

Министерство путей сообщения Российской Федерации
Дальневосточный государственный университет путей сообщения

Кафедра "Тепловозы и
тепловые двигатели"
И.В. Дмитренко

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ,
ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ
ДИЗЕЛЯ ТИПА Д49**

Методическое пособие

Хабаровск
2002

Рецензент: Главный инженер Службы локомотивного хозяйства
Дальневосточной железной дороги *П.В. Демин*

Д 533 **Дмитренко, И.В.** Особенности конструкции, эксплуатации и обслуживания
дизелей типа Д49: Методическое пособие для студентов специальности 1507
"Локомотивы" для всех форм обучения / И.В. Дмитренко. Хабаровск: Изд-во
ДВГУПС, 2002. – 40 с.: ил

Приводятся особенности конструкции основных узлов дизеля Д49, объемы
работ, выполняемых на ТО и ТР-1, технология проверки и настройки
оборудования, требования по эксплуатации дизеля и перечень
приспособлений, необходимых для проведения ТО и ТР-1.

Методическое пособие предназначено для студентов специальности 1507
"Локомотивы" всех форм обучения при выполнении курсового и дипломного
проектирования и будет полезно для работников локомотивных депо.

© Издательство Дальневосточного государственного университета путей
сообщения (ДВГУПС), 2002

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ

2. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДИЗЕЛЯ

2.1. Блок дизеля

2.2. Цилиндровые втулки

2.3. Крышка цилиндров

2.4. Поршень

2.5. Шатунный механизм

2.6. Подшипники коленчатого вала

- 2.7. Коленчатый вал
- 2.8. Турбокомпрессор
- 2.9. Управляемая заслонка
- 2.10. Воздушная захлопка
- 2.11. Объединенный регулятор

3. ОБЪЕМЫ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ДИЗЕЛЯ

- 3.1. Техническое обслуживание ТО-2
 - 3.2. Техническое обслуживание ТО-3
 - 3.3. Текущий ремонт ТР-1
4. Технология проверки и настройки оборудования дизеля при проведении
ТО и ТР-1
- 4.1. Проверка технического состояния системы автоматического
регулирования РЧО
 - 4.2. Проверка зазоров на масло в гидротолкателях
 - 4.3. Проверка и регулировка датчиков – реле давления масла
5. Технические требования и порядок замены масла дизеля
- 5.1. Технические требования на масло
 - 5.2. Порядок замены масла в РЧО
 - 5.3. Порядок замены масла в дизеле
6. Требования по эксплуатации дизеля
- 6.1. Режимы работы дизеля
 - 6.2. Порядок остановки дизеля
 - 6.2.1. Остановка дизеля при нормальных условиях
 - 6.2.2. Остановка дизеля в аварийных условиях
 - 6.2.3. Остановка дизеля в холодное время или на продолжительный срок
 - 6.2.4. Эксплуатация дизеля в холодное время года
7. Перечень приспособлений, необходимых для проведения ТО и ТР-1
- СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

В 2001 г. на Дальневосточную железную дорогу стали поступать тепловозы серии 2ТЭ10М, прошедшие модернизацию на Уссурийском локомотиворемонтном заводе. Основной целью модернизации стала замена дизеля типа 10Д100 на дизель типа Д49 (1А – 9ДГ). Новый дизель имея ту же мощность, существенно отличается от старого: он четырехтактный, V-образный и 16-ти цилиндровый. В связи с этим появилась необходимость в обучении обслуживающего персонала локомотивных депо особенностям конструкции, эксплуатации и обслуживания дизеля типа Д49.

В данном учебном пособии излагаются особенности конструкции основных узлов дизеля как первого, так и второго поколения, опыт его эксплуатации в условиях низких температур и рекомендации по обслуживанию и ремонту.

В пособии приводятся объемы работ, выполняемые на ТО-2, ТО-3 и ТР-1, технология проверок и настроек основных элементов дизеля и перечень оборудования, необходимого при проведении данных видов ТО и ТР.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ

Дизель Д49 имеет гостовское обозначение – 16ЧН26/26.

Максимальная мощность – 2206 кВт или 3000 лс.

Давление наддува воздуха – 0,155 – 0,185 МПа.

Частота вращения коленчатого вала:

минимальная – 338–362 об/мин,

максимальная – 840–860 об/мин.

Давление сгорания топлива – не более 13,5 МПа.

Разряжение на всасывании в турбокомпрессор – не более 300мм.вод. ст.

Удельный расход топлива – 205+10,2 г/кВт.ч (151+7,5 г/лс.ч)

Температура выпускных газов на выходе из цилиндров – не более 580 °C, а на входе в турбокомпрессор – не более 650 °C.

Температура воды на выходе из дизеля – 65–80 °C.

Температура масла на выходе из дизеля – 60–80 °C.

Температура на входе в холодильник наддувочного воздуха – 45 °C.

Дизель представляет собой 4-х тактный, 16-ти цилиндровый двигатель внутреннего сгорания с V-образным расположением цилиндров, газотурбинным наддувом и охлаждением наддувочного воздуха.

Торец дизеля со стороны турбокомпрессора, водяных и масляных насосов именуется передним, а торец со стороны генератора – задним. Если смотреть на дизель со стороны заднего торца, то ряд цилиндров, расположенных справа, называется рядом В, а слева – рядом А. Нумерация цилиндров каждого ряда начинается от генератора.

2. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДИЗЕЛЯ

2.1. Блок дизеля

Блок дизеля сварно-литой, он состоит из литых вертикальных стоек 1 (см. рис.1) с поперечными отростками, верхней плиты с отверстиями под втулки цилиндров, боковых стенок с отверстиями смотровых люков и горизонтальных опорных лап. Верхняя часть блока образована боковыми листами 4, вертикальными стойками 5 и двумя плитами 6, служащими опорами крышек цилиндров. Плита 7 является опорой для распределительного вала.

Средняя часть блока между рядами цилиндров служит ресивером для воздуха. Блок сухой, через отверстие А вода поступает в рубашку втулки цилиндра. В отверстие запрессованы втулки из нержавеющей стали. Для повышения защиты от коррозии в опорные пояса картера запрессованы кольца 3.

Модернизация. Дизели первого поколения имели зубчатый разъем между подвеской коренного подшипника. В эксплуатации происходило ослабление затяжки болтов за счет их вытяжки и изнашивания зубчатого стыка, что

вызывало ступенчатость между смежными опорами 0,2–0,3 мм. Этот дефект требовал переукладки подшипников коленчатого вала через 400 тыс. км. Устранение этого дефекта было достигнуто переходом на плоский разъем между подвеской и блоком. Для разгрузки основного горизонтального разъема от боковых смещений, кроме вертикальных болтов, предусмотрены два ряда горизонтальных. Это позволяет производить установку подвесок в замок с зазором по вертикальным упорам (до 0,1–0,13 мм), что необходимо для облегчения обслуживания подшипников в эксплуатации. Запас прочности нового блока был увеличен до 30 %.

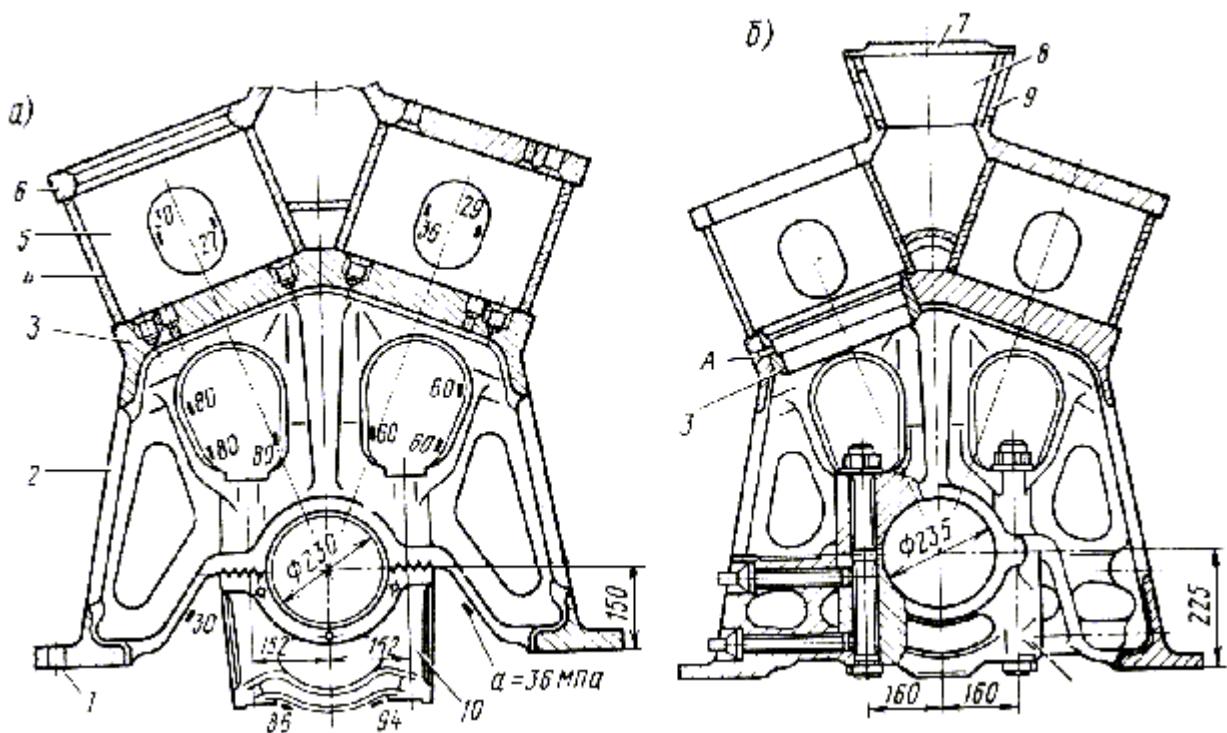


Рис. 1. Блок цилиндров: а – старая конструкция; б – новая конструкция;

1 – вертикальная стойка; 2 – отверстие смотрового люка; 3 – кольцо опорного пояса;
4, 9 – боковые листы; 5 – вертикальна стойка; 6 – верхняя плита;
7 – горизонтальная плита; 8 – ребро; 10 – подвеска

Неисправности. Причинами появления пластических деформаций в блоке являются нарушения теплового состояния, связанные со значительными местными перегревами при прорыве газового стыка цилиндра или выпускного коллектора.

2.2. Цилиндровые втулки

Цилиндровые втулки подвесного типа, что в отличии втулок опирающихся на блок, позволяет получить ряд преимуществ: силы давления газа не отрывают крышку от втулки; повышается приспособляемость поршня к втулке в процессе совместной работы и деформации; сборка втулки производится вне дизеля, что обеспечивает ее высокое качество. Цилиндровая втулка

имеет рубашку из стали, что позволяет производить опрессовку крышки вместе со втулкой вне блока (см. рис. 2). Втулка изготовлена из хромомолибденового чугуна, обладающего высокой износостойкостью и необходимыми антифрикционными свойствами. Резиновые уплотнения не соприкасаются с поверхностями втулки, что не вызывает их повышенного нагрева. К крышке цилиндровая втулка крепится шпильками. Стык между ними уплотнен стальной прокладкой, покрытой гальваническим путем слоем меди толщиной 0,03–0,04 мм, которая при затяжке врезается в выступы на сопрягаемых поверхностях. В дизеле применен газовый стык замкнутого типа, что позволило увеличить сопротивление сдвигу в радиальном направлении в 3 раза по сравнению со старой конструкцией. Вода из рубашки через 6-ть втулок перетекает в крышку. С внешней стороны втулки покрыты теплоизолирующим слоем, а их бурты уплотнены снизу паронитовыми прокладками, а сверху – резиновыми кольцами. В нижней части втулки имеют два отверстия для крепления приспособления, удерживающего поршень во втулке при подъеме и опускании цилиндрового комплекта.

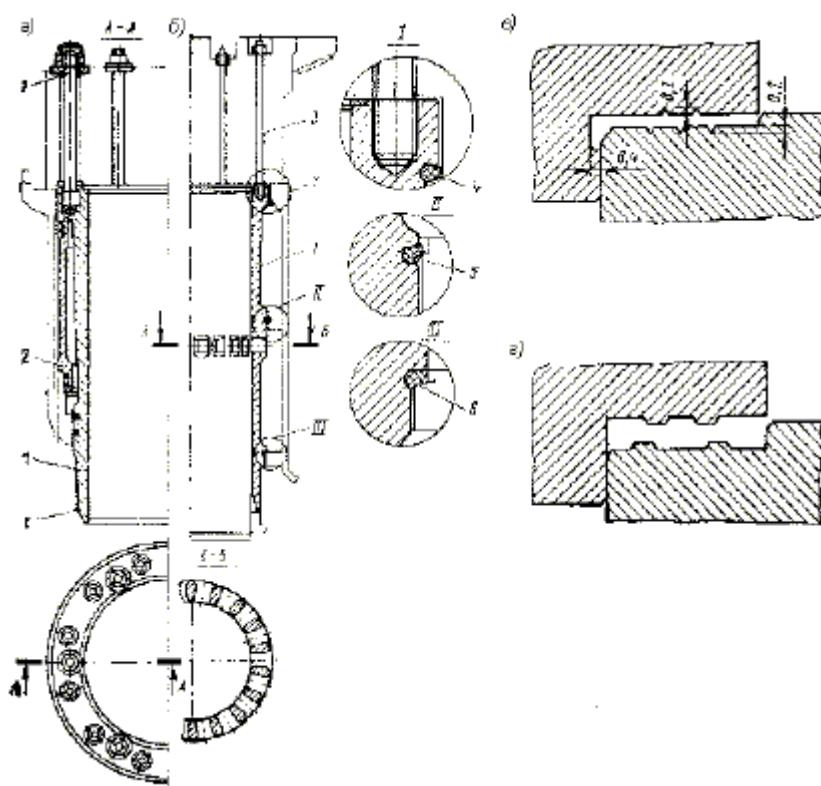


Рис. 2. Цилиндровая втулка: а – дизель Д49; б – дизель 14Д40; в – газовый стык дизеля до модернизации; г – после модернизации; 1 – втулка; 2 – рубашка; 3 – шпилька; 4, 5, 6 – резиновые кольца; I, II, III – опорные пояса втулки

Неисправности. При эксплуатации дизелей этого типа отказы втулок происходят в результате возникновения трещин, задира рабочей поверхности и разрушения.

Трещины в рубашках носят коррозионно-усталостный характер. Коррозия и эрозия обуславливаются циркуляцией охлаждающей воды. Поверхностное

коррозионное разрушение металла рубашки приводит к снижению ее усталостной прочности. Поэтому рационально применение современных эффективных методов упрочнения рубашек, как, например, обкатывание роликом или дробеструйная обработка в сочетании с защитой металла от коррозии специальными защитными покрытиями. В качестве последних можно использовать полимерные композиционные материалы типа "Реком" или "Анатерм". Эти покрытия обладают большой прочностью, высокой вибростойкостью, эластичностью и адгезией. Несоблюдение в эксплуатации инструкции по водоподготовке влечет за собой повышенную агрессивность охлаждающей воды и увеличения трещин рубашек вследствие совместного действия коррозии и эрозии.

Скорость изнашивания зеркала втулок зависит в большей мере от температуры поверхностей трения, режимов работы дизеля, эффективности охлаждения, качества масла и топлива, запыленности атмосферного воздуха и от состояния топливной аппаратуры.

Все эти причины вызываются **нарушением режимов эксплуатации тепловоза**, к которым относятся следующие: неправильное регулирование температур воды и масла, в результате неисправности системы автоматического регулирования; несвоевременная и некачественная очистка масляных, топливных и воздушных фильтров; резкий набор и сброс позиций контроллера машиниста; нарушение качества распыливания топлива форсунками; отказ системы отключения части топливных насосов при работе на холостом ходу; **недостаточное** количество подаваемого воздуха в цилиндры дизеля, которое вызывается увеличенным сопротивлением воздушных фильтров и забором воздуха из дизельного помещения.

Температура наружной поверхности рубашки равна средней температуре воды. На тепловую напряженность втулки значительное влияние оказывает нестабильность режимов работы дизеля. При резком наборе полной нагрузки в первые 10 с. температура нагрева стенки втулки составляет $10,5^{\circ}\text{C}/\text{s}$. Через 1 мин температура стабилизируется. При ступенчатом наборе позиций с выдержкой по 2 с на каждой позиции нагрев стенок равен $7^{\circ}\text{C}/\text{s}$. При резком сбросе нагрузки скорость охлаждения стенки втулки равна $13^{\circ}\text{C}/\text{s}$, при плавном сбросе нагрузки $5,2^{\circ}\text{C}/\text{s}$.

В связи с тем, что на дизеле Д49 применяется втулка подвесного типа, при действии нормальной силы она колеблется как балка с одним закрепленным кольцом. Поэтому при нормировании изнашивания рабочей поверхности необходимо учитывать повышенный уровень ее вибрации при увеличении зазора между втулкой и блоком более 0,55 мм.

Модернизация. Для устранения трещин ВНИИЖТом разработана конструкция и изготовлена партия втулок из стали 38Х2МЮА, внутренняя поверхность которых подвергнута азотированию, а рубашка приварена к гильзе. При переходе на легированную сталь прочность втулки по сравнению с чугуном повышается в 3 раза, а азотирование повышает твердость рабочей

поверхности в 3–4 раза. Приварка рубашки исключает резиновые кольца и, соответственно – течь воды.

2.3. Крышка цилиндров

Крышка цилиндров литая изготовлена из высокопрочного чугуна ВПЧ-НМ-П (см. рис. 3).

Днище крышки в районах между клапанами и форсуночным отверстием имеет меньшую толщину, что обеспечивает лучшее охлаждение днища, более равномерный ее нагрев и снижение уровня термических напряжений. В крышке установлено два впускных 2 и два выпускных клапана 6. Выпускные клапаны имеют наплавку фасок кобальтовым стеллитом ВЗК, что повышает их жаропрочность. Штоки клапанов хромируются, что придает большую износостойкость паре клапан – направляющая втулка. В местах посадки выпускных клапанов в крышке установлены плавающие вставные седла 5, закрепленные пружинными кольцами 4. Седла и кольца изготовлены из жаропрочной стали. Каждая пара клапанов открывается одним рычагом через гидротолкатели. Гидротолкатели ликвидируют при работе зазор между рычагом и клапаном и тем самым снижают шум при работе дизеля.

Масло в гидротолкатель поступает из масляной системы дизеля через отверстия в штанге и рычаге в полость гидротолкателя, когда клапан закрыт. В момент нажатия гидротолкателя на клапан давление масла в полости В мгновенно повышается, так как шарик клапана 21 препятствует выходу масла, и усилие рычага передается на клапан через масляную подушку.

Направляющие втулки 3 и 7 изготовлены из чугуна. Для уменьшения прохода масла в камеру сгорания в верхней части втулок установлены фторопластовые кольца 10. Отверстие а предназначено для контроля плотностистыка крышки со втулкой.

Модернизация. Температурное состояние днища крышки характеризуется максимальной температурой в районе перемычек между окнами впускных и выпускных клапанов, равной примерно 315 °C и 230 °C на периферии крышки. Максимальный градиент температур по толщине крышки составляет 70 °C/см, что соответствует среднему уровню изгибающих напряжений. Уменьшение толщины днища на 1мм вызывает уменьшение перепада температур на 15–20 °C. В связи с этим толщина крышки уменьшена фрезерованием в районе выпускных клапанов на 3 мм.

Неисправности. В процессе эксплуатации дизеля, даже при тщательном соблюдении режимов водоподготовки, на днище крышки происходит отложение накипи, что приводит к значительному росту температур (на 100–150 °C) и соответственно теплонапряженности днища крышки.

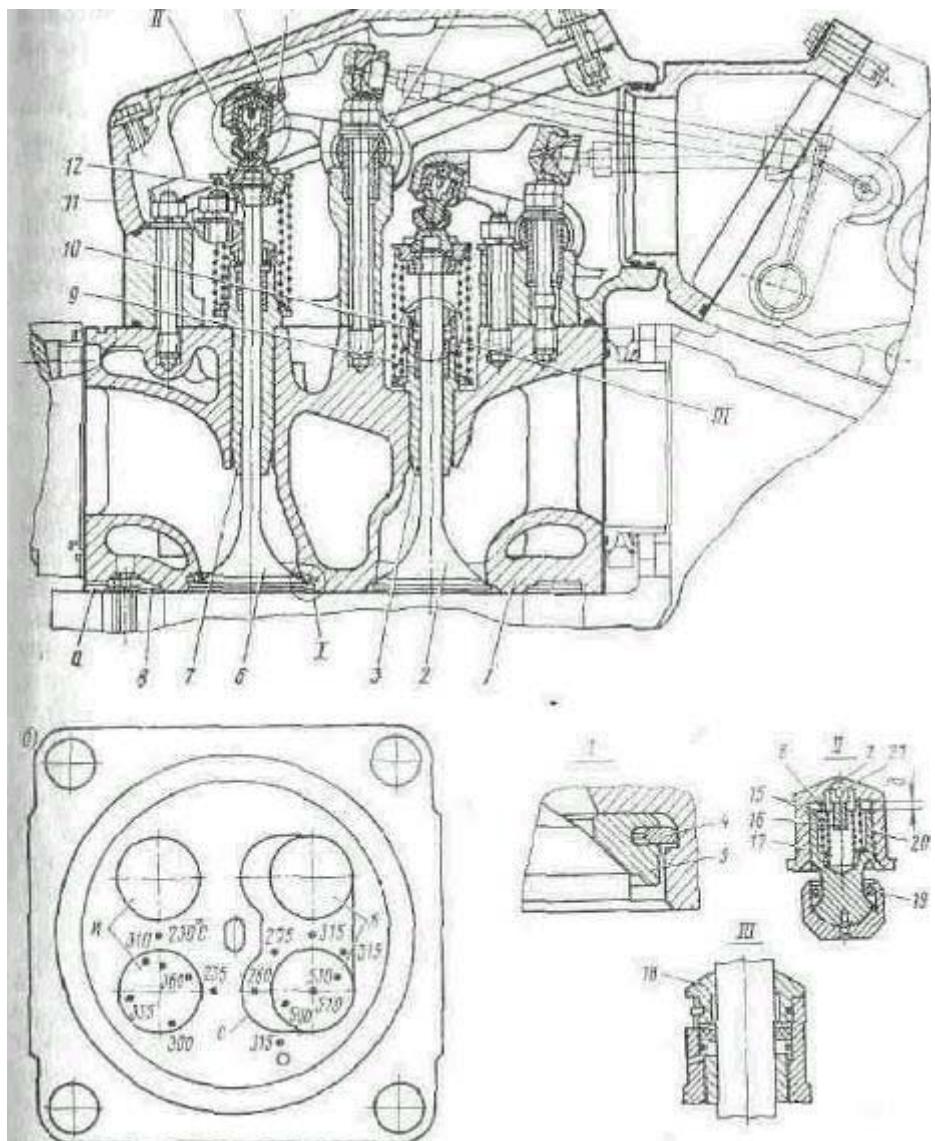


Рис. 3. Крышка цилиндра (а), температуры в различных точках днища (б): 1 – крышка цилиндра; 2 – клапан выпускной; 3, 7 – втулки направляющие; 4 – кольцо пружинное; 5 – седло выпускного клапана; 6 – клапан выпускной; 8 – прокладка уплотнения газового стыка; 9 – втулка; 10 – кольцо фторопластовое; 11 – крышка кожуха; 12 – сухарь разрезной; 13 – рычаг; 14 – шпилька; 15 – пружины; 16 – упор; 17 – втулка гидротолкателя; 18 – скребок; 19 – колпачок; 20 – толкатель; 21 – клапан шариковый: а, б, г – отверстия; в – полость; д – зазор в гидротолкателе; е – фрезеровка в зоне выпускных окон; и – окна выпускных клапанов; к – окна выпускных клапанов

Надежность крышек при эксплуатации дизелей не обеспечивает заданный срок их службы, который равен 20-ти годам или 3 млн. км пробега. Фактическая средняя наработка на отказ составляет 800 тыс. км. Средняя сменяемость крышек на Воронежском ТРЗ составляет 10 шт. на дизель, или 62,5 %. Основной причиной замены крышек является появление сквозных термических трещин по перемычкам между гнездами выпускных клапанов, а также по перемычкам между гнездами выпускных и выпускных клапанов (см. рис. 4)

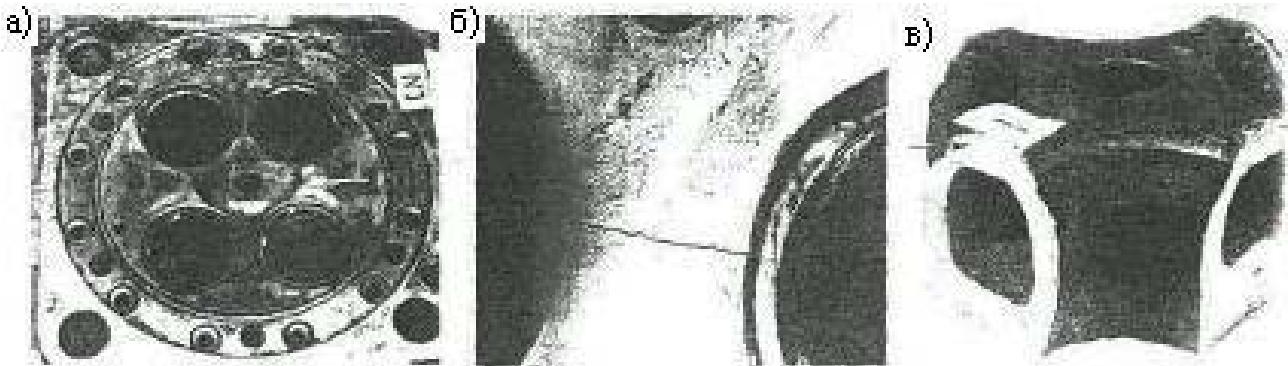


Рис. 4. Повреждения крышек цилиндров

Исследования показывают, что трещины в перемычках возникают из-за накопления высокого уровня остаточных напряжений под действием значительного перепада температуры между краями днища и центральной ее частью. На поясах гнезд выпускных клапанов ниже и выше плавающих седел возникает разгарная сетка трещин под действием отработанных газов, движущихся с высокой температурой и скоростью по зазорам между телом крышки и седлом выпускного клапана. Разгарная сетка трещин создает концентраторы напряжений, что ускоряет образование сквозных термических трещин. Для предупреждения трещин при эксплуатации дизелей необходимо строго выдерживать их температурный режим и не допускать заправку водяной системы неподготовленной водой.

Модернизация. ВНИИЖТом для снижения трещин предлагается повысить теплопроводность чугуна крышки путем перехода от чугуна с шаровидной формой графита на чугун с пластинчатым графитом, теплопроводность которого в 2 раза выше (такие крышки выпускает фирма «Новая волна» г.Луганск). Кроме этого образование разгарной сетки трещин можно снизить заменив плавающие седла на запрессованные или отменить их вообще. В 1994 – 1998 гг. во ВНИИЖТе проведены работы по созданию крышки нового поколения – стальной сварной, ресурс которой должен быть выше серийной.

Неисправности. Другой слабой деталью крышки являются клапаны, изготовленные из жаропрочной стали ЭИ69. В процессе эксплуатации выпускных клапанов, в наплавленном слое из вольфрамокобальтового сплава ВЗК, возникают радиальные трещины, по которым в процессе сгорания топлива в цилиндре дизеля отработанные газы движутся с высокой скоростью (до 600–700 м/с) и высокой температурой (до 1500–1600 °C). При этом происходит выгорание металла – сначала в наплавке клапана, а затем в основном металле происходит прогар. Прогар возникает и во впускных клапанах при прорыве газов между фаской клапана и гнездом в крышке, что ведет к образованию прогара не только в клапане, но и в самой крышке.

Впускные клапаны, которые не имеют наплавку на тарелке, имеют следующие неисправности: наклеп фаски тарелки клапана и коррозию металла фаски. Коррозия возникает и на выпускных клапанах. Она вызывается воздействием на них отработанных газов, содержащих

различные оксиды в соединениях с серой топлива и влагой. При этом наплавка сплавом ВЗК практически не защищает от коррозии. Она обеспечивает высокую твердость поверхности фаски и тем самым уменьшает только выработку поверхности.

В условиях сложного технологического процесса наплавки фасок выпускных клапанов и отсутствие наплавки на выпускных клапанах срок их службы очень низкий, а отсюда причина частых неплановых ремонтов и высокой сменяемости. На прогары выпускных клапанов оказывает отрицательное влияние ослабление или износ плавающего седла. При исправном седле, возникающий перепад температур фаски 520 °С и центра тарелки 485 °С, вызывает сжимающие напряжения, которые оказывают благоприятное воздействие на клапан.

Кроме фасок наблюдается выработка хромового покрытия на штоке клапана, достигающая до 100 мкм у выпускных клапанов и до 150 мкм у выпускных клапанов при пробегах тепловозов близких к капитальному ремонту, при толщине слоя у новых клапанов в пределах 18–24 мкм.

2.4. Поршень

Поршень (см. рис. 5) состоит из стальной головки 6 (материал ЭИ415) и алюминиевого тронка 11 (материал АК6), скрепленных четырьмя шпильками 1 и гайками 17. Составная конструкция поршня позволяет применить для головки поршня жаропрочную сталь, а для тронка – антифрикционный алюминиевый сплав, и этим самым снизить массу поршня. Головка поршня охлаждается маслом. Из верхней головки шатуна масло поступает в плотно прижатый к ней пружиной 14 стакан 13 и далее по отверстиям Б – в полость охлаждения А.

Из полости охлаждения масло по каналам В стекает в картер дизеля. На номинальной мощности температура головки над верхним компрессионным кольцом не превышает 170 °С. Умеренная температура обеспечивает хорошую износстойкость ручьев компрессионных колец. Снижение давления масла ниже номинального (0,4 МПа) приводит к увеличению уровня температурных напряжений во всех точках головки поршня. В зоне первого компрессионного кольца при уменьшении давления масла с 0,4 до 0,2 МПа температурные напряжения возрастают в 1,65 раза, а на поверхностях, охлаждаемых маслом, в 1,5 раза.

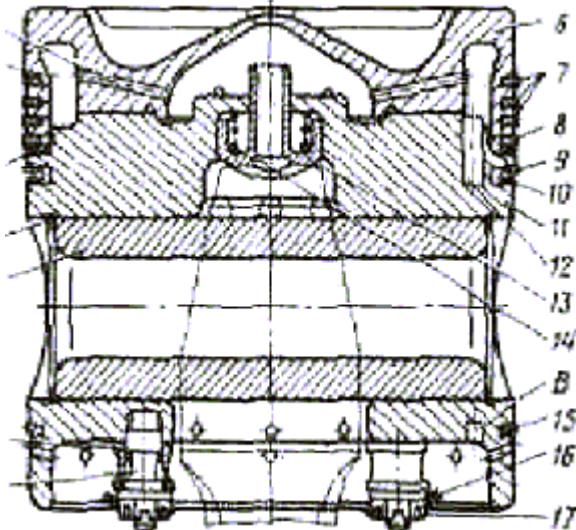


Рис. 5. Поршень: 1 – шпилька; 2 – втулка; 3 – палец; 4 – стопорное кольцо; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – головка поршня; 7 – компрессионные кольца с односторонней трапецией; 8 – компрессионное (минутное) кольцо; 9, 15 – маслосъемные кольца; 10 – экспандер; 11 – тронк; 12 – трубка; 13 – стакан; 14 – пружина; 16 – проволока; 17 – гайка; А – полость охлаждения; Б – отверстие для перетока масла; В – канал для слива масла из полости охлаждения

Рабочая поверхность тронка покрыта слоем дисульфида молибдена (антифрикционное приработочное покрытие типа ВАП-2 или АСП). Наилучшими характеристиками обладает покрытие АСП (антифрикционное смазывающее покрытие). Оно выдерживает температурный диапазон в пределах от – 100 до + 350 °С, с удельной нагрузкой до 2,5 МПа, при коэффициенте трения 0,03–0,04. Толщина покрытия составляет 10–25 мкм и наносится на поверхность распыливанием. По сравнению с ВАП-2 АСП обладает в 3–4 раза меньшим коэффициентом трения и большей износостойкостью.

В отверстие бобышек тронка установлен поршневой палец 3 плавающего типа. Осевое перемещение пальца ограничено стопорными кольцами 4.

Поршень имеет три компрессионных кольца 7 с односторонней трапецией, одно компрессионное прямоугольное кольцо 8 и два маслосъемных кольца 9 и 15. Кольцо 9 снабжено пружинным расширителем. Верхние три компрессионных кольца изготовлены из легированного высокопрочного чугуна и имеют хромированную поверхность. Применявшаяся ранее конструкция поршня характерна расположением всех колец выше оси пальца. **Модернизация.** Для уменьшения расхода масла на угар и прорыва газов в картер в конструкцию поршня внесены следующие изменения:

- увеличено расстояние от крышки цилиндра до поршня за счет уменьшения головки поршня;
- фрезеровки в головке под клапаны выполнены не сквозными;

- установлены три верхних компрессионных кольца с односторонней трапецией, а четвертое – торсионное кольцо;
- второе маслосъемное кольцо расположено ниже оси пальца и выполняет роль дозатора расхода масла;
- уменьшен зазор между тронком и втулкой цилиндра.

Неисправности. При эксплуатации дизелей данного типа при разборке поршней часто обнаруживается значительное отложение нагара с внутренней стороны головки (см. рис. 6).

Как видно из рисунка нагар в значительных количествах отлагается в центре головки и по ее краю, перекрывая почти полностью отверстия для перетока масла из центральной части в край головки (для перетока масла в головке имеется 12 отверстий диаметром 5 мм). Для снижения нагара в головках поршня ВНИИЖТом рекомендуется в порядке модификации увеличить диаметры отверстий до 8,5 мм. Нагар увеличивается при использовании масла М14Г2.

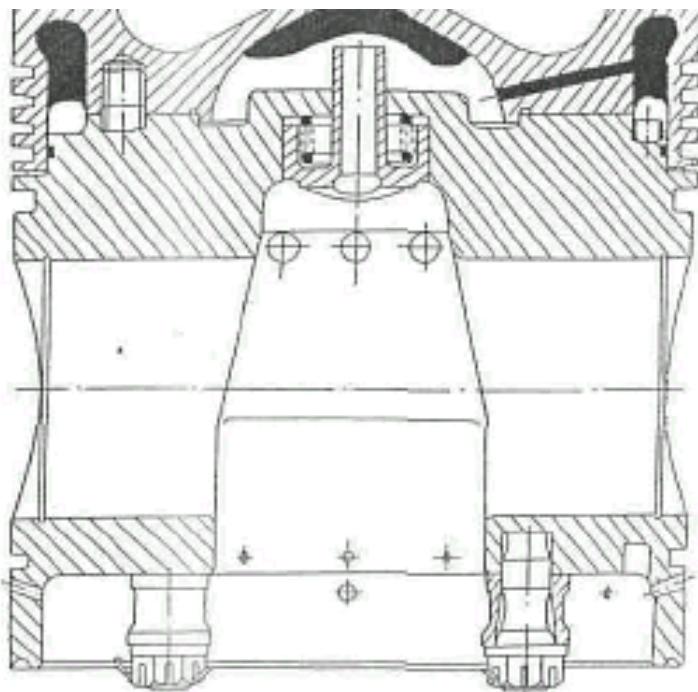


Рис. 6. Отложение нагара в головках поршней

Следующим дефектом поршней являются термические трещины, возникающие в середине перемычек головки для тарелок выпускных клапанов. Причиной их возникновения является отложение нагара. В процессе ремонта в целях повторного использования рекомендуется эти трещины удалять путем разделки на всю высоту перемычки (примерно 100 мм), на ширину в верхней части до 6,0 мм и у основания трещин до 3,0 мм с радиусом 1,5 мм.

При эксплуатации поршней может происходить закоксовывание отверстия для слива масла из них. Отсутствие слива масла возникает при полностью

забитых нагаром отверстий для перетока масла из центра в край головки. Для предотвращения таких случаев, необходимо на ТО-3 и ТР-1 проверять слив масла на неработающем дизеле при включенном маслопрокаивающем насосе. При отсутствии слива поршень необходимо демонтировать из дизеля и очистить от нагара . Очистить отверстия от нагара можно высверливанием сверлом с наконечником из твердого сплава или продалбливанием.

Наилучшие результаты дает очистка поршня в расплаве солей и щелочей в составе: едкий натрий – 65 % (по весу), азотно-кислый натрий – 30 %, поваренная соль – 5 %. Смесь нагревается в ванне до температуры 350–400° С; Удельный вес расплава должен быть в пределах 1,7 г / см³. Установка для очистки поршней (головок) состоит из трех ванн: для расплава солей, для воды и для кислоты, содержащей 50 %-ный раствор соляной кислоты с добавкой столярного клея. Мощность электронагревателя должна быть в пределах 35–40 кВт. Время нагрева составляет 20–35 мин.

Другими причинами чрезмерного отложения нагара в головках поршней может быть малое количество масла, прокачиваемое через поршни; малые скорости движения масла, и его высокая температура.

При длительной работе поршня по краям тронка образуется выступ вызванный тем, что твердость алюминия в 2,5 раза ниже, чем у стали. При наличии такого дефекта опорную часть тронка необходимо проточить с целью удаления выступа. Только в этом случае можно обеспечить качественное прилегание головки к тронку. При некачественном прилегании будут возникать зазоры между головкой и тронком, нарушающие условия работы шпилек, что может привести к их обрыву и образованию трещин в тронках.

2.5. Шатунный механизм

Шатунный механизм состоит из главного и прицепного шатунов (см. рис. 7). Для повышения усталостной прочности поверхности шатунов и крышки обрабатываются дробью.

Шатуны соединены между собой пальцем 13, который устанавливается во втулке 12, запрессованной в проушине главного шатуна. Прицепной шатун крепится к пальцу 13 двумя болтами 16, которые стопорятся шайбами 17. В верхние головки обоих шатунов запрессованы стальные втулки 1 и 20, залитые свинцовистой бронзой. Нижняя головка главного шатуна имеет съемную крышку 7, которая крепится к стержню четырьмя болтами 6. Стык нижней головки и крышки 7 имеет зубцы Р треугольной формы, препятствующие поперечному смещению крышки. В нижнюю головку главного шатуна установлены верхний 11 и нижний 9 стальные тонкостенные вкладыши, залитые свинцовистой бронзой, на наружную поверхность которой нанесено гальваническое покрытие из сплава олова, свинца и меди.

Вкладыши устанавливаются с натягом, величина которого выбита на его торце, и фиксируются штифтами 8 и 10.

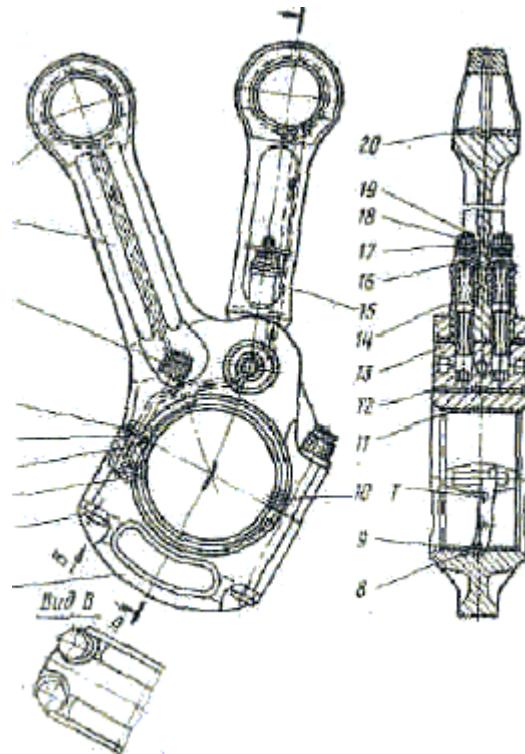


Рис. 7. Шатунный механизм: 1, 20 – втулки верхних головок шатунов; 2, 15 – главный и прицепной шатуны; 3, 18 – гайки; 4 – уплотнительное кольцо; 5, 12 – втулки; 6 – шатунный болт; 7 – крышка нижней головки шатунов; 8, 10 – штифты; 9, 11 – нижний и верхний вкладыши; 13 – палец прицепного шатуна; 14 – проставочная втулка; 16 – болт прицепного шатуна; 17 – стопорная шайба; 19 – шплинт; П – канал; Р – зубцы; Т – отверстие

Верхний и нижний вкладыши не взаимозаменяемы (в нижнем вкладыше имеется канавка с отверстиями для перетока масла). Вкладыши имеют толщину 5,91 мм, а диаметр нижней головки – 210 мм.

Шатунный подшипник смазывается и охлаждается маслом, поступающим из коренных подшипников через каналы коленчатого вала. По отверстиям Т в нижнем подшипнике и по каналу П в крышке 7 масло перетекает в канал нижней головки шатуна и по втулке 5, уплотненной кольцом 4 – в канал стержня главного шатуна. Далее масло по сверлениям поступает к верхней головке главного и прицепного шатунов.

Модернизация. Для повышения надежности была произведена модернизация шатунного механизма:

- развита поверхность стыков и утолщены полки дутавра в месте сопряжения прицепной проушины со стержнем шатуна;
- уменьшена высота крышки и разнесены оси шатунных болтов от центра нижней головки;
- увеличен диаметр шатунных болтов.

Расчетами и тензометрированием на работающем дизеле установлено, что изгибная жесткость поверхностей стыков повысилась в 2,2 раза, а фактическая площадь их контакта в –1,4 раза, изгибная жесткость перемычки между расточками постели увеличилась в 1,2 раза. Для снижения уровня дополнительных усилий при затяжке степень прилегания зубчатых стыков по краске должна быть не менее 70% геометрической поверхности контакта при

проверке в свободном состоянии (при незатянутых болтах). Достаточная жесткость нижней головки шатуна обеспечивается также введением в правила ремонта обоснованных усилий затяжки шатунных болтов.

2.6. Подшипники коленчатого вала

Коренной подшипник состоит из верхнего и нижнего стальных вкладышей толщиной 4,9 мм, залитых тонким слоем свинцовистой бронзы, на которую нанесено гальваническое трехкомпонентное покрытие состоящее из олова 8–13 %, меди – 2–3,3 % и остальное свинец (см. рис. 8). Верхний и нижний вкладыши не взаимозаменяемы. Верхний вкладыш на рабочей поверхности имеет канавку В и отверстия С, через которые поступает масло из канала в стойке блока цилиндров в подшипник. Рабочие поверхности вкладышей имеют цилиндрическую расточку. Нижний вкладыш в районе стыка имеет карманы, которые служат для поступления смазки к трущимся поверхностям и для непрерывной подачи масла к шатунным подшипникам и поршню. Прилегание вкладышей к постели всей поверхностью обеспечивается постановкой их с гарантированным натягом, значение которого указано на боковой поверхности вкладыша. Положение верхнего и нижнего вкладышей фиксируется штифтом 3, запрессованным в подвеску. Номинальная толщина вкладыша составляет 7,4 мм. Для комплектования вкладышами коленчатых валов, прошедших механическую обработку, они выпускаются с разными толщинами в виде четырех ремонтных градаций.

Упорный подшипник состоит из стальных полуколец 4, прикрепленных винтами 5 к девятой стойке и подвеске блока. Опорная поверхность полукольца покрыта слоем бронзы.

Вкладыши устанавливаются с натягом, величина которого выбита на его торце, и фиксируются штифтами 8 и 10.

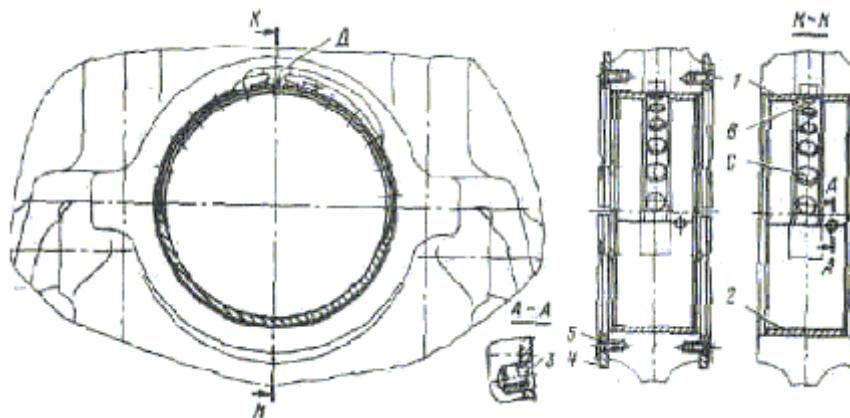


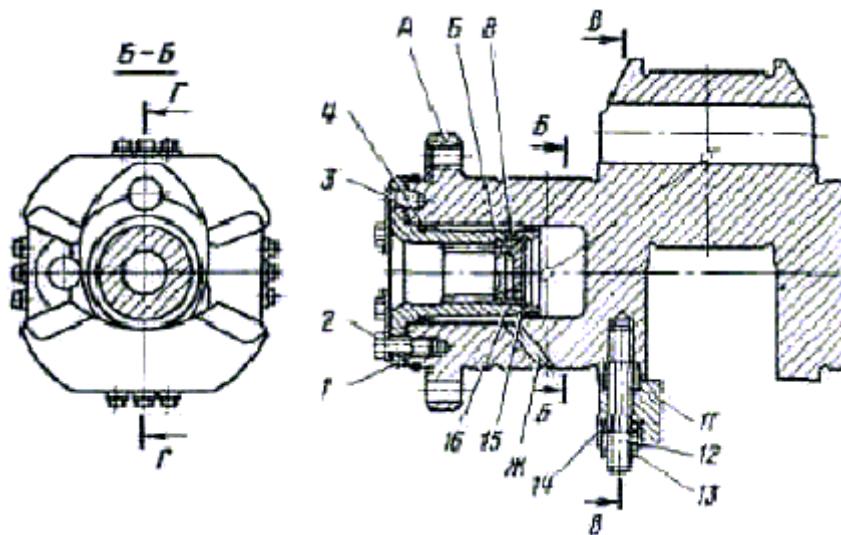
Рис. 8. Коренные подшипники: 2 – верхний и нижний вкладыши; 3 – штифт; 4 – полукольцо упорного подшипника; 5 – винт; В – канавка для протока масла; С – отверстия для протока масла; Д – канал в блоке цилиндров для подвода масла к подшипнику

Неисправности. Для обеспечения надежной работы подшипников необходимо выдерживать в заданных пределах их температуру и зазор “на масло”. Температура крышечных вкладышей выше блочных и может достигать 100°С. При температуре близкой к 220°С обычные минеральные

масла теряют свою вязкость. При приложении повышенных внешних нагрузок или при повышенном изнашивании шеек и вкладышей возможно нарушение масляного слоя, что приведет к разрушительному износу. С уменьшением нагрузки до холостого хода температура вкладышей снижается на 40–45 %. С увеличением зазоров в пределах допустимых норм температура вкладышей падает. При неудовлетворительном монтаже и при искажении формы вследствие изнашивания целесообразно увеличивать зазор. При очень малых зазорах разница температур входящего и выходящего из подшипника масла достигает 110°С, что может привести к выплавлению или заеданию подшипника. Чем меньше начальный зазор, тем ниже динамическая ударная нагрузка и тем больше срок службы подшипника. Целесообразный зазор на масло должен быть равен 0,0008 диаметра шейки.

2.7. Коленчатый вал

Коленчатый вал изготовлен из легированной стали 38ХН3МА или 30ХНМФА. Шейки вала азотированы, а галтели накатаны, что обеспечивает повышение износостойкости и усталостной прочности вала (см. рис. 9). Для уменьшения внутренних моментов от сил инерции и разгрузки коренных подшипников на всех щеках коленчатого вала имеются противовесы 11, прикрепленные к валу шпильками 12.



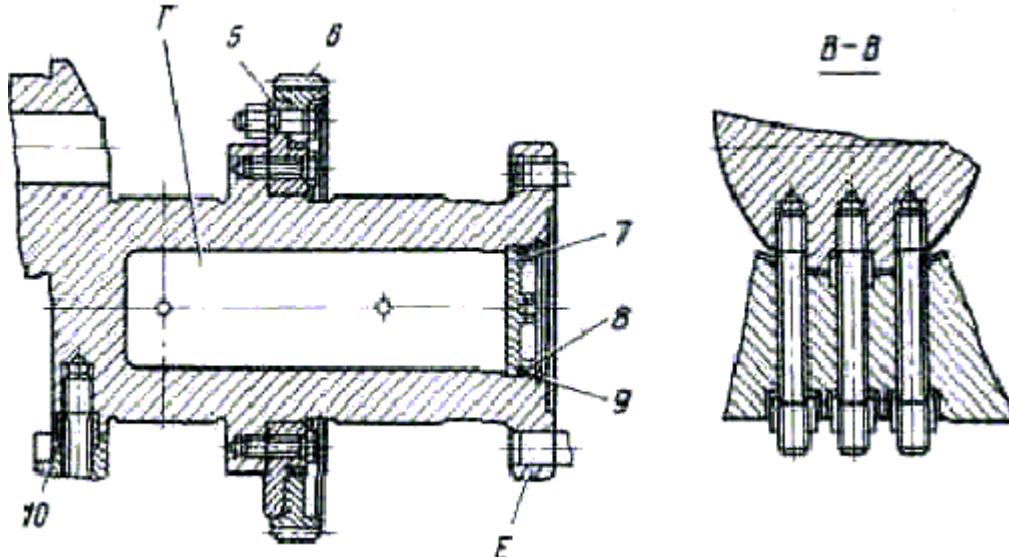


Рис. 9. Коленчатый вал: 1 – шлицевая втулка; 2 – болт; 3 – штифт; 4, 8 – уплотнительные кольца; 5 – кольцо; 6 – шестерня; 7, 16 – заглушки; 9, 15 – стопорные кольца; 10 – штифт-втулка; Л – противовес; 12 – шпилька; 13 – гайка; 14 – шайба; 17 – стопорная пластина; А – фланец для установки антивибратора; Б, Г – полости; В, Ж – отверстия; Д – упорные бурты; Е – фланец отбора мощности

У девятой коренной шейки имеются бурты Д, которые ограничивают осевое перемещение коленчатого вала. На фланец А установлен комбинированный антивибратор, на фланец отбора мощности Е – ведущий диск муфты. Втулка 1 через шлицевой вал передает вращение шестерням привода насосов. Она крепится к коленчатому валу болтами 2 и стопорится штифтами 3.

Между девятой и десятой коренными шейками коленчатый вал имеет фланец, к которому прикреплена шестерня 6, передающая вращение шестерням привода распределительного вала. Масло из коренных подшипников по отверстиям в шейках коленчатого вала поступает на смазывание шатунных подшипников. К десятому коренному подшипнику масло подводится из полости Г, которая соединена сверлением с наружной поверхностью девятой коренной шейки. Полость Г закрыта заглушкой 7. Масло на смазывание шлицевой втулки 1 подводится от первой коренной шейки по отверстиям Ж в полость Б, а из нее – по отверстиям В.

При овальности шеек более 0,04 мм, коленчатый вал подвергается механической обработке под следующую ремонтную градацию. Кроме номинального размера вал может иметь четыре ремонтных градации: номинальный диаметр коренных шеек составляет 220–0,13 мм, а диаметр шейки четвертой градации составляет 219,6–0,13 мм, с градационным интервалом 0,1 мм. Для шатунной шейки эти размеры составляют соответственно 190–0,13 мм и 189,6–0,13 мм.

Модернизация. Применение стального штампованного вала вместо чугунного литого позволяет при более высоких прочностных свойствах стали

по сравнению с чугуном уменьшить диаметр шатунной шейки с 200 до 190 мм, при сохранении повышенных запасов прочности по сравнению с чугунным валом. При этом длина шатунной шейки увеличивается со 110 до 120 мм. Это позволяет увеличить жесткость нижней головки шатуна и улучшить работу его вкладышей.

2.8. Турбокомпрессор

Турбокомпрессор предназначен для подачи воздуха под избыточном давлении с целью увеличения мощности и экономичности дизеля.

Он состоит из одноступенчатой осевой турбины и центробежного компрессора, колеса которых расположены на валу консольно относительно опор ротора (см. рис. 10).

Колесо компрессора и его вращающийся направляющий аппарат насажены на шлицы вала с натягом. Шейки вала ротора, упорный торец вала и канавки под уплотнительные кольца азотированы для повышения их износостойкости. В ручьях на валу и упорной втулке установлены разрезные уплотнительные кольца. Статор турбокомпрессора состоит из корпусов 10 и 12, улиток воздушной 7 и газовой 11, диффузора 15 и выпускного патрубка 13. В корпусе 10 установлены бронзовые опорно-упорный 4 и опорный 16 подшипники, сопловой аппарат 14 и лабиринт 1. Подшипники 4 и 16, состоящие из двух половин, центрируются втулками и прикрепляются болтами к нижней половине корпуса. Опорные поверхности подшипников покрыты сплавом олова и свинца. Торцы опорно-упорного подшипника имеют баббитовую заливку.

В корпусах подшипников расположены бронзовые вкладыши, поверхности скольжения которых (отверстия и упорные торцы) покрыты приработочным покрытием ВАП-2. Вкладыши в корпусахдерживаются от вращения стальными фиксаторами. Половины корпусов подшипников скреплены между собой болтами. Подшипники смазываются маслом, поступающим из масляной системы дизеля через штуцер. Из подшипников масло сливаются в полость а и далее в картер дизеля. Корпус 12 охлаждается водой, стыки отверстий для перетока воды уплотнены резиновыми кольцами. Вода из системы охлаждения дизеля поступает в полость б и по специальному каналу выходит в холодильную камеру тепловоза

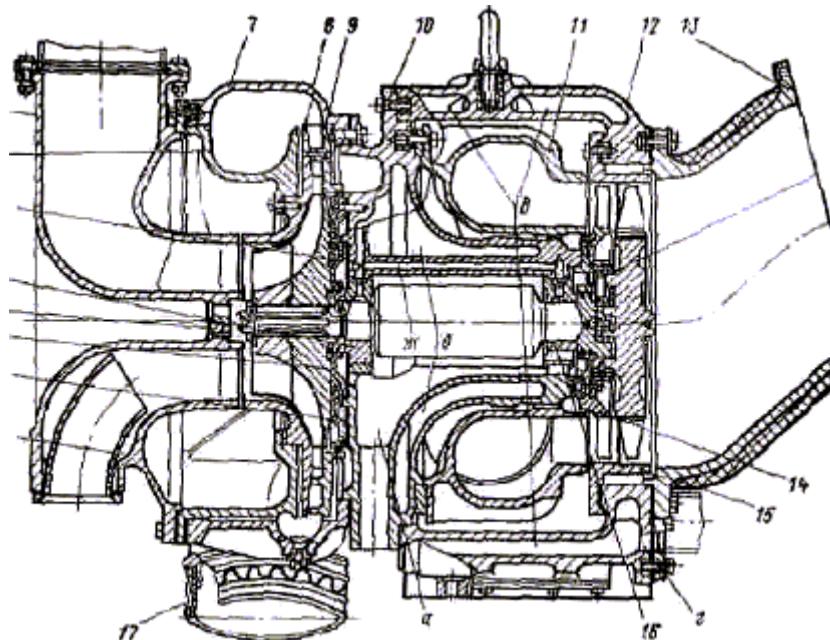


Рис. 10. Турбокомпрессор дизеля типа Д49: 1 – фланцы; 3 – пробка; 4 – подшипник опорно-упорный; 5, 8 – проставка; 6 – патрубок входной; 7 – улитка воздушная; 9, 15 – диффузоры; 10, 12 – корпуса; 11 – улитка газовая; 13 – патрубок выпускной; 14 – сопловой аппарат; 16 – подшипник опорный; 17 – рукав; а, б, в, е, и – полости; г – отверстие; ж – каналы

Выпускной патрубок 13 покрыт теплоизоляционным материалом. В корпусе 12 вставлены экранирующие жаровые трубы из стали 2Х13Л для прохода газа из выпускных коллекторов в газовую улитку

Ротор состоит из вала, колеса компрессора, диска турбины с рабочими лопатками, упорной и лабиринтной втулок. Вал ротора имеет две опорные шейки, поверхность которых, упорный торец вала и канавки под уплотнительные кольца имеют высокую твердость. Рабочие лопатки на диске крепятся с помощью замков елочной формы и фиксируются от осевого перемещения стопорными пластинами.

Неисправности. При эксплуатации и ремонте турбокомпрессора следует учитывать следующие факторы:

- наиболее напряженными деталями являются рабочие лопатки турбины, определяющие во многих случаях надежность и срок службы турбокомпрессора; они испытывают напряжения от растяжения и изгиба, вызываемых действием центробежных сил, а также сил, возникающих вследствие изменения направления движения газа в межлопаточных каналах. Общий перепад температур по перу лопаток турбины составляет 37°C . Температуры в зоне штифтового соединения диска турбины со ступицей вала составляют 220°C , а радиальный перепад температур по диску – $130\text{--}140^{\circ}\text{C}$;
- в проточной части турбокомпрессора (лопатки и сопловой аппарат турбины, диффузоры компрессора, лабиринты уплотнения)

откладывается нагар. Вследствие этого с течением времени нарушается балансировка ротора, снижается к.п.д., давление наддува и расход воздуха турбокомпрессором. Повышаются температуры выпускных газов и расход топлива дизелем. Разновес рабочих лопаток турбины в случае замены не более 1 г, а остаточный дисбаланс с газовой и компрессорной стороны не более 3 гр.см;

- двигатели с газотурбинным наддувом наиболее приспособлены к изменению атмосферных условий, так как они обладают свойством саморегулирования, заключающимся в тенденции поддержания абсолютной величины частоты вращения ротора турбокомпрессора, несмотря на понижение воздушного заряда из-за роста температуры воздуха на всасывании или понижения барометрического давления. В первом случае при росте температуры воздуха на всасывании это определяется увеличением температуры отработанных газов из-за роста общего уровня температур на всех участках рабочего процесса и снижения коэффициента избытка воздуха. Во втором случае (при падении барометрического давления) наблюдается увеличение температуры отработанных газов как из-за снижения коэффициента избытка воздуха, так и увеличения степени понижения давления в турбине за счет его падения за турбиной. Несмотря на это, при росте температуры окружающей среды происходит неуклонное понижение давления воздуха перед впускными органами двигателя, что ведет к уменьшению коэффициента избытка воздуха;
- согласно теории рабочего процесса на изменение индикаторной мощности в большей мере влияет температура воздуха, нежели давление. В связи с этим, при эксплуатации тепловозов необходимо подавать в цилиндры дизеля воздух из атмосферы, как летом, так и зимой. Проведенные работниками кафедры "Тепловозы" ДВГУПСа теплотехнические испытания тепловоза 2ТЭ10М с дизелем Д49 показали следующее: при ведении поезда с критической массой по расчетному подъему при температуре атмосферного воздуха -15°C , перевод забора воздуха в турбокомпрессор из дизельного помещения приводит к увеличению температуры отработанных газов на 15°C и снижению давления наддува на $0,15 \text{ кг}/\text{см}^2$, что снижает индикаторную мощность дизеля и увеличивает расход топлива.

2.9. Управляемая заслонка

Управляемая заслонка обеспечивает разрежение в картере дизеля в заданных пределах (см. рис. 11).

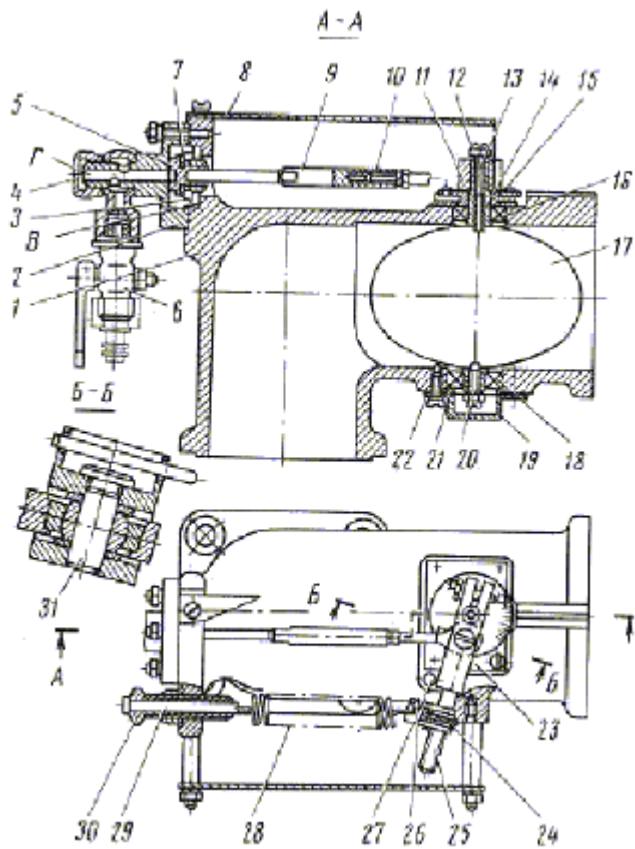


Рис. 11. Управляемая заслонка: 1, 2 – корпуса; 3 – мембрана; 4, 12 – гайки; 5, 29 – штоки; 6 – кран; 7 – накладка; 8 – кожух; 9, 10 – тяги; 11 – рычаг; 13, 20 – винты; 14 – валик; 15 –шкала; 16, 18 – подшипники; 17 – заслонка; 19, 23 – крышки; 21 – кольцо; 22 – прокладка; 24 – ролик; 25 – шпилька; 26 – серьга; 27 – штифт; 28 – пружина; 30 – втулка; 31 – ось; В – торец; Г – полость для подвода воды

При повышении частоты вращения коленчатого вала и, следовательно, увеличении давления воды, воздействующей на мембрану 3, заслонка 17 поворачивается против часовой стрелки, уменьшая проходное сечение трубы, а при уменьшении частоты вращения заслонка поворачивается по часовой стрелке и увеличивает проходное сечение. Это позволяет поддерживать необходимый диапазон разрежения в картере при работе по тепловозной характеристике и на холостом ходу.

Измерительным элементом узла является мембрана 3, к которой через отверстие в кране 6 и полость Г корпуса 2 под давлением подводится вода из водяной системы дизеля. К мембрane прикреплен шток 5, в который упирается тяга 9. В тягу 9 ввернута тяга 10, связанная шарнирным соединением с рычагом 11, закрепленным на валике 14. Пружина 28 связывает рычаг 11 с корпусом 1. Перемещение мембранны 3 передается заслонке 17, закрепленной в прорези валика 14. Начало поворота заслонки зависит от натяжения пружины 28, а натяжение изменяется поворотом втулки 30 в корпусе 1. Угол поворота заслонки зависит от плеча пружины относительно оси валика, а длина плеча изменяется вращением ролика 24 на шпильке 25.

2.10. Воздушная захлопка

Воздушная захлопка перекрывает путь наддувочному воздуху из турбокомпрессора к цилиндрам дизеля при поступлении на ее механизм импульса

давления масла в результате срабатывания предельного выключателя (см. рис. 12).

Работа захлопки происходит следующим образом. Масло из патрубка 4, куда оно постоянно поступает от фильтра масла грубой очистки, по трубе 6 подводится к дросселю 11, проходит через него и заполняет мембранный полость сервомотора 14, вытесняя воздух. Далее по трубе 16 и отверстие Г стакана 20 масло подается в полость Е предельного выключателя, откуда сливается в привод распределительного вала. Одновременно с поступлением в трубу 6 масло подается в трубу 31, проходит через редукционный клапан 30, заполняет аккумулятор 27 и попадает в канавку Д предельного выключателя, разобщенную с отверстием Г.

При превышении максимально допустимой частоты вращения коленчатого вала дизеля груз 24 под действием центробежной силы воздействует на рычаг 23 и выводит его из зацепления со стаканом 20.

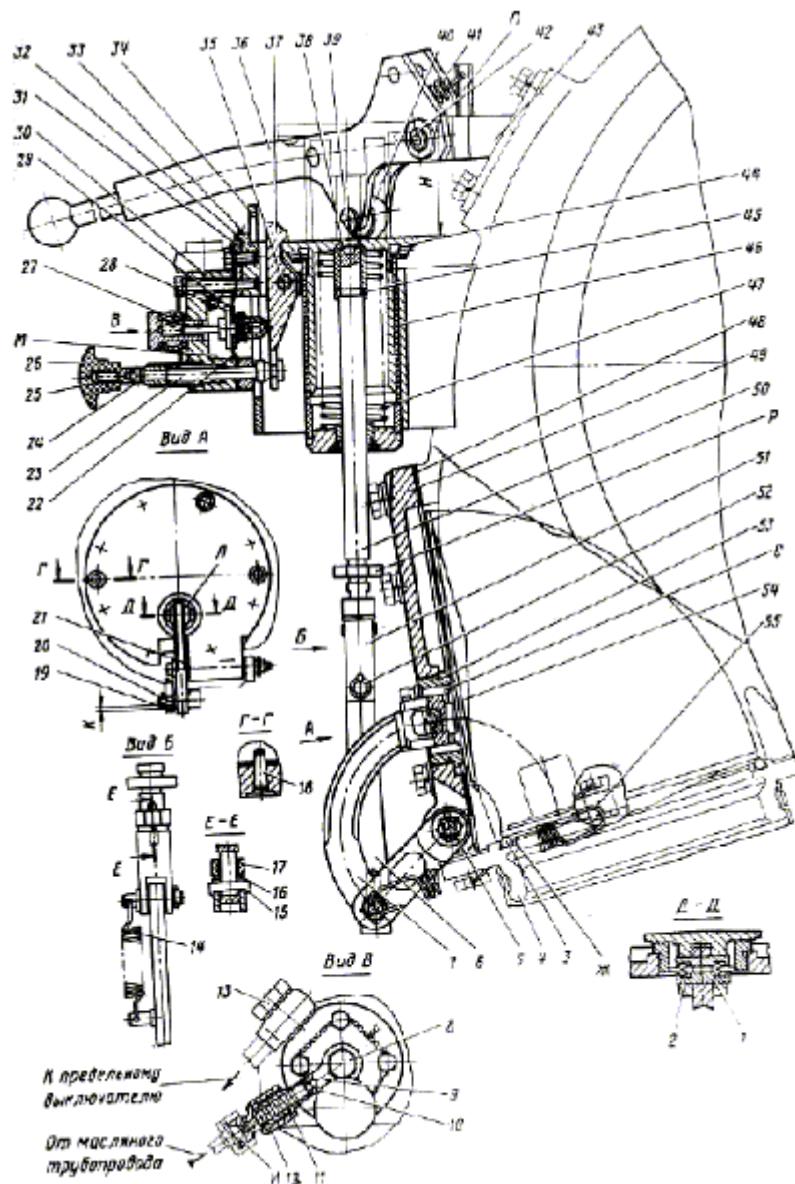


Рис. 12. Воздушная захлопка

Стакан под действием пружины 21 перемещается вверх, передвигает рейку топливных насосов на нулевую подачу топлива и соединяет канавку Д с отверстием Г, тем самым сообщая аккумулятор с полостью А сервомотора. Одновременно перекрывается слив масла из отверстия Г в полость Е. Из-за наличия сжатого воздуха в аккумуляторе происходит резкое возрастание давления в правой ветви трубопровода, что приводит к сильному воздействию масла на мембранный пакет, гайка которого нажимает на защелку, освобождая поршень 9. Под действием пружины 12 поршень резко перемещается вверх, связанный с ним шток 13 поднимается до упора в торец Б и через вилку, серьгу и серповидный рычаг воздействует на захлопку, опуская ее на проставок. Таким образом происходит перекрытие нагнетаемого турбокомпрессором воздуха из улитки к цилиндрам дизеля.

2.11. Объединенный регулятор

Регулятор – объединенный, всережимный, непрямого действия, гидромеханический.

Регулятор имеет устройства: ступенчатого 15-позиционного дистанционного управления; дистанционной остановки дизеля с пульта управления тепловоза или при срабатывании защиты; механизмы регулирования нагрузки; ограничения подачи топлива в зависимости от давления наддува и механизм защиты дизеля от падение давления масла.

Рассмотрим принцип работы основных устройств регулятора:

- **механизм регулирования нагрузки** состоит из золотниковой части и блока серводвигатель – индуктивный датчик. Регулирование сводится к поддержанию постоянными врачающего момента и частоты вращения коленчатого вала дизеля. При установившемся движении тепловоза поршень и вал серводвигателя неподвижны. Как только тепловоз начинает свое движение на подъем, ток тяговых двигателей (ТЭД) и соответственно тягового генератора (ТГ) увеличивается, а напряжение остается прежним. В результате повышается электрическая мощность ТГ, частота вращения коленчатого вала уменьшается и регулятор начинает увеличивать подачу топлива (увеличивая крутящий момент на коленчатом валу). Одновременно с этим вдвигается сердечник в катушку индуктивности, сопротивление катушки индуктивного датчика увеличивается, снижая ток возбуждения ТГ и напряжение ТГ и ТЭД. Уменьшение мощности ТГ приводит к увеличению частоты вращения коленчатого вала, что вынудит регулятор уменьшить подачу топлива. Мощность ТГ станет равной своему первоначальному значению. Снижение мощности ТГ вызовет снижение напряжения ТЭД и увеличение тока, что повысит силу тяги тепловоза и снизит скорость его движения;
- **механизм защиты дизеля от падения давления масла** обеспечивает блокировку пуска дизеля при давлении масла после маслопроназывающего насоса менее 0,03 МПа и до истечения времени

предпусковой прокачки масла (60 с); сигнализацию о падении давления масла ниже уставки, величина которой автоматически меняется в зависимости от заданной частоты вращения; снижение частоты вращения в случае падения давления масла ниже допустимого до такой частоты вращения, при которой вновь установившееся давление равно предельно допустимому; остановку дизеля в случае резкого падения давления масла ниже уставки защиты на минимальной частоте вращения коленчатого вала дизеля;

- **механизм ограничения по давлению наддува** предназначен для ограничения подачи топлива и выдвижения в сторону увеличения мощности сердечника индуктивного датчика в зависимости от давления наддувочного воздуха. Механизм вступает в работу и воздействует на регулятор частоты вращения в переходных режимах – при пуске дизеля и резких переводах рукоятки контроллера с низких позиций на высокие, а также на установившихся режимах, выполняя функцию защиты, если давление наддувочного воздуха по какой-либо причине упадет ниже допустимого предела.

Механизм ограничения состоит из гидроусилителя (ГУ), который служит для пропорционального преобразования давления наддувочного воздуха в поступательное перемещение поршня 11 (см. рис. 13) и рычажной передачи.

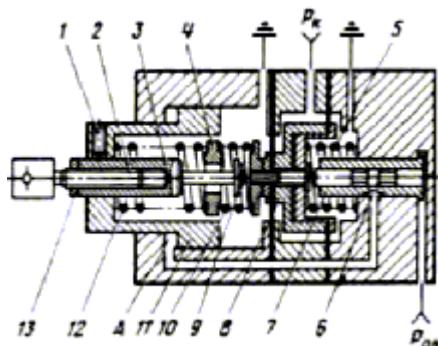


Рис. 13. Схема гидроусилителя регулятора: 1 – винт; 2 – серьга; 3 – шток; 4 – тарелка; 5 – уравновешивающая пружина; 6 – золотник; 7 – втулка; 8 – мембранный блок; 9 – прокладка; 10, 12 – пружины; 11 – поршень; 13 – гайка; А – полость

В установившемся режиме поршень 11 находится в равновесии под действием пружин обратной связи 10 и 12 и давления масла в управляющей полости А. Мембранный блок 8 и золотник 6 также находятся в среднем положении под действием пружин обратной связи 10 и 12, уравновешивающей пружины 5, давления масла $P_{ак}$ на золотник 6 и усилия от давления наддувочного воздуха P_k в мембранным блоке 8. При увеличении давления наддувочного воздуха P_k мембранный блок и золотник смещаются вправо, что вызывает снижение давления в полости А и перемещение поршня 11 со штоком 3 влево. Новый установившийся режим наступит, когда прирост силы наддувочного воздуха будет полностью компенсирован уменьшением силы от пружины обратной связи. При уменьшении давления

наддувочного воздуха элементы гидроусилителя перемещаются а противоположном направлении и при $P_k = 0$ поршень 11 занимает крайнее правое положение. Рычажная передача предназначена для воздействия по сигналу от гидроусилителя на золотник регулятора частоты вращения с целью изменения величины подаваемого топлива в цилиндры дизеля. Ограничение подачи топлива в зависимости от давления наддува позволяет снизить дымность дизеля при работе его на переходных режимах, уменьшить эксплуатационный расход топлива, повысить срок службы масла.

3. ОБЪЕМЫ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ДИЗЕЛЯ

3.1. Техническое обслуживание ТО-2

При работающем дизеле необходимо осмотреть и проверить:

- ритмичность работы механизмов и агрегатов на слух, отсутствие посторонних шумов;
- отсутствие интенсивной течи (более 1 капли в минуту) по сальнику водяного насоса;
- плотность трубопроводов;
- правильность показаний измерительных приборов;
- работу регулятора частоты вращения дизеля, вращение колеса воздухоочистителя дизеля, открытие жалюзи воздухоочистителя дизеля.

При остановленном дизеле необходимо выполнить следующие работы:

- удалить масло, стекающее из ресивера в маслозаборную полость во время работы дизеля, и очистить отверстие штуцера для выпуска воздуха;
- проверить уровень масла в раме;
- проверить уровень охлаждающей жидкости в расширительном баке;
- проверить подачу сжатого воздуха к механизму отключения топливных насосов высокого давления (ТНВД). С этой целью нажать кнопку на электропневматический вентиль. Выход штоков указывает на поступление воздуха к механизму отключения;
- опрессовать топливную систему, включив топливоподкачивающий насос;
- проверить уровень жидкости в манометре, который должен быть на нулевой отметке шкалы. При необходимости долить воды;
- проверить уровень масла в регуляторе частоты вращения коленчатого вала дизеля (РЧО). Уровень должен быть между метками указателя. При необходимости добавить масло.

3.2. Техническое обслуживание ТО-3

Выполнить работы предусмотренные на ТО-2.

При остановленном дизеле необходимо выполнить следующие работы:

- при замене масла очистить поддон рамы и фильтрующие сетки маслозаборника с наружной стороны без их снятия;
- прокачать дизель маслом и проверить его поступление к коренным подшипникам, шатунным подшипникам, к втулкам верхних головок шатунов и пальцу поршня, а также на охлаждение поршня (по сливу масла из четырех каналов, слив должен быть равномерным и непрерывным), к рычагам привода клапанов и гидротолкателям;
- через люки блока цилиндров осмотреть состояние шплинтовки шпилек поршней, состояние рабочих поверхностей втулок цилиндров и поршней, а также торцов пальцев прицепных шатунов на отсутствие трещин. При осмотре рабочей поверхности втулок поршень должен находиться в ВМТ. Скопление рисок с вырывом металла по их краям, натирь и задиры не допускаются;
- после ввода дизеля в эксплуатацию, а также после каждого ТР-2, на первом ТО-3 произвести дополнительную затяжку шпилек крепления втулок цилиндров к крышкам цилиндров;
- осмотреть клапанный механизм, пружины с изломами витков необходимо заменить. Разрешается это делать без выемки комплекта. При ослаблении крепления осей рычагов – гайки затянуть;
- осмотреть привод распределительного вала: на каждом втором ТО-3 вывернуть и прочистить отверстия штуцера масла к подшипникам шестерен, а также форсунок;
- разобрать, промыть и собрать центробежный фильтр масла;
- промыть фильтр грубой очистки масла;
- отобрать пробу масла и произвести его анализ;
- на каждом пятом ТО-3 проверить регулировку датчиков – реле давления масла;
- заменить фильтрующие элементы фильтра тонкой очистки масла
- на каждом втором ТО-3 проверить крепление и при необходимости закрепить трубу подвода масла к турбокомпрессору;
- произвести пробу охлаждающей воды и при необходимости довести до нормы концентрацию присадок;
- на каждом пятом ТО-3 заменить бумажные фильтры топлива тонкой очистки. При первой замене элементов установить сальники типа Э06.161.309.0;
- зашприцевать смазку в соединения рычажной передачи механизма управления ТНВД и смазать сухари рычагов, пружины и валики;
- проверить крепление ТНВД на первом ТО-3 после ввода в эксплуатацию и после ТР-2 и ТР-3;
- на первом ТО-3 после ввода дизеля в эксплуатацию и после каждого ТР-2 и ТР-3 проверить наличие разности выдвижения реек ТНВД у отключаемых и работающих насосов на минимальной частоте вращения без нагрузки. У отключаемых ТНВД выход рейки должен быть 72 мм;

- на каждом пятом ТО-3 снять форсунки и проверить качество распыливания топлива;
- на первом ТО-3 произвести дозатяжку наружных соединений моментом 5 кГс. м +1 кГс.м для болтов М12 и 12 кГс.м +1кГс.м для болтов М16;
- на первом ТО-3 после ввода в эксплуатацию и после каждого ТР-2 и ТР-3 произвести дозатяжку болтов крепления коллекторов к крышкам цилиндров, в соединениях звеньев коллекторов, в соединениях газового трубопровода;
- проверить состояние системы автоматического регулирования РЧО;

3.3. Текущий ремонт ТР-1

Выполнить работы, предусмотренные на ТО-3.

При остановленном дизеле необходимо выполнить следующие работы:

- через трубку слива масла от привода распределительного вала продуть воздухом давлением 0,3–0,5 МПа каналы слива масла из ресивера;
- опрессовать дизель охлаждающей жидкостью давлением 0,3 МПа в течении 5 мин и проверить отсутствие течи между втулкой и блоком, и между втулкой и крышкой;
- проверить величину зазоров на масло в гидротолкателях;
- проверить на работающем дизеле срабатывание предельного выключателя, а также срабатывание воздушной захлопки от предельного выключателя и от воздействия на кнопку;
- произвести частичную разборку турбокомпрессора со снятием входного патрубка и очистить проточную часть компрессора от отложений (эта работа выполняется если давление наддува на полной мощности менее 0,15 МПа);
- проверить регулировку датчиков – реле давления масла;
- при замене масла заменить фильтры тонкой очистки масла;
- проверить крепление и при необходимости закрепить трубу подвода масла к турбокомпрессору;
- заменить бумажные элементы фильтра тонкой очистки топлива;
- слить отстой из фильтров грубой и тонкой очистки масла;
- произвести разборку, промывку, осмотр и сборку фильтра грубой очистки топлива;
- снять форсунки и проверить качество распыливания, при необходимости разобрать и отремонтировать;
- опрессовать топливную систему;
- при наличии давления в картере необходимо выполнить следующее:
- проверить плотность фланцевых соединений трубопроводов системы вентиляции картера и устранить неисправности. Если указанная операция не дала эффекта, необходимо отрегулировать разрежение (при полностью открытом шибе маслоотделителя) управляемой заслонкой;
- вывернуть контактную колодку из водяного манометра и проверить исправность проволочных электродов. Промыть канал и угольник ,

- заливать в канал новый водный раствор. Установить контактную колодку и проверить работу манометра;
- слить масло из регулятора частоты оборотов, произвести его промывку залить свежее масло;

4. Технология проверки и настройки оборудования дизеля при проведении ТО и ТР-1

4.1. Проверка технического состояния системы автоматического регулирования РЧО

Примечание. Перед проверкой необходимо убедиться, что к РЧО подсоединен привод управления ТНВД.

При работе дизеля на холостом ходу выполнить следующее:

- проверить по штатному тахометру нестабильность частоты вращения, которая должна быть не более 10 об/мин на любой позиции контроллера;
- проверить по тахометру настойку частоты вращения по позициям контроллера, которая должна соответствовать значениям указанным в табл. 13.1.

Таблица 4.1

Частота вращения коленчатого вала дизеля по позициям

Номер позиции	Частота вращения, об/мин	Включение электромагнитов			
		MP1	MP2	MP3	MP4
0 и 1	350	—	—	—	—
2	386	+	—	—	+
3	421	+	—	—	—
4	457	—	+	—	+
5	493	—	+	—	—
6	528	+	+	—	+
7	564	+	+	—	—
8	600	—	—	+	+
9	636	—	—	+	—
10	671	+	—	+	+

11	707	+	-	+	-
12	743	-	+	+	+
13	778	-	+	+	-
14	814	+	+	+	+
15	850	+	+	+	-

Если частота вращения не входит в указанные пределы необходимо произвести регулировку;

- проверить настройку характеристики ограничения подачи топлива при нулевом давлении наддува для чего: на второй позиции контроллера путем поджатия упругой тяги механизма управления ТНВД, добейтесь уменьшения частоты вращения на 20–100 об/мин, стрелка при этом должна находиться против 5,5–6,5 деления по шкале нагрузки. При необходимости произвести подрегулировку гайкой на шпильке.

4.2. Проверка зазоров на масло в гидротолкателях

Зазоры в гидротолкаталях необходимы для компенсации теплового удлинения клапанно-рычажного механизма крышки цилиндра и штанг. Проверка зазоров производится с помощью приспособления Д49.181.107спч-1 следующим образом:

- вращением коленчатого вала установить поршень проверяемого цилиндра в ВМТ при такте сжатия (ролик рычагов распределительного механизма должен находиться на цилиндрической части кулачка);
- с помощью приспособления 4Д49.181.9спч снять штанги и вынуть из рычагов гидротолкатели. Проверить маркировку штанг и гидротолкателей;
- приспособлением Д49.181.60спч удалить масло из гидротолкателей и установить их согласно маркировке в рычаги;
- удалить масло из полости штанги сжатым воздухом;
- с помощью приспособления 4Д49.181.9спч установить соответствующую штангу в распор в опорные втулки рычага цилиндровой крышки и вертикального рычага лотка;
- установить на рычаг приспособление Д49.181.107спч-1 для проверки зазоров на масло в гидротолкаталях и одновременности открытия клапанов так, чтобы штоки приспособления стояли на тарелках клапанов в плоскости, проходящей через оси клапанов или несколько ближе к лотку. Индикаторы установить с натягом 1,5–2 мм и совместить цифры ноль шкал индикаторов со стрелками;
- нажимая приспособлением 4Д49.181.9спч на рычаг, определить величину зазоров на масло и одновременность открытия клапанов (стрелки индикаторов при уменьшении зазора перемещаются на плюс,

- при начале открытия клапанов – или неподвижны или незначительно перемещаются на минус). Величины зазоров определяют по окончании движения стрелок индикаторов на плюс;
- при этом допускается неодновременность открытия клапанов не более 0,2 мм и зазоры на масло в пределах 0,4–0,6 мм для впускных клапанов и 0,6–0,8 мм для выпускных клапанов. Допускается для достижения одновременности открытия клапанов а пределах допуска подбирать или шлифовать колпачки клапанов;
 - после регулировки необходимо законтрить штанги и застопорить контргайки, после чего вновь проверить зазоры на масло;
 - если зазоры на масло в гидротолкателях будут больше или меньше допустимых пределов, регулировку зазоров производить путем увеличения или уменьшения длины штанг.

4.3. Проверка и регулировка датчиков – реле давления масла

Датчики – реле ДЕМ 105 должны срабатывать при следующих давлениях:

- датчик сброса нагрузки – при понижении давления масла да 0,3 МПа на 12–15 позициях контроллера;
- датчик остановки дизеля – при понижении давления масла ниже 0,07 МПа;
- датчик окончания пуска дизеля – 0,05 МПа + 0,005 МПа при повышении давления воды.

5. Технические требования и порядок замены масла дизеля

5.1. Технические требования на масло

Для заправки масляной системы дизеля необходимо применять моторные масла марок М-14 Г₂ и М-14Г₂ ЦС ГОСТ 12337-84. Допускается применять моторное масло марки М-14В₂ ГОСТ 12337-84.

Для регулятора частоты вращения следует применять масло марки МС-20 ГОСТ 21743-76 или К-19 ГОСТ 1861-73.

Свежее масло должно иметь показатели, приведенные в табл. 5.1.

Качество применяемого масла должно быть подтверждено сертификатом поставщика на соответствие требованиям ГОСТа и лабораторным анализом каждой партии применяемого масла на вязкость, температуру вспышки, щелочность, зольность, массовую долю механических примесей и воды.

Использование других сортов масел без согласования с предприятием – изготовителем дизеля не разрешается.

Таблица 5.1

Физико-химические показатели масел

Физико-химические показатели	Марки масел		
	М-14Г ₂	М-14В ₂	М-14Г ₂ ЦС
Вязкость кинематическая при 100 °С (сСт)	13,5–14,5	13,5–14,5	13,5–15,0
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, ° С, не ниже	220	210	215
Зольность сульфатная, %, не более	1,3	1,2	1,5
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,01	0,02	0,01
Массовая доля воды, %, не более	следы	следы	следы
Щелочное число, мг КОН/на 1 г масла, не менее	7,0	4,8	9,0

В эксплуатации необходимо установить контроль за состоянием масла периодической проверкой его пробы в лаборатории через 10–15 мин работы дизеля после его заправки (в том числе и после замены масла) – нулевая проба и при каждом ТО-3. В случае подозрения на разжижение топливом или обводнение немедленно произвести пробу масла.

Перед взятием пробы слить 0,5 л масла, а затем отобрать 0,5 л масла в чистую сухую посуду, которую следует плотно закрыть. На остановленном дизеле пробу отбирать из отверстия масломерного щупа при помощи металлической трубы.

Ввод дизеля в эксплуатацию разрешается только после выявления и устранения причин понижения вязкости масла и после его замены.

Для дальнейшей работы нельзя допускать масло, если хотя бы один из нижеперечисленных показателей достигнет следующих браковочных показателей (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Браковочные значения показателей масла

Физико-химические показатели масла	Величины
Вязкость кинематическая при 100 °С, сСт менее	11,5

более	16,5
Температура вспышки, $^{\circ}\text{C}$, ниже	175
Водородный показатель рН, усл ед., менее	5
Массовая доля воды, %, более	0,05
Диспергирующая способность при 200°C , усл. ед., менее	0,3

Примечание: Если при анализе будет установлено понижение вязкости масла ниже 9,5 сСт или наличие воды в масле в количестве более 0,35 % с целью исключения возможности повреждения коленчатого вала, необходимо прекратить эксплуатацию дизеля, разобрать и осмотреть вкладыши шатунных подшипников. При наличии замечаний на шатунных вкладышах следует разобрать и осмотреть вкладыши коренных подшипников.

Сроки службы моторных масел до замены:

- для масел марки М-14 Г₂ ЦС и М-14Г₂ 50 тыс. км;
- для масла марки М-14 В₂ 30 тыс. км.

Если физико-химические показатели масел достигнут браковочных значений до установленного срока, масло заменить. Если физико-химические показатели масел после установленного выше срока не достигли браковочных значений, то допускается дальнейшее их использование, до достижения браковочных параметров, но не более, чем до 100 тыс. км – для масел М-14 Г₂ЦС, М-14 Г₂ и 50 тыс. км для масла М-14 В₂ (с обязательной заменой на ТР-2).

Срок службы масел МС-20 и К-19 в РЧО – 50 тыс. км.

5.2. Порядок замены масла в РЧО

После остановки дизеля слить масло из РЧО через сливное отверстие и из пускового сервомотора. Залить масло с малой вязкостью, например, АУ или дизельное топливо. Запустить дизель и проработать 3–5 мин на минимальной частоте вращения холостого хода. Остановить дизель, слить масло или дизельное топливо и залить свежее масло, применяемое для РЧО. Вновь запустить дизель и проработать 3–5 мин, остановить, слить масло из регулятора и произвести окончательную заправку регулятора маслом.

5.3. Порядок замены масла в дизеле

При замене моторного масла слить его из масляной рамы, масляных фильтров, охладителя масла, трубопроводов, сразу же после его остановки. **Отработавшее масло вновь для смазки дизеля не пригодно.**

Для полного удаления масла необходимо дать горячему маслу стечь в течение 25–30 мин. Очистить и промыть фильтры грубой очистки масла, роторы центробежного фильтра, очистить корпус и заменить элементы фильтра тонкой очистки масла.

Промыть масляную систему промывочной жидкостью МПТ–2М согласно инструкции. Допускается промывка масляной системы моторным маслом, применяемым для смазки дизеля. Для чего залить в дизель свежее масло, запустить его и дать проработать в течение 2-х часов, после чего слить масло и залить свежее.

Свежее масло, предварительно профильтрованное, залить в раму через систему тепловоза или через горловину рамы. Уровень масла в раме по щупу должен быть на 20 мм ниже верхней метки на щупе при работающем маслопрокаивающем насосе. Количество масла в системе при этом должно быть 1200 кг.

После ремонта ТР-2 или ТР-3 необходимо залить в раму топливо и промыть им масляную систему, прокачивая топливо маслопрокаивающим насосом в течение 1–1,5 ч. При этом необходимо отсоединить трубу, подводящую масло к дизелю, и направить топливо по технологическому рукаву в раму, минуя дизель. После этого дать ему стечь и удалить его остатки из рамы, охладителя, фильтров и трубопровода. Раму протереть насухо, залить масло или промывочную жидкость и проработать на холостом ходу в течение 1–1,5 ч. После этого слить масло или промывочную жидкость и очистить сетки маслозаборника и фильтры грубой очистки масла. Заправить дизель свежим маслом.

6. Требования по эксплуатации дизеля

6.1. Режимы работы дизеля

При работе дизеля необходимо выдерживать следующие режимы работы его систем:

- давление масла поступающего в дизель при 850 об/мин и температуре 80 °C должно быть не менее 0,45 МПа, а при 350 об/мин и температуре 80 °C не менее 0,13 МПа;
- перепад давления до и после фильтра грубой очистки масла должно быть не более 0,15 МПа;
- перепад давления до и после фильтра тонкой очистки масла должно быть не более 0,16 МПа. **При резком изменении перепада давления масла, немедленно остановить дизель, осмотреть масляные фильтры и картер дизеля для обнаружения причин увеличения перепада. При необходимости следует промыть фильтрующие элементы фильтра грубой очистки масла и заменить фильтрующие элементы тонкой очистки масла;**

- температура масла на выходе из дизеля должна быть в пределах 60–80 °С. Максимальная температура не должна превышать 87 °С ± 1,5;
- температура воды на выходе из дизеля должна быть в пределах 65–80 °С. Максимальная температура не должна превышать 95 °С;
- при полной мощности дизеля давление топлива перед ТНВД должно быть в пределах 0,15 МПа;
- перепад давления до и после фильтра тонкой очистки топлива должно быть не более 0,15 МПа. При перепаде больше нормы произвести замену фильтрующих элементов;
- величина разрежения в картере дизеля при его полной мощности должна быть в пределах 10–40 мм вод. ст., не ниже нуля при минимальной частоте вращения и 0–40 мм вод. ст. – на остальных режимах;
- разность температур по отдельным цилиндрам должно быть не более 100 °С, а разность давления сгорания не должна превышать 1,0 МПа. При работе дизеля в условиях, отличающихся от нормальных, изменение мощности, давления сгорания и температуры выпускных газов должны соответствовать требованиям инструкции;
- **необходимо следить за уровнем масла в раме дизеля. Если уровень масла не понижается, следует немедленно произвести анализ масла на вязкость, температуру вспышки и содержание воды;**
- не допускать течи жидкости и выпускных газов. Допускается мелкое (до 3 мм) пузырение в стыках между крышкой и фланцем выпускного коллектора, между крышкой цилиндра и торцем поверхности блока;
- необходимо не реже одного раза за поездку при работающем дизеле открыть вентиль и слить масло из емкости рамы, соединенной с ресивером;
- необходимо следить за плотностью прилегания захлопки к соплу. Допускается незначительный пропуск воздуха через отверстие, не снижающий давления наддувочного воздуха для данного режима работы дизеля.

6.2. Порядок остановки дизеля

6.2.1. Остановка дизеля при нормальных условиях

До остановки дизель, работавший под нагрузкой, должен проработать 7–10 мин на холостом ходу и минимальной частоте вращения коленчатого вала, после чего его необходимо остановить с пульта управления машиниста. Допускается остановка дизеля кнопкой аварийной остановки из кабины машиниста.

Остановка дизеля кнопкой на механизме воздушной захлопки при нормальных условиях категорически запрещается.

После остановки дизеля следует убедиться в том, что масляный насос в течение 90 с прокачивал масло, с последующей его автоматической остановкой.

6.2.2. Остановка дизеля в аварийных условиях

После аварийной остановки необходимо прокачать дизель маслом в течение не менее 5 минут, а затем провернуть коленчатый вал дизеля вручную на 2–3 оборота валоповоротным механизмом, обратив внимание на плавность вращения коленчатого вала.

6.2.3. Остановка дизеля в холодное время или на продолжительный срок

При остановке дизеля в холодное время, если температура окружающего воздуха ниже 8 °C, необходимо следить за тем, чтобы температура воды и масла не снизилась ниже 8 °C.

Если нет необходимости держать дизель в готовности к пуску, необходимо слить воду из системы охлаждения через тепловозный трубопровод, открыв краны и вентили, указанные в инструкции по эксплуатации тепловоза. После этого слить воду из отстойных зон системы дизеля, для чего вывернуть пробки на глухих фланцах полости охлаждения заднего корпуса привода насосов и продуть систему охлаждения сжатым воздухом. Необходимо оставить открытыми отверстия в водяном насосе и в приводе насосов до полного удаления воды из системы.

6.2.4. Эксплуатация дизеля в холодное время года

В холодное время года необходимо следить за тем, чтобы температура масла перед пуском дизеля была не ниже 8 °C.

Перед пуском холодного дизеля дополнительно перед нажатием кнопки ПУСК ДИЗЕЛЯ необходимо прокачать дизель маслом в течение 90 с. Если температура масла ниже 8 °C маслопрокаивающий насос включать запрещается.

При сильном снегопаде, дожде, повышенной запыленности и **при температуре наружного воздуха ниже – 35 °C**, забор воздуха турбокомпрессором необходимо производить из кузова тепловоза. **В остальных случаях забор воздух производить только из атмосферы.**

7. Перечень приспособлений, необходимых для проведения ТО и ТР-1

Номер приспособления	Предназначение приспособления
Д49.181.107.спч – 1	Приспособление для установки зазоров “на масло” в гидротолкателях и проверки одновременности открытия клапанов

Д49.181.74.спч	Приспособление для проверки фаз газораспределения
Д49.181.73.спч	Приспособление для замера угла опережения подачи топлива
Д49.181.58.спч	Приспособление для очистки фильтрующего элемента ФГОМ
Д49.181.152.спч	Приспособление для промывки фильтрующих элементов ФГОМ
Д49.181.60.спч	Приспособление для выдавливания масла из гидротолкателей
Д49.181.166.спч	Приспособление для проверки биения клапанов
Д49.181.15.спч	Приспособление для разборки и сборки клапанов
Д49.181.8.спч	Приспособление для притирки клапанов
Д49.181.106.спч	Приспособление для выемки ротора центробежного фильтра
Д49.181.119.спч	Приспособление для установки соплового наконечника форсунки
Д49.181.10.спч	Приспособление для выемки втулки цилиндра
Д49.181.14.спч	Приспособление для подъема комплекта (крышка+ гильза+ шпг)
Д49.181.11.спч	Приспособление для удержания поршня с шатуном при выемки комплекта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дизель 1А–9ДГ. Инструкция по эксплуатации. – Коломна, 1995. – 457 с.
2. Симсон, А.Э. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания / А.Э. Симсон, А.З. Хомич, А.А. Куриц и др. – М.: Транспорт, 1987. – 536 с.
3. Насыров, Р.А. Дизели Д49: Пути снижения повреждаемости деталей / Р.А. Насыров, А.В. Чичин // Журнал “Локомотивы”. – М.: Транспорт, 2000. – 26–31 с. – № 10.