

ОРЕНБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ОРЕНБУРГСКИЙ ТЕХНИКУМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
(ОТЖТ – структурное подразделение ОрИПС – филиала СамГУПС)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И
ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ
ПМ.01. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
(тепловозы и дизель-поезда)**

*МДК 01.01 Тема 1.5 Энергетические установки тепловозов и дизель-поездов
для специальности*

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

*Базовая подготовка
среднего профессионального образования*

Оренбург
2019

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.01. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (тепловозы и дизель-поезда) разработан на основе рабочей программы профессиональному модулю ПМ.01. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (тепловозы и дизель-поезда) по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог и Положения об организации и проведении лабораторных и практических-семинарских занятий (Приказ №388 от 22.04.2014).

Составитель:

ОТЖТ - СП ОриПС – филиала СамГУПС
(место работы)

преподаватель
(занимаемая должность)

Л.А. Дробот
(инициалы, фамилия)

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной (цикловой) комиссии
специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог
Протокол № 1 от «31» августа 2019г.

Председатель ПЦК _____ / Л.А.Дробот/

Содержание

Пояснительная записка	4
Тема 1.5. Энергетические установки тепловозов и дизель-поездов.	5
Практическое занятие № 1 - Конструкция цилиндровой втулки дизеля 2 часа	5
Практическое занятие № 2 - Конструкция элементов топливной системы 2 часа	8
Практическое занятие № 3 - Конструкция элементов масляной системы 2 часа	10
Практическое занятие № 4 - Конструкция элементов водяной системы 2 часа	12
Практическое занятие № 5 - Конструкция и принцип действия водомасляного теплообменника 2 часа	14
Лабораторная работа № 1 - Исследование конструкции блока цилиндров 2 часа	16
Лабораторная работа № 2 - Исследование конструкции клапанной коробки блока цилиндров 2 часа	20
Лабораторная работа № 3 - Исследование конструкции шатунно-поршневой группы 2 часа	23
Лабораторная работа № 4 - Исследование конструкции топливных насосов высокого давления (ТНВД). 2 часа	26
Лабораторная работа № 5 - Исследование конструкции топливной форсунки 2 часа	28
Лабораторная работа № 6 - Исследование конструкции турбокомпрессора 2 часа	30
Список использованных источников	33

Пояснительная записка

Методическое пособие по проведению практических и лабораторных работ по профессиональному модулю ПМ.01. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (тепловозы и дизель-поезда) имеет цель закрепить и углубить знания обучающихся, способствующие успешной технологической практике, связанной с эксплуатацией, техническим обслуживанием тягового подвижного состава. Работы выполняются после изучения соответствующей темы и проверки теоретической подготовки обучающихся. Методическое пособие составлено в соответствии с программой по профессиональному модулю ПМ.01. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (тепловозы и дизель-поезда).

Практические занятия проводятся в учебном кабинете или на полигоне, имеющем необходимые тренажёры и оборудование. Часть работ по изучению правил эксплуатации локомотивов рекомендуется проводить на территории производственного предприятия. Особое внимание необходимо уделять состоянию узлов локомотива, которые непосредственно влияют на безопасность движения подвижного состава.

Оценка знаний производится после устного отчета обучающихся по результатам выполненной работы и вопросам, предложенным в инструкционных картах.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе выполнения практических и лабораторных работ должен **иметь практический опыт:**

- эксплуатации, технического обслуживания узлов, агрегатов, систем подвижного состава железных дорог с обеспечением безопасности движения поездов;

уметь:

- определять конструктивные особенности узлов и деталей подвижного состава;
- обнаруживать неисправности, регулировать и испытывать оборудование подвижного состава;
- определять соответствие технического состояния оборудования подвижного состава требованиям нормативных документов;
- выполнять основные виды работ по эксплуатации, техническому обслуживанию и подвижного состава;
- управлять системами подвижного состава в соответствии с установленными требованиями;

знать:

- конструкцию, принцип действия и технические характеристики оборудования подвижного состава;
- нормативные документы по обеспечению безопасности движения поездов;
- систему технического обслуживания и эксплуатации подвижного состава.

Общие указания по охране труда при проведении практических и лабораторных работ

Инструктаж проводится преподавателем, с личной росписью обучающихся в журнале по технике безопасности.

К проведению лабораторных и практических занятий обучающиеся без преподавателя не допускаются.

При предварительной подготовке к работе обучающийся должен:

- ознакомиться с целью и содержанием занятия, изучить по рекомендуемой литературе теоретические сведения, связанные с данной работой;
- выполнить подготовительную работу по оформлению отчета (номер практического занятия, тема, цель, порядок проведения, эскиз изучаемого узла)

Содержание отчета

Отчеты оформляются на отдельных листах бумаги форматом А4 с общим титульным листом, содержащим название учебного заведения, название дисциплины, фамилию и инициалы студента, номер группы, фамилию и инициалы преподавателя.

Тема: 1.5. Энергетические установки тепловозов и дизель-поездов

Практическое занятие № 1 (2ч.)

Тема: Конструкция цилиндровой втулки дизеля

Цель: знать назначение, конфигурацию и конструкцию цилиндровой втулки дизеля.

Оборудование: макет цилиндровой втулки, плакаты.

Теоретические сведения:

Втулки цилиндров служат в качестве направляющих для перемещения поршней. Они образуют рабочий объем цилиндров, в котором происходит преобразование химической энергии топлива в механическую энергию для вращения коленчатого вала дизеля.

Втулка цилиндра (рисунок 1, 2) представляет собой деталь цилиндрической формы. Внутренний диаметр цилиндра дизелей 10Д100 равен 207 мм, Д49—260 мм. Внутренняя поверхность цилиндровой втулки подвергается воздействию высоких температур и давлений газов. Необходимо, чтобы трение поршня о стенки втулки было наименьшим, а кольца поршня всегда прилегали к втулке, обеспечивая хорошую плотность. При этих условиях можно избежать интенсивного износа втулки, поршня и колец. Втулки цилиндров большей частью (дизеля Д100, 11Д45, Д49, Д50, Д70) отливают из чугуна, легированного, хромом, никелем и молибденом. На некоторых дизелях (1Д12 и М756) втулки изготавливаются из стальных труб.

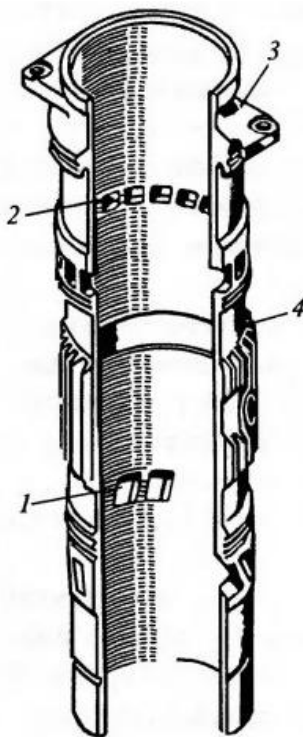


Рисунок 1 - Втулка цилиндра дизеля 10Д100: 1 - нижние окна для выпуска отработавших газов; 2 - верхние продувочные окна для впуска воздуха в цилиндр; 3 - фланец для крепления втулки к блоку; 4 - продольные ребра.

Однако со временем поршень и его кольца при работе дизеля изнашивают поверхность втулки, снимая с нее тонкий слой металла, изнашиваясь в свою очередь и сами. Если бы втулка цилиндра была изготовлена за одно целое с блоком, то при износе ее стенок пришлось бы заменять весь блок, что было бы невыгодно. Поэтому в современных дизелях применяют цилиндровые втулки, которые вставляют в гнезда блока.

Качество внутренней поверхности цилиндровых втулок, в большой степени влияющее на плотность цилиндра, оценивается правильностью геометрической формы втулок и требуемой

шероховатостью (чистотой) их поверхности. Какое значение имеют эти требования, можно представить себе, если иметь в виду, что даже тонкое шлифование, оставляющее шероховатость, измеряемую высотой, неровностей 0,12—0,2 мкм, не обеспечивает нужной чистоты поверхностного слоя. Для доводки поверхности цилиндрических втулок в качестве основного метода применяется так называемое хонингование (Слово «хонингование» происходит от английского hone — буквально точить, доводить.), дающее высоту гребней от 0,05 до 0,1 мкм, т. е. значительно меньшую, чем при шлифовании. После хонингования обработанная поверхность кажется (если посмотреть на нее невооруженным глазом) зеркально-гладкой: ее даже называют зеркалом цилиндра. Чтобы лучше удерживать смазку на внутренней (рабочей) поверхности чугунных втулок, часто производят так называемое фосфатирование этих поверхностей (нанесение тонкого слоя фосфатов).

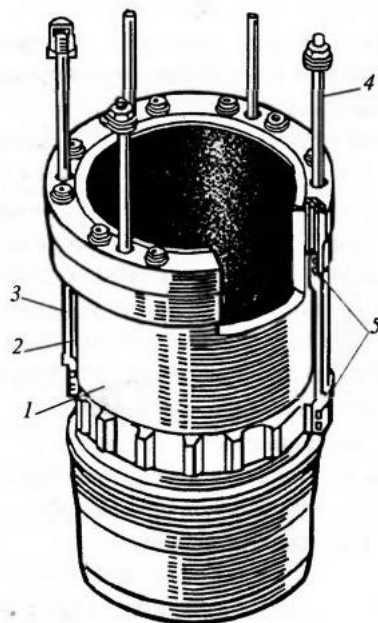


Рисунок 2 - Втулка цилиндра дизеля Д49: 1 - втулка цилиндра; 2 - полость для воды; 3 - рубашка втулки; 4 - шесть шпилек крепления втулки к крышке цилиндра; 5- уплотнительное кольцо.

Конструкция втулки в большей степени зависит от типа дизеля (двухтактный или четырехтактный), т. е. от особенностей рабочего процесса двигателя и его теплового режима. Посмотрим как нагружаются различные места втулки. У дизелей 10Д100 и 2Д100 наибольшим тепловым и механическим нагрузкам подвергается средняя часть, так как здесь находится камера сгорания.

Другую картину мы имеем у дизелей, скажем, типа Д49, у которых наибольшему нагреванию и наибольшему усилиям подвергается верхняя часть втулки, так как здесь температура и давление газов бывают наиболее высокими. Нижняя часть втулки оказывается в лучших условиях, так как воспринимает меньшие давления и тепловую нагрузку.

Втулка должна быть не только прочной, но и жесткой. От нее необходимо интенсивно отводить тепло, образующееся при сгорании топлива, иначе нормальная работа дизеля невозможна. Охлаждение средней части наружной поверхности втулки тепловозных дизелей осуществляется водой. При охлаждении водой температура стенок втулок со стороны поршня не должна превышать 150—180°C.

При разных режимах работы дизеля температура стенок втулки изменяется в широких пределах. Поэтому втулку в блоке дизеля устанавливают так, чтобы она имела возможность свободно удлиняться. Для этого верхний конец втулки дизеля типа Д100 с помощью шпилек жестко прикреплен к блоку, а нижний конец оставлен свободным, что позволяет ей при нагреве удлиняться вниз.

На рисунке 2 показана втулка цилиндра дизеля Д49, конструкция которой получила название

подвесной. Втулка соединена с крышкой цилиндра. На втулку напрессована рубашка, вместе с которой втулка вставляется в блок дизеля. Стыки между рубашкой и втулкой уплотняют кольцами. Втулка цилиндра, таким образом, непосредственно к блоку не крепится, а находится в нем как бы в подвешенном состоянии.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством цилиндровых втулок двигателя в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции цилиндровых втулок дизеля провести в следующей последовательности (см. рисунок 1 и 2):

- изучить цилиндрические втулки их части и охлаждение;
- выпускные и впускные окна;
- люки и крышки;
- места крепления крышек цилиндров.

Содержание отчёта

1. Написать назначение цилиндрических втулок.
2. Зарисовать эскизы цилиндрических втулок.
3. Описать процесс хонингования и для каких целей его производят.
4. Описать принцип охлаждения цилиндрических втулок.
5. Описать крепления цилиндрических втулок к блоку.
6. Написать для каких целей производят фосфатирование внутренней поверхности цилиндрических втулок.
7. Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Рассказать о назначении и конструкции цилиндрических втулок.
2. Рассказать о необходимости охлаждения втулок и как это происходит.
3. Рассказать, что называется зеркалом цилиндра.

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Практическая работа № 2 (2ч.)

Тема: Конструкция элементов топливной системы.

Цель: знать назначение, элементы и принцип действия топливной системы дизеля.

Оборудование: макет топливной системы дизеля, плакаты.

Теоретические сведения:

Каждый цилиндр дизеля имеет свою, независимую от других, топливную аппаратуру, состоящую из форсунки, топливного насоса и топливопровода высокого давления.

Топливная система предназначена для подачи топлива в дизель на различных режимах работы (рисунок 3).

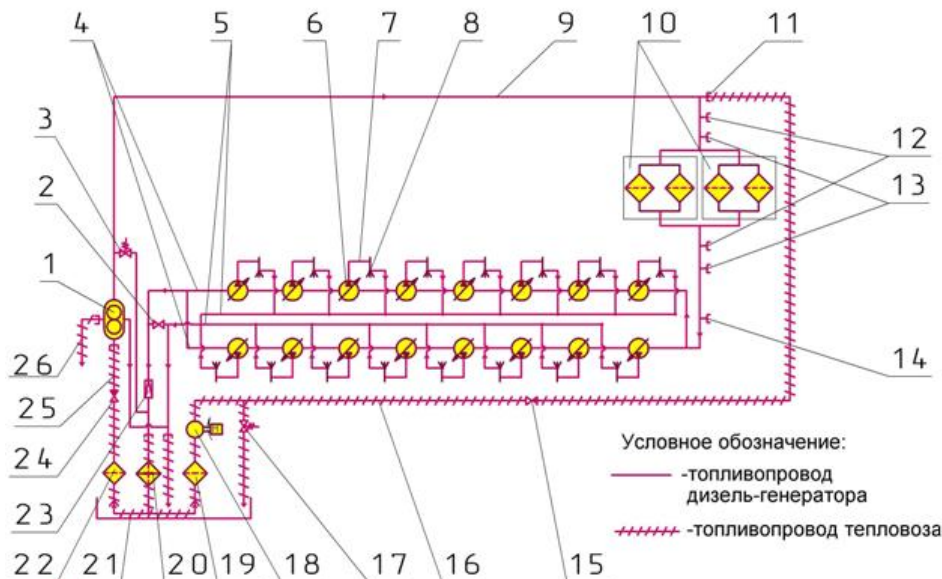


Рисунок 3 - Схема топливной системы: 1 - топливopодкачивающий насос; 2 - вентиль стравливания воздуха; 3, 17 - клапаны предохранительные; 4 - топливопроводы отвода избыточного топлива с насосов; 5 - топливопроводы отвода протечек с форсунок; 6 - насос топливный; 7 - топливопровод высокого давления; 8 - форсунка; 9 - топливопровод подвода к топливным насосам; 10 - фильтры тонкой очистки топлива; 11 - штуцер соединения с топливной системой теплового двигателя; 12 - штуцеры подсоединения датчиков давления топлива; 13 - штуцеры подсоединения манометров; 14 - штуцер установки датчика термосопротивления; 15, 24 - клапаны обратные; 16 - топливопровод заполнения топливной системы дизеля; 18 - агрегат топливopодкачивающий; 19, 22 - фильтры грубой очистки топлива; 20 - подогреватель; 21 - расходный бак; 23 - клапан редукционный; 25 - топливопровод подвода к дизель-генератору; 26 - топливопровод слива протечек с манжетного уплотнения топливopодкачивающего насоса.

При работе дизеля топливо из расходного бака 21 по топливопроводу 25 через фильтр грубой очистки топлива 22 и обратный клапан 24 топливopодкачивающим насосом 1 подается по топливопроводу 9 через фильтры тонкой очистки топлива 10 к насосам высокого давления 6, которыми нагнетается по топливопроводам высокого давления 7 в форсунки 8 и впрыскивается ими в цилиндры дизеля.

Для поддержания заданного давления в топливной системе установлен редукционный клапан 23. Предохранительные клапаны 3 и 17 предназначены для ограничения давления в топливной системе дизеля не более 0,6 – 0,8 МПа (6 – 8 кгс/см²) и защиты уплотнений системы от избыточного давления топлива.

Вентиль 2 предназначен для выпуска воздуха из топливной системы дизеля перед пуском.

Топливо, просочившееся из полости высокого давления форсунок 8, отводится в расходный бак по топливопроводу 5, сюда же отводится топливо с подшипников топливopодкачивающего

насоса 1.

Избыточное топливо от насосов 6 через редукционный клапан 23 отводится по топливопроводу 4 в расходный бак 21.

Топливопровод 26 необходим для отвода возможных протечек топлива и масла с манжетного уплотнения топливоподкачивающего насоса.

Для осуществления автоматизированного контроля давления топлива в системе и перепада давления на фильтрах тонкой очистки имеются штуцеры 12 для подключения датчиков перепада давления топлива электронной системы управления тепловозом.

Для контроля степени загрязнения фильтров тонкой очистки топлива 10 на топливопроводе предусмотрены штуцеры 13 для подключения манометров.

Топливоподкачивающий агрегат 18 предназначен для заполнения топливом и опрессовки топливной системы дизеля через фильтр грубой очистки топлива 19, топливопровод 16 и обратный клапан 15.

Штуцер 11 обеспечивают соединение топливной системы дизеля с топливной системой тепловоза.

Штуцер 14 предназначен для установки датчика термосопротивления электронной системы управления тепловозом.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством топливной системы дизеля в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.

2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции топливной системы провести в следующей последовательности (см. рисунок 3):

- произвести осмотр составных элементов топливной системы;
- исследовать принцип работы топливной системы.

Содержание отчёта

1. Зарисовать эскиз топливной системы.
2. Описать основные сборочные единицы, входящие в состав топливной системы.
3. Описать работу топливной системы.
4. Описать назначение редукционного клапана.
5. Описать назначение предохранительных клапанов.
6. Описать куда деваются избытки топлива.
7. Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Рассказать о назначении и основных составляющих элементов топливной системы.
2. Рассказать принцип работы топливной системы.
3. Рассказать, как и чем производится контроль давления топлива.

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Практическое занятие № 3 (2ч.)

Тема: Конструкции элементов масляной системы

Цель: знать назначение, расположение основных элементов, взаимодействие и принцип работы масляной системы.

Оборудование: макет масляной системы, плакаты, макеты отдельных элементов, входящих в состав масляной системы.

Теоретические сведения:

Система смазки дизеля предназначена для: а) подачи масла к трущимся поверхностям деталей и сборочных единиц дизеля и отвода тепла от их поверхностей; б) охлаждения поршней.

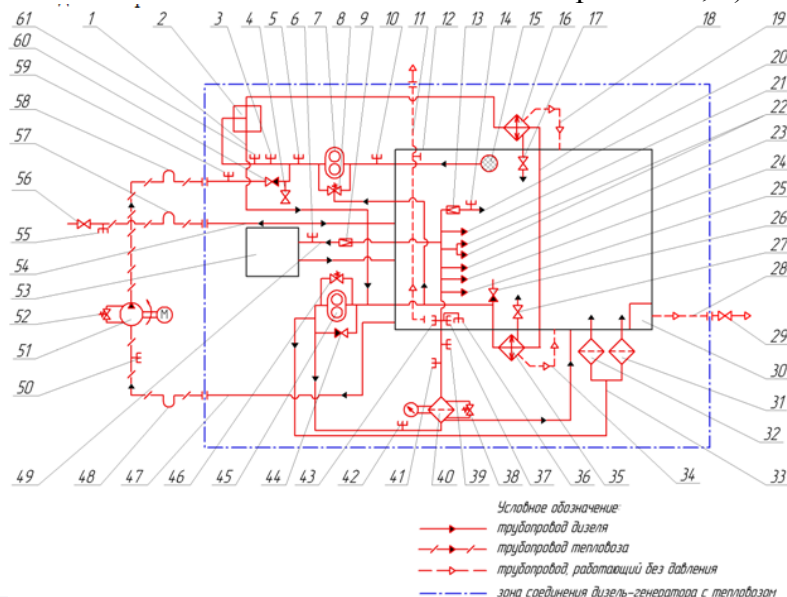


Рисунок 4 - Схема масляной системы: 1, 11, 19, 33, 47, 54 – трубы; 2 – терморегулятор; 3 – штуцер подвода к бачку с термодатчиками; 4 – вентиль для отбора проб масла; 5 – штуцер под датчик температуры масла из дизеля; 6, 14, 39, 42 – штуцеры под манометры; 7, 45 – насосы масла; 8, 38, 46, 52 – клапаны перепускные; 9, 13 – клапаны редукционные; 10, 50 – штуцеры под мановакуумметр; 11 – труба слива просочившегося топлива и масла с полок блока; 12 – дизель-генератор; 15 – заборник масла с сеткой; 16, 35 – охладители водомасляные; 17, 27, 29, 56 – вентили; 20 – подвод масла на лоток через редукционный клапан; 21 – подвод масла к дизелю; 22 – отвод масла в трубопровод воздушной захлопки; 23 – отвод масла к регулятору разрежения; 24 – отвод масла к регулятору наддува предельному; 25 – отвод масла к электронному регулятору; 26, 44, 60 – клапаны обратные; 28 – труба продувки ресивера блока цилиндров; 30 – емкость для сбора масла, просочившегося из ресивера блока цилиндров; 31, 32 – фильтры центробежные; 36 – штуцер под датчик-реле сброса нагрузки; 37 – штуцер под датчик-реле остановки дизеля; 40 – автоматический фильтр масла; 41, 61 – штуцеры под ртутный термометр; 43 – штуцер под датчик температуры; 48, 57, 58 – гибкие соединения; 51 – насос маслопрокачивающий; 53 – турбокомпрессор; 55 – штуцер слива с бачка с термодатчиками; 59 – штуцер под датчик-реле блокировки пуска.

При пуске дизеля масло из поддизельной рамы через маслозаборник 15 насосом масла 7 подается на терморегулятор 2, охладители водомасляные 16 и 35, далее на второй насос масла 45 и на автоматический фильтр 40. Затем масло подводится к трущимся узлам и охлаждаемым деталям и узлам дизеля 21. От трубы подвода масла на дизель 21 часть масла подается в трубопровод захлопки воздушной 22, к регулятору разрежения 23, к регулятору наддува предельному 24 и к электронному регулятору 25. Часть масла после второго насоса 45 по трубе 33 отводится на центробежные фильтры 31 и 32. Очищенное масло сливается в раму дизеля. При холодном масле терморегулятор 2 перепускает масло по трубе 1, минуя охладители, на автоматический фильтр масла 40. Прокачка дизеля маслом перед его пуском и после его остановки осуществляется маслопрокачивающим насосом 51, что обеспечивает подвод масла через невозвратные клапаны 60 и 44, терморегулятор 2, охладители водомасляные 16 и 35 на автоматический фильтр масла 40 и на

вход в дизель 21, к трубе подвода масла на турбокомпрессор 49 и лоток 20 через редукционные клапаны 9 и 13 соответственно. Предохранительный клапан 52 встроен в насос маслопрокачивающий. Периодическая продувка ресивера блока цилиндров выполняется с помощью трубы 28, продукты отстоя из ресивера собираются в емкость 30 поддизельной рамы, откуда периодически через вентиль 29 удаляются за пределы тепловоза. Выпуск воздуха из охладителей 16, 35 при заполнении системы выполняется трубами 18, 34 соответственно. Через вентили 17, 27, встроенные в корпус охладителей 16, 35, сливается масло из охладителей в раму при его замене. Во время работы дизеля вентили 17, 27 должны быть закрыты. Вентиль 4 предназначен для отбора проб масла. По трубе 54 через вентиль 56 осуществляется слив и заправка масла в раму дизель-генератора. Слив просочившегося топлива и масла с полок блока производится трубой 11 в поддон рамы тепловоза. При повышении давления масла в масляной системе выше допустимого избыток масла перепускается предохранительными клапанами 8, 46, 38, 52, встроенными соответственно в масляные насосы 7, 45, в автоматический фильтр масла 40 и в насос маслопрокачивающий 51. Для контроля работы масляной системы предусмотрены места для установки манометров 6, 14, 39, 42, мановакуумметров 10, 50, датчика-реле сброса нагрузки 36, датчика-реле остановки дизеля 37, под датчик-реле блокировки пуска 59, ртутных термометров 41, 61, датчика температуры 5, 43.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством масляной системы дизеля в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции масляной системы дизеля провести в следующей последовательности (см. рисунок 4):

- произвести осмотр составных элементов масляной системы;
- исследовать принцип работы масляной системы.

Содержание отчёта

1. Зарисовать эскиз масляной системы.
2. Описать основные единицы, входящие в состав масляной системы.
3. Описать работу масляной системы.
4. Описать контуры масляной системы.
5. Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Рассказать о назначении и основных составляющих элементов масляной системы.
2. Рассказать принцип работы масляной системы.
3. Рассказать, как и чем производится контроль давления масла.

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Практическое занятие № 4 (2ч.)

Тема: Конструкции элементов водяной системы

Цель: знать назначение, расположение основных элементов, взаимодействие и принцип работы водяной системы.

Оборудование: макет водяной системы, плакаты, макеты отдельных элементов, входящих в состав водяной системы.

Теоретические сведения:

На дизель-генераторе применена двухконтурная система охлаждения, в которой циркуляция охлаждающей жидкости проводится двумя одинаковыми по конструкции водяными насосами.

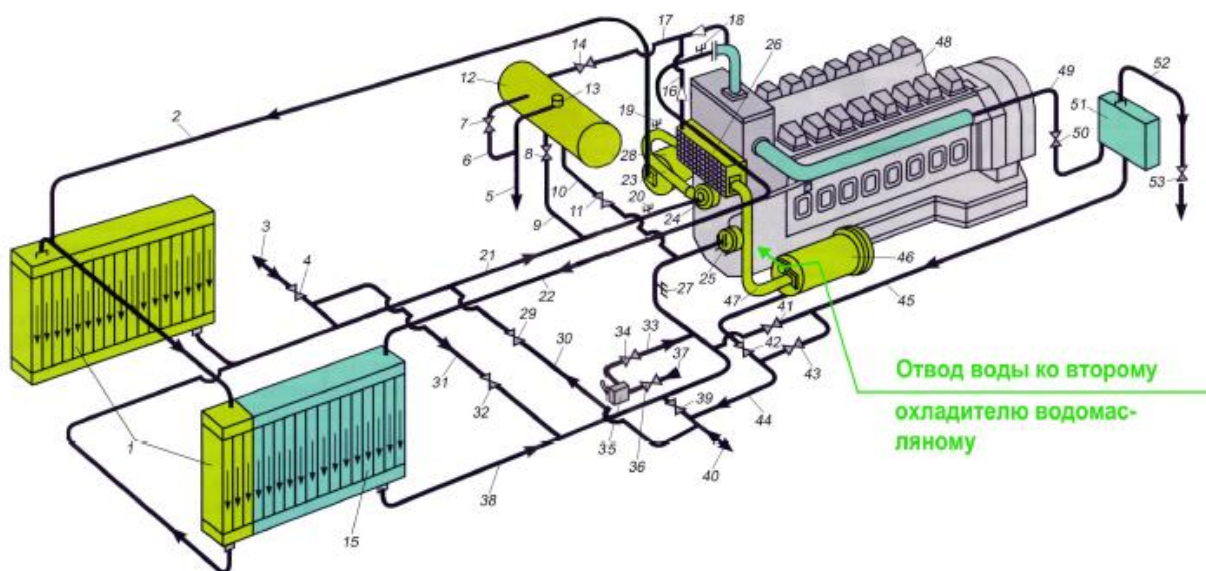


Рисунок 5 - Схема водяной системы: 1 – секции радиатора холодного контура; 2, 3, 5, 6, 9, 10, 16, 17, 21, 22, 23, 30, 31, 33, 37, 38, 40, 44, 45, 47, 49, 52 – трубы; 4, 7, 8, 11, 14, 29, 32, 34, 36, 39, 41, 42, 43, 50, 53 – вентили; 12 – бак расширительный; 13 – клапан паровоздушный; 15 – секции радиатора горячего контура; 18, 19, 20, 27 – штуцеры; 24 – насос водяной холодного контура; 25 – насос водяной горячего контура; 26 – охладитель наддувочного воздуха; 28, 46 – охладители водомасляные; 35 – насос ручной; 48 – дизель-генератор; 51 – калорифер.

Холодный контур охлаждения

Охлаждающая жидкость из секций радиатора холодного контура 1 по трубе 21 поступает во всасывающую полость водяного насоса 24, который подает ее по трубе 23 в охладитель наддувочного воздуха 26 и по трубе 47 в охладители водомасляные 46 и 28, далее охлаждающая жидкость по трубе 2 отводится в радиаторные секции 1.

Горячий контур охлаждения

Охлаждающая жидкость из секций радиатора горячего контура 15 по трубе 38 поступает во всасывающую полость водяного насоса 25 горячего контура. Водяным насосом 25 охлаждающая жидкость подается в коллекторы, расположенные вдоль рядов цилиндров А и В, далее по каналам поступает на охлаждение втулок цилиндров, крышек цилиндров, выпускных коллекторов, после чего поступает на охлаждение турбокомпрессора, откуда по трубе 22 отводится в радиаторные секции 15 тепловоза. Воздух, вытесняемый при заполнении системы охлаждения и пар, образующиеся в контурах, отводятся по трубам 16 и 17, через вентиль 14, в расширительный бак 12. Трубы 9 и 10 предназначены для пополнения контуров охлаждающей жидкостью и создания постоянного подпора на всасывании водяных насосов 24 и 25. Трубы 9 и 10 необходимо подсоединять на расстоянии не более 0,5 м от всасывающих фланцев водяных насосов 24 и 25. Вентили 8, 11 и 14 используются только при проверке системы на плотность, их необходимо закрывать на период проверки на плотность, а при работе дизель-генератора 48 они должны быть

полностью открыты и зафиксированы. Слив воды из системы охлаждения и ее заполнение охлаждающей жидкостью производится по трубам 3 и 40 через вентили 4 и 39. Пополнение системы охлаждающей жидкостью производится из отдельной емкости ручным насосом 35 по трубам 37 и 33 через вентили 36 и 34.

Для исключения переполнения бака расширительного 12 предусмотрена вестовая труба 6 с вентилем 7, по которой сливаются излишки охлаждающей жидкости при заполнении системы. На расширительном баке 12 установлен паровоздушный клапан 13 с трубкой 5. В системе предусмотрен подвод горячей воды по трубе 49, через вентиль 50, к калориферу 51 обогрева кабины машиниста и отвод воды из калорифера 51 на всасывании водяного насоса 25 горячего контура по трубе 45 через вентиль 41. По трубе 52, через вентиль 53, отводится воздух от калорифера 51 при заполнении системы охлаждающей жидкостью. Вентиль 53 необходимо также открывать перед каждым пуском дизель-генератора после длительной стоянки тепловоза во избежание образования воздушной пробки и замерзания в холодное время труб 49 и 45, идущих к калориферу 51. При необходимости калорифер 51 может быть отключен вентилями 50 и 41. Из охладителя водомасляного 46 охлаждающая жидкость сливается по трубам 44 и 40, через вентиль 42. Давление охлаждающей жидкости в контурах контролируется манометрами, подсоединенными к штуцерам 19 и после насоса 25 горячего контура. Давление охлаждающей жидкости перед водяными насосами 24 и 25 контролируется мановакуумметрами, подсоединенными к штуцерам 20 и 27. Температура охлаждающей жидкости на выходе из дизеля контролируется температурным датчиком, установленным в штуцер 18.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством водяной системы дизеля в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции водяной системы дизеля провести в следующей последовательности (см. рисунок 5):

- произвести осмотр составных элементов водяной системы;
- исследовать принцип работы водяной системы.

Содержание отчёта

1. Зарисовать эскиз водяной системы.
2. Описать основные единицы, входящие в состав водяной системы.
3. Описать работу водяной системы.
4. Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Рассказать о назначении и основных составляющих элементов водяной системы.
2. Рассказать принцип работы водяной системы.

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировок выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Практическое занятие № 5 (2ч)

Тема: Конструкции и принцип действия водомасляного теплообменника

Цель: знать назначение, и принцип работы водомасляного теплообменника.

Оборудование: макет, плакаты.

Теоретические сведения:

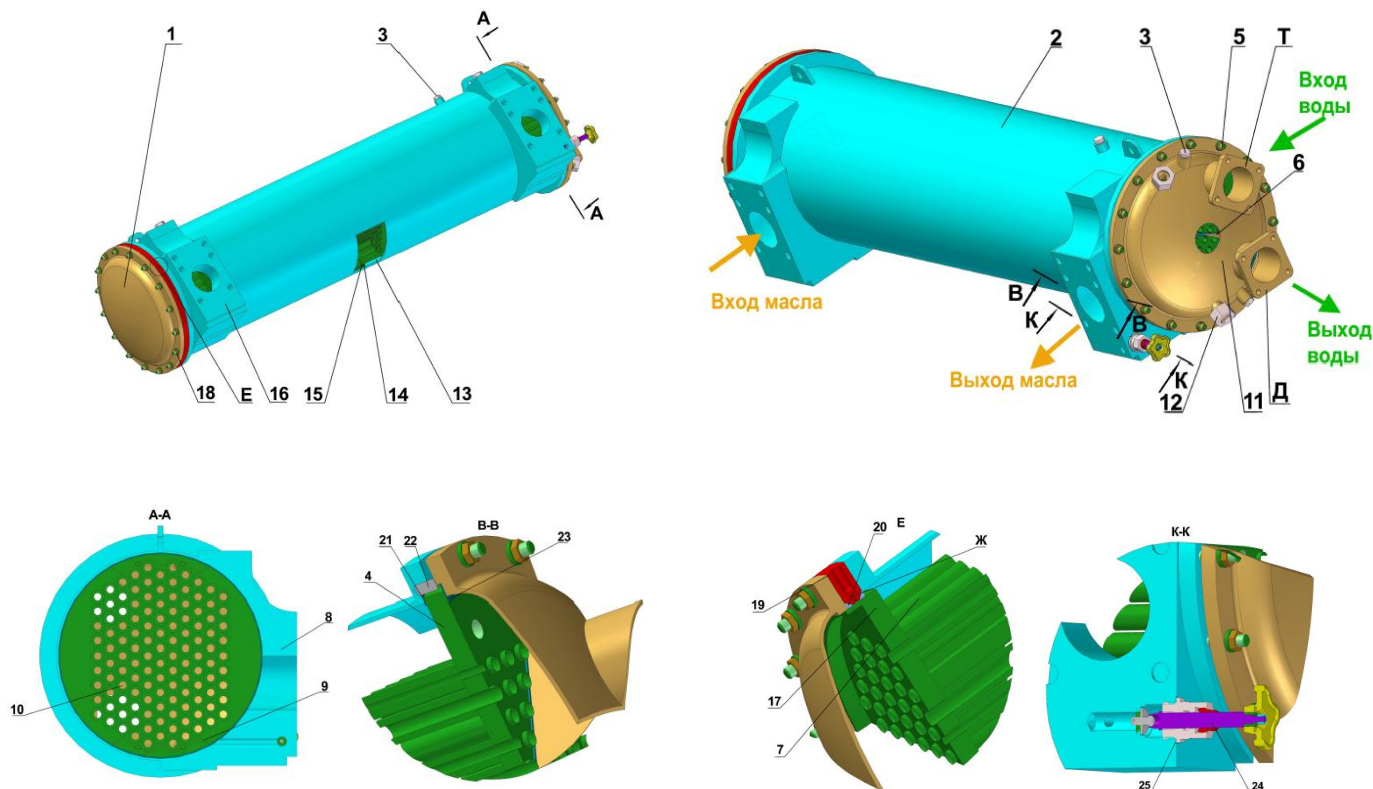


Рисунок 6 - Охладитель водомасляный: 1, 11 – крышки; 2 – корпус; 3 - пробка; 4, 17 – доски трубные; 5, 18 – шпильки; 6, 14 – перегородки; 7 – труба охлаждающая; 8, 16 - кронштейны; 9, 13 – заполнители; 10 – охлаждающая секция; 12 – штуцер; 15 – манжета; 19 – кольцо промежуточное; 20 – кольцо уплотнительное; 21, 23, 25 – прокладки; 22 – штифт; 24 – вентиль; Д, Т – патрубки подвода и отвода охлаждающей жидкости; Ж – отверстие.

Водомасляный охладитель прикреплен к раме и предназначен для охлаждения масла, циркулирующего в системе дизеля. Охладитель состоит из корпуса 2 с кронштейнами 8 и 16, передней 11 и задней 1 крышек, охлаждающей секции 10. Перегородка 6 передней крышки 11 разделяет водяную полость охладителя пополам. Охлаждающая секция 10 состоит из неподвижной 4 и подвижной 17 трубных досок, в отверстиях которых закреплены оребренные охлаждающие трубы 7. Сегментные перегородки 14 служат для улучшения условий теплообмена, создавая поперечное омывание маслом трубного пучка. Стык сегментных перегородок и корпуса уплотняется резиновой манжетой 15. Заполнители 9 и 13 уменьшают зазоры между корпусом и трубным пучком, сокращая переток неохлажденного масла в застойную зону. Температурные удлинения охлаждающих труб компенсируются за счет перемещения трубной доски 17, которая уплотняется в корпусе 2 и крышке 1 двумя уплотнительными кольцами 20. Между корпусом 2 и крышкой 1 установлено промежуточное кольцо 19 с отверстиями Ж, через которые в случае разрушения уплотнения будет вытекать охлаждающая жидкость или масло. Охлаждающая секция 10 фиксируется в корпусе 2 в определенном положении штифтом 22. В корпусе 2 и крышке 11 имеются пробки 3 для выпуска воздуха при заполнении системы маслом и охлаждающей жидкостью. Штуцер 12 предназначен для слива охлаждающей жидкости из передней крышки. Вентиль 24 предназначен для слива масла из масляной полости охладителя в раму дизеля.

Охлаждающая жидкость в водомасляный охладитель поступает по патрубку Т передней крышки 11, благодаря перегородке 6 проходит по охлаждающим трубам 7 одной половины секции, а затем по охлаждающим трубам другой половины секции и выходит из патрубка Д. Масло в охладитель масла поступает по трубопроводу, расположенному в раме, через отверстие в кронштейне 16 проходит в межтрубном пространстве и выходит через отверстие в кронштейне 8.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством охладителя водомасляного в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции охладителя водомасляного провести в следующей последовательности (см. рисунок 6):

- произвести осмотр составных элементов водомасляного теплообменника;
- исследовать принцип работы водомасляного теплообменника.

Содержание отчёта

1. Зарисовать эскиз водомасляного теплообменника.
2. Описать основные единицы, входящие в состав водомасляного теплообменника.
3. Описать работу водомасляного теплообменника.
4. Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Рассказать как компенсируются температурные удлинения охлаждающих труб.
2. Рассказать принцип работы водомасляного теплообменника.

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Лабораторная работа № 1 (2ч.)

Тема: Исследование конструкции блока цилиндров

Цель: знать назначение, конфигурацию и конструкцию блока цилиндров.

Оборудование: макет блока цилиндров, плакаты.

Теоретические сведения:

Блок цилиндров служит базой для размещения цилиндро-поршневой группы и большинства других сборочных единиц и агрегатов дизеля. Он воспринимает усилия от давления газов на поршни в цилиндрах и силы инерции деталей шатунно-кривошипного механизма, совершающих возвратно-поступательное и вращательное движения.

Большинство действующих усилий переменны по значению и направлению. Поэтому прочность и жесткость блока должны достаточно высокими, поскольку деформация блока во время работы дизеля в значительной степени влияет на надежность деталей шатунно-кривошипного механизма.

Блоки цилиндров дизелей 10Д100 и 2А-5Д49 имеют сварную конструкцию, сваренную из стальных плит, листов, литых опор и других элементов.

Блок цилиндров дизеля 10Д100 (рисунок 7) поделен вертикальными листами толщиной 16 мм на двенадцать отсеков: десять - для цилиндров, один передний - для механизма управления, один задний - для вертикальной передачи. По горизонтали блок разделен листами толщиной 22-25 мм на пять отсеков. К верхним и нижним листам блока к каждой вертикальной перегородке приварены литые опоры 9 подшипников коленчатого вала. Для крепления крышек подшипников в каждой верхней опоре имеются по два отверстия под шпильки, а в каждой нижней - под болты. В вертикальных листах с правой и левой стороны внутри блока вварено по одиннадцать опор для подшипников кулачковых валов топливных насосов.

К горизонтальным листам, образующим отсек воздушного коллектора, справа и слева приварены по десять фланцев крепления корпусов толкателей и направляющих втулок для толкателей. К боковым вертикальным листам с обеих сторон приварены воздушные коллекторы с люками 7 для осмотра колец поршней и очистки впускных окон во втулках цилиндров. В горизонтальном листе блока, расположенном напротив воздушных коллекторов, вварены десять фланцев для крепления втулок цилиндров, а в остальных листах - кольца, служащие для направления втулок.

Ниши 1 вдоль блока с обеих сторон образуют выпускные коллекторы. В эти ниши напротив каждого цилиндра вставлены выпускные коробки, прикрепляемые болтами к фланцам нижнего листа отсека. Ниши выпускных коллекторов закрыты плитами жесткости, в которых имеются люки для установки и снятия крышек люков выпускных коллекторов и термопар. Для удобства обслуживания над коллектором укреплены откидные металлические площадки. При работе дизеля площадки закрывают выпускные коллекторы и тем самым предохраняют от ожогов. В наклонных боковых листах блока выштампованы люки 8 для осмотра нижнего вала, коренных и шатунных его подшипников, их монтажа, а также для выемки поршней.

Блок цилиндров дизеля 2А-5Д49 (рисунок 8) имеет V-образную форму. Нижняя картерная часть блока 1 сварена из литых стоек-опор 18, а верхняя - из листов. В продольных верхних листах 9 и средних плитах 3 выполнены расточки для установки цилиндров блока. В расточку плит 3 запрессованы втулки 4 из нержавеющей стали повышенной твердости. Из этой же стали выполнены втулки 14, по которым вода из коллектора 10 поступает в полости рубашек охлаждения цилиндров. Применение в этих местах нержавеющей стали позволяет защитить блок от коррозии и повысить его работоспособность. Шпильки 7 крепления цилиндрических втулок пропущены через всю верхнюю часть и ввернуты в плиты 3 нижней части. Таким образом, сварные швы верхней части оказываются разгруженными от растягивающих усилий. В развале блока образован коллектор наддувочного воздуха *г* и канал *в* для прохода масла к подшипникам коленчатого вала.

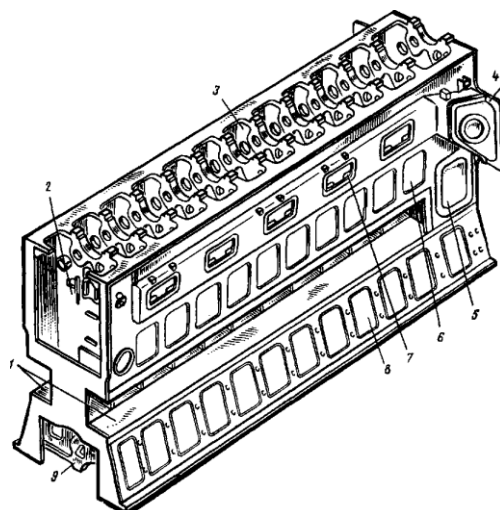


Рисунок 7 - Блок дизеля 10Д100: 1- ниши для выпускных коллекторов; 2 - отсек управления; 3 - отсек верхнего коленчатого вала; 4 - место установки воздухоохладителя; 5 - люк в отсеке вертикальной передачи; 6 - люки в отсеке топливной аппаратуры; 7 - люки в отсеке воздушного коллектора; 8 - люки в отсеке нижнего коленчатого вала; 9 - опоры нижних коренных подшипников.

Для подвода воздуха из коллектора к впускным клапанам крышек цилиндров в блоке имеются проставки 8, состоящие из обечайки, двух стальных, двух резиновых колец и болтов. При завертывании болтов кольца раздвигаются, уплотняя резиновыми кольцами стык между проставкой и крышкой цилиндра.

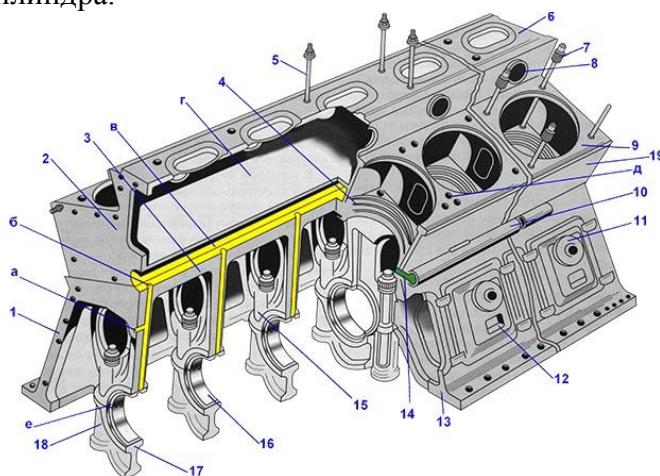


Рисунок 8 - Блок цилиндров тепловозного дизеля типа Д49: 1 - корпус блока; 2 - передний лист блока; 3 - средняя плита; 4 - проставочная втулка; 5 - шпилька крепления лотка; 6 - верхняя плита; 7 - шпилька крепления цилиндровых крышек; 8 - проставок для подвода воздуха к впускным клапанам; 9 - верхний лист блока цилиндров; 10 - водяной коллектор; 11 - предохранительный клапан; 12 - крышка люка картера; 13, 15 - стойка блока; 14 - втулки из нержавеющей стали для перепуска воды из коллекторов к рубашкам цилиндров; 16 - вкладыши коренных подшипников; 17 - подвеска; 18 - болт; 19 - боковые продольные листы блока; а, б, в - маслоподводящие каналы; г - воздушный коллектор; д - отверстие для перепуска масла из крышки в картер дизеля; е - фиксирующие зубцы стыка подвески.

Снизу к литым стойкам 13 блока прикреплены подвески 17 коренных подшипников. Стык между стойками и подвесками выполнен зубчатым (рисунок 9 а) для увеличения поверхности фиксации подвесок. От качества зубчатого стыка зависит работоспособность подшипника,

поэтому его выполняют с высокой степенью точности и притирают с последующей проверкой по краске. У дизелей 1А-5Д49 со стальным коленчатым валом (вариант 2) этот стык выполнен плоским с развитием поверхности сопряжения за счет дополнительного бокового крепления подвесок к стойкам блока (рисунок 9 б).

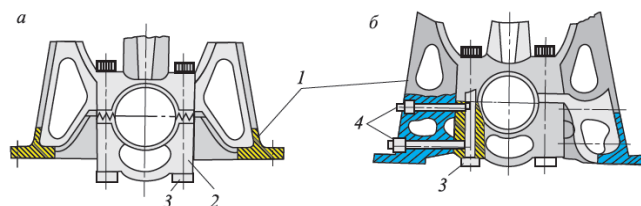


Рисунок 9 - Варианты соединения подвесок со стойками дизеля: а - с зубчатым стыком; б - с плоским стыком; 1 - стойка дизеля; 2 - подвеска; 3,4 - болты крепления

К девятой стойке блока и подвеске прикреплены стальные полукольца, покрытые тонким слоем бронзы и служащие упорным подшипником коленчатого вала.

В переднем листе 2 блока (рисунок 2) имеется отверстие, через которое подводится масло в канал *в*, откуда по каналам *б* в стойках блока поступает на смазывание коренных подшипников. К десятому выносному коренному подшипнику масло поступает из полости коленчатого вала. На смазывание привода насосов масло поступает по каналу *а*.

Для слива масла из крышек цилиндров в картер в блоке имеются отверстия *д*, через которые проходят трубки с проставками и уплотнением. Скопившееся в воздушном коллекторе масло сливается в поддизельную раму через отверстие, расположенное в торце блока. Доступ в картер дизеля обеспечивается через люки с крышками 12. На крышках 12 установлены предохранительные клапаны 11, открывающиеся при повышении давления в картере.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством блока цилиндров двигателя в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции блока цилиндров дизеля провести в следующей последовательности (см. рисунок 7 и 8):

- места под расположение коленчатого вала, хвостовые части, коренные подшипники, элементы системы смазки;
- сами цилиндры и поршни, их части, смазка и охлаждение поршней;
- шатунно-поршневая группа в сборе;
- люки и крышки;
- система смазки;
- места крепления крышек цилиндров, картера.

Содержание отчёта

1. Написать назначение блока цилиндров.
2. Зарисовать эскизы блока цилиндров.
3. Описать схему деления остова дизеля 10Д100 на отсеки вертикальными и горизонтальными листами. Описать функциональное назначение каждого отсека.
4. Описать системы смазки и охлаждения.
5. Описать крепления цилиндровых крышек.
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении и устройстве блока цилиндров.

2. Что вы можете рассказать о назначении и устройстве системы подачи смазки в блоке цилиндров?
3. Охарактеризуйте назначение и устройство водяной системы блока цилиндров.

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Лабораторная работа № 2(2ч.)

Тема: Исследование конструкции клапанной коробки блока цилиндров

Цель: уметь демонстрировать и монтировать клапанную коробку блока цилиндров; разбирать и собирать распределительный механизм (блока клапанов с приводом); знать устройство клапанной коробки и принцип работы распределительного механизма.

Оборудование: клапанная коробка в сборе.

Теоретические сведения:

В крышке цилиндра и ее надстройке (в закрытии крышки, в клапанной коробке) расположены элементы распределительного механизма - клапаны и рычаги привода клапанов с толкателями. Поэтому конструкцию этих элементов рассмотрим совместно с конструкцией крышек цилиндров.

Крышки служат для размещения впускных и выпускных клапанов, топливной форсунки и вместе с втулкой цилиндра и головкой поршня образуют рабочий объем цилиндра. Каждый цилиндр дизеля имеет индивидуальную крышку. При работе дизеля крышка испытывает высокое давление газов (до 12 МПа) и большие температурные напряжения, возникающие вследствие неравномерного нагревания и разной толщины отдельных частей крышки. Для снижения температуры и температурных напряжении внутренние полости крышки охлаждаются водой.

Крышки цилиндров отливают из высокопрочного чугуна. В них имеются каналы для поступления воздуха к впускным клапанам, для выхода отработавших газов от выпускных клапанов, полости для охлаждения днища крышки и газораспределительного тракта.

Крышка цилиндра дизеля 2А-5Д49. Днище крышки (рисунок 10) в местах, между клапанными и форсунными отверстиями имеет меньшую толщину для более лучшего его охлаждения и более равномерного нагревания. В корпусе крышки 1 в чугунных направляющих втулках размещены два впускных 2 и два выпускных 5 клапана. Посадочные пояски выпускных клапанов покрыты жаростойким и износостойким кобальтовым сплавом. Для повышения долговечности выпускных клапанов в крышке установлены для них плавающие вставные седла 4, удерживаемые пружинными кольцами 3.

Седла и стопорные кольца изготовлены из жаропрочных сталей.

На верхнюю плоскость крышки установлено закрытие 6, уплотненное резиновым кольцом и прижатое к крышке шпильками. В корпусе закрытия крышки на осях 11 с втулками установлены рычаги 10, каждый из которых открывает два одноименных клапана. Усилие от штанг 13 толкателей через шаровую головку передается на верхний конец рычага, заставляя его поворачиваться относительно оси 11. При повороте рычаг передает усилие на стержни клапанов через гидротолкатели, вставленные в расточки рычага. Гидротолкатели устраняют при работе дизеля зазор между рычагом и клапаном и тем самым снижают шумность их работы. Сущность гидротолкателя состоит в следующем. Из масляной системы дизеля через каналы в штанге и рычаге и отверстие *в* масло поступает в полость *д* между толкателем 20 и втулкой 16, вставленной в расточку рычага. Шарик 19, лежащий на упоре 17, не препятствует перетеканию масла в полость гидротолкателя через отверстие *е*. В момент, когда кулачок распределительного вала, нажимая на ролик рычага 15 в лотке дизеля, подает через штангу 13 и рычаг 10 сигнал на открытие клапанов, давление масла в полости толкателя резко повышается и шарик перекрывает отверстие *е*. Тем самым создается масляная подушка, обеспечивающая беззазорную работу клапанов. Через нее усилие рычага передается на толкатель 20 и далее через колпачки 21 на штоки клапанов. Штоки клапанов для повышения износостойкости хромированы. Во избежание попадания масла из клапанной коробки в камеру сгорания на штоках клапанов имеются уплотнения, состоящие из фторопластовых колец и скребков.

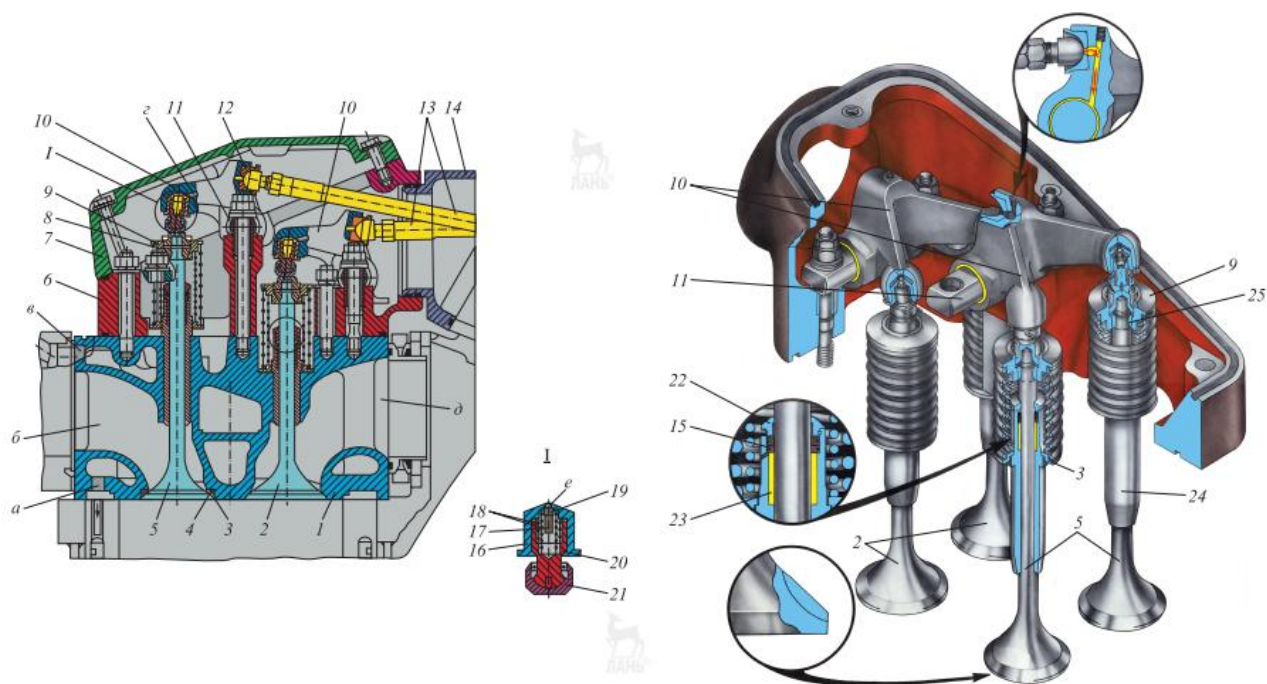


Рисунок 10 - Крышка цилиндра с клапаным механизмом дизеля 2А-5Д49:

1 - крышка цилиндра; 2,5 - впускной и выпускной клапаны; 3 - кольцо пружинное; 4 - седло; 6 - закрытие крышки; 7 - крышка закрытия; 8 - пружины клапанов; 9 - тарелка пружины с разрезными сухарями; 10 - рычаги клапанов; 11 - ось рычага; 12 - опорная вставка; 13 - толкатели рычагов; 14 - переходной патрубок; 15 - рычаг толкателя; 16 - втулка гидротолкателя; 17 - упор; 18 - пружины; 19 - шариковый клапан; 20 - толкатель; 21 - колпачок; 22 - ролик; 23 - ось рычага; а, в, г, е; - отверстия; б - полость выпуска газов; д - полость подвода воздуха.

Каждый клапан удерживается в закрытом состоянии двумя пружинами 8, расположенными между нижними опорными и верхними удерживающими тарелками. Верхние тарелки удерживаются на штоке клапанов с помощью двух разрезных сухарей. К закрытию 6 крышки присоединен переходной патрубок 14, соединяющий полость клапанной коробки с лотком дизеля. Сверху над клапанным механизмом установлена крышка 7 закрытия, уплотненная резиновым кольцом.

Клапанный механизм смазывается разбрызгиванием масла, поступающего из лотка дизеля. Из крышки цилиндра по отверстию в лотке и трубке в блоке дизеля масло стекает в картер. Охлаждающая вода поступает в крышку через отверстие а, а отводится через отверстие в.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством ГРМ в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции клапанной коробки провести в следующей последовательности (см. рисунок 10):

- произвести осмотр деталей распределительного механизма на наличие износа, трещин;
- исследовать принцип работы гидротолкателей.

Содержание отчёта

1. Эскиз клапанной коробки.
2. Описание устройства клапанной коробки и распределительного механизма.
3. Описание работы распределительного механизма.
4. Опишите систему смазки клапанного механизма.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении и устройстве клапанной коробки с распределительным механизмом.
2. Каков принцип работы распределительного механизма?
3. Как и чем производится охлаждение крышек цилиндров дизеля?

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Лабораторная работа № 3(2ч.)

Тема: Исследование конструкции шатунно-поршневой группы

Цель: знать назначение, расположение, взаимодействие и работу узлов шатунно-поршневой группы (далее по тексту ШПГ), его смазку.

Оборудование: макет ШПГ, плакаты, шатуны, пальцы, поршневые кольца.

Теоретические сведения:

Поршень дизелей типа 5Д49 составной (рисунок 11). Штампованная головка поршня 2 из жаростойкой стали соединена с алюминиевым тронком 6 при помощи шпилек. Для улучшения прирабатываемости поверхность тронка покрыта дисульфидом молибдена. На головке имеются четыре канавки под три трапецевидных уплотнительных кольца и одно маслосъемное, а на тронке - одна канавка под маслосъемное кольцо 5 с пружинным расширителем (экспандером). Поршневой палец 8 плавающего типа изготовлен из легированной стали, азотирован и цементирован. От осевого смещения палец удерживается стопорными кольцами 9.

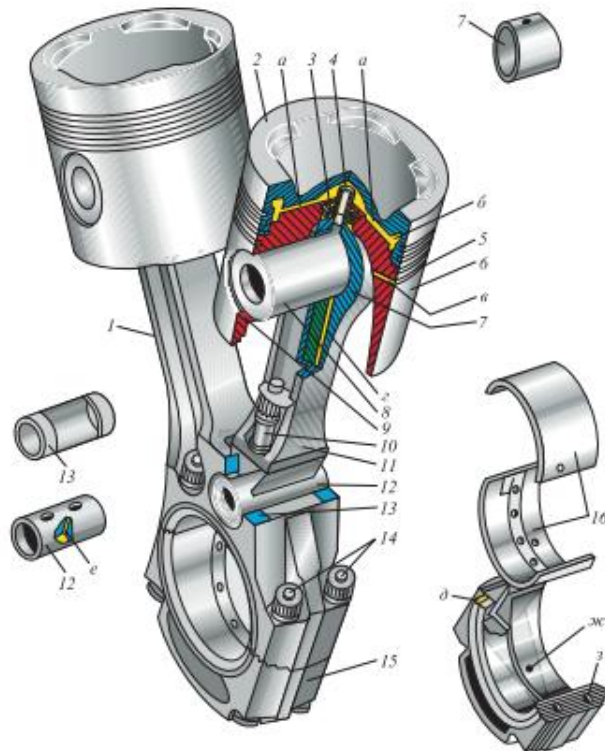


Рисунок 11 - Кривошипно-шатунный механизм: 1 — главный шатун; 2 — поршень; 3 — пружина; 4 — стакан; 5 — маслосъемное кольцо с экспандером; 6 — тронк; 7 — втулка верхней головки шатуна; 8 — палец; 9 — стопорное кольцо; 10 — болт прицепного шатуна; 11 — прицепной шатун; 12 — палец прицепного шатуна; 13 — втулка-подшипник; 14 — шатунные болты; 15 — крышка; 16 — вкладыши; о, в, г, д, е — каналы; б — полость охлаждения; ж — отверстие под штифт; з — зубчатый стык

Масло для охлаждения поршня поступает из головки шатуна через отверстие в прижатый к ней пружиной 3 стакан 4 и далее от центра днища по отверстиям в тронке перетекает в периферийную полость охлаждения б, откуда по каналу в тронке стекает в картер. Для поддержания уровня масла в полости охлаждения в этот канал запрессована трубка, конец которой возвышается над тронком на 15 мм.

У дизелей с V-образным расположением цилиндров каждая шатунная шейка коленчатого вала воспринимает усилие сразу от двух шатунно-поршневых групп. В этом случае шатун одной шатунно-поршневой группы присоединяется непосредственно к шейке коленчатого вала и называется головным, а второй шатун шатунно-поршневой группы присоединяется к развитой

головке главного шатуна и называется прицепным. Есть конструкции, когда оба шатуна присоединяются непосредственно к шейке коленчатого вала.

Соединение двух шатунов называют шатунным устройством. У дизелей типа 5Д49 оно состоит из главного 1 и прицепного 11 шатунов. Прицепной шатун своей расточкой в нижней части опирается на палец 12 и крепится к нему двумя болтами 10, составляя единое целое. Палец 12 вставлен в проушины развитой нижней головки главного шатуна. Втулка 13, запрессованная в проушины, служит подшипником для пальца.

В верхние головки шатунов запрессованы стальные втулки 7, внутренняя поверхность которых покрыта свинцовистой бронзой. Кольцевая проточка в средней части втулок сообщается двумя отверстиями с каналами маслопровода от шейки коленчатого вала к поршню. Нижняя головка главного шатуна имеет зубчатый стык з с крышкой 15 шатуна, препятствующий поперечному смещению крышки. Крышки притянуты к головке четырьмя болтами 14, резьба которых для повышения усталостной прочности обкатана. С этой же целью внутренние поверхности головки шатуна под вкладышем упрочнены накаткой. Вкладыши 16 шатунных подшипников стальные тонкостенные, залитые свинцовистой бронзой. Наружные поверхности вкладышей покрыты тонким слоем меди для устранения фреттинг-коррозии, возникающей при взаимных микроперемещениях соприкасающихся тел. Внутренняя поверхность вкладышей для улучшения прирабатываемости покрыта тонким слоем свинцовистого сплава. Расточка вкладышей подшипника выполнена с некоторым увеличением диаметра от середины к краям (гиперболической). Такая форма расточки создает лучшие условия для гидродинамического режима смазывания подшипника с учетом упругих деформаций шеек коленчатого вала.

Шатунные вкладыши устанавливают с натягом и их положение фиксируется штифтами, запрессованными в стержень и крышку шатуна. Для перетока масла в нижнем вкладыше имеется проточка с отверстиями, по которым масло с шатунной шейки поступает в канал д нижней крышки и перетекает к каналам стержней шатунов. Часть масла направляется по продольному каналу главного шатуна для смазывания верхней головки и охлаждения поршня, а часть масла поступает через канал е в палец 12 прицепного шатуна к каналу з шатуна и далее на смазывание головки шатуна и охлаждение поршня шатунно-поршневой группы с прицепным шатуном.

Шатуны - ответственные и тяжелонагруженные детали. Поэтому их поверхности упрочняют дополнительно наклепом дробью. Для обеспечения условий уравнивания шатунно-поршневых групп детали их собирают комплектно. При переработке все детали комплекта (шатун с крышкой, болты, гайки) должны быть поставлены на свои места по меткам, иметь определенные массу и размеры. Каждый комплект должен быть промаркирован.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством КШМ в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции ШПГ провести в следующей последовательности (см. рисунок 4):

- коленчатый вал, его шейки, элементы кривошипа, хвостовые части, коренные подшипники, элементы системы смазки;
- поршни, их части, смазка и охлаждение поршней;
- поршневые кольца, их назначение, типы, работа колец;
- поршневые пальцы, шатуны, их подшипники, смазка;
- антивибратор;
- система смазки КШМ.

Содержание отчёта

1. Написать назначение КШМ, коленвала, поршня, шатуна, поршневых колец.
2. Зарисовать эскизы поршня и шатуна.

3. Описать системы смазки КШМ.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте назначение и устройство кривошипно-шатунного механизма.
2. Расскажите о назначении и устройстве поршней и шатунов.
3. Что вы можете сказать о назначении и устройстве коленчатого вала?

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Лабораторная работа № 4(2ч.)

Тема: Исследование конструкции топливных насосов высокого давления (ТНВД)

Цель: уметь разбирать и собирать топливный насос высокого давления (далее по тексту ТНВД); знать его устройство и принцип работы.

Оборудование: макет ТНВД, плакаты.

Теоретические сведения:

Топливный насос дизеля установлен на лотке, расположенном на развале цилиндров. Насос состоит из корпуса, гильзы, плунжера. В гильзе плунжера имеются два отверстия для подвода топлива. Плунжер имеет верхнюю и нижнюю спиральные отверстия кромки, обеспечивающие регулировку количества подаваемого в цилиндры топлива с одновременным изменением угла начала и конца подачи топлива. На цилиндрической поверхности плунжера имеются две кольцевые канавки. Широкая канавка при любом положении плунжера по высоте соединена с полостью низкого давления. На гильзу плунжера установлен зубчатый венец, в позы которого входит поводок плунжера. В зацеплении с венцом находится рейка, с помощью которой механизм управления поворачивает плунжер.

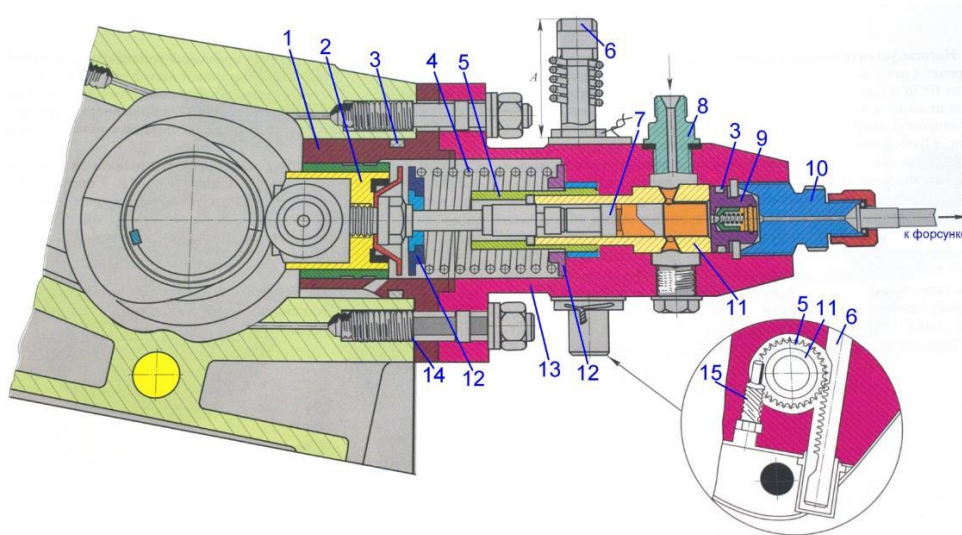


Рисунок 12 - Эскиз топливного насоса 5Д49: 1 - направляющая втулка толкателя; 2 - толкатель; 3 - резиновые кольца; 4 - пружина; 5 - поворотная шестерня; 6 - рейка; 7 - плунжер; 8, 10 - штуцера; 9 - корпус нагнетательного клапана; 11 - гильза плунжера; 12 - тарелки плунжера; 13 - корпус насоса; 14 - регулировочные прокладки; 15 - регулировочный винт.

Максимальный выход рейки, замеряемый от торца рейки до болта, ограничивается винтом, который препятствует повороту зубчатого венца и перемещению рейки насоса. Размеры выхода рейки устанавливают при регулировании насоса на стенде изменением положения рейки и прокладок под болтом. Снизу к корпусу насоса прикреплена направляющая втулка толкателя. Угол опережения подачи топлива по цилиндрам регулируют набором прокладок по зазору между плунжером и седлом нагнетательного клапана. Топливо из топливной системы подводится в полость, подается через нагнетательный клапан, прижатый к седлу плунжера, в трубопровод высокого давления, идущий к форсунке.

Как всякая жидкость, топливо практически не сжимается, поэтому нагнетание его связано с повышением давления, достаточного для того, чтобы при поступлении в полость форсунки поднять иглу, прижатую к седлу пружиной через шток. Порция топлива, попавшая под высокое давление, впрыскивается и распыляется. При падении давления игла форсунки под действием пружины закрывает доступ топлива к распылителю. Обратный ход штока совершает под действием пружины.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством ТНВД в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции ТНВД (рисунок 12) провести в следующей последовательности:

- произвести осмотр деталей ТНВД на наличие износа, трещин;
- исследовать принцип работы ТНВД.

Содержание отчёта

1. Написать назначение ТНВД.
2. Зарисовать эскиз ТНВД.
3. Описание работы ТНВД.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении и устройстве насоса высокого давления.
2. Охарактеризуйте принцип работы насоса высокого давления.
3. Как работает плунжерная пара и нагнетательный клапан?

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Лабораторная работа № 5(2ч.)

Тема: Исследование конструкции топливной форсунки

Цель: уметь разбирать и собирать форсунку; знать ее устройство и принцип работы.

Оборудование: макет форсунки, плакаты.

Теоретические сведения:

В качестве примера разберем устройство и принцип действия форсунки дизелей типа 5Д49 (рисунок 13). В стальном корпусе 7 форсунки размещены сопловый наконечник распылителя 12 и отверстия малого диаметра, корпус распылителя 11 и игла 13. Игла и корпус представляют собой прецизионную пару, сопряжение которых по цилиндрической направляющей и конической запорной поверхностям выполнено с высокой степенью точности и шероховатости (не ниже 11 - 12-го класса). Угол конуса иглы 13 на 1-2° больше угла конуса корпуса, что обеспечивает небольшую ширину контактного пояса и хорошее уплотнение. Игла 13 прижата к посадочному гнезду пружиной 6 через толкатель 9. Затяжка пружины осуществляется регулировочным винтом 5.

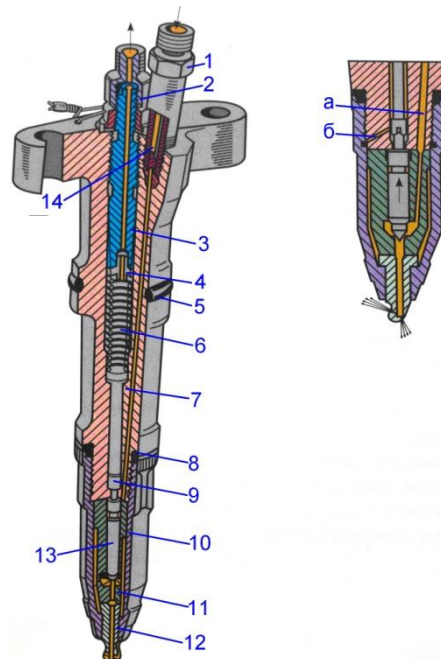


Рисунок 13 - Форсунка дизелей типа 5Д49: 1,2 - штуцера; 3 - регулировочный штуцер; 4 - тарелка; 5, 8 - резиновые кольца; 6 - пружина; 7 - корпус; 9 - толкатель; 10 - колпак; 11 - корпус иглы; 12 - распылитель; 13 - игла; 14 - щелевой фильтр; а, б - каналы размерами проходных сечений в них, числом и размерами сопловых отверстий и габаритными размерами.

Затяжкой пружины устанавливается давление топлива, соответствующее моменту начала подъема иглы: 20,6 + + 1,0 МПа - для дизелей Д100, 32 + + 0,5 МПа - для 5Д49 и 27,5 + 0,5 МПа - для ПД1М. Топливо подводится от топливного насоса к штуцеру корпуса форсунки и через него поступает к щелевому фильтру 14, представляющему собой стержень, на наружной поверхности которого профрезерованы канавки, поочередно не достигающие до одного из торцов (кольцевой проточки у фильтра форсунки дизеля Д100). Топливо из одной канавки в соседнюю может попасть только через зазор между стержнем фильтра и отверстием, в которое он установлен. Этот зазор для форсунок разных дизелей устанавливается от 0,02 до 0,1 мм. Пройдя фильтр, топливо по каналу а поступает в полость корпуса распылителя к игле. Начальное усилие подъема иглы пропорционально площади кольцевого пояса на игле. При отрыве иглы топливо действует уже на всю площадь иглы, и усилие на нее резко возрастает, приводя к стремительному подъему иглы. Поступив в канал соплового наконечника, топливо через его отверстия впрыскивается в цилиндр. После впрыскивания давление топлива резко падает и игла садится на седло под действием

пружины. Максимальный подъем иглы ограничивается упором, обеспечивающим ход иглы 0,55-0,65 мм.

Топливо, просочившееся через зазоры деталей форсунки, отводится через штуцер 2 регулировочного винта. Детали форсунки уплотнены медными прокладками или резиновыми кольцами. Чтобы не допустить накопления топлива под давлением и прорыва резинового кольца 16, уплотнения деталей форсунки дизеля 5Д49 при возможных нарушениях плоскости стыковых соединений деталей, в нижней части корпуса выполнен наклонный канал, через который топливо отводится в систему слива.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством форсунки в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.

2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции форсунки (рисунок 13) провести в следующей последовательности:

- произвести осмотр деталей топливной форсунки на наличие износа, трещин;
- исследовать принцип работы топливной форсунки.

Содержание отчёта

1. Написать назначение топливной форсунки.
2. Зарисовать эскиз топливной форсунки.
3. Описание работы топливной форсунки.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении и устройстве топливной форсунки.
2. Охарактеризуйте принцип работы топливной форсунки.
3. Что вы можете сказать о креплении форсунок на дизеле?

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Лабораторная работа № 6(2ч.)

Тема: Исследование конструкции турбокомпрессора

Цель: Изучить конструкцию турбокомпрессора.

Оборудование: макет турбокомпрессора.

Теоретические сведения:

Турбокомпрессор предназначен для подачи воздуха в дизель под давлением с целью увеличения мощности и экономичности дизеля. Турбокомпрессор расположен на кронштейне с переднего торца дизеля и состоит из одноступенчатой осевой турбины, работающей за счет энергии выпускных газов, и одноступенчатого центробежного компрессора. Колесо компрессора и диск турбины смонтированы на одном валу (роторе), который расположен в корпусах, соединенных между собой. Принцип работы турбокомпрессора заключается в следующем: Отработавшие газы из цилиндров дизеля по коллекторам и газовой улитке поступают к сопловому аппарату. В сопловом аппарате газы расширяются, приобретая необходимое направление и высокую скорость, направляются на лопатки рабочего колеса турбины и приводят во вращение ротор, отдавая при этом свою энергию. Газы из турбины выходят по выпускному патрубку в глушитель, а затем в атмосферу. При вращении ротора воздух засасывается через входной патрубок в колесо компрессора, где воздуху сообщается дополнительная кинетическая энергия и происходит основное повышение давления. В диффузоре и воздушной улитке вследствие уменьшения скорости воздуха происходит дальнейшее повышение давления. Из компрессора воздух подается в охладитель наддувочного воздуха и далее в цилиндры дизеля. Статор турбокомпрессора состоит из корпуса турбины, среднего корпуса и корпуса компрессора. На воздушной улитке турбокомпрессора крепится механизм воздушной захлопки, обеспечивающий прекращение подачи наддувочного воздуха в цилиндры дизеля в случае достижения предельно-допустимой частоты вращения коленчатого вала для предотвращения работы дизеля на масле.

Средний корпус состоит из корпуса 15 (рисунок 14) и газовой улитки 17. В среднем корпусе установлены подшипники опорно-упорный 4 и опорный 28, втулка 23, к которой штифтами 22 крепится сопловой аппарат 24. Корпус 15 охлаждается жидкостью, поступающей из корпуса турбины. Стыки в районе отверстий для перетока жидкости уплотнены резиновыми кольцами 45. Из корпуса жидкость выходит по каналу Т. Газовая улитка 17 двухзаходная прикреплена к корпусу 15 болтами 16 и от радиального перемещения зафиксирована фланцем 29. Опорно-упорный подшипник 4 и опорный подшипник 28 демпферного типа.

Подшипники состоят из стальных корпусов, половины которых центрируются штифтами повышенной точности. В корпусах подшипников расположены бронзовые вкладыши, которые удерживаются от вращения специальными фиксаторами. Половины корпусов подшипников скреплены болтами 47. Положение подшипников в среднем корпусе фиксируется шпильками 46. Рабочие поверхности вкладышей подшипников покрыты тонким антифрикционным слоем. Подшипники смазываются маслом, поступающим из масляной системы дизеля через штуцер 41 и далее по каналам С и Х в корпусе 15 и отверстиям в подшипниках. Из подшипников масло сливается в полость К и далее в раму дизеля. Средний корпус к корпусу турбины прикреплен болтами 14. Охлаждающая жидкость из системы охлаждения дизеля поступает в средний корпус через полость В корпуса турбины 19, по каналу Н в полость У среднего корпуса и по каналу Т выходит в холодильную камеру тепловоза. Корпус турбины состоит из корпуса 19, диффузора 25 и выпускного патрубка 21. Диффузор и выпускной патрубок прикреплены к корпусу 19 болтами 20. Выпускной патрубок покрыт теплоизоляционным материалом. Корпус 19 имеет лапы М, которыми турбокомпрессор крепится на дизеле, и два отверстия Ф, в которые вставлены жаровые трубы 43 для прохода газа из выпускных коллекторов в газовую улитку 17.

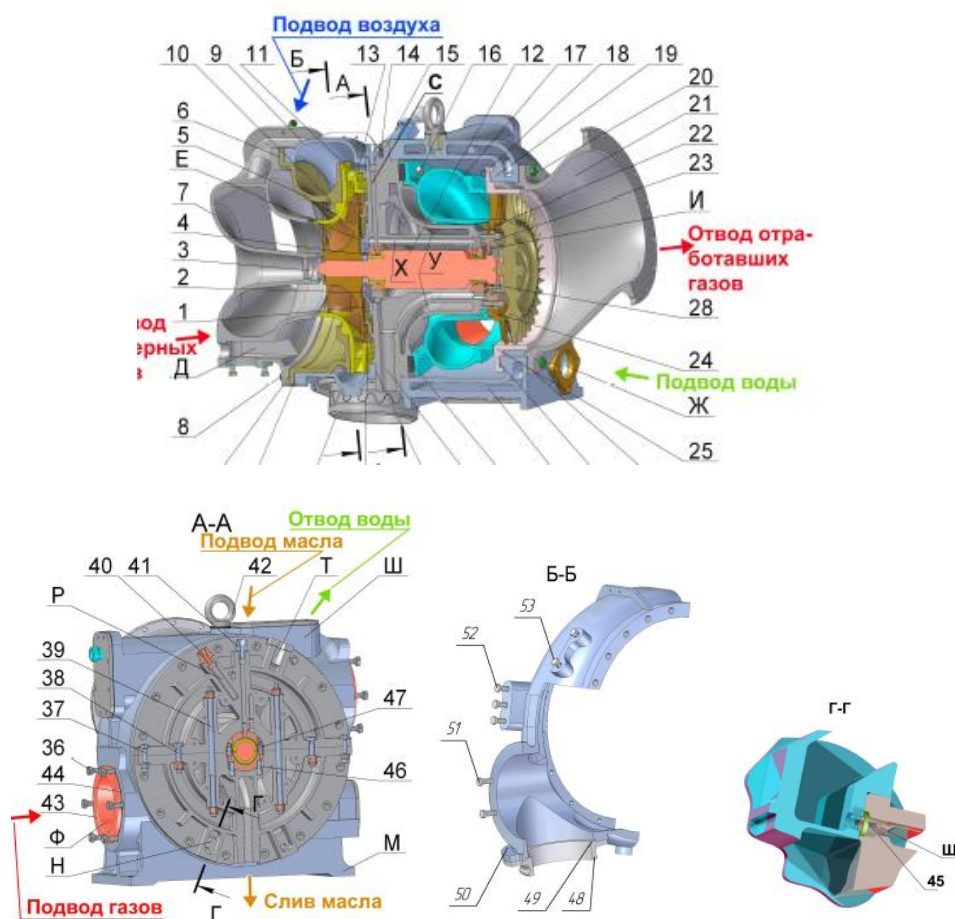


Рисунок 14 – Турбокомпрессор: – лабиринт; 2, 29 – фланцы; 3 – пробка; 4 – подшипник опорно-упорный; 5, 39, 46 – шпильки; 6, 48 – проставки; 7 – входной патрубок; 8, 13, 14, 16, 18, 20, 36, 37, 38, 47, 48, 50, 51, 52, 53 – болты; 9 – улитка воздушная; 10 – прокладка регулировочная; 11, 25 – диффузоры; 12 – ротор; 15 – корпус средний; 17 – улитки газовые; 19 – корпус турбины; 21 – патрубок выпускной; 22 – штифт; 23 – втулка; 24 – аппарат со-пловой; 26, 27, 31, 34, 35, 44 – прокладки; 28 – подшипник опорный; 32, 45, 49 – кольца резиновые; 33 – труба резиновая; 40 – труба; 41 – шту-цер; 42 – рым-болт; 43 – труба жаровая; В, Е, И, К, У – полости; Д, Н, С, Т, Х – каналы; Ж, Р, Ф, Ш, Щ – отверстия; М – лапы.

Корпус турбины охлаждается жидкостью, поступающей из системы охлаждения дизеля по отверстию Ж в полость В корпуса и выходящей из него через отверстие Ш. Корпус компрессора состоит из воздушной улитки 9, проставки 6, входного патрубка 7 и диффузора компрессора 11. Диффузор состоит из проставки и лопаточного диффузора компрессора, скрепленных между собой винтами, застопоренными попарно проволокой. В стыке проставки 6 с диффузором установлена стальная регулировочная прокладка 10. Корпус компрессора болтами 13 прикреплен к среднему корпусу, стык между ними уплотняется прокладкой. Полость за колесом компрессора отделяется от полости за диффузором резиновым кольцом 32. Входной патрубок - двухзаходный, имеет канал Д, по которому газы отсасываются из картера дизеля. Резьбовое отверстие во входном патрубке, закрытое пробкой 3, используется для установки индуктивного датчика при замере частоты вращения ротора. Для обеспечения герметичности по стыкам входного патрубка 7, проставки 6 и воздушной улитки 9 установлены паронитовые прокладки 31, 34 и 35. К фланцу воздушной улитки со стороны выхода воздуха крепится стальная проставка 48, в кольцевую выточку которого поставлено резиновое кольцо 49 для обеспечения герметичности между поверхностями кольца и воздушной захлопки при срабатывании механизма воздушной захлопки.

Инструктаж по охране труда

1. Ознакомление с устройством турбокомпрессора в лаборатории можно выполнять только под руководством преподавателя после инструктажа по технике безопасности.
2. При нахождении в лаборатории запрещается включать кнопки, тумблеры, выключатели и пр.

Порядок выполнения

Исследование конструкции турбокомпрессора (рисунок 14) провести в следующей последовательности:

- произвести осмотр деталей турбокомпрессора;
- исследовать принцип работы турбокомпрессора.

Содержание отчёта

1. Написать назначение турбокомпрессора.
2. Зарисовать эскиз турбокомпрессора.
3. Описать принцип работы турбокомпрессора.
4. Описать процесс охлаждения турбокомпрессора
5. Описать процесс смазки подшипников турбокомпрессора
6. Напишите для чего на воздушной улитке турбокомпрессора крепится механизм воздушной захлопки.
7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении и устройстве турбокомпрессора.
2. Охарактеризуйте принцип работы турбокомпрессора.
3. Рассказать, что вы можете сказать об охлаждении и смазки турбокомпрессора?

Критерий	Баллы
Овладение материалом	1-7 (число баллов определяет, насколько обучающийся владеет материалом)
Грамотность ответов на контрольные вопросы	1-3 (число баллов определяет, насколько подробно обучающийся знает материал)
Выводы	1-3 (четкость формулировки выводов)

Баллы	Оценка
13-12	5
11-10	4
9-8	3
6<	2

Список использованных источников

1. Выполнение технического обслуживания и ремонта тепловозов и дизель-поездов. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава (тепловозы и дизель-поезда): учебник / А.В. Гордиенко и др.— М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. — 832 с.
2. Дорофеев, В.М. Тепловозные дизели семейства Д49. Конструкция, техническое обслуживание, ремонт: учебное пособие.— М. : УМЦ ЖДТ, 2016. — 380 с.
3. Мукушев, Т.Ш. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава (тепловозы и дизель поезда). Тема 1.3. Энергетические установки тепловозов и дизель-поездов: учеб.пособие / Т.Ш. Мукушев. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 240 с.