

Приложение

к рабочей программе по специальности
23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог
направление подготовки: вагоны

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного
состава (вагоны)
МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт
подвижного состава
Тема 1.6 Энергетические установки вагонов**

ОДОБРЕНО

на заседании ЦМК «Техническая
эксплуатация подвижного состава
железных дорог» Протокол № 1
от «31» 08 2023 г.
Председатель _____ Бахарев
С.П.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

_____ Крижановский С.А.

«__» _____ 20__ г.

Составитель: Емельянов А.В., преподаватель филиала СамГУПС в
г.Саратове

Содержание

Пояснительная записка	4
Тема 1.6. Энергетические установки вагонов	7
Лабораторная работа № 1	7
Изучение конструкции кривошипно – шатунного механизма	Ошибка! Закладка не определена.
Лабораторная работа № 2	Ошибка! Закладка не определена.
Исследование газораспределительного механизма дизеля 4VD21/15-2SRW	Ошибка! Закладка не определена.
Лабораторная работа № 3	9
Изучение элементов топливной системы дизельного двигателя	Ошибка! Закладка не определена.
Лабораторная работа № 4	16
Изучение конструкции дизеля 4VD21/15-2SRW	16
Лабораторная работа № 5	20
Изучение конструкции дизеля 4VD12,5/ 9-2	20
Лабораторная работа № 6	24
Исследование конструкции дизеля «3M40H» и его элементов	23
Лабораторная работа № 7	29
Изучение назначения и конструкции дизеля К-461М2.	Ошибка! Закладка не определена.
Лабораторная работа № 8	31
Исследование неисправностей дизельного двигателя	31
Лабораторная работа № 9	35
Исследование методов технической диагностики	35
Инструктаж при охране труда	41
Список рекомендованных источников	43

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны).

Методические рекомендации являются руководством для выполнения практических работ МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава (вагоны)

В ходе освоения профессионального модуля ПМ.01 обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- технического обслуживания и ремонта деталей, 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;

знать:

- конструкцию, принцип действия и технические характеристики оборудования подвижного состава;

- систему технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

ПК 1.2. Производить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов.

ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество

ОК 3 Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях

ОК 4 Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности

ОК 6 Работать в коллективе и команде, обеспечивать её сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями

ОК 7 Ставить цели, мотивировать деятельность подчинённых, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ОК 9 Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности

Целью практических работ является закрепление теоретических знаний по междисциплинарному курсу и приобретение студентами практических навыков технического обслуживанию и ремонту вагонов.

Перед выполнением практической работы студент обязан:

- проработать теоретический материал, необходимый для усвоения знаний и приобретения умений,
- ознакомиться с порядком выполнения работы.

Практические работы выполняются студентами фронтальным методом, когда вся группа выполняет одинаковое задание. К выполнению практических работ допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности с соответствующим оформлением в журнале по проведению инструктажа.

По ходу выполнения работы при возникновении вопросов студент может получить консультацию у преподавателя или самостоятельно воспользоваться лекционным, справочным материалом и рекомендуемой литературой.

Итоги выполнения практической работы оформляются в соответствии с требованиями и должны содержать:

- тему и цель работы;
- задание;
- выполненная работа в соответствии с содержанием отчёта;
- вывод.

Контроль умений и знаний по дисциплине производится по каждой практической работе в виде оценки по пятибалльной системе.

При анализе и оценке ответа студента необходимо учитывать:

1. Знание основных понятий по дисциплине «Высокоскоростное движение»;
2. Умение ориентироваться в схемах и элементах схем.
3. Умение пользоваться измерительными приборами и производить основные измерения.
4. Техническую грамотность студента, позволяющую определить

глубину понимания студентом вопроса;

5. Умение применять знания, полученные по другим дисциплинам.

Тема 1.6. Энергетические установки вагонов

Лабораторная работа № 1

Тема: «Изучение конструкции кривошипно – шатунного механизма»

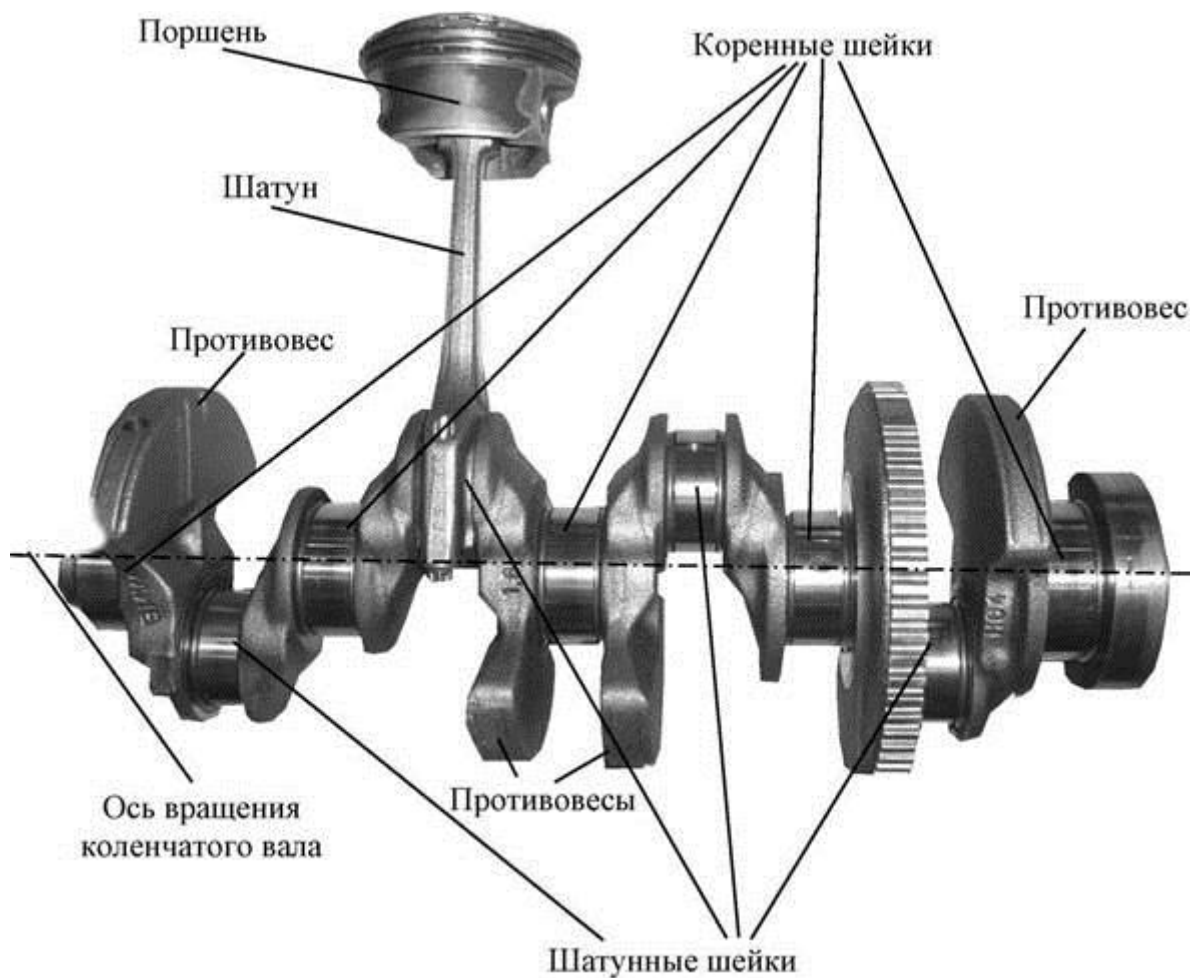
Цель работы: Изучить назначение и устройство кривошипно – шатунного механизма.

Применяемое оборудование: плакаты, мультимедиапроектор

Порядок выполнения работы:

1. Опишите назначение кривошипно – шатунного механизма.
2. Нарисуйте схему кривошипно – шатунного механизма с указанием основных элементов.
3. Опишите узлы и детали кривошипно – шатунного механизма.
4. Сделайте вывод по работе.

Выполнение работы:



Краткие теоретические сведения

Кривошипно-шатунный механизм (далее сокращенно – **КШМ**) – механизм двигателя. Основным назначением КШМ является преобразование возвратно-поступательных движений поршня цилиндрической формы во вращательные движения коленчатого вала в двигателе внутреннего сгорания и наоборот.

Поршень имеет вид цилиндра, изготовленного из сплавов алюминия. Основная функция этой детали заключается в превращении в механическую работу изменение давления газа, или наоборот, – нагнетание давления за счет возвратно-поступательного движения. Поршень представляет собой сложенные воедино днище, головку и юбку, которые выполняют совершенно разные функции. **Днище поршня** плоской, вогнутой или выпуклой формы содержит в себе камеру сгорания. **Головка** имеет нарезанные канавки, где размещаются поршневые кольца (компрессионные и маслосъемные). **Компрессионные кольца** исключают прорыв газов в картер двигателя, а поршневые **маслосъемные кольца** способствуют удалению излишков масла на внутренних стенках цилиндра. В юбке расположены две **бобышки**, обеспечивающие размещение соединяющего поршень с шатуном поршневого пальца.

Изготовленный штамповкой или кованый стальной (реже – титановый) **шатун** имеет шарнирные соединения. Основная роль шатуна состоит в передаче поршневого усилия к коленчатому валу. Конструкция шатуна предполагает наличие верхней и нижней головки, а также стержня с двутавровым сечением. В **верхней головке** и бобышках находится вращающийся («плавающий») поршневой палец, а **нижняя головка** – разборная, позволяющая, тем самым, обеспечить тесное соединение с шейкой вала. Современная технология контролируемого раскалывания нижней головки позволяет обеспечить высокую точность соединения ее частей.

Изготовленный из стали или чугуна высокой прочности **коленчатый вал** состоит из шатунных и коренных шеек, соединенных щеками и вращающихся в подшипниках скольжения. Щеки создают противовес шатунным шейкам. Основная функция коленчатого вала состоит в восприятии усилия от шатуна для преобразования его в крутящий момент. Внутри щек и шеек вала предусмотрены отверстия для подачи под давлением масла [системой смазки двигателя](#).

Маховик устанавливается на конце коленчатого вала. Зубчатый венец маховика принимает непосредственное участие в запуске двигателя через [стартер](#).

Блок цилиндров и головка блока цилиндров отливаются из чугуна (реже – сплавов алюминия). В блоке цилиндров предусмотрены [рубашки охлаждения](#), постели для подшипников коленчатого и распределительного валов, а также точки крепления приборов и узлов. Сам цилиндр выполняет функцию направляющей для поршней. Головка блока цилиндра располагает в себе камеру сгорания, впускные-выпускные каналы, специальные резьбовые отверстия для свечей [системы зажигания](#), втулки и запрессованные седла. Герметичность соединения блока цилиндров с головкой обеспечены прокладкой. Кроме того, головка цилиндра закрыта штампованной крышкой, а между ними, как правило, устанавливается прокладка из маслостойкой резины.

В целом, поршень, блок цилиндров и шатун формируют цилиндропоршневую группу **кривошипно-шатунного механизма**.

Лабораторная работа № 2

Тема: «Исследование газораспределительного механизма дизеля 4VD21/15-2SRW»

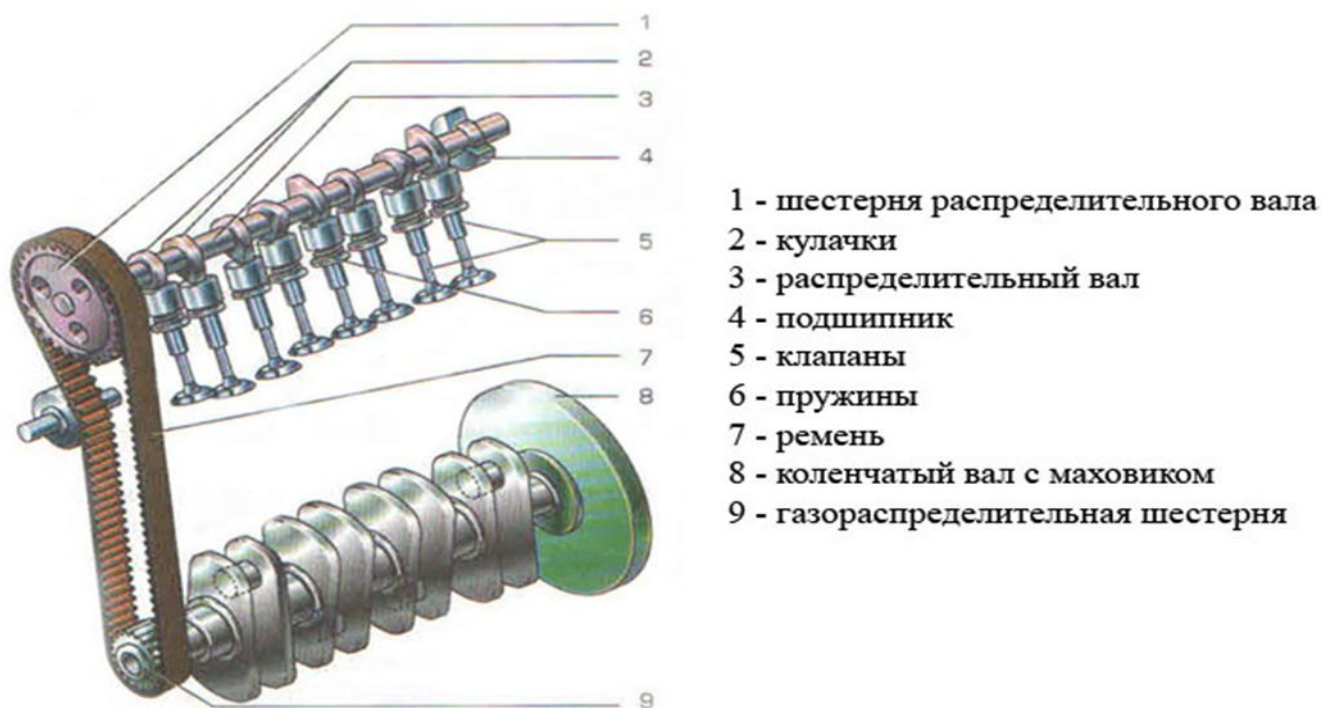
Цель работы: Изучить назначение и порядок работы газораспределительного механизма.

Применяемое оборудование: плакаты, мультимедиапроектор

Порядок выполнения работы:

5. Опишите назначение газораспределительного механизма дизеля 4VD21/15-2SRW.
6. Нарисуйте схему газораспределительного механизма с указанием основных элементов.
7. Опишите порядок работы газораспределительного механизма дизеля 4VD21/15-2SRW.
8. Сделайте вывод по работе.

Выполнение работы:



Краткие теоретические сведения

Газораспределительным называется такой механизм, который осуществляет функцию открытия и закрытия выпускных и впускных клапанов силового агрегата.

Газораспределительный механизм (сокращенное название – ГРМ) обеспечивает своевременную подачу топливно-воздушной смеси или воздуха (в

зависимости от разновидности мотора) в цилиндры двигателя и выпуска из данных цилиндров отработавших газов. Эти функции активируются благодаря своевременному открытию и закрытию клапанов.

На наиболее распространенных поршневых двигателях внутреннего сгорания используются клапанные газораспределительные механизмы, в связи с этим устройство ГРМ рассмотрено как раз на его примере.

ГРМ объединяет распределительный вал с приводом и клапаны с приводом.

Верхнее положение вала в головке цилиндра является самым эффективным и распространенным. Закрытие и открытие клапанов выполняется от распределительного вала за счет рычагов (толкателей) привода. Данное расположение распределительного вала способствует упрощению конструкции мотора, снижению инерционных сил, а также уменьшению его массы.

Силовые агрегаты автомобилей могут быть оборудованы газораспределительными механизмами разных типов, что зависит от компоновки силового агрегата, и, главным образом, от взаимного расположения коленвала, выпускных и впускных клапанов и распределительного вала. Количество распределительных валов зависит от типа мотора.

При верхнем расположении распредвала монтируется в головке цилиндров, где расположены клапаны. Закрытие и открытие клапанов непосредственно производится от распределительного вала через рычаги или толкатели привода клапанов. Привод распредвала осуществляется от коленвала с помощью зубчатого ремня или роликовой цепи.

Верхнее расположение распредвала упрощает конструкцию мотора, уменьшая общую массу и инерционные силы возвратно-поступательно перемещающихся составляющих механизма, обеспечивая бесшумность его работы и высокую надежность по большой частоте вращения коленвала мотора.

Ременный и цепной приводы распределительного вала также способствуют бесшумной работе газораспределительного механизма.

При нижнем местоположении распредвала монтируется в блок цилиндров возле коленчатого вала. Закрытие и открытие клапанов происходит от распределительного вала через коромысла и толкатели штанги. Привод распредвала осуществляется за счет шестерен коленчатого вала. При нижнем положении распределительного вала конструкция двигателя и газораспределительного механизма несколько усложняется.

Устройство ГРМ

Конструкция газораспределительного механизма отвечает за плановое и поочередное открытие-закрытие впускных и выпускных клапанов каждого цилиндра, обеспечивая своевременную подачу рабочей смеси в цилиндр и выпуск из него отработавших газов.

Главным составляющим здесь являются не столько впускные и выпускные клапаны, сколько распределительный вал, заставляющий их поочередно работать, который, в свою очередь, полностью зависит от вращения коленчатого вала — иначе процесс получения энергии не выйдет.

Коленчатый вал имеет на конце жестко закрепленную шестеренку. Энергия вращения коленвала передается через эту шестеренку посредством ременной передачи на распределительный вал, имеющий подобное зубчатое колесо на конце, которое заставляет вращаться вал. На вале есть выступы, так называемые «кулачки». Именно этими кулачками вал, вращаясь, воздействует поочередно на клапаны, заставляя те своевременно открываться и закрываться. А за счет встроенных пружин у каждого клапана, они всегда возвращаются в исходное положение. Конструкция распределительного вала выполнена таким образом, что каждый клапан в каждом цилиндре открывается и закрывается именно в тот момент, когда этого требует нужный такт, происходящий в каждом отдельном цилиндре.

Классический вариант расположения распределительного вала в верхней части двигателя получил название ГРМ с «верхним расположением распределительного вала», который мы и видим на рисунке.

Каким бы ни было инженерное решение конструкции двигателя автомобиля - сам принцип зависимости работы поршня и клапанов остается неизменным, они работают в жестких временных рамках друг с другом, и только от слаженности их работы двигатель получает энергию, заставляющую автомобиль в конечном итоге двигаться.

Для ГРМ предусмотрен ряд регулировок, настройка которых обеспечивает надежную работу двигателя автомобиля в целом, но на данном этапе целью ставилось понять сам принцип работы ГРМ и его важные составляющие в процессе получения механической энергии. Все особенности и нюансы устройства ГРМ, как и любого другого механизма, рассмотрим при детальном изучении.

Работа ГРМ

При рассмотрении работы ГРМ необходимо выделить два этапа: порядок работы цилиндров двигателя и фазы газораспределения.

Порядок чередования одноименных тактов в разных цилиндрах называется порядком работы цилиндров силового агрегата. Порядок работы зависит от положения шеек кулачкового и коленчатого распределительных валов и расположения цилиндров.

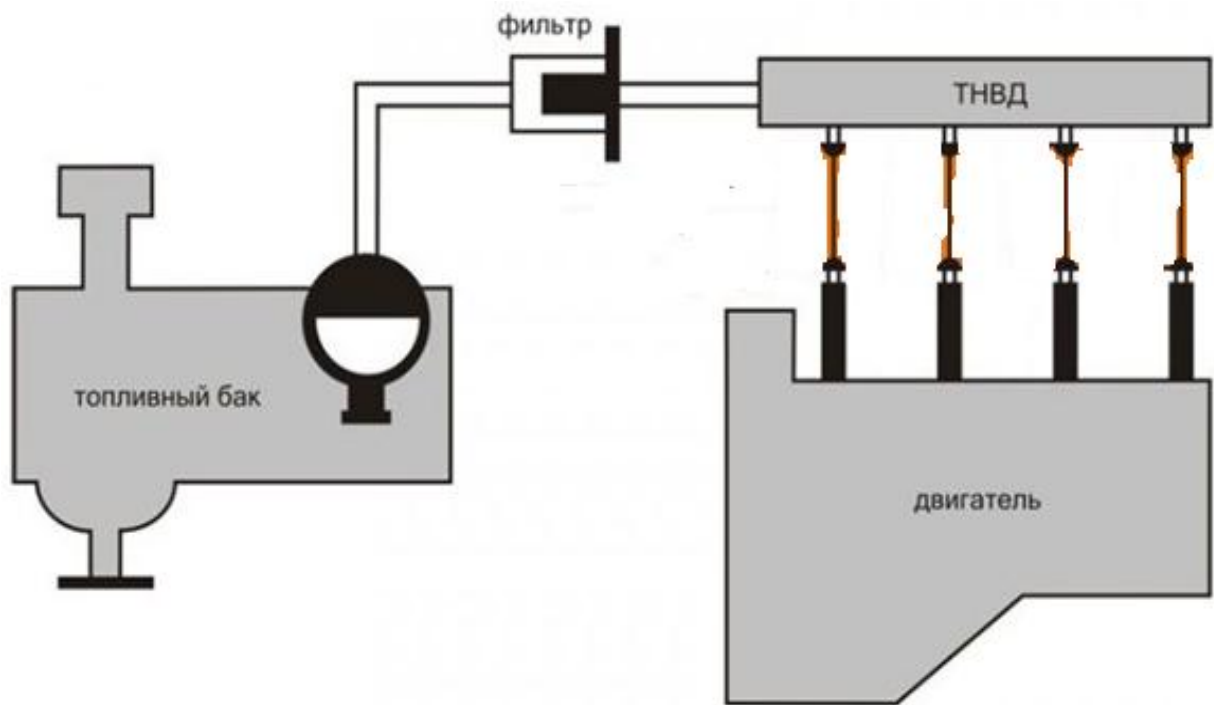
Лабораторная работа № 3

Тема: Изучение элементов топливной системы дизельного двигателя.

Цель: Изучить назначение элементов топливной системы дизельного двигателя и её основных элементов.

Порядок выполнения работы:

1. Назначение топливной системы дизельного двигателя.
2. Назначение ТНВД, его основные функции.
3. Классификация ТНВД, краткая характеристика различных типов.
4. Нарисуйте схему топливной системы дизельного двигателя.
5. Вывод.



Краткие теоретические сведения

Система питания современного дизельного [ДВС](#) представляет собой целый комплекс устройств. Основной задачей становится не просто подача топлива к инжекторным форсункам, а еще и подача горючего под высоким давлением. Давление необходимо для высокоточного дозированного впрыска в камеру сгорания цилиндра. Система питания дизеля выполняет следующие важнейшие функции:

— дозирование строго определенного количества топлива с учетом нагрузки на двигатель в том или ином режиме его работы;

- эффективный впрыск топлива в заданный промежуток времени с определенной интенсивностью;
- распыление и максимально равномерное распределение горючего по объему камеры сгорания в цилиндрах дизельного ДВС;
- предварительная фильтрация топлива перед подачей горючего в насосы системы питания и инжекторные форсунки.

Топливный насос высокого давления (ТНВД) предназначен для подачи топлива в цилиндры дизельного ДВС не только под определенным давлением, но и в определенный момент цикла. Порция подаваемого топлива должна быть точной, так как необходимо обязательное соответствие конкретной нагрузке, которая приложена к коленчатому валу.

Топливный насос высокого давления системы впрыска дизельного двигателя выполняет две важнейшие функции:

- нагнетает под давлением нужное количество топлива;
- регулирует точный момент начала впрыска.

Топливные насосы по способу впрыска бывают:

- ТНВД непосредственного действия;
- насосы с аккумуляторным впрыском;

В основе топливного насоса высокого давления лежит плунжерная пара, которая состоит из небольшого поршня (плунжера) и цилиндра (втулки). Особенностью изготовления плунжерной пары ТНВД являются повышенные требования к качеству и прочности стали, а также высочайшая точность. Точная подгонка плунжера и втулки крайне важна для того, чтобы обеспечить минимально допустимый зазор. Такое сопряжение называется прецизионным.

В топливном насосе непосредственного действия реализован механический привод плунжера. Все процессы нагнетания топлива и последующего его впрыска происходят одновременно. Каждая отдельная секция ТНВД подает в отдельный цилиндр нужную порцию топлива. Рабочее

давление для эффективного распыления достигается благодаря движению плунжера насоса.

Топливный насос с аккумуляторным впрыском имеет такое устройство привода рабочего плунжера, который функционирует за счет силы давления сжатых газов в цилиндре дизельного ДВС. Возможным вариантом также становится работа при помощи специальных пружин.

Конструктивно ТНВД имеют несколько различных подвидов:

- рядный насос высокого давления;
- распределительный ТНВД;
- магистральный насос.

В рядном топливном насосе высокого давления нагнетание топлива в один цилиндр дизельного двигателя реализовано посредством работы отдельной плунжерной пары.

Насос распределительного типа может иметь как один, так и сразу несколько плунжеров в своей конструкции. Его особенностью является то, что плунжеры реализуют эффективное нагнетание и последующее распределение топлива по всем цилиндрам двигателя.

Магистральный насос осуществляет нагнетание топлива не в цилиндры, а в своеобразный аккумулятор, откуда топливо будет распределено по цилиндрам уже другими элементами системы, а именно форсунками с электромагнитным клапаном.

Лабораторная работа № 4

Изучение конструкции дизеля 4VD21/15-2SRW

Цель: изучить устройство дизеля 4VD21/15-2SRW.

Оборудование: плакат, мультимедиапроектор

Краткие теоретические сведения

Дизель 4VD21/15-2, параметры которого приведены ниже, работает по предкамерному принципу сгорания рабочей смеси.

Блок цилиндров отлит из серого чугуна, К верхней части блока с помощью шпилек крепятся четыре головки цилиндров, нижней частью блок цилиндров устанавливается на картер и свинчивается с ним 20 шпильками, затягиваемыми с моментом 90 Н·м. В четыре вертикальных колодца, образуемых перемычками и ребрами жесткости отливки, впрессовываются гильзы цилиндров. Полость между наружными стенками гильз цилиндров и стенками блока образует рубашку водяного охлаждения, В поперечных перемычках блока сделаны расточки для укладки коленчатого вала.

Для доступа к механизмам двигателя в стенках блока сделаны прямоугольные люки, закрываемые крышками. Со стороны укладки распределительного вала люки сделаны в два ряда: верхний ряд обеспечивает доступ к толкателям механизма газораспределения, расположенных в специальных карманах блока, нижний ряд люков обеспечивает доступ в полость картера к коренным и шатунным подшипникам, Со стороны выхлопа смотровые люки сделаны в один ряд и обеспечивают доступ к кривошипно-шатунному механизму. На одной из крышек со стороны выхлопа установлен сапун, через который вентилируется полость картера. Для предотвращения выброса из сапуна смазочного масла в нем предусмотрено лабиринтное уплотнение и отбойный лист. С торцевой стороны картера прилита коробка для распределительных шестерен, закрываемая большой крышкой. На блоке предусмотрены посадочные места для крепления различного навесного оборудования двигателя: выхлопных и всасывающих коллекторов, топливного насоса высокого давления, топливных и масляных фильтров, водяного насоса и т. д. По торцам блока имеются приливы для строповки двигателя.

Ход поршня, мм	210
Диаметр цилиндра, мм	150
Номинальная частота вращения, об/мин	1000
Мощность, кВт	85
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	237
Удельный расход смазочного масла, кг/ч.	0,24
Охлаждение.	Водяное
Смазка.	Циркуляционная под давлением
Давление смазочного масла, МПа	0,4 . . . 0,6
Степень сжатия.	18
Давление впрыскивания, МПа	16–0,5

Картер представляет собою корытообразную чугунную отливку и служит для блока цилиндров основанием. Положение блока цилиндров на картере фиксируется коническими штифтами.

Нижняя часть картера служит масляной ванной. Перемычки картера являются опорами для вкладышей коренных подшипников, крышки которых крепятся двумя шпильками. Масло для смазки подается к отдельным коренным подшипникам через отлитый в корпусе магистральный маслопровод и наклонные каналы. С торцевой стороны прикреплен смазочный насос, который засасывает масло через канал и завальцованную трубу из средней части картера.

Головки цилиндров отдельного типа представляют собой сложную отливку из легированного чугуна. Каждая головка (рис. 7) имеет четыре гнезда со втулками для монтажа двух впускных и двух выпускных клапанов, посадочные места для установки предохранительного клапана, обратнопускового клапана, форсунки 5, свечи накаливания 6, декомпрессионного клапана, а также рычажного привода клапанов. При монтаже головки цилиндра на картере она уплотняется набором медных колец, с помощью которых можно регулировать степень сжатия в цилиндре. Для этого предусматриваются регулирующие прокладки от 0,5 до 2,5 мм (через каждые 0,5 мм).

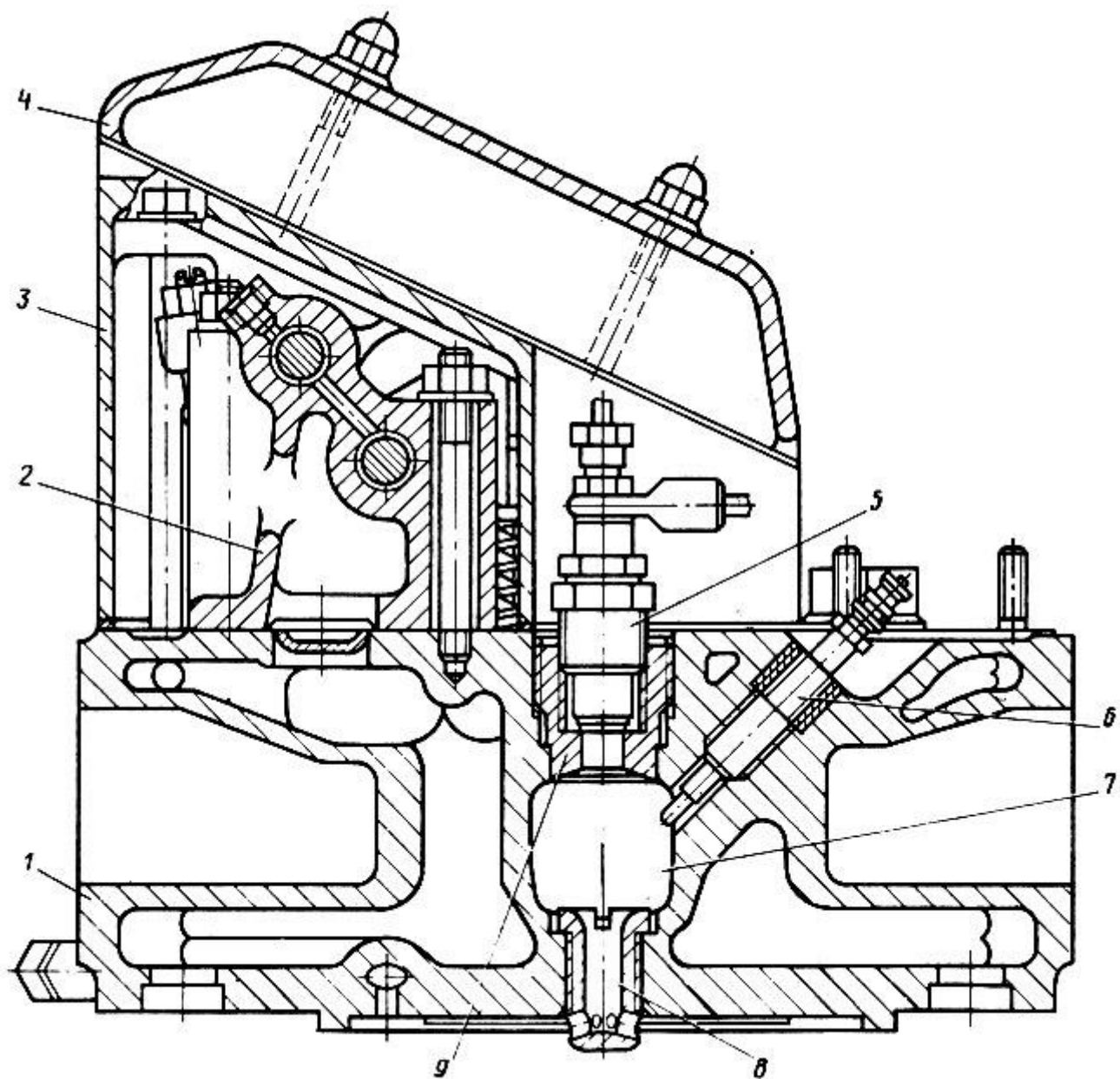


Рис. 7. Головка цилиндра: 1 - головка блока; 2 - стойка коромысел; 3 - клапанная коробка; 4 - крышка клапанной коробки; 5 - форсунка; 6 - свеча накаливания; 7 - предкамера; 8 - сопло; 9 - втулка форсунки

К блоку цилиндров головки крепят четырьмя шпильками, которые по диагонали затягиваются гайками. После затягивания гаек зазор между нижней плоскостью головки и верхней плоскостью блока цилиндров должен быть примерно 0,5 мм. В средней части головки блока расположена предкамера 7 объемом 80,5 см³, в горловину канала которой ввернуто сопло 8 с шестью наклонными отверстиями. Над распылителем находится втулка 9 для ввертывания форсунки. Вокруг втулки расположены впускные и выпускные

клапаны. Предохранительный клапан служит для предупреждения превышения давления в полости цилиндра выше 63,7 МПа. Клапан срабатывает при давлении 66,44-68,6 МПа. Давление регулируют на стенде путем подбора регулировочных колец различной толщины. При срабатывании клапана продукты сгорания по специальному каналу в головке цилиндров выбрасываются в атмосферу.

Декомпрессионный клапан необходим для сообщения полости цилиндра с атмосферой при проворачивании коленчатого вала в процессе регулирования или установки в пусковое положение дизеля.

Для предотвращения разбрызгивания масла и обеспечения смазки коромысел на каждой головке четырьмя шпильками крепится клапанная коробка 3 с крышкой 4, уплотняемая по разьему прокладкой толщиной 2 мм,

Кривошипно-шатунный механизм имеет разрезные безбуртовые (кроме опорно-упорного) коренные подшипники. От проворачивания подшипники предохраняются штифтами, закрепленными в нижней половине корпуса подшипника. Рабочая поверхность подшипников покрыта антифрикционным слоем - свинцовистой бронзой толщиной 1 мм. Нижние опоры подшипников расположены в нижней части картера. Крышки коренных подшипников устанавливаются сверху и крепятся к нижней части картера двумя шпильками.

Коленчатый вал (рис. 8) выполнен из высоколегированной стали: все шейки коренных и шатунных подшипников, а также рабочие поверхности сальниковых уплотнений подвергают термообработке и шлифуют. Для выравнивания инерционных сил на валу установлены четыре противовеса 6, прикрепленных к валу двумя болтами каждый; момент затягивания болтов противовеса составляет 185 Н·м. Со стороны генератора конец коленчатого вала выполнен в виде фланца 5, с другой стороны на цилиндрический конец вала на горячей посадке надета приводная шестерня 1 механизма газораспределения. Для смазывания, шатунных подшипников между шейками коренных подшипников и полостями шатунных шеек имеются наклонные

каналы 2, которые с обеих сторон закрыты коническими крышками 3. Эти каналы играют роль масляной центрифуги, а также делают более легкими шатунные шейки. Для подвода масла к шатунным подшипникам по диаметру перпендикулярному плоскости кривошипа просверлены отверстия 4. Коленчатый вал балансируют путем высверливания в противовесах отверстий. Нарушение баланса допускается 5 Н-м.

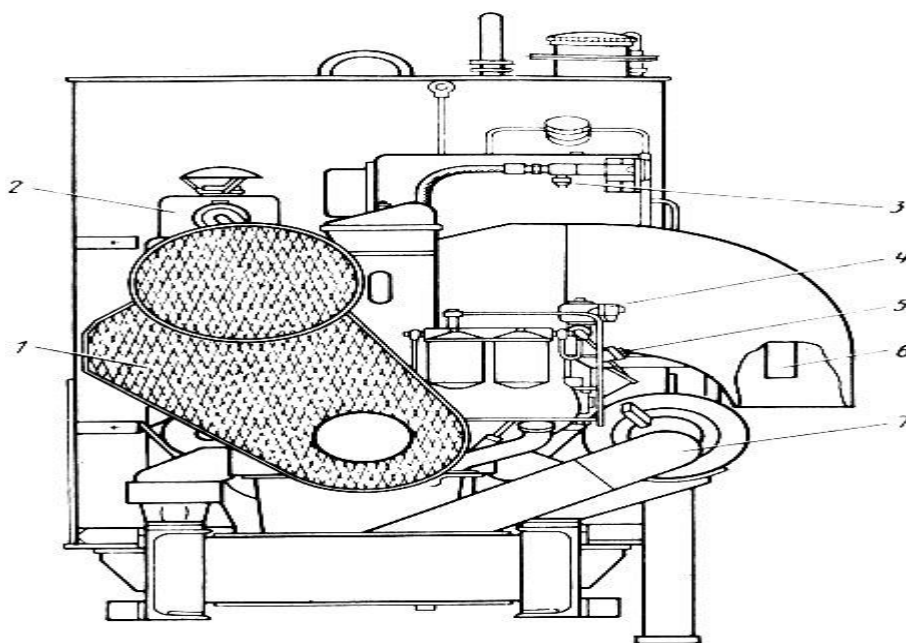
Лабораторная работа № 5

Изучение конструкции дизеля 4VD12,5/ 9-2

Цель: Изучить конструкцию дизеля 4VD12,5/ 9-2

Порядок выполнения работы:

1. Укажите назначение дизеля 4VD12,5/ 9-2;
2. Дайте краткую техническую характеристику дизеля 4VD12,5/ 9-2;
3. Кратко опишите конструкцию дизеля 4VD12,5/ 9-2;
4. Нарисуйте схему дизеля 4VD12,5/ 9-2;
5. Сделайте вывод по работе.



Дизель-генераторный агрегат типа 06-8018: 1 - ограждение клиноременной передачи; 2 - воздушный фильтр; 3 - датчик давления масла; 4 - магнитный

вентиль; 5 - кран на топливопроводе; 6 - выхлопная труба; 7 - труба для подвода теплого воздуха к масляной ванне

Краткие теоретические сведения

Автономные рефрижераторные вагоны оборудованы дизель-генераторными агрегатами типа 06-8018, которые состоят из дизеля 4VD12,5/ 9-2, генератора трехфазного тока DGK10 25-4/R, распределительного щита с приборами управления и контроля, топливной системы, системы подогрева двигателя перед пуском и фундаментной рамы.

Дизель 4VD12,5/9-2 четырехтактный высокооборотный автомобильного типа с предкамерным сгоранием топлива. Техническая характеристика дизеля приведена ниже.

Мощность, кВт.	20,2
Номинальная частота вращения, об/мин	1500
Масса сухого двигателя, кг	395
Число цилиндров	4
Внутренний диаметр цилиндра, мм	90
Ход поршня, мм.	125
Рабочий объем цилиндров, см ³	3180
Степень сжатия.	18
Охлаждение.	Воздушное
Смазка.	Циркуляционная под давлением
Последовательность вспышки	1—3—4—2

На картере сверху расположены в один ряд четыре отдельных цилиндра с раздельными головками. Цилиндры и цилиндровые головки соединены с картером анкерными болтами. Коленчатый вал подвешен к картеру. Снизу он закрыт отлитым из алюминия поддоном с наружными ребрами для лучшего охлаждения масла. Вместимость поддона составляет 40 л. На картере смонтированы смазочный насос и редукционный клапан системы смазки дизеля.

Цилиндр дизеля воздушного охлаждения с 26 расположенными горизонтально ребрами. Расположение ребер и их форма зависит от крепления

цилиндра к картеру; толщина ребер и их шаг выбраны с учетом обеспечения интенсивного охлаждения цилиндра.

Кривошипно-шатунный механизм состоит из коленчатого вала, маховика с зубчатым колесом, шатунов и поршней. Коленчатый вал, выполненный в виде цельной поковки, уложен на пяти коренных подшипниках. Конец вала с одной стороны выполнен в виде фланца, к которому крепится маховик, с противоположной стороны - цилиндрический под шпонку.

Поршни изготовлены из алюминия. Шатун штампованный из углеродистой стали. Головки цилиндров изготовлены из алюминиевого сплава с оребренной наружной поверхностью. На головке крепится клапанная коробка с крышкой.

Механизм газораспределения состоит из косозубых цилиндрических шестерен, распределительного кулачкового вала с подшипниками, толкателей, штанг, коромысел со стойками, впускных и выпускных клапанов. Кулачковый вал находится в картере кривошипно-шатунного механизма в пяти подшипниках и имеет привод от коленчатого вала через шестеренчатую передачу.

Клапанный механизм состоит из впускных и выпускных клапанов, клапанных пружин, стоек коромысел с осями, штанг толкателей, толкателей и их направляющих. Штанга помещается внутри защитной трубки, по концам которой имеются кольцевые капроновые уплотнения.

Топливная система состоит из расходного бака, двойного топливного фильтра, подводящих трубопроводов, магнитного фильтра, соленоидного вентиля для автоматической остановки двигателя, топливного насоса высокого давления с регулятором частоты вращения, топливopодкачивающим насосом и устройством для пуска холодного двигателя, форсунок.

Смазочная система комбинированная: циркуляционное смазывание осуществляется под давлением, самотеком или разбрызгиванием.

Шестеренчатый насос засасывает масло через сетчатый фильтр на маслосасывающей трубе и нагнетает его через бумажный фильтр в распределительный трубопровод. Отсюда масло поступает по каналам и в подшипники коленчатого вала и шатунов.

Система охлаждения дизельного двигателя воздушная. Воздух нагнетается воздуходувкой, приводимой в действие клиноременной передачей от шкива, установленного на свободном конце коленчатого вала. Необходимое натяжение клиновых ремней обеспечивается натяжным устройством. Воздух прогоняется через оребренные цилиндры и головки цилиндров. Отработанный воздух выбрасывается через канал под вагон.

Лабораторная работа № 6

«Исследование конструкции дизеля «3М40Н» и его элементов»

Цель: Изучить и запомнить назначение, расположение узлов дизеля и его элементов

Оборудование: Схема дизель-генераторной установки, мультимедиапроектор

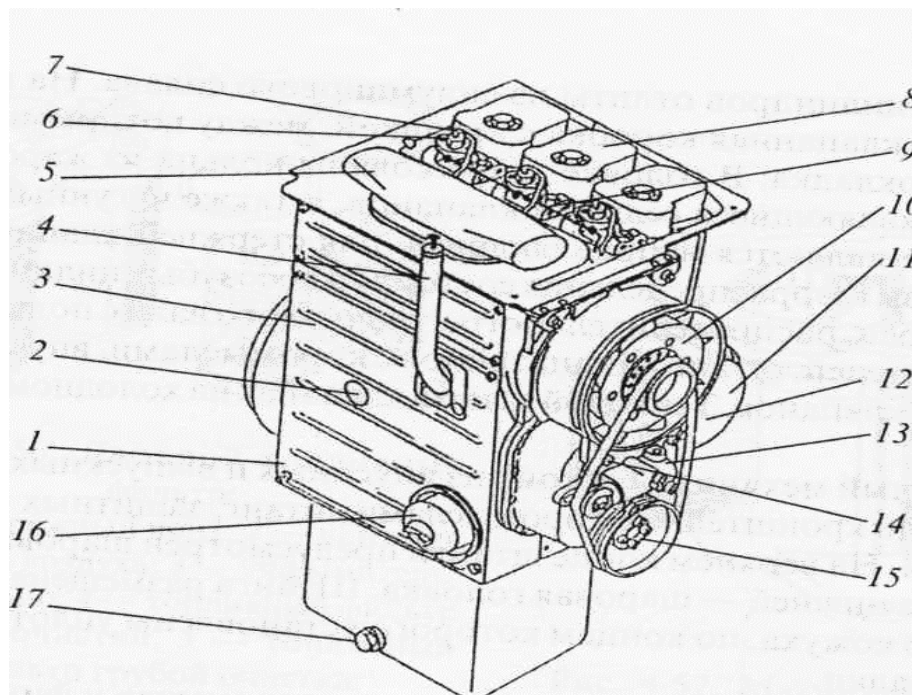
Порядок выполнения работы:

Исследовать конструкцию дизеля и его элементов провести в следующей последовательности:

- втулка цилиндра;
- поршень;
- крышка цилиндра;
- объединенный регулятор;
- топливный насос;
- выпускной коллектор;
- блок цилиндров;

- поддизельная рама;
- масляный и водяные насосы;
- коленчатый вал;

Краткие теоретические сведения



Дизель 3М40Н: 1 — подвод охлаждающего воздуха для маслоохладителя; 2 — крышка, открывающая доступ к топливному насосу; 3 — боковая облицовка; 4 — маслоналивной патрубок и указатель уровня; 5 — всасывающий трубопровод воздуха; 6 — клапан впрыска; 7 — напорный топливный трубопровод; 8 — крышка к головке цилиндра; 9 — возвратный топливный трубопровод; 10 — вентилятор со встроенным трехфазным генератором (осветительный генератор); 11 — распределительный щит; 12 — приводной ремень вентилятора; 13 — гидравлическое приспособление для натяжения ремня; 14 — выключатель; 15 —внутренний дюймовый

четырехугольник повернут в сторону двигателя; 16 — сменный масляный фильтр; 17 — соединения маслосливного устройства

Автономные рефрижераторные вагоны оборудованы дизель-генераторными агрегатами типа 06-8031, на которых установлен дизель 3М40Н. Дизель-генераторный агрегат предназначен для обеспечения электропитания холодильно-нагревательных установок и собственных нужд вагона. Каждый вагон оборудован двумя агрегатами, которые размещены в двух машинных отделениях.

Дизель 3М40Н четырехтактный, трехцилиндровый, с неразделенной камерой сгорания, бескомпрессорный.

Основные узлы и элементы дизеля. Поддон представляет собой чугунную отливку, механически обработанную. На блок-картере сверху расположены в один ряд три отдельных цилиндра, которые закрыты индивидуальными головками (крышками).

Цилиндры изготовлены из антифрикционного чугуна. Цилиндры и головки цилиндров соединены с блок-картером анкерными болтами. Блок-картер снизу закрыт отлитым из алюминиевого сплава поддоном. Головки цилиндров, цилиндры и поддон оребрены. В поддон заливается 22 л масла. Расположение ребер и их форма зависят от крепления цилиндра к блок-картеру; толщина ребер и их шаг выбраны с учетом обеспечения охлаждения цилиндров.

Кривошипно-шатунный механизм состоит из коленчатого вала, маховика с зубчатым венцом, шатунов и поршней.

Коленчатый вал выполнен в виде цельной головки, уложен в трех коренных подшипниках. Коленчатый вал подвешен к перегородкам блок-картера, Первый коренной подшипник является опорно-упорным. Один конец коленчатого вала выполнен в виде фланца, к которому крепится маховик, с противоположной стороны — цилиндрический под шпонку. На цилиндрический конец коленчатого вала устанавливаются косозубая шестерня

привода масляного насоса, кулачкового распределительного вала механизма газораспределения, топливного насоса высокого давления и шкив для привода воздухоудувки. Вкладыши подшипников стальные, залитые антифрикционным сплавом на основе алюминиево-оловянистого сплава.

Поршни изготавливают из силуминового сплава. Палец плавающего типа выполнен из легированной стали, цементированный. От осевых перемещений в бобышках поршня он предохраняется пружинящими кольцами.

Шатун отштампован из углеродистой стали, имеет двутавровое сечение. Шатунные подшипники также тонкостенные, выполнены из алюминиево-оловянистого сплава. Шатунные болты изготовлены из хромоникелевой стали.

Головки цилиндров отлиты из силуминового сплава. На головке крепится клапанная коробка с крышкой, между которыми установлена прокладка. В головке запрессованы кольца из жаропрочной стали, являющиеся седлами клапанов, а также чугунные втулки, которые являются направляющими для стержней клапанов.

Механизм газораспределения состоит из косозубых цилиндрических шестерен, распределительного кулачкового вала с подшипниками, толкателей, штанг, кронштейнов с коромыслами, впускных и выпускных клапанов. Тепловой зазор в клапанах на холодном двигателе 0,1 мм.

Клапанный механизм состоит из впускных и выпускных клапанов, пружин, кронштейна с коромыслами, штанг, защитных трубок, толкателей. На верхнем конце штанги предусмотрен шаровый подшипник, на нижней — шаровая головка. Штанга размещена внутри защитного кожуха, по концам которого установлены уплотнительные прокладки.

Регулировочный винт ввернут в плечо коромысла и фиксируется контргайкой. Коромысла установлены на кронштейне, закрепленном на головке цилиндра. Палец коромысел запрессован в кронштейн на горячей посадке. Он полый, полость с обеих сторон закрыта пробками с резьбой; в пальце три

радиальных отверстия для подачи масла к подшипникам коромысел, которые изготовлены из бронзы. Сверху на коромысле предусмотрена канавка для подачи масла к регулировочному винту.

Правильно отрегулированный механизм обеспечивает открытие и закрытие клапанов в соответствии с диаграммой фаз газораспределения.

Основные параметры дизеля двигателя ЗМ40Н

Диаметр цилиндров, мм	102			
Ход поршня, мм	105			
Мощность, кВт	25			
Номинальная частота вращения, об/мин	1500			
Охлаждение	Воздушное			
Смазка	Циркуляционная под давлением			
Давление масла, МПа	0,15—0,3			
Удельный расход топлива, г/кВт-ч	228+5 %			
Запуск	Стартерный			
Степень сжатия	18			
Тепловой зазор в клапанах, мм	0,1			
Расход масла,	Один	процент	от	общего
расхода топлива				
Количество масла в картере, л	22			
Масса сухого двигателя, кг	255			

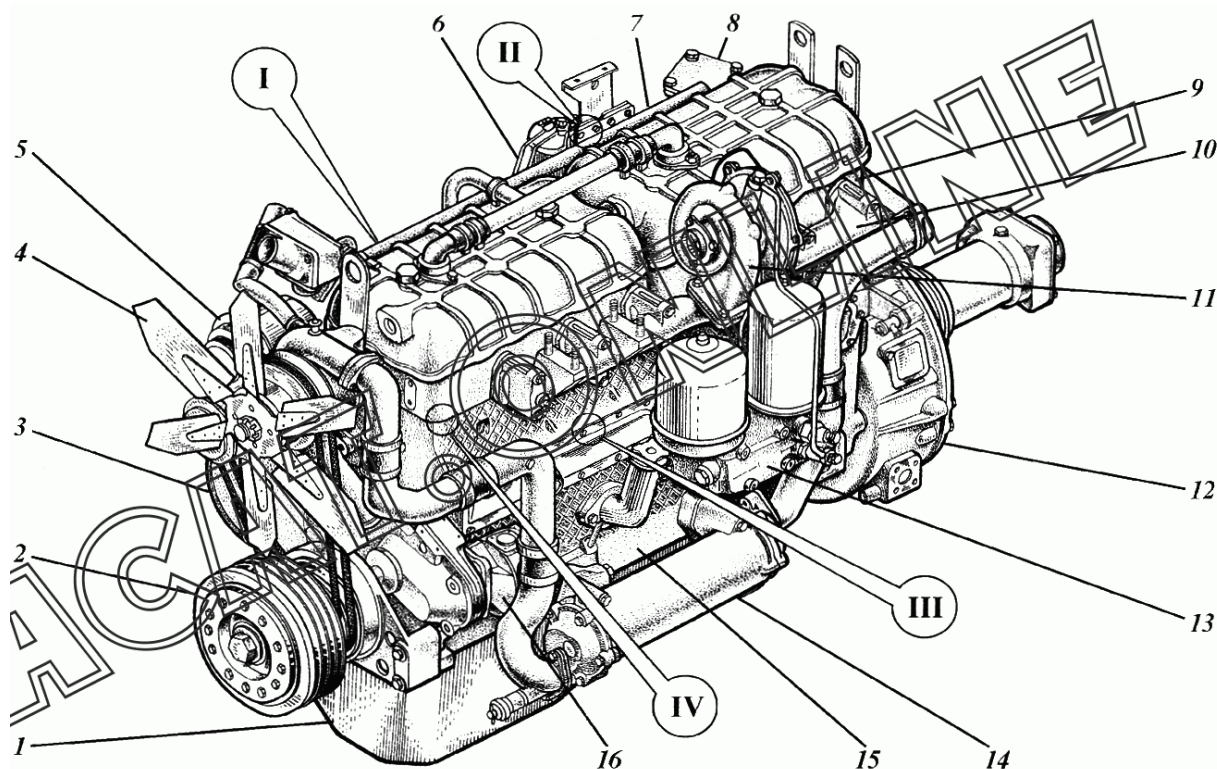
Лабораторная работа № 7

Тема: Изучение назначения и конструкции дизеля К-461М2

Цель работы: Изучить назначение и конструкцию дизеля К-461М2

Порядок выполнения работы:

1. Описать назначение дизеля К-461М2.
2. Описать расположение и назначение основных частей и агрегатов дизелей К-461М2.
3. Нарисовать схему дизеля К-461М2 с расположением оборудования



1 - Крышка картера нижняя, 2 – Шкив передний, 3 - Картер шестерен с крышкой, 4 - Насос водяной, вентилятор и термостаты, 5 - Установка электрооборудования, 6 – Топливная система, 7 - Труба водяная, 8, 9 - Коллектор впускной головки цилиндров, 10 - Установка коллекторов выпускных, 11 - Установка турбокомпрессора, 12 - Установка привода отбора мощности, 13 - Фильтр масляный, 14 - Жидкостно-масляный теплообменник, 15 - Блок-картер, 16 - Насосы шестеренные с приводами

Краткие теоретические сведения

Дизель К-461М1 предназначен для привода генератора переменного тока в агрегатах, устанавливаемых в подвижном составе железнодорожного транспорта. На дизеле установлены реле частоты вращения, бачок с датчиком уровня охлаждающей жидкости, устройство аварийной остановки, комбинированное реле КРД-3 и два воздухоочистителя типа ВМ-12. В отличие от базовой модели на дизеле отсутствуют холодильник наддувочного воздуха, устройство заряда аккумуляторных батарей и бачок долива масла.

Дизели являются поршневыми двигателями внутреннего сгорания — машинами, которые служат для превращения тепла, выделяемого при сгорании топлива в рабочей камере цилиндров, в механическую энергию. Основные части дизеля и его вспомогательное оборудование.

В дизеле выделены следующие структурные единицы: механизмы, системы и группы деталей остов дизеля (крупные и сложные детали): поддизельная рама, блок-картер — деталь остова дизеля, поддон, цилиндры, головки цилиндров (крышки) на каждый или на несколько цилиндров, крышки и коренные подшипники коленчатого вала. Детали остова представляют собой отливки из серого чугуна, механически обработанные (поддизельная и поддон дизеля могут быть штампованными или сварной конструкции).

Кривошипно - шатунный механизм. Коленчатый вал, шатуны и поршневые комплекты, маховик, коренные (рамные) и шатунные подшипники. К неподвижным соединениям кривошипно - шатунного механизма относятся втулки цилиндров, которые с головкой цилиндров (крышкой) и днищем поршня образуют рабочую камеру сгорания.

Газораспределительный механизм: распределительный вал и его привод, впускные и выпускные клапаны и их привод. Механизм га-

зораспределения служит для автоматического открытия и закрытия клапанов с целью обеспечения подачи свежего заряда воздуха в цилиндр и выхлопа отработанных газов.

Топливная и регулирующая аппаратура: топливный насос высокого давления и его привод, форсунка и топливные трубопроводы, регулятор и его привод, передача от регулятора к топливным насосам.

Система охлаждения: водяные насосы или вентиляторы и их привод, трубопроводы и арматура, радиатор для охлаждения воды или устройства подачи охлаждающего воздуха.

Сстема впуска воздуха, выпуска отработанных газов и наддува: турбонагнетатель, впускной и выпускной коллекторы, воздушный фильтр.

Система пуска состоит из стартера, деталей передачи вращения от стартера через маховик на коленчатый вал.

Система автоматического регулирования и защиты двигателя гарантирует его надежную работу, позволяет обеспечить:

- а) контроль параметров двигателя (температуру и давление охлаждающей жидкости, масла);
- б) контроль частоты вращения коленчатого вала, температуры выхлопных газов и др.;
- в) возможность автоматического регулирования основных параметров; г) осуществление подачи предупредительных и аварийных сигналов и защиту (остановку) двигателя при отклонении рабочих параметров от нормы

К вспомогательному оборудованию дизеля относятся: топливная и масляная системы, система водяного охлаждения, система пуска, устройства для охлаждения воды и масла, система воздухообеспечения,

устройства для выпуска продуктов сгорания. Часть агрегатов и устройств систем вспомогательного оборудования размещена непосредственно на дизеле: нагнетатель, регулятор частоты вращения; некоторые насосы: топливный насос высокого давления, циркуляционный насос системы охлаждения, циркуляционный насос системы смазки; фильтры; масляная центрифуга, воздушный фильтр, фильтр двойной очистки топлива, масляный фильтр; масляный картер (поддон); поддизельная рама и трубопроводы. Другая часть вспомогательного оборудования размещена от-дельно от дизеля.

Лабораторная работа № 8

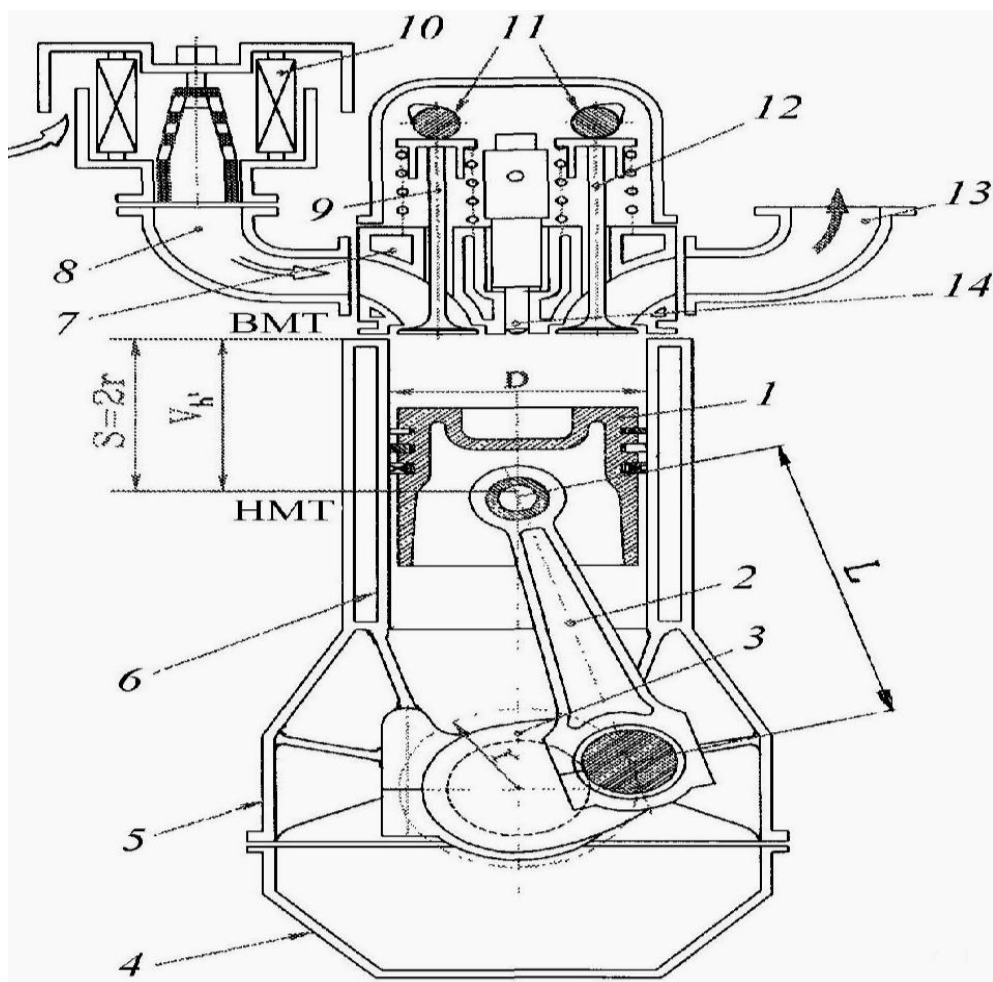
Тема: Исследование неисправностей дизельного двигателя

Цель: Изучить основные неисправности дизеля, причины их возникновения

Применяемое оборудование: плакаты, мультимедиапроектор

Порядок выполнения работы:

1. Укажите основные неисправности дизеля, причины их возникновения
2. Нарисуйте схему расположения оборудования дизельного двигателя.
3. Вывод.



1 - поршень, 2 – шатун. 3 – коленвал, 4 – поддон картера, 5 – картер блока цилиндров, 6 – блок цилиндров, 7 – головка блока цилиндров, 8 – впускной патрубок, 9 – впускной клапан, 10 – ТНВД, 11 – кулачки привода клапанов, 12 – выпускной клапан, 13 – выпускной патрубок, 14 - форсунка

Краткие теоретические сведения

Дизельные транспортные средства современности характеризуются достаточно высоким уровнем надежности всех своих компонентов и узлов. Если своевременно производить замену вышедших из строя и износившихся элементов дизеля, риск их неожиданного отказа в процессе эксплуатации сводится к нулю. Специалисты в сфере ремонта утверждают, что спонтанных отказов в нормальном функционировании дизельных двигателей практически никогда не наблюдается. Если какой-либо их важный компонент ломается, это означает, что его дефект не замечался очень долго. А вот второстепенные детали дизеля могут выйти из строя внезапно, но при этом серьезной угрозы

работоспособности ДВС они не несут. Диагностика и ремонт дизельных двигателей при таких незначительных поломках могут выполняться даже во время эксплуатации. При появлении указанных любых дефектов диагностические мероприятия следует проводить незамедлительно, чтобы выяснить их причину и выполнить требуемый ремонт.

Признаки неисправности дизельного двигателя

Запуск двигателя затруднен.

Причины

- Износ нагнетательных элементов насоса высокого давления.
- Неправильный угол опережения подачи топлива в двигателе.
- Износ распылителей, вызывающий плохое распыление топлива.
- Слишком низкое давление впрыска.
- Нехватка топлива перед насосом высокого давления из-за попадания воздуха в систему подачи топлива.
- Неисправности подкачивающего топливного насоса.
- Слишком малая доза топлива при запуске, вызванная неправильной работой регулятора.
- Загустение топлива зимой.

Снижение мощности двигателя.

Причины:

- Износ прецизионных элементов топливного насоса высокого давления или регулятора.
- Неправильная регулировка насоса.
- Неправильный угол опережения впрыска.
- Износ или повреждение распылителей. Чрезмерное снижение давления впрыска.

– Недостаточное количество топлива, подаваемого системой нагнетания, из-за засорения топливного фильтра, недостаточной производительности подкачивающего топливного насоса или попадания воздуха в топливную систему.

Черный дымный выхлоп.

Причины:

- Плохое смесеобразование в камере сгорания из-за нагара или неплотного закрытия клапанов.
- Поздний впрыск топлива.
- Плохое распыление топлива форсунками.
- Неверные зазоры в клапанах. Недостаточная компрессия.

Серый или белый дымный выхлоп.

Причины:

- Неверное опережение впрыска.
- Недостаточная компрессия.
- Пробита прокладка головки блока.
- Переохлаждение двигателя.

Жесткая работа двигателя.

Причины:

- Слишком ранний впрыск топлива.
- Большая разница между дозами топлива, впрыскиваемого в разные цилиндры двигателя.
- Неправильная работа некоторых форсунок.
- Недостаточная компрессия.

Перегрев двигателя.

Причины:

- Неправильный угол опережения впрыска.
- Плохое распыление топлива форсунками (струя вместо «факела»).

Повышенный шум двигателя.

Причины:

- Загрязнения в системе питания, вследствие чего не работают распылители.
- Уплотнительные шайбы под распылителями отсутствуют или плохо установлены, распылитель слишком сильно (слишком слабо) завернут в головку цилиндров.
- Воздух в системе питания.

Невозможно заглушить двигатель.

Причины:

Неисправен запорный электромагнитный клапан.

Повышается уровень моторного масла в картере

Течь через уплотнитель цепного или шестеренчатого привода насоса высокого давления.

Лабораторная работа № 9

Тема: «Исследование методов технической диагностики»

Цель работы: Изучить методы технической диагностики.

Применяемое оборудование: плакаты, мультимедиапроектор

Порядок выполнения работы:

1. Укажите что такое техническая диагностика и техническое диагностирование.

2. Укажите что позволяет выполнить техническое диагностирование.

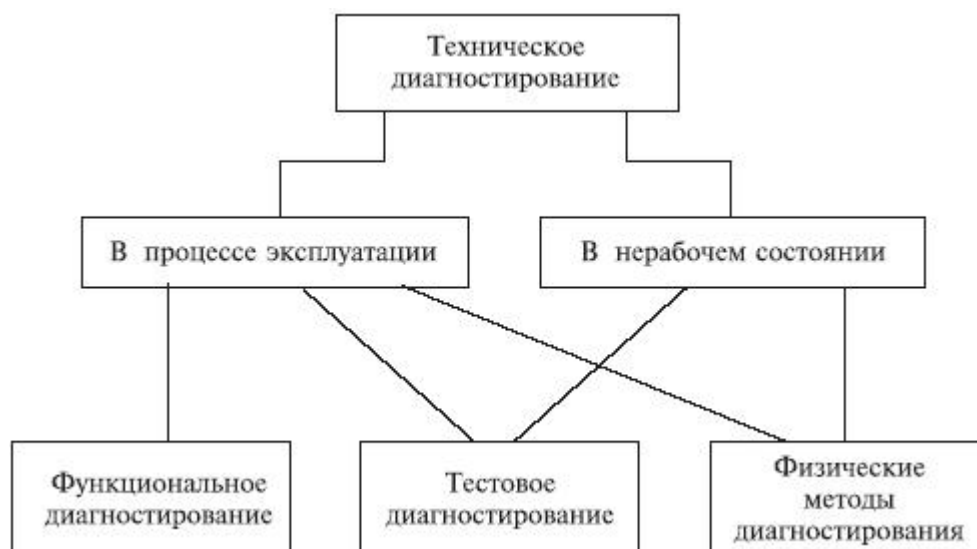
3. Укажите виды технического диагностирования.

4. Как классифицируют средства технического диагностирования.

5. Нарисуйте схему технической диагностики.

6. Сделайте вывод по работе.

Выполнение работы:



Краткие теоретические сведения

Техническая диагностика - область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объекта. Назначение технической диагностики в общей системе технического обслуживания - снижение объема затрат на стадии эксплуатации за счет проведения целевого ремонта.

Техническое диагностирование - процесс определения технического состояния объекта. Оно подразделяется на тестовое, функциональное и экспресс-диагностирование.

Периодическое и плановое техническое диагностирование позволяет:

- выполнять входной контроль агрегатов и запасных узлов при их покупке;
- свести к минимуму внезапные внеплановые остановки технического оборудования;
- управлять старением оборудования.
- Комплексное диагностирование технического состояния оборудования дает возможность решать следующие задачи:
 - проводить ремонт по фактическому состоянию;
 - увеличить среднее время между ремонтами;
 - уменьшить расход деталей в процессе эксплуатации различного оборудования;
 - уменьшить объем запасных частей;
 - сократить продолжительность ремонтов;
 - повысить качество ремонта и устранить вторичные поломки;
 - продлить ресурс работающего оборудования на строгой научной основе;
 - повысить безопасность эксплуатации энергетического оборудования:
 - уменьшить потребление ТЭР.

Виды технического диагностирования:

Тестовое техническое диагностирование - это диагностирование, при котором на объект подаются тестовые воздействия (например, определение степени износа изоляции электрических машин по изменению тангенса угла

диэлектрических потерь при подаче напряжения на обмотку двигателя от моста переменного тока).

Функциональное техническое диагностирование - это диагностирование, при котором измеряются и анализируются параметры объекта при его функционировании по прямому назначению или в специальном режиме, например определение технического состояния подшипников качения по изменению вибрации во время работы электрических машин.

Экспресс-диагностирование - это диагностирование по ограниченному количеству параметров за заранее установленное время.

Классификация средств технического диагностирования

Встроенные средства технического диагностирования - это средства диагностирования, являющиеся составной частью объекта (например, газовые реле в трансформаторах на напряжение 100 кВ).

Внешние устройства технического диагностирования - это устройства диагностирования, выполненные конструктивно отдельно от объекта (например, система виброконтроля на нефтеперекачивающих насосах).

Существуют различные методы технического диагностирования:

Визуально-оптический метод реализуется с помощью лупы, эндоскопа, штангенциркуля и других простейших приспособлений. Этим методом пользуются, как правило, постоянно, проводя внешние осмотры оборудования при подготовки его к работе или в процессе технических осмотров.

Виброакустический метод реализуется с помощью различных приборов для измерения вибрации. Вибрация оценивается по виброперемещению, виброскорости или виброускорению. Оценка технического состояния этим

методом осуществляется по общему уровню вибрации в диапазоне частот 10 - 1000 Гц или по частотному анализу в диапазоне 0 - 20000 Гц.

Тепловизионный (термографический) метод реализуется с помощью [пирометров и тепловизоров](#). Пирометрами измеряется температура бесконтактным способом в каждой конкретной точке, т.е. для получения информации о температурном поле необходимо этим прибором сканировать объект. Тепловизоры позволяют определять температурное поле в определенной части поверхности диагностируемого объекта, что повышает эффективность выявления зарождающихся дефектов.

Метод акустической эмиссии основан на регистрации высокочастотных сигналов в металлах и керамике при возникновении микротрещин. Частота акустического сигнала изменяется в диапазоне 5 - 600 кГц. Сигнал возникает в момент образования микротрещин. По окончании развития трещины он исчезает. Вследствие этого при использовании данного метода применяют различные способы нагружения объектов в процессе диагностирования.

Магнитный метод используется для выявления дефектов: микротрещин, коррозии и обрывов стальных проволок в канатах, концентрации напряжения в металлоконструкциях.

Метод частичных разрядов применяется для выявления дефектов в изоляции высоковольтного оборудования (трансформаторы, электрические машины). Физические основы частичных разрядов состоят в том, что в изоляции электрооборудования образуются локальные заряды различной полярности. При разнополярных зарядах возникает искра (разряд).

Инструктаж при охране труда

Приступая к выполнению практических занятий и лабораторных работ, преподаватель должен провести инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале.

Лабораторные работы и практические занятия проводятся с целью закрепления теоретических знаний и приобретения практических навыков в обслуживании и ремонте холодильных машин и установок кондиционирования воздуха.

Студенты должны помнить о том, что в процессе выполнения лабораторных работ используются агрегаты и аппараты, которые имеют движущиеся части и работают под большим давлением и высоким электрическим напряжением, что является опасным с точки зрения поражения человека электрическим током.

При проведении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

- Перед началом работы необходимо убедиться в том, что выключатели находятся в выключенном состоянии.
- Использование на занятиях приборов и аппаратов с неисправными клеммами, проводов с поврежденной изоляцией не допускается.
- Во время работы с электродвигателем необходимо постоянно следить за тем, чтобы волосы и части одежды не попали во вращающиеся части

В учебном кабинете:

- приступать к разборке и сборке узлов только в присутствии преподавателя;
- пользоваться для разборки и сборки узлов только исправными инструментами;
- не бросать детали на пол.

На полигоне:

- при осмотре оборудования не смещать его руками с места установки;
- визуальный осмотр тележки, колёсных пар производится только при наличии тормозных башмаков.

Список рекомендованных источников

Основные источники:

1 Учебные пособия

1) Коркина С. В., Ключанов А. В., Киселев Г. Г. Подвижной состав железных дорог (нетяговый подвижной состав): конспект лекций / Коркина С. В., Ключанов А. В., Киселев Г. Г. – СамГУПС, 2017 – 180 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/130446/#1>

2) Подвижной состав железных дорог (нетяговый подвижной состав): иллюстрированное учебное пособие – СамГУПС, 2018 – 68 с. – СамГУПС, 2017 – 180 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/130445/#2>

3) Быков, Б.В. Конструкция механической части вагонов: учебное пособие. [Электронный ресурс] / Б.В. Быков, В.Ф. Куликов. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2016. — 247 с. — Режим доступа: <https://docplayer.ru/84809824-Konstrukciya-mehanicheskoy-chasti-vagonov.html>

2 Нормативно – правовые акты:

1) Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации , утверждены Приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. № 286

2) Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации Приложение N 7 к Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (введена Приказом Минтранса России от 04.06.2012 № 162)

3) Приложение № 8 к Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации (введена Приказом Минтранса России от 04.06.2012 № 162)

4) Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава, утверждены Приказом Минтранса России от 03.06.2014г. № 151

5) Инструкция осмотра вагона ЦВ-ЦЛ-408, Утверждена Советом по железнодорожному транспорту Государств – участников содружества. Протокол от 21-22 мая 2009г. № 50 - 215с.

3 Интернет-ресурсы:

1) ГОСТ 33796-2016 Моторвагонный подвижной состав. требования к прочности и динамическим качествам. Режим доступа: https://allgosts.ru/45/060/gost_33796-2016

2) Воронова, Н.И. Техническое обслуживание и продление жизненного ресурса пассажирских вагонов : учебник / Воронова Н.И., Дубинский В.А. — Москва : КноРус, 2019. — 205 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-06543-3. — URL: <https://book.ru/book/929781>. — Текст : электронный.

3) Инструкции, указания и пособия по вагонному хозяйству железных дорог. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293816/4293816844.htm>

4) Учебные пособия, учебники и учебные программы по конструкции, техническому обслуживанию и ремонту вагонов. Режим доступа: www.vagonik.ru, banking.net/knigi/79917-ustrojstv

5) Вагоны (электронный ресурс) Режим доступа: <http://trainshistory.ru/article/vagony>