 25 — регулировочное кольцо; 26 — нажимное кольцо; 27 — плита опорно-упорных подшипников; 28 — нижнее рабочее колесо; 29 — верхнее рабочее колесо

Лопастей рабочих колес выполнены пустотелыми. В торец каждой лопасти с двух сторон вставлены балансировочные пробки 9 и шайбы 8. Подбором шайб определенного веса достигают уравнивания рабочих колес. Если в лопастях имеются неуравновешенные массы, то при больших оборотах рабочих колес ($1450 \pm \pm 10$ об/мин) центробежные силы этих масс перегружают подшипники, что ведет к их повышенному износу и даже разрушению. Поэтому каждое рабочее колесо после сборки подвергают динамической

балансировке. Допускаемый дисбаланс не более 50 Гсм с каждой стороны.

На конец вала нижнего рабочего колеса 28 насажена ведущая координационная шестерня 2, находящаяся в зацеплении с ведомой шестерней 3, надетой на конец вала верхнего колеса. На валу ниж-

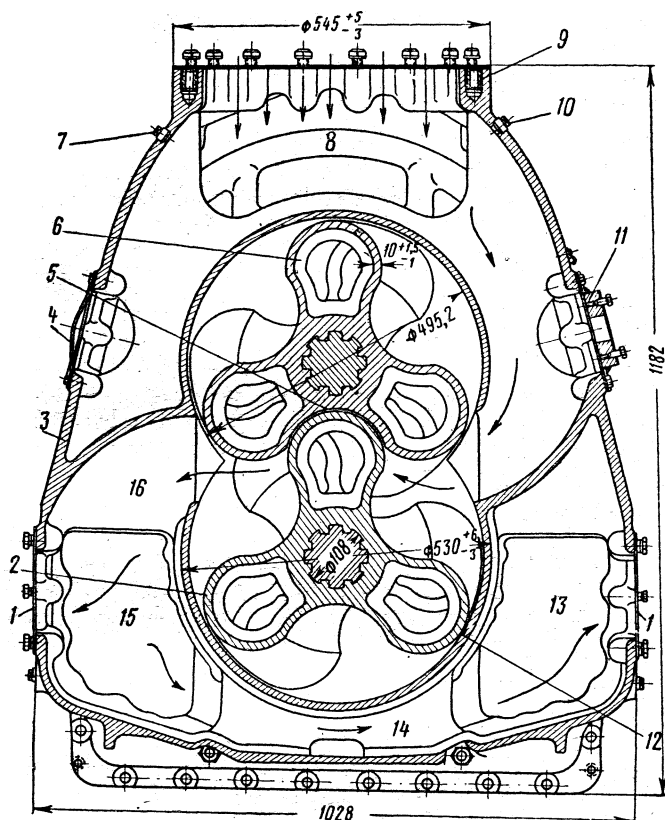


Рис. 92. Поперечный разрез воздухоудки дизеля 2Д100:

1 — боковые люки; 2 — нижнее рабочее колесо; 3 — корпус воздухоудки; 4 — крышка люка; 5 — зазор между рабочими колесами; 6 — верхнее рабочее колесо; 7 и 10 — пробки; 8 — всасывающая полость; 9 — ввертыши для шпилек; 11 — фланец присоединения трубы для вентиляции картера; 12 — зазор между рабочим колесом и корпусом; 13 и 15 — торцовые нагнетательные окна; 14 — проход, соединяющий нагнетательные полости; 16 — нагнетательная полость

него рабочего колеса вместе с шестерней 2 посажена ведомая шестерня 1 эластичного привода воздухоудки, сцепленная с шестерней, закрепленной на верхнем коленчатом валу. Верхнее рабочее колесо воздухоудки приводится в движение не лопастями, а через пару координационных шестерен — ведущую 2 и ведомую 3.

Координационные шестерни обеспечивают работу рабочих колес таким образом, что при их вращении лопасти не соприкасаются

друг с другом и не задевают за стенки корпуса воздуходувки и за торцовые плиты 4 и 27.

Зазоры между лопастями рабочих колес и корпусом воздуходувки обеспечивают центровкой торцовых плит на шпильках, после чего плиты фиксируют тремя коническими штифтами. Осевые зазоры между плитами 4 и 27 и торцовыми стенками рабочих колес устанавливают при помощи прокладок 7. Чтобы избежать попадания масла в воздух, нагнетаемый в цилиндры, предусмотрен маслоуловитель 11 с маслоуловительными кольцами 10.

Воздуходувка, помимо подачи воздуха в дизель, вентилирует картер, т. е. отсасывает пары масла из картера дизеля. Для этого всасывающая полость воздуходувки соединена вентиляционной трубой с блоком дизеля (в отсеке вертикальной передачи). В вентиляционной трубе установлен маслоотделитель.

Работа воздуходувки протекает следующим образом. При вращении рабочих колес 28 и 29 (см. рис. 91) в полости 8 (см. рис. 92) образуется разрежение, в результате чего воздух из атмосферы будет поступать через фильтр в эту полость и далее к полостям рабочих колес. Лопasti колес захватывают воздух и перемещают его через нагнетательные окна в полость 16, откуда он проходит в нижнюю полость, а далее через торцовые окна 13 и 15 и боковые люки 1 поступает в воздушные ресиверы, расположенные с обеих сторон блока дизеля. Когда верхний поршень откроет впускные окна, сжатый воздух из ресиверов устремится в цилиндр, вытеснит из него отработавшие газы и зарядит свежим воздухом. Смазка к подшипникам и шестерням воздуходувки подводится из верхнего масляного коллектора.

Собранную воздуходувку на шпильках крепят к торцу блока дизеля. Зазор между зубьями ведомой и ведущей шестерен эластичного привода воздуходувки устанавливают перемещением воздуходувки вверх, вниз или постановкой клиновидных прокладок между привалочным фланцем воздуходувки и блока дизеля.

Привод воздуходувки. Рабочие колеса воздуходувки приводятся во вращение от верхнего коленчатого вала, на конце которого насажен эластичный привод (рис. 93) с ведущей шестерней 6, находящейся в зацеплении с ведомой шестерней 13. Шестерня 13 насажена на конец вала нижнего рабочего колеса. На этом же валу насажена ведущая шестерня 2 (см. рис. 91), имеющая зацепление с шестерней 3.

При помощи этих шестерен вращение от верхнего коленчатого вала дизеля передается к рабочим колесам воздуходувки. Эластичный привод имеет ступицу 8, напрессованную на конец коленчатого вала. На нее надеты с одной стороны ведущая шестерня 6 привода, а с другой — опорный диск 7. Шестерня и опорный диск соединены сухарями 2 при помощи шпилек. На ступице 8 имеется шесть выступов 5. Между этими выступами и сухарями 2 расположены двенадцать пружин. Ведущая шестерня 6 и опорный диск 7 опираются на бронзовые втулки, которые напрессованы на ступицу 8 с одной и другой стороны. Во время работы шестерня и опорный диск могут

проворачиваться на некоторый угол относительно ступицы, скользя по бронзовым втулкам.

При вращении коленчатого вала вращается и ступица, которая своими выступами 5 нажимает на пружины, а пружины в свою очередь нажимают на сухари 2, жестко связанные с шестерней 6 и диском 7, и приводят их во вращение. При этом все толчки, возникающие при пуске дизеля или при внезапном изменении нагрузки, поглощаются пружинами.

Фильтр воздуходувки.

Для очистки воздуха, засасываемого воздуходувкой, на тепловозе ТЭЗ применяют воздушные фильтры, расположенные внутри кузова (рис. 94) по обеим его сторонам. В каждом из двух корпусов размещены два фильтра — циклонный 9 и сетчатый 7.

Циклонный фильтр состоит из отдельных элементов (циклонов). Каждый циклон представляет собой цилиндрическую трубу, к наружной поверхности которой припаяны спирали 14, 15 (рис. 95). Трубка со спиралью вставлена внутрь другой трубы, имеющей внизу конус. Спирали припаяны также и к конусной трубе. Всего таких циклонов в обеих частях фильтра 112 шт.

Сетчатый фильтр 7 состоит из четырех очистительных секций. Каждая секция собрана из четырнадцати рядов промасленных сеток, имеющих ячейки различной величины от 1,2 до 0,4 мм. Для предохранения от коррозии сетки оцинкованы. Очистка воздуха происходит следующим образом. Засасываемый из атмосферы воздух через жалюзи 3 и 10 попадает в циклонный фильтр 9, проходит вниз вдоль спиралей 14, 15 между внутренней цилиндрической трубой и наружной с конусным концом. Затем делает резкий поворот и по внутренней цилиндрической трубке поднимается вверх в камеру с сетчатым фильтром 7. Частицы пыли по трубе с коническим концом ссыпаются в пылевую камеру. Пройдя сетчатый фильтр 7, воздух через патрубок 6, рукав 5 и патрубок 4 поступает в воздуходувку 1.

В левой части кузова установлен точно такой же воздушный

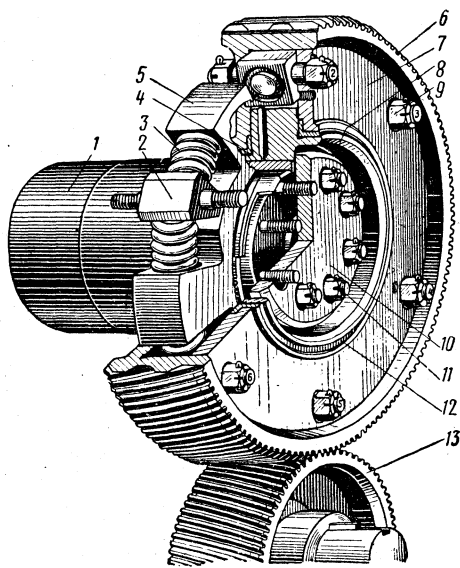


Рис. 93. Эластичный привод воздуходувки дизеля 2Д100:

1 — верхний коленчатый вал; 2 — сухари; 3 — пружины; 4 — втулка; 5 — выступы; 6 — ведущая шестерня; 7 — опорный диск; 8 — ступица; 9 — гайки; 10 — торцовый диск; 11 — шпильки; 12 — втулка; 13 — ведомая шестерня

фильтр, как и в правой. Поэтому в патрубок 4 воздух попадает из обоих фильтров — правого и левого. Рукава 5 ставят для того, чтобы при вибрации фильтра вместе с кузовом при движении тепловоза не расстраивались бы воздухопроводы.

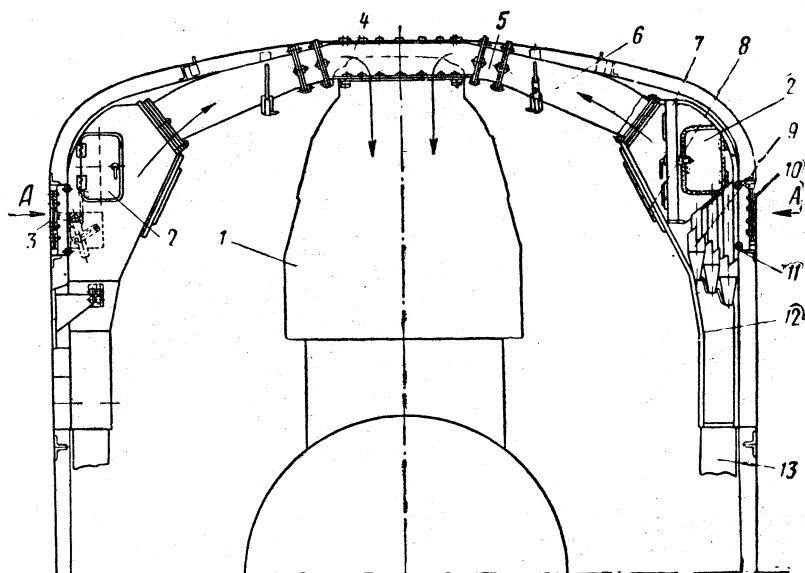


Рис. 94. Расположение фильтров воздуходувки на тепловозе ТЭ3 (нумерация общая с рис. 95):

- 1—воздуходувка; 2—люк; 3—жалюзи; 4 и 6—патрубки; 5—рукав из брезента; 7—сетчатый фильтр; 8—крышка люка; 9—циклонный фильтр; 10—жалюзи; 11—дверка; 12—корпус фильтра; 13—отводный патрубок; 14 и 15—спирали; 16—конус; 17—трубы; 18—ручка привода жалюзи

Зимой, особенно во время метелей, чтобы снег не попал в фильтры, воздух воздуходувкой забирается из кузова тепловоза через люки 2. Открытие и закрытие жалюзи 3 и 10 и люков 2 заблокировано. Жалюзи 3 и 10 могут быть закрыты только после того, как откроются крышки люков 2. Это делается для того, чтобы не прекращался доступ воздуха в цилиндры дизеля.

По техническим условиям при числе оборотов 1450 ± 10 об/мин давление нагнетания должно быть $1,2 - 1,35$ кг/см², разрежение на всасывании 600—700 мм вод. ст.; производительность при этом должна быть не менее $2,4$ м³/сек, а мощность, отбираемая воздуходувкой, около 250 л. с. С целью уменьшения разрежения на всасывании и улучшения фильтрующей способности разработаны и широко внедряются очистители непрерывного действия и маслопленочный. Воздухоочиститель непрерывного действия (рис. 96) состоит из корпуса двух кассет — подвижной 1 и неподвижной 2. Подвижная кассета выполнена в виде диска, в каркас которого вставлены три-четыре съемные секции, изготовленные из стальной тканой сетки

с различным размером ячеек и диаметром проволоки. Во время работы диск вместе с секциями вращается и по очереди каждая секция, находясь внизу, погружается в масло, залитое в ванну корпуса фильтра. Проходя через масляную ванну, загрязненная секция про-

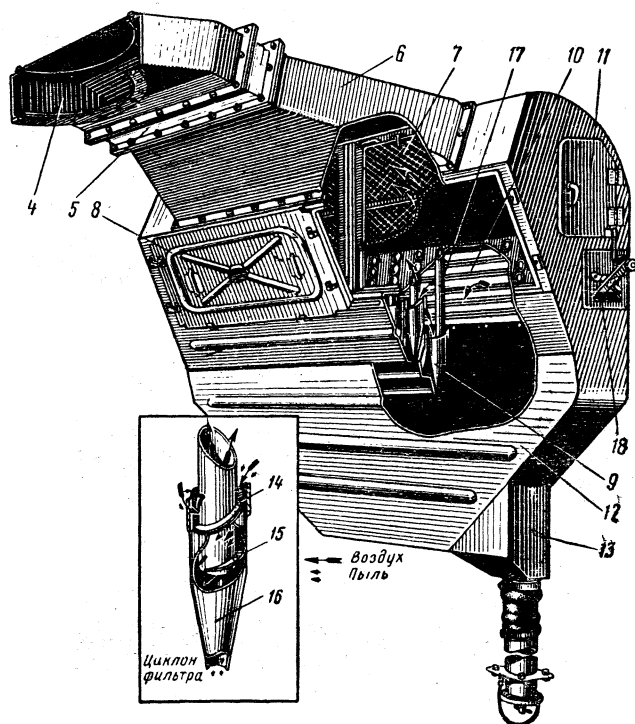


Рис. 95. Фильтр воздухоудки дизеля 2Д100 (нумерация общая с рис. 94)

мывается и одновременно покрывается масляной пленкой. При выходе из ванны лишняя часть масла стекает из секции и ее дополнительно продувают воздухом с небольшим давлением и скоростью.

Как только секция поднимется вверх и станет против входного отверстия, она начнет выполнять роль воздушного фильтра: через нее проходит запыленный воздух. Затем диск вместе с секцией поворачивается и процесс повторяется. Диск приводится во вращение от пневматического привода со скоростью 0,5—1,5 об/ч, расход мощности на привод составляет 0,1—0,2 квт.

Неподвижная кассета 2 установлена за подвижной, в верхней части. Она служит для дополнительной очистки воздуха, поступающего в воздухоудку, а также задерживает частицы масла, сдуваемого воздухом с подвижной кассеты.

Установлено, что воздухоочиститель непрерывного действия не пропускает частицы размером более 4,5—5,2 мк, имеет воздушное

сопротивление 80 мм вод. ст. Расход воздуха составляет 3 м³/сек, вес воздухоочистителя — около 480 кг.

Проходит испытание маслопеночный воздухоочиститель (рис. 97), в нижнюю часть которого (в масляную ванну) залито масло. Всасывающий канал 5 выполнен в виде поддона, отделенного от масляной ванны сплошной перегородкой. Масло поступает в поддон только через пять отверстий диаметром 10 мм и омывает нижний лист поддона. Запыленный воздух, проходя через всасывающий канал 5, делает резкий поворот, как показано на рис. 97. При этом

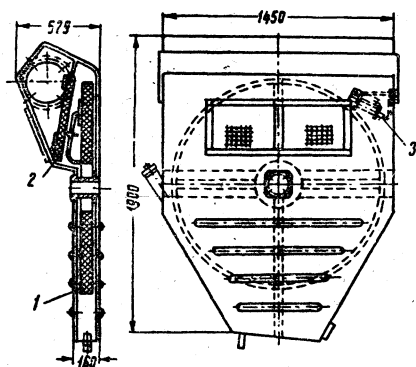


Рис. 96. Масляный воздухоочиститель непрерывного действия:

1 — подвижная кассета; 2 — неподвижная кассета; 3 — пневматический привод

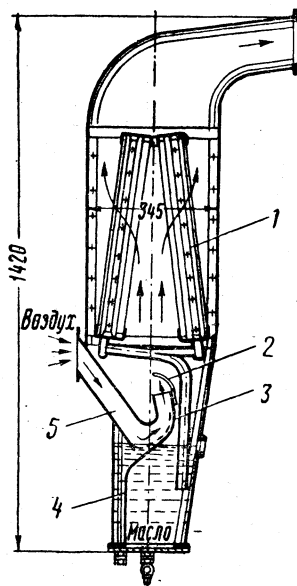


Рис. 97. Маслопеночный воздухоочиститель:

1 — кассета; 2 — гребенка; 3 — канал отстойника; 4 — масляная полость поддона; 5 — всасывающий канал поддона

крупные частицы пыли выпадают из воздуха и осаждаются в масле поддона, а воздух захватывает частицы масла и устремляется вверх. На пути воздуха встречается гребенка 2, о которую частицы масла разбиваются еще на более мелкие части и проходят через кассету 1, где воздух окончательно очищается от пыли и поступает в воздухоходувку. При этом частицы масла осаждаются на сетках кассет, а затем стекают в ванну, смывая с кассет осевшую пыль.

Вес маслопеночного воздухоочистителя — 470 кг; фильтр задерживает частицы 1,7—2 мк, имеет сопротивление 120—140 мм вод. ст., расход воздуха — 1,5 м³/ч.

ТУРБОВОЗДУХОДУВКА И ТУРБОКОМПРЕССОР ДИЗЕЛЯ 2Д50 И ИХ ФИЛЬТРЫ

У дизеля 2Д50 воздух нагнетается в цилиндр под давлением $1,35 \div 1,37 \text{ кг/см}^2$. Применение наддува позволило повысить мощность дизеля на 50%.

Для наддува воздуха в цилиндры применена турбовоздуходувка, в которой используется энергия отработавших газов дизеля, вращающих рабочее колесо турбины и сидящее на одном с ним валу колесо воздуходувки.

Начиная со второй половины 1961 г., на тепловозах ТЭМ1 стали устанавливать вместо турбовоздуходувки турбокомпрессор типа ТК-30.

Количество и давление воздуха, нагнетаемого турбовоздуходувкой, зависят от количества, давления и температуры отработавших газов, поступающих на лопатки турбины, и следовательно, от количества сжигаемого топлива в цилиндрах. В результате получается саморегулирование, т. е. воздух подается в цилиндры в зависимости от потребности. Это является одним из преимуществ газотурбинного наддува.

Турбовоздуходувка дизеля 2Д50, общий вид которой показан на рис. 98, имеет две основные части — статор (корпус) и ротор. Шесть частей корпуса, отлитые из чугуна марки СЧ 15-32, соединены шпильками и болтами. По горизонтальной плоскости разъема корпус воздуходувки делится на две части — верхнюю и нижнюю (рис. 99). По вертикальным плоскостям разъема корпус можно разделить на три части: корпус турбины 10, среднюю часть 6 и корпус воздуходувки 3.

Как правило, для осмотра, демонтажа и монтажа частей турбовоздуходувки ее корпус полностью не разбирают, а снимают только верхнюю часть по плоскости разъема, проходящей через ось ротора. Корпус турбины 10 и средняя часть 6, а также канал 7 имеют полости для охлаждения водой, подводимой по трубе от водяного насоса. Труба соединена со штуцером, ввернутым в торец корпуса турбины в нижней части. Охладив нижнюю часть корпуса турбины и среднюю часть корпуса, вода по водоперепускным втулкам 11, уплотненным резиновыми кольцами, поступает в верхнюю часть корпуса турбины и среднюю часть корпуса, а затем вода сливается в карман, находящийся на торце блока, а из него поступает в водяную полость. Для отсоса газов из картера дизеля и создания в нем разреже-

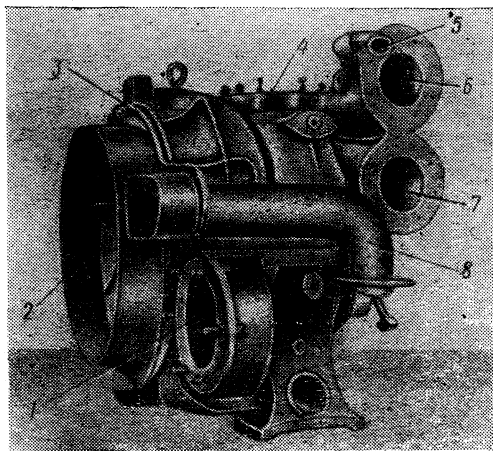


Рис. 98. Турбовоздуходувка (общий вид) дизеля 2Д50:

1 — выходной воздушный канал; 2 — приемник воздуха после фильтра; 3 — трубка подвода смазки к подшипнику со стороны поступления воздуха; 4 — отверстие для отвода отработавших газов; 5 — штуцер отвода воды из корпуса; 6 и 7 — каналы подвода отработавших газов; 8 — труба отсоса из картера дизеля

ния служит труба 8 (см. рис. 98), которая одним концом присоединена к корпусу распределительных шестерен, а другим — к приемной полости турбовоздуховки. По трубе 8 газы

и пары масла из картера засасываются в приемную полость, а из нее нагнетаются вместе с воздухом в цилиндры дизеля. Благодаря разрежению в картере масло не просачивается из него наружу по возможным неплотностям в соединениях, так как атмосферный воздух имеет давление большее, чем давление в картере.

Кроме того, отсос газов и паров масла из картера значительно снижает возможности взрыва их при задирах трущихся деталей.

Сопловой аппарат 27 (см. рис. 99) вмонтирован в среднюю часть. Он служит для подвода газа под определенным углом к рабочим лопаткам турбины и увеличения скорости движения газа перед поступлением его на лопатки. Сопловой аппарат состоит из двух чугунных полуколец. В каждое полукольцо соплового аппарата залито по восемь лопаток, изготовленных из стали. Своими буртами половинки соплового аппарата входят в расточку средней части корпуса и удерживаются от проворачивания каждой двумя болтами, входящими своими концами в гнезда полуколец.

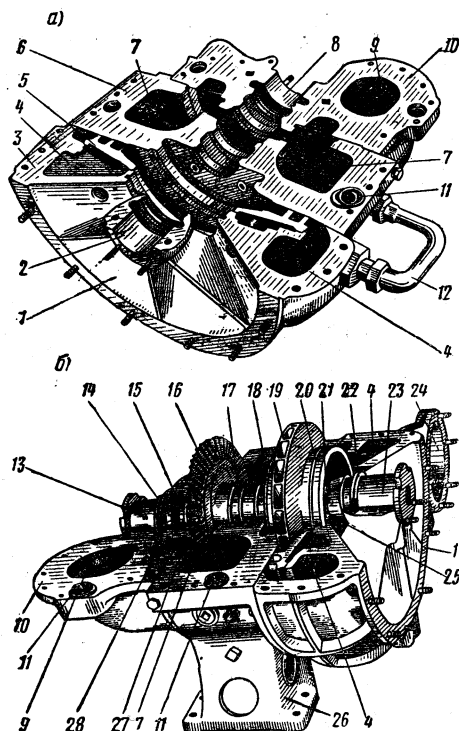


Рис. 99. Турбовоздуховка дизеля 2Д50:

а — верхняя часть; б — нижняя часть; 1 — приемник воздуха после фильтра; 2 — место под опорный подшипник; 3 — корпус воздухоудвки; 4 — нагнетательный воздушный канал; 5 — диффузор; 6 — средняя часть; 7 — канал для отвода отработавших газов; 8 — место под опорно-упорный подшипник; 9 — приемная часть газов; 10 — корпус турбины; 11 — водоперепускная втулка с резиновыми уплотняющими кольцами; 12 — водоперепускная труба; 13 и 23 — втулочные подшипники; 14 — лабиринтное уплотнение около опорно-упорного подшипника; 15 — лабиринтное уплотнение около колеса турбины; 16 — колесо турбины; 17 — лабиринты средней части вала; 18 и 20 — лабиринтное уплотнение колеса воздухоудвки; 19 — колесо; 21 — гайка; 22 — лабиринтовое уплотнение вала со стороны воздухоудвки; 24 — нагнетательный канал; 25 — кольцевой канал; 26 — опорные лапы; 27 — направляющий сопловой аппарат; 28 — кольцевая полость

Посадка соплового аппарата в корпусе выполнена так, что дает возможность свободного расширения его половинок при нагревании газами. Диффузор 5 отлит из алюминия и состоит из двух половинок, прикрепленных болтами к корпусу воздухоудвки.

Диффузор служит для увеличения давления воздуха за счет уменьшения его скорости вследствие увеличения проходного сечения в постепенно расширяющихся каналах, образуемых лопатками, отлитыми за одно целое с корпусом диффузора.

В колесо 19 воздуходувки залито кольцо, расположенное между стальными втулками. В шпоночные канавки кольца и втулок заходят при постановке на вал четыре шпонки, закрепленные на валу шурупами. Колесо прижато к бурту вала гайкой, которая удерживается от проворачивания замочной шайбой. Вал ротора турбины изготовлен из стали 40. На него насажен и приварен диск турбинного колеса 16 из жаростойкой и кислотоупорной стали 1Х18Н9Т.

В диск со стороны воздушного колеса запрессовано 60 рабочих лопаток (тридцать с длинными и тридцать с короткими ножками), изготовленных из той же стали, что и диск. Для увеличения жесткости лопаток они скреплены в группы по три, четыре и пять штук бандажной проволокой. Проволока проходит через отверстия в лопатках и припаивается к ним серебряным припоем. Между концами кусков бандажной проволоки оставлен зазор (не менее 2 мм) для свободного ее расширения при нагревании во время работы. Применяется также скрепление лопаток тремя группами по 20 лопаток в каждой. В этом случае между концами бандажной проволоки оставляется зазор не менее 4 мм. Необходимо отметить, что бандажная проволока не увеличивает прочности крепления лопаток в колесе, а служит только для устранения вибрации.

На концевые шейки вала ротора напрессованы стальные втулки, имеющие цементированную и закаленную поверхность, благодаря чему вал предохраняется от износа. Конструкция втулок обеспечивает легкую их замену при износе.

Вал ротора вращается в двух бронзовых втулочных подшипниках 13 и 23 (см. рис. 99), прикрепленных шпильками вместе с крышками к корпусу турбовоздуходувки. На тепловозах последнего выпуска применяют подшипники, корпуса которых изготовлены из стали, но в них запрессованы бронзовые втулки (Бр. ОС 8-12). Крышки подшипников снабжены штуцерами для подвода масла из общей системы смазки дизеля. Подшипник 13 со стороны газовой турбины является опорно-упорным. Осевые усилия ротора передаются подшипнику 13 пятой, закрепленной гайкой. Пята изготовлена из хромоникелевой стали марки 12ХНЗА, поверхность ее термически обработана и отшлифована. С целью облегчения условий работы пяты на торцовой рабочей плоскости ее профрезеровано четыре клиновидные выемки, способствующие образованию масляной пленки между пятой и торцом вала ротора.

Подшипник 23 со стороны воздуходувки является опорным; он допускает свободное осевое перемещение вала при его удлинении от нагревания во время работы. На конец вала со стороны подшипника 23 надета шайба, закрепленная гайкой.

Подшипники турбовоздуходувки смазываются под давлением от общей масляной магистрали дизеля.

Ротор турбовоздуходувки имеет семь бронзовых лабиринтов, служащих для различных целей. Лабиринт 14 у опорно-упорного подшипника 13 предохраняет от просачивания смазки к турбине. Лабиринт 15, расположенный около колеса турбины со стороны подшипника, предохраняет от попадания газов в смазочную полость подшипника 13. В полость между лабиринтами 14 и 15 подводится воздух из нагнетательного канала 4 воздуходувки. Воздушная подушка в полости между лабиринтами обеспечивает надежное уплотнение от просачивания с одной стороны масла, а с другой — газов. Два лабиринта 17, расположенные между колесом газовой турбины 16 и воздушным колесом 19, препятствуют пропуску газов и воздуха. Полость между лабиринтами также сообщается с нагнетательным каналом 4. Лабиринты 18 и 20 колеса воздуходувки отделяют полость всасывания от нагнетательного канала 4 и тем самым уменьшают потери сжатого воздуха в атмосферу.

Два лабиринта 22 между воздушным колесом и опорным подшипником ротора препятствуют просачиванию масла по валу в полость всасывания. Эти лабиринты уплотняют вал по двум разным диаметрам. В полость между уплотнениями из нагнетательного канала 4 подводится воздух под давлением. Воздух выдавливает просочившееся из подшипника масло обратно.

Принцип работы турбовоздуходувки заключается в следующем. Отработавшие газы из цилиндров дизеля через выпускные клапаны по двум выпускным коллекторам, присоединенным к торцу корпуса турбины, и каналам 6 и 7 (см. рис. 98), поступают в кольцевую полость 28 (рис. 99), а из нее к направляющему сопловому аппарату 27, направляющему поток газов на лопатки колеса турбины. После колеса турбины газы попадают в каналы 7, а из них в отверстие 4 (см. рис. 98) в средней части корпуса и через выпускной патрубок удаляются в атмосферу. Отработавшие газы дают на рабочие лопатки и заставляют вращаться ротор турбины.

На одном валу с колесом турбины насажено колесо 19 (см. рис. 99) воздуходувки. При вращении колеса 19 в приемнике 1 создается разрежение и воздух из атмосферы через фильтр поступает в приемник 1 и через кольцевой канал 25 к центру внутри колеса 19 воздуходувки. Проходя между лопатками колеса, частицы воздуха за счет центробежной силы приобретают большую скорость. Из колеса воздух поступает на направляющие лопатки диффузора 5, где скорость воздуха понижается, а его давление повышается. Пройдя диффузор, воздух попадает в улиткообразный канал 4, а из него в нагнетательный 24, дальше во впускной коллектор, из него через каналы в цилиндрических крышках и впускные клапаны воздух поступает в цилиндры дизеля.

Турбокомпрессор ТК-30 (рис. 100) по конструкции значительно проще, а работа его аналогична турбовоздуходувке, однако давление воздуха он создает больше на $0,2—0,3 \text{ кг/см}^2$, чем турбовоздуходувка.

Станина турбокомпрессора состоит из корпуса турбины 1, промежуточного корпуса 15 и корпуса компрессора 4. Эти части отлиты из серого чугуна и соединены по вертикальной плоскости шпильками. В корпусе турбины 1 имеется два канала, по которым газ подводится к турбине, и водяная полость для охлаждения корпуса. С одной стороны корпуса турбины смонтирован опорный подшипник 16, а с другой — сопловой аппарат 13.

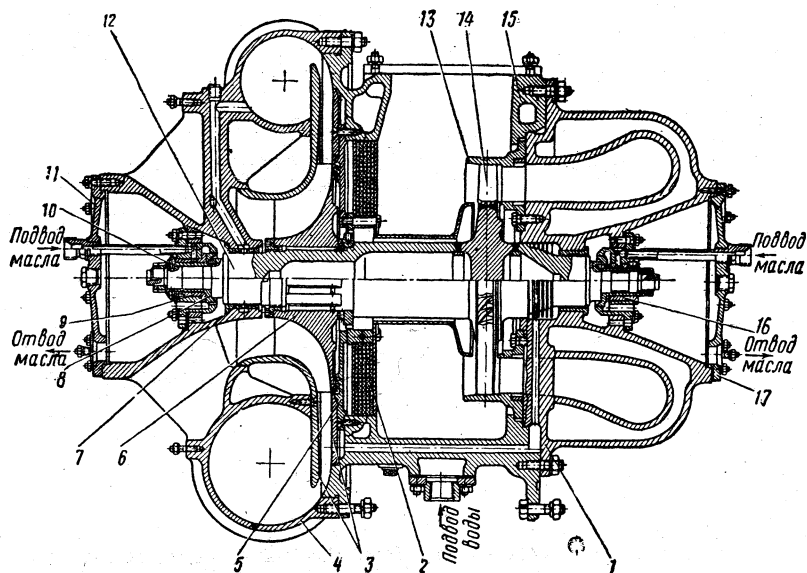


Рис. 100. Турбокомпрессор типа ТК-30:

1 — корпус турбины; 2 — теплоизоляционный кожух; 3 — лопаточный диффузор; 4 — корпус компрессора; 5 — лабиринт колеса компрессора; 6 — колесо компрессора; 7 — лабиринт подшипника компрессора; 8 — ступица подшипника; 9 — опорно-упорный подшипник; 10 — пята опорно-упорного подшипника; 11 — крышка опорно-упорного подшипника; 12 — ротор; 13 — сопловой аппарат турбины; 14 — рабочие лопатки турбины; 15 — промежуточный корпус; 16 — опорный подшипник; 17 — крышка опорного подшипника

Промежуточный корпус 15 также имеет каналы для водяного охлаждения. В нем расположен газосборник, из которого отработавшие газы выходят в атмосферу через выпускную трубу. В корпусе 15 размещен теплоизоляционный кожух 2, предохраняющий колесо компрессора и наддувочный воздух от нагрева отработавшими газами.

Корпус компрессора 4 отлит в виде воздухосборной улитки. В нем расположен опорно-упорный подшипник 9 и щит диффузора 3. На валу ротора 12 находится диск турбины с лопатками 14 и колесо 6 компрессора. Диск и лопатки турбинного колеса изготовлены из жаропрочных сталей, колесо компрессора отлито из алюминиевого сплава. Вал ротора вращается в двух скользящих втулочных подшипниках, изготовленных из оловянисто-свинцовой бронзы. Для предотвращения засасывания масла из опорно-упорного

подшипника в полость работы компрессорного колеса и защиты подшипника от воздействия отработавших газов, а также перетекания сжатого воздуха в полость газосборника предусмотрена система лабиринтных уплотнений.

Корпус турбины 1 и промежуточный корпус 15 охлаждаются водой, которая подводится в нижнюю, а отводится из верхней части корпуса в блок дизеля. Подшипники смазываются от общей смазочной магистрали. При испытании дизеля измеряют давление наддувочного воздуха, для чего на дизеле 2Д100 в переходном патрубке от воздуходувки к ресиверу, а на дизеле 2Д50 в приливе верхней части переходного патрубка к наддувочному коллектору предусмотрены отверстия для штуцера с трубкой, которую присоединяют к манометру. При работе обычно эти отверстия закрыты пробками.

Фильтр турбовоздуховки. Для очистки воздуха, нагнетаемого в цилиндры дизеля 2Д50, перед всасывающим патрубком турбовоздуховки установлен фильтр. Он состоит из двух кассет 6 (рис. 101), собранных из сеток, расположенных последовательно в несколько рядов и вставленных в рамки. Для более эффективного задерживания пыли сетки пропитывают маслом. Кассеты вставляют в каркас фильтра 4, соединенного с всасывающим патрубком турбовоздуховки 1, при помощи брезентового рукава 3, имеющего армировку из проволочного каркаса 11. Брезентовый рукав крепится к турбовоздуховке и каркасу фильтра хомутами 2.

При обычных условиях воздух засасывается турбовоздуховкой через жалюзи 7, расположенные в дверях капота с правой стороны по ходу тепловоза. В случае метели, песчаных бурь или сильных морозов жалюзи закрывают щитками, а воздух засасывается из-под капота тепловоза через люки 5 и 8.

На тепловозах ТЭМ2 применен в качестве фильтра масляный воздухоочиститель непрерывного действия, конструкция которого описана на стр. 214 — 216.

Большое значение для правильной работы воздуходувки имеет правильный ее монтаж. При осмотре воздуходувки следует обращать внимание, нет ли алюминиевой пыли в патрубке от воздуходувки к воздушному ресиверу. Пыль в патрубках будет указывать на касание лопастей рабочих колес о корпус воздуходувки или друг о друга. Для контроля за состоянием воздуходувки производят измерения.

Очень важно при осмотре турбовоздуховки проверять период свободного вращения ротора, его осевой разбег, а также зазоры у подшипников.

Чтобы проверить период свободного вращения ротора, пускают дизель и устанавливают число оборотов коленчатого вала 270—275 в минуту, предварительно сняв воздушные фильтры для того, чтобы можно было наблюдать за вращением ротора, затем дизель останавливают, засекают время и следят, когда остановится воздушное колесо. Время от момента выключения кнопки топливоподкачивающего насоса до остановки ротора должно составлять 1,0—

1,5 мин. Если это время меньше 1,0 мин, то имеется неисправность в турбовоздуходувке. Чаще всего причинами быстрой остановки ротора бывают: задиры подшипников вала, заклинивание

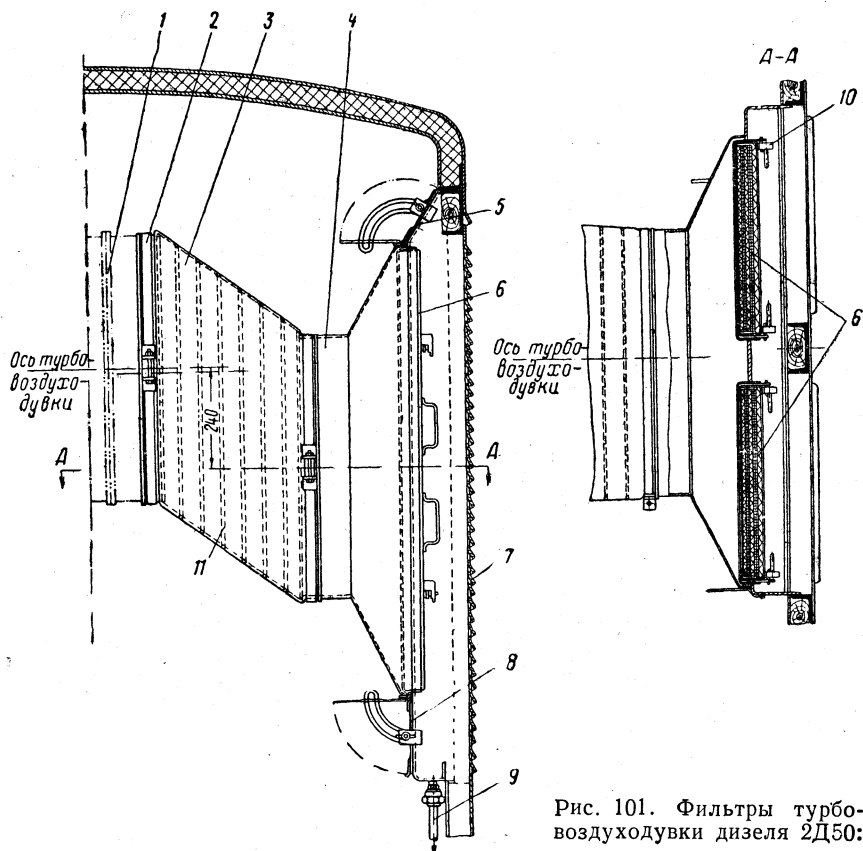


Рис. 101. Фильтры турбовоздуходувки дизеля 2Д50:

1 — всасывающий патрубок турбовоздуходувки; 2 — хомут для крепления рукава; 3 — рукав; 4 — каркас фильтра; 5 и 8 — люки; 6 — фильтрующие кассеты; 7 — жалюзи; 9 — сливная труба; 10 — зажимы крепления кассет; 11 — проволочный каркас рукава

газового колеса вследствие нагарообразования или увеличения осевого разбега.

Для проверки осевого разбега ротора снимают наружную крышку упорного подшипника со стороны газового колеса и на торец корпуса устанавливают приспособление, на котором укрепена головка индикатора. Чтобы измерить разбег ротора, его сдвигают сначала в сторону воздушного колеса до упора, а затем в сторону газового колеса. По отклонению стрелки индикатора определяют искомый разбег. Он допускается не более 0,20 мм. Если величина разбега более 0,20 мм, необходимо заменить пята опорно-упорного подшипника.

При постановке на место крышки опорно-упорного подшипника необходимо обратить внимание на состояние трубки, подводящей масло в осевой канал вала: не погнута ли она, не задевает ли за вал, не забито ли отверстие штуцера.

Не менее важной операцией является и контроль величины зазора в подшипниках турбовоздуходувки. При недопустимом увеличении зазоров (более 0,3 мм) в подшипниках турбовоздуходувки может выйти из строя вследствие просадки вала и задевания его за лабиринты.

Задевание за лабиринты может быть обнаружено на слух при вращении ротора по инерции после остановки дизеля. О задевании свидетельствует своеобразный металлический звук.

Чрезмерный износ подшипников турбовоздуходувки чаще всего вызывается засорением маслоподводящих каналов в корпусах самих подшипников.

Для защиты от попадания пыли и песка в цилиндры дизеля периодически очищают и пропитывают маслом воздушные фильтры. Очистку и промывку фильтров воздухоудвки (2Д100) и турбовоздуходувки (2Д50) производят в следующем порядке:

открывают лючки и удаляют из бункеров осевшую пыль (2Д100); вынимают из корпуса кассеты и погружают их в ванну с подогретым до 90—95° раствором, где выдерживают в течение 15—20 мин; вынимают кассеты из ванны, промывают чистой водой, продувают сжатым воздухом; вставляют кассеты в сушильный шкаф с температурой 90 — 100° в течение 3—5 мин; вынимают кассеты из сушильного шкафа и погружают в ванну со смесью, подогретой до 40—50° для промасливания, где выдерживают 2—3 мин; вынимают кассеты из ванны и укладывают на угольники ванны в горизонтальное положение до прекращения обильного стекания смеси с сеток (в течение 30—60 мин); устанавливают кассеты в сушильный шкаф с температурой 90—100° на 2—3 мин.

Для выварки кассет применяется раствор следующего состава в %.

Кальцинированная сода	1	Хромпик	0,1
Жидкое стекло	1	Вода — остальное	
Мыло	1		

Вместо указанного раствора разрешается применять 3—4 %-ный раствор петролатума или 2—3 %-ный раствор моечной пасты. Сетки кассет промасливают в смеси, которая состоит из 9 частей дизельного масла и 1 части кулисной смазки по весу. Разрешается для промасливания применять смесь: дизельного масла 82 %, керосина 8 % и технического вазелина 10 %.

Контрольные вопросы

1. Для чего на дизелях применяют наддув?
2. Как устроена воздухоудвка, турбовоздуходувка и турбокомпрессор?
3. Как приводится в действие воздухоудвка, турбовоздуходувка и турбокомпрессор?
4. Какие фильтры для очистки воздуха, засасываемого в воздухоудвку и турбовоздуходувку, применяются и их конструкция?

Глава XII

МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

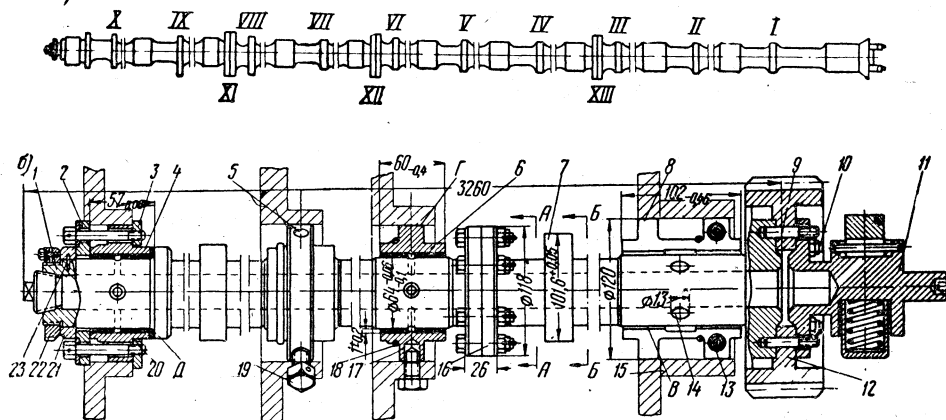
КУЛАЧКОВЫЕ ВАЛЫ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ДИЗЕЛЯ 2Д100 И ИХ ПРИВОД

В блоке дизеля 2Д100 с правой и левой стороны ниже верхнего коленчатого вала находятся два одинаковых кулачковых вала (рис. 102), имеющих сквозной осевой канал. Назначение этих валов — приводить в действие топливные насосы в точно установленные моменты. Оба кулачковых вала должны быть установлены так, чтобы их кулачки через толкатели одновременно действовали на плунжеры топливных насосов с левой и правой стороны, обеспечивая одновременное начало и конец подачи топлива в каждый цилиндр.

Каждый кулачковый вал состоит из четырех частей, имеющих фланцевое соединение *XI*, *XII* и *XIII*. Части вала отковывают из стали марки 50Г. Для приведения в действие топливных насосов на каждом кулачковом валу имеется десять кулачков *I—X*, изготовленных за одно целое с частями вала. Поверхности кулачков и шеек валов закалены током высокой частоты на глубину 2—3 мм. Твердость кулачков составляет *HRC* 54—62, а шеек *HRC* 50—60. Вал уложен на одиннадцати подшипниках. Все подшипники, кроме концевых, имеют одинаковую конструкцию и размеры. Они состоят из двух половинок — верхней и нижней, залитых баббитом БК2. Половинки подшипников по наружному диаметру стянуты пружинными кольцами 18 (см. рис. 102, б), каждый подшипник вставляют во втулку 15 и стопорят болтом 19, конец которого заходит в несквозное отверстие в верхней половинке подшипника. Положение вкладышей фиксируют штифтами, установленными на торцах нижних половинок и входящими в отверстия верхних половинок. Первый подшипник 8 также состоит из двух половинок, но по длине и форме отличается от остальных. Кроме того, отверстия на смазку в первом подшипнике, а также в шейке вала имеют больший диаметр.

Одиннадцатый подшипник 4 является опорно-упорным, он неразрезной. По конструкции он представляет собой стальную втулку, по внутреннему диаметру залитую баббитом БК2.

a)



а — общий вид кулачкового вала; *б* — продольный разрез; *1* — вал; *2* — упорный фланец; *3* — нажимное кольцо; *4* — опорно-упорный подшипник; *5, 14* — масляные отверстия; *6* — средний подшипник; *7* — кулак кулачкового вала; *8* — первый подшипник; *9* — установочный штифт; *10* — шпильки; *11* — регулятор предельного числа оборотов; *12* — шестерня; *13* — штифт; *15* — сварная втулка; *16* — фланец; *17* — отверстие для установочного болта; *18* — пружинное кольцо; *19* — установочный болт; *20* — болт; *21* — пятая подшипника; *22* — гайка; *23* — штифт; *В* — зазоры

Смазка для подшипников кулачковых валов подается от верхнего масляного коллектора по трубкам к первому подшипнику каждого кулачкового вала. Отсюда она поступает по радиальным каналам в осевой канал кулачкового вала, а из канала по радиальным каналам—к остальным подшипникам. Через зазоры в подшипниках смазка сливается в маслосборник поддизельной рамы.

226

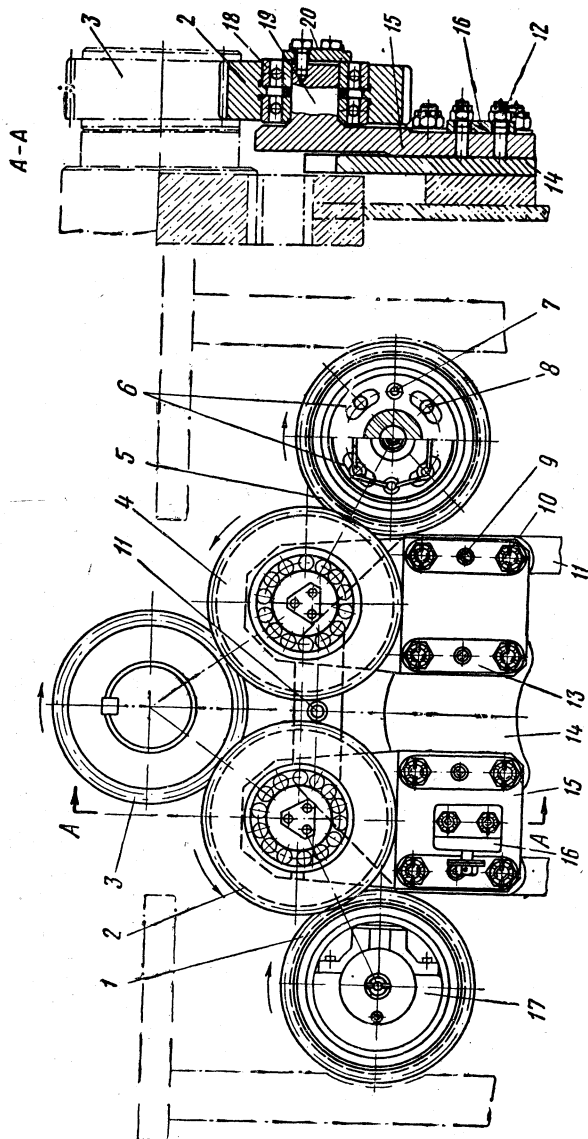


Рис. 103. Привод кулачковых валов топливных насосов дизеля 2Д100:

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

и планкам 11, которые приварены к вертикальному листу отсека управления дизеля. Шестерни 2 и 4 крепят с торца цапф стопорными шайбами 20 при помощи трех болтов, проходящих через шайбу и ввернутых в торец цапфы.

Шестерни 1 и 5 прикреплены к фланцам кулачковых валов четырьмя шпильками 8. Овальные отверстия 6 в шестернях применены с целью возможности регулировки положения кулачковых валов относительно верхнего коленчатого вала.

К торцу шестерни 1 прикреплен регулятор предельного числа оборотов коленчатого вала дизеля, а к шестерне 5—привод тахометра.

КУЛАЧКОВЫЙ И ПРИВОДНОЙ ВАЛЫ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДИЗЕЛЯ 2Д50

Кулачковый вал (рис. 104, а) топливного насоса дизеля 2Д50 откован из стали 20 и термически обработан. Вал имеет шесть кулачков 3 (по числу цилиндров), расположенных под углом 60° друг к другу (соответственно порядку работы цилиндров), и три опорные шейки 2 и 4. Шейки и кулачки вала цементированы, их

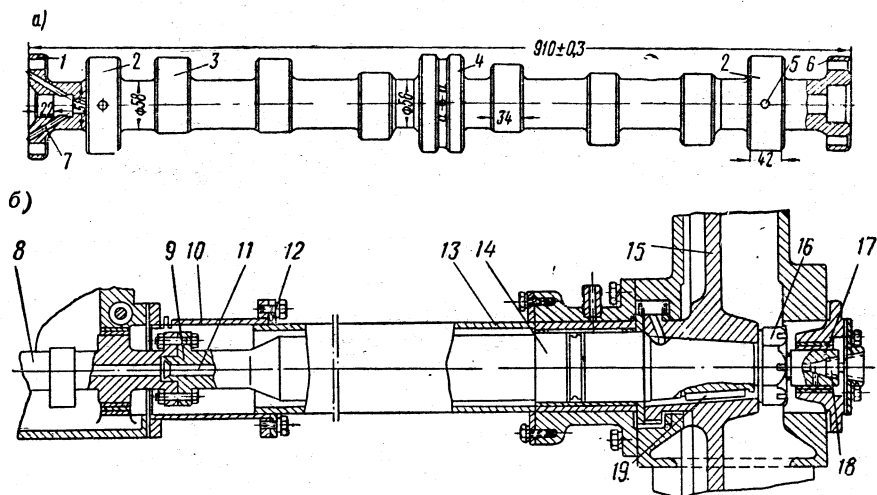


Рис. 104. Кулачковый и приводной валы топливного насоса дизеля 2Д50:
а—кулачковый вал; б—приводной вал; 1 и 6—фланцы; 2 и 4—опорные шейки; 3—кулачки; 5—смазочные отверстия; 7—канал; 8—кулачковый вал; 9—фланец с центрирующим выступом; 10 и 13—защитный кожух; 11—осевой канал; 12—резиновое кольцо; 14—опорная шейка; 15—приводная шестерня; 16—корончатая гайка; 17—дополнительная опора; 18—пробка; 19—шпонка

твердость HRC 54—62. С одного конца вал имеет фланец 1, к которому шестью болтами (два призонных) прикрепляют корпус предельного регулятора и цилиндрическую шестерню привода регулятора числа оборотов. К фланцу 6 с другого конца вала шестью призонными болтами прикрепляют приводной вал топливного насоса.

Осевой канал со стороны фланца 1 заглушен пробкой. Для подвода смазки к предельному регулятору и приводу регулятора числа оборотов с этой же стороны имеется два косых канала 7.

Приводной вал (рис. 104, б) топливного насоса изготовлен из стали 45. Он приводится во вращение от коленчатого вала дизеля через систему зубчатых колес и передает его кулачковому валу топливных насосов, с которым он жестко связан фланцевым соединением. Задний конец вала обработан на конус; на него надета приводная шестерня 15, закрепленная корончатой гайкой 16. Этот конец вала имеет опорную шейку 14 с кольцевой выточкой и радиальным каналом для подвода смазки и дополнительную опору 17. С противоположной стороны вал имеет фланец 9 с центрирующим выступом, входящим в выточку фланца кулачкового вала 8. Правильность соединения приводного вала с кулачковым валом контролируется по меткам, нанесенным на фланцах кулачкового и приводного валов.

Приводной вал по всей длине имеет осевой канал 11 (см. рис. 104, б), через который проходит смазка к кулачковому валу. С торца канал 11 со стороны распределительных шестерен заглушен пробкой 18. В торце пробки сделано центровое гнездо для упора ножи тахометра при измерении числа оборотов коленчатого вала.

На приводной вал надет цилиндрический защитный кожух, который состоит из двух частей 10 и 13. Кожух 13, имеющий меньший диаметр, чем кожух 10, входит в него. Место соединения кожухов уплотняют резиновым кольцом 12. Такая конструкция кожуха позволяет снимать кулачковый вал без съемки приводного вала.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВАЛ ДИЗЕЛЯ 2Д50

Распределительный вал (рис. 105) изготовлен из стали марки 45Х; он состоит из трех отдельных частей. Вал имеет двенадцать кулачков (по четыре на каждой части), из которых шесть служат для открытия впускных клапанов и шесть для открытия выпускных. При работе дизеля каждый кулачок вала через рычаг толкателя, штангу и рычаг клапанов открывает одновременно два впускных или два выпускных клапана.

Рабочая поверхность кулачка, выполненная по шаблону, цементована до твердости *HRC* 54—62. Максимальная высота кулачка 19,5 мм, ширина рабочей поверхности 48 мм. Сравнительно большая ширина соприкосновения кулачка с роликом значительно уменьшает удельное давление на эти детали, а значит, увеличивает срок их службы.

Части вала I, II и III соединены при помощи двух фланцевых соединений. Фланцы скреплены восемью призонными шпильками 2. Каждая шпилька укрепляется корончатыми гайками 1. Конец одной части вала во фланцевом соединении своим выступом 5 плотно

входит в заточку другой части, что обеспечивает центровку их осей и увеличивает прочность соединения.

Составная конструкция кулачкового вала дает возможность заменять вышедшую из строя часть, не меняя всего вала. Такая необходимость может возникнуть при выкрашивании поверхности кулачка и других технических неисправностях. Кроме того, изготовить и обработать короткие части легче, чем весь вал целиком.

Распределительный вал своими шейками 10 (места соединения отдельных частей вала являются также шейками вала) лежит на семи опорных подшипниках 9, запрессованных в блок цилиндров

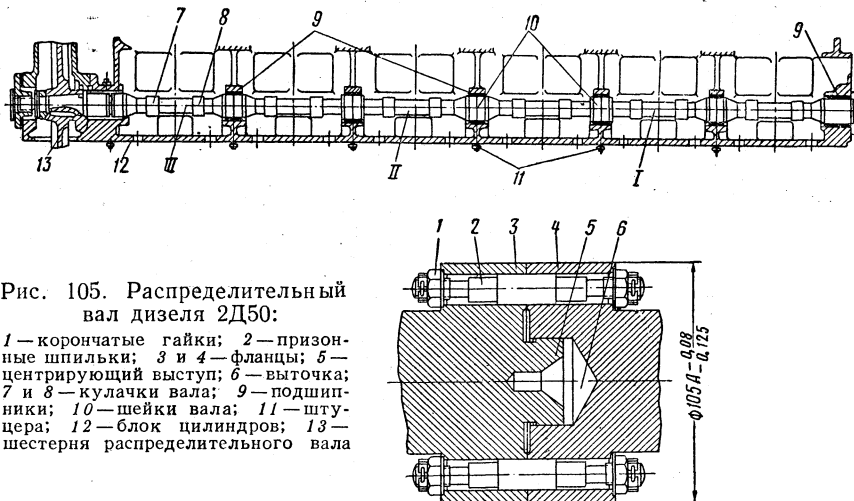


Рис. 105. Распределительный вал дизеля 2Д50:

1 — корончатые гайки; 2 — призонные шпильки; 3 и 4 — фланцы; 5 — центрирующий выступ; 6 — выточка; 7 и 8 — кулачки вала; 9 — подшипники; 10 — шейки вала; 11 — штуцера; 12 — блок цилиндров; 13 — шестерня распределительного вала

12, и на одном приставном 40 (рис. 106), запрессованном в крышку 36, которая болтами прикреплена к средней 8 и верхней 6 частям корпуса привода распределительного вала.

Конец вала имеет осевой канал 24, который с торца заглушен пробкой. Масло из кольцевой проточки на седьмой опоре через канал 25 попадает в канал 24 и из него через радиальный канал 38 поступает на смазку подшипника 40, а по каналу 26 и каналу в ступице шестерни попадает к полукольцам 28 и 29. Эти полукольца служат для ограничения осевого разбега вала. Они расположены в расточке частей 6 и 8 корпуса привода. Полукольцо 28 охватывает вал, а полукольцо 29 ступицу шестерни. От проворачивания они удерживаются штифтами 30. Полукольца изготовлены из бронзы, их боковые поверхности, обращенные к бурту шестерни, залиты баббитом.

Все подшипники распределительного вала выполнены в виде втулок, изготовленных из бронзы Бр. ОЦС 3-11-5 и залитых по внутреннему диаметру баббитом БК2.

В средней части по наружной поверхности каждой втулки основных подшипников проточена кольцевая канавка для смазки. От

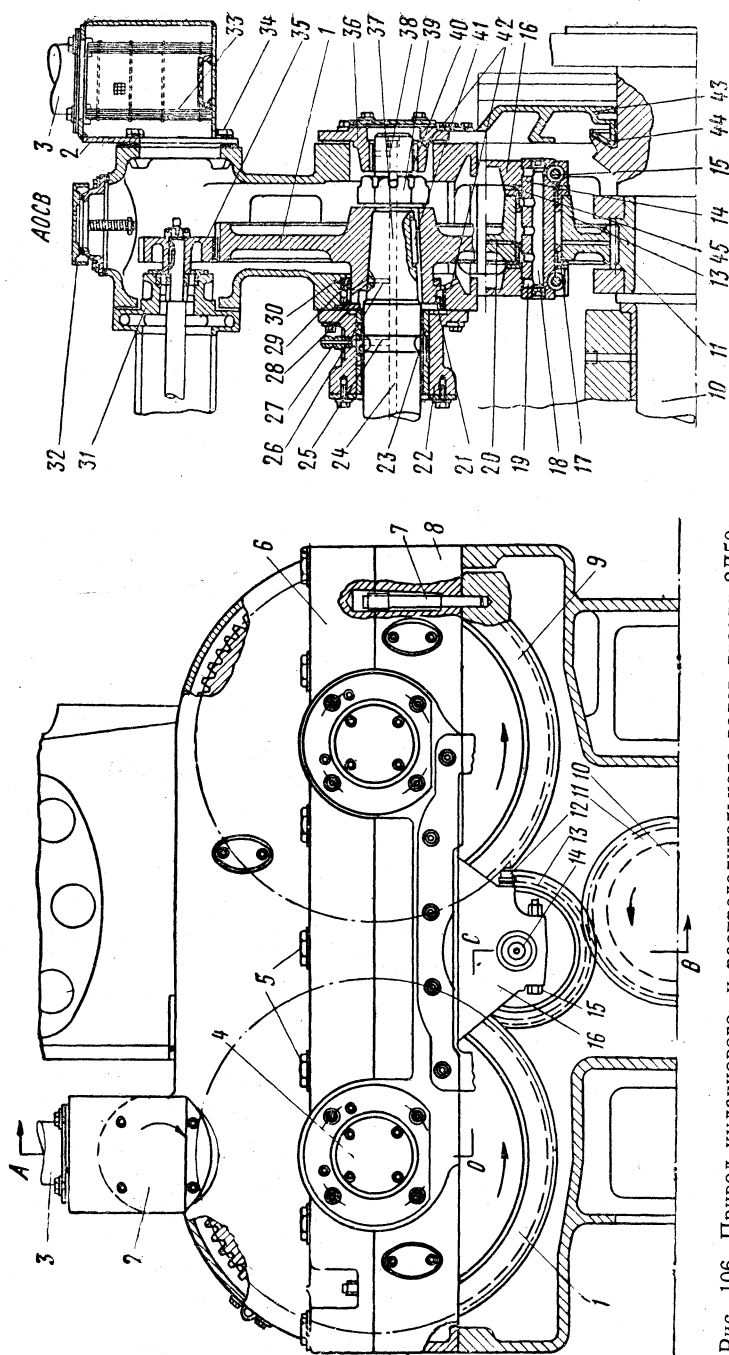


Рис. 106. Привод кулачкового и распределительного валов дизеля 2Д50:

1 — шестерня привода топливных насосов; 2 — корпус фильтра; 3 — труба; 4 — крышка; 5 — верхняя часть корпуса привода; 6 — шестерня привода распределительного вала; 7 — конические штифты; 8 — средняя часть корпуса привода; 9 — промежуточная шестерня; 10 — коленчатый вал; 11 — ведущая шестерня; 12 — смазочный штифтер; 13 — промежуточная шестерня; 14 — вал; 15 — щеки; 16 — штифты; 17 — втулки; 18 — осевой канал; 19, 20, 26, 38 — радиальные каналы; 21 — бурт ступицы шестерни; 22 — корпус; 23 — подшипник; 24 — осевой канал в приводном валу топливного насоса; 27 — штифтер; 28 и 29 — полукольца; 30 — штифт; 31 — корпус водяного насоса; 32 — предохранительный клапан; 33 — сетка; 34 — болты; 35 — приводная шестерня водяного насоса; 36 — крышка; 37 — коническая часть вала; 39 — корончатая гайка; 40 — подшипник; 41 — шпонка; 42 — отверстие для стока масла; 43 — разъемная крышка; 44 — прилив в крышке; 45 — регулировочное кольцо

этой канавки сделано три радиальных канала, по которым под давлением смазка подается на шейку вала. Снизу и сверху во втулках по внутреннему диаметру сделаны холодильники.

Все подшипники, кроме приставного, получают смазку по отдельной трубке, присоединенной к трубе, проходящей в картере. Масло из подшипников сливается в ванну распределительного вала, а оттуда в картер.

У втулки седьмого упорного подшипника снаружи в средней части сделана широкая кольцевая канавка с двумя радиальными каналами для протекания масла. От подшипника через штуцер по трубке масло подается на левую сторону для смазки подшипников кулачкового вала топливных насосов. От этой же трубки сделано два отвода для смазки двух подшипников турбовоздуходувки. В седьмой подшипник ввернут еще один штуцер, от которого отведена трубка в кабину машиниста; к трубке присоединен манометр, фиксирующий давление масла. Вал со стороны распределительных шестерен обработан на конус и на него напрессована на шпонке шестерня 9. Шестерня на валу закрепляется корончатой гайкой. Со стороны масляного насоса вал оканчивается опорной шейкой, диаметр которой является наибольшим. Размеры остальных шеек и кулачков таковы, что вал свободно может быть вынут из блока через отверстие для первого подшипника после спрессовки шестерни привода.

ПРИВОД КУЛАЧКОВОГО И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛОВ ДИЗЕЛЯ 2Д50

Привод кулачкового и распределительного валов дизеля 2Д50 (см. рис. 106) состоит из приводных шестерен, размещенных в корпусе привода со стороны главного генератора. Корпус привода и его крышка соединены с картером дизеля десятью длинными стяжными болтами. Правильность установки корпуса на картере фиксируется двумя длинными коническими штифтами, а крышки на корпусе двумя короткими штифтами. Корпус и крышка привода связаны с блоком дизеля короткими болтами. Все привалочные поверхности корпуса и крышки ставятся на герметике.

Кулачковый вал топливного насоса и распределительный вал приводятся во вращение от коленчатого вала через шестерни: одна из них 9 насажена на распределительный вал, вторая 1 — на приводной вал топливного насоса, третья 11 (разъемная), являющаяся ведущей, смонтирована на коленчатом валу. Между шестернями 9, 1 и 11 размещена на валике 14 четвертая — промежуточная шестерня 13. Шестерни 1, 9 и 11 изготовлены из стали 45, а шестерня 13 — из стали 50; все они термически обработаны. Зубья у всех шестерен косые, угол их наклона 15°.

Промежуточная шестерня 13, насаженная на валик 14, размещена между щеками 16 корпуса привода. Валик имеет осевой канал 18, закрытый с обоих концов заглушками. В нижней части

валика 14 имеются два выреза, через которые проходят болты 15, стягивающие щеки 16 и удерживающие валик от проворачивания и осевого смещения. Валик 14 изготовлен из стали 45. В ступицу промежуточной шестерни с обеих сторон запрессованы бронзовые втулки 17, внутренние поверхности втулок и торцовые поверхности их буртов залиты баббитом. В каждой втулке прорезано по две канавки, по которым поступает масло к торцовым поверхностям втулок 17 и к стальным регулировочным кольцам 45. К одной из щек корпуса привода подходит трубка от масляной магистрали. Через штуцер 12 и каналы в щеке масло попадает к радиальному каналу 19 в валике и заполняет осевой канал 18. Из него масло по двум радиальным отверстиям вытекает наружу валика и смазывает втулки шестерни. По среднему отверстию масло поступает в полость между втулками 17 и отсюда по радиальному каналу 20 к зубьям шестерни. Ведущая шестерня 11 имеет 60 зубьев, а шестерни 1 и 9 по 120 зубьев. Таким образом, распределительный вал делает в два раза меньше оборотов, чем коленчатый вал.

С шестерней 1, насаженной на приводной вал топливного насоса, входит в зацепление приводная шестерня 35 водяного насоса.

Над шестерней водяного насоса расположен предохранительный клапан 32, корпус которого четырьмя болтами прикреплен к фланцу в верхней части привода. Клапан двумя пружинами, упирающимися в гайки, прижимается через пробковую манжету к корпусу клапана. Затяжка пружин клапана рассчитана таким образом, чтобы он срабатывал при повышении давления в картере примерно на $0,1 \text{ кг/см}^2$.

К фланцу верхней части корпуса привода со стороны генератора на прокладке четырьмя болтами 34 прикреплен корпус 2 фильтра. В корпусе укреплены четырьмя проволоочными хомутами проволоочная плетеная сетка 33, свернутая в цилиндр. Сверху к корпусу фильтра присоединена труба 3. Полость фильтра сообщается с внутренней полостью корпуса привода, а труба 3 идет к всасывающему патрубку воздухоудвки. Таким образом, при работе дизеля из картера отсасываются газы и пары масла, благодаря чему создается разрежение, а это препятствует просачиванию масла из картера через неплотности в соединениях.

При работе кулачковых и распределительных валов происходит увеличение зазоров в подшипниках валов, иногда наблюдается выкрашивание баббита, появление трещин в подшипниках и ослабление их в месте постановки. Эти неисправности чаще всего являются причиной недостаточной или недоброкачественной смазки. Причиной быстрого выхода подшипников из строя может быть также их неправильный монтаж.

Трещины и выбоины на кулачках валов (2Д50) являются следствием работы толкателей или клапанов без зазоров, заедания стержня клапана или штанги. Ослабление шестерен привода валов в местах посадки может быть вызвано некачественной подгонкой сопряженных деталей или ослаблением гайки крепления шестерни.

Применение некачественного металла для шестерен, неудовлетворительная их термическая обработка или работа без смазки ведут к увеличению зазоров между зубьями приводных шестерен.

КРУГОВАЯ ДИАГРАММА РАБОЧЕГО ЦИКЛА ДИЗЕЛЯ

Работа кулачковых и распределительных валов тесно связана с характером протекания рабочего процесса дизеля. Лучше всего можно проследить рабочий процесс дизеля за один оборот коленчатого вала по круговой диаграмме.

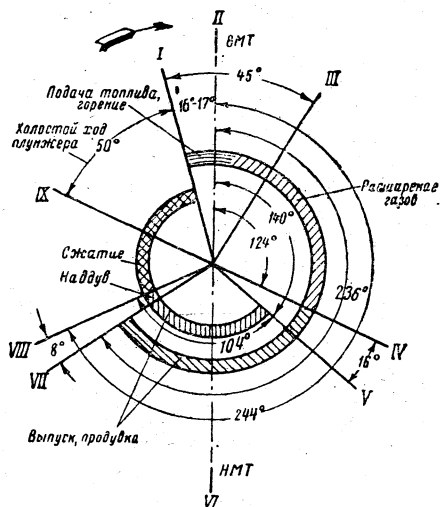


Рис. 107. Круговая диаграмма рабочего цикла дизеля 2Д100:

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

На рис. 107 показана круговая диаграмма распределения фаз рабочего цикла дизеля 2Д100 в зависимости от угла поворота кривошипа одного из цилиндров. Отсчет градусов ведется от в. м. т. (внутренней мертвой точки), вращение нижнего коленчатого вала — по часовой стрелке, если смотреть со стороны генератора. Как видно из рис. 107, топливо начинает подаваться в цилиндр и самовоспламеняется за 16—17° до в. м. т. Конец подачи и горение топлива зависят от регулировки и нагрузки дизеля. Образовавшиеся газы от сгорания топлива расширяются, передвигая поршень от в. м. т. Такт расширения газов заканчивается спустя 124° после в. м. т., так как нижний поршень открывает выпускные окна и газы под давлением

поступают через выпускные коробки в выпускные коллекторы, дальше в глушители, а из них в атмосферу. Выпуск газов происходит за время поворота кривошипа на 16°. В момент, когда нижний поршень не дойдет до н. м. т. (наружной мертвой точки) на 40°, верхний поршень открывает продувочные окна и воздух начинает поступать в цилиндр, вытесняя остатки газов и заполняя его чистым воздухом. Продувка цилиндра продолжается в течение 96°, затем выпускные окна закрываются нижним поршнем, продувка прекращается и в течение 8° происходит наддув или дозарядка цилиндра свежим воздухом. После этого впускные и выпускные окна закрываются поршнями и спустя 64° после н. м. т. или 116° до в. м. т. на-

чинается сжатие воздуха, которое продолжается до тех пор, пока нижний поршень не дойдет $16-17^\circ$ до в. м. т. Затем цикл повторяется снова. Диаграмма рабочего цикла дизеля 2Д50 показана на рис. 108. Из диаграммы видно, что открытие всасывающих клапанов происходит при угле 80° до в. м. т. (верхней мертвой точки), закрытие— 35° до н. м. т. (нижней мертвой точки); открытие выпускных клапанов при угле 52° до н. м. т., закрытие— 68° после в. м. т.; момент начала подачи топлива в цилиндр в такте сжатия при угле $29 \pm 1,5^\circ$ до в. м. т.

Чтобы ускорить наполнение цилиндров свежим воздухом и улучшить очистку их от отработавших газов, предусмотрено открытие впускных клапанов со значительным опережением, а закрытие их с запозданием. Впуск воздуха в цилиндр дизеля происходит на протяжении 295° поворота коленчатого вала. Причем воздух в цилиндр начинает поступать с опережением в 80° , т. е. раньше, чем поршень дойдет до в. м. т. на 80° поворота коленчатого вала. Впуск воздуха далее продолжается на протяжении 180° от в. м. т. до н. м. т. и прекращается при угле 35° после н. м. т.

Открытие впускного клапана раньше, чем указано в диаграмме, может привести к выталкиванию отработавших газов в наддувочный коллектор, а более позднее открытие—к ухудшению продувки цилиндров от отработавших газов. Благодаря закрытию впускного клапана с запозданием относительно н. м. т. достигается лучшее наполнение цилиндра свежим воздухом. Сжатие воздуха, поступившего в цилиндр, начинается после закрытия впускных клапанов и продолжается до в. м. т. Не доходя до в. м. т. на $29 \pm 1,5^\circ$, происходит впрыск и горение топлива, а после того как поршень пройдет в. м. т., начинается рабочий ход. Расширение газов заканчивается на 52° до н. м. т., так как открываются выпускные клапаны и начинается выпуск газов, который продолжается в течение 300° и заканчивается при угле 68° после в. м. т. Если выпускной клапан будет открываться позднее, чем указано в диаграмме, дизель перегреется, так как увеличится время соприкосновения горячих газов со стенками цилиндра. Кроме того, уменьшится наполнение цилиндров свежим воздухом. При более раннем открытии выпускного кла-

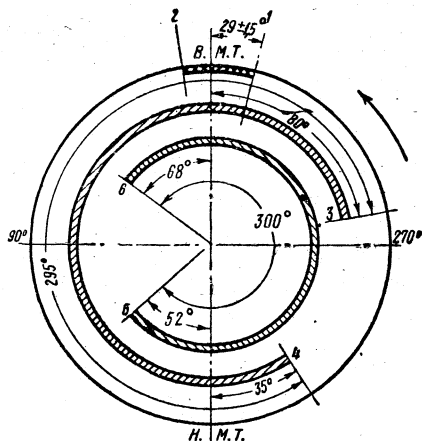


Рис. 108. Круговая диаграмма рабочего цикла дизеля 2Д50:

1—начало подачи топлива; 2—прекращение подачи топлива; 3—начало открытия впускного клапана; 4—закрытие впускного клапана; 5—начало открытия выпускного клапана; 6—закрытие выпускного клапана

пана газы выходят из цилиндра преждевременно, т. е. их энергия используется неполностью.

Диаграмма также показывает, что бывают моменты, когда одновременно открыты как впускные, так и выпускные клапаны на протяжении 134° . Такой большой период перекрытия клапанов (134° вместо обычных $40\text{--}80^\circ$ для дизелей без наддува) возможен благодаря наддуву. Открытие впускного клапана начинается в тот момент, когда давление в соответствующем выпускном коллекторе становится минимальным; закрытие же впускного клапана происходит тогда, когда давление в выпускном коллекторе меньше давления воздуха во впускном коллекторе, вследствие чего происходит продувка цилиндра, при этом часть воздуха (около $15\text{--}17\%$) выходит вместе с отработавшими газами в выпускной коллектор, охлаждая головку поршня дизеля, клапаны и уменьшая температуру отработавших газов перед турбовоздуходувкой.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение кулачкового и распределительного валов и их конструкция?
 2. Конструкция подшипников кулачковых и распределительных валов и их смазка.
 3. Как приводятся в действие кулачковые и распределительные валы?
 4. Какие основные неисправности встречаются в кулачковых валах топливных насосов, распределительного вала и их привода?
-