Каспийский институт морского и речного транспорта
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. директора по учебной работе
_____ М.В. Карташов
«15» марта 2016 г.

Методические указания
по выполнению лабораторных работ

по дисциплине «Устройство судовых энергетических установок»

для курсантов 2-3 курса

специальности 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок

РАССМОТРЕНО
на заседании цикловой методической комиссии
судомеханических дисциплин

Протокол № 6
от «14» 03 2015 года

Председатель ЦМК
_____ Максудов Р.К.
(подпись) (Ф.И.О.)

СОСТАВИЛ
_____ Максудов Р.К.
(подпись) (Ф.И.О.)

ОДОБРЕНО
учебно-методическим отделом СПО
Начальник _____ В.А.Овсянников
Ст. методист _____ О.Н. Вербицкая

2016 г.

Пояснительная записка.

Программа учебной дисциплины «Устройство судовых энергетических установок» предусматривает выполнение на 2 и 3 курсе 11 лабораторных работ с целью развития умений и навыков необходимых специалисту «технику-судомеханику» в практической деятельности на судах речного и морского флота.

Для качественного выполнения лабораторных работ учащиеся должны иметь необходимые базовые знания, полученные в процессе изучения «Инженерной графики», «Материаловедения», «Стандартизация, сертификация и метрология» и других.

Структура и содержание лабораторно-практических работ проводимых в соответствии с данным пособием позволяет решить следующие учебные задачи с учетом межпредметных связей:

- изучить конструктивные особенности деталей дизеля и его газораспределительного механизма;
- развить умения по регулировке газораспределительного механизма дизеля;
— углубить знания и развивать навыки определения свойств различных материалов и их применения;(материаловедение)
- развивать навыки эскизирования (инженерная графика), производства замеров различных размеров, работы с измерительным инструментом (стандартизация, сертификация и метрология);
- развивать навыки работы со справочной литературой и технической документацией.

Пособие может быть использовано на различных формах обучения (очной, заочной, заочно-вечерней, дистанционной) на специальностях, программой которых предусмотрено изучение судовых энергетических установок

В зависимости от специализации и возможностей учебного заведения, задание на лабораторные работы может быть скорректировано с учетом обеспечения кабинетов, лабораторий, учебных полигонов и производственных условий выполнения работы, содержания рабочих программ учебной дисциплины.

Список литературы

1.Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –250 с.
2. Гогин А.Ф. Судовые дизели – Транспорт .2011 - 414с.

Лабораторная работа № 1

«Описание и назначение цилиндров и блоккартеров»

1. Цель занятия.

Описание основных элементов и назначение цилиндров и блоккартеров дизеля

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.
2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –37-40 с.

3. Выполнение работы.
3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Цилиндры и блоккартеры. С отдельными цилиндрами выполняют только двигатели с искровым зажиганием, так как изготовление компактного блока цилиндров с охлаждающими ребрами представляет значительные технологические трудности. Цилиндры судовых дизелей изготовляют или как цельную деталь (блок), или в виде общей отливки со станиной, т. е. в виде блоккартера. При отливке нескольких цилиндров в одном блоке уменьшается масса и длина дизеля, достигается большая жесткость конструкции корпуса. Блоки цилиндров и блоккартеры изготовляют из чугуна тех же марок, что и фундаментные рамы. Блокцилиндров устанавливают полками на верхнюю плоскость блокрамы, крепят к ней силовыми шпильками, ввертываемыми в отверстие *е* и болтами по краям для уплотнения стыка. В корпус блока вставлено шесть цилиндровых втулок Пространство между корпусом и втулками образует полость водяного охлаждения *в.* Уплотнение полости в верхней части достигается благодаря прижатию притертого буртика втулки к корпусу, в нижней—с помощью уплотнительных резиновых колец уложенных в канавки втулок. Охлаждающая вода поступает в полость *в* снизу. Верхняя часть втулки нагревается больше, чем нижняя, поэтому площадь поперечного сечения полости охлаждения вверху меньше, чем внизу.

.**Вопросы для выполнения работы.**
1. Какие основные элементы цилиндров дизеля?
2. Назначение цилиндров дизеля?

3. Какие виды блоков цилиндров?
4. Какие основные элементы блоккартеров назначение и конструкцию.

Лабораторная работа № 2

«Описание и назначение крышек цилиндров. Головки дизеля. Моноблоки»

1. Цель занятия.

Описание и назначение крышек цилиндров. Головки дизеля. Моноблоки

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.
2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –42-46 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Крышки цилиндров. Головки дизеля. Моноблоки. В большинстве случаев крышки цилиндров отливают из чугуна и выполняют индивидуально для каждого цилиндра или в виде блока для нескольких цилиндров дизеля (в последнем случае их называют *головками дизелей).* Головки дизеля изготовляют обычно из алюминиевых сплавов. Цилиндры закрывают крышками, так образуется рабочая полость. На крышках обычно монтируют детали клапанного механизма системы газораспределения. Снизу у крышки для фиксации ее положения и обеспечения герметичности рабочей полости располагается уплотнительный бурт (кольцевой выступ), входящий в канавку втулки цилиндра. Рабочие полости цилиндров уплотняют с помощью индивидуальных прокладок из отожженной меди или алюминия, которые устанавливают под каждой из крышек, или с помощью общей прокладки, устанавливаемой под головкой дизеля.

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные элементы крышек цилиндров дизеля?
2. Назначение крышек цилиндров дизеля?
3. Какие виды головок дизеля цилиндров?
4. Какие основные элементы моноблоков назначение и конструкцию.

Лабораторная работа № 3

«Неравномерность вращения коленчатого вала»

1. Цель занятия.

Изучение причин появления неравномерности вращения коленчатого вала

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.

2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –55-56 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. **Неравномерность вращения коленчатого вала.** Переменность вращающего момента приводит к неравномерности вращения коленчатого вала, что нежелательно, так как это вызывает переменные нагрузки на детали дизеля. Неравномерность вращения вала оценивают степенью неравномерности 6, которую определяют как отношение разности максимальной и минимальной угловых скоростей коленчатого вала за цикл работы дизеля к средней угловой скорости. Значения степеней неравномерности приводятся в формулярах дизелей: при работе дизелей на гребной винт 8= 1/20ч1/40, при работе на генератор 8 =1/100ч 1/300. Необходимая степень неравномерности вращения коленчатого вала достигается путем установки на нем маховика с массивным ободом, т. е. с большим моментом инерции.

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные причины появления неравномерности вращения коленчатого вала?
2. Как влияет неравномерность вращения коленчатого вала на коренные подшипники?
3. Какие способы уменьшения вибрации?

Лабораторная работа № 4

«Уравновешенность дизеля»

1. Цель занятия.

Изучение способов и методов уравновешенности дизеля

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.

2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –56-57 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Уравновешенность дизеля. Давление газов в камере сгорания (на поршень, стенки цилиндра, головку дизеля) передается равномерно и силы, возникающие при этом, взаимно уравновешиваются. Они не вызывают вибрации корпуса судна или его элементов. Однако силы инерции поступательно движущихся и вращающихся частей ничем не уравновешиваются внутри дизеля. Сумма сил инерции и моментов сил инерции относительно центра тяжести дизеля должна равняться нулю. Когда это требование выполняется, дизель считается уравновешенным.

В противном случае силы инерции и их моменты могут вызывать вибрацию корпуса судна в вертикальной и в горизонтальной плоскостях. Эффективным средством повышения равномерности вращения коленчатого вала и уравновешивания тепловых машин является использование многоцилиндровых дизелей, в которых рабочие такты в различных цилиндрах чередуются равномерно по углу поворота вала. Для этого кривошипы вала располагают под углом, равным 720/z в четырехтактных и 560/z в двухтактных дизелях (г — число цилиндров).

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные способы и методы уравновешенности дизеля?
2. Какие порядок работы дизелей?
3. Какие расположение кривошипов каленчатого вала?

Лабораторная работа № 5

«Крутильные колебания»

1. Цель занятия.

Изучение причин появления крутильных колебаний.

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.

2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –58-60 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Чтобы ответить на вопрос, что такое крутильные колебания вала дизеля, представим себе стальной стержень, один конец которого жестко закреплен, а на другом находится маховик. Стержень возле маховика опирается на подшипник. Если к маховику приложить вращающий момент, то благодаря упругой деформации скручивания стержня маховик повернется на некоторый угол ф. Если отпустить маховик, произойдет упругое его раскручивание. Маховик, обладая некоторой массой и моментом инерции, начнет колебаться. Частота колебаний (число колебаний в секунду) маховика будет зависеть от массы, от распределения массы в зависимости от удаления ее от центра вращения, от жесткости стержня при кручении. Колебательная система — маховик — стержень, обладая определенными моментом инерции и жесткостью, будет иметь вполне определенную частоту колебаний (собственную частоту колебаний). Такие колебания системы, вызванные единичным приложением вращающего момента, называют свободными или собственными крутильными колебаниями. Если к системе (к стержню и маховику) не прикладывать повторно вращающий момент, то колебания будут постепенно затухать и маховик наконец остановится, заняв первоначальное свое положение в состоянии покоя. Затухание

колебаний происходит вследствие трения стержня в подшипнике, маховика о воздух, а также из-за внутримолекулярного трения в стержне. При колебаниях маховик поворачивается относительно своего первоначального положения на некоторый угол ф в ту и другую сторону и при затухающих колебаниях этот угол будет непрерывно уменьшаться. Отклонение маховика от первоначального положения называют амплитудой колебаний. При затухании колебаний независимо от уменьшения амплитуды частота колебаний остается постоянной. Очевидно, что для поддержания колебаний маховика нужно периодически прикладывать к нему внешний (возмущающий) момент.

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные причины появления крутильных колебаний?
2. Как влияют крутильные колебания на коренные подшипники?
3. Какие способы уменьшения крутильных колебаний?

Лабораторная работа № 6

«Понятие о наддуве дизелей»

1. Цель занятия.

Описание и назначение компрессоров и турбокомпрессоров.

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.
2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –66-68 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Понятие о наддуве дизелей. Мощность дизеля можно увеличить повышением давления воздуха при впуске его в цилиндры. Подачу воздуха в цилиндры дизеля под давлением 0,13—0,25 МПа и выше называют *наддувом.* При наддуве в тот же объем цилиндра поступает большее количество воздуха и топлива, отчего возрастает и мощность дизеля. Машины, которые осуществляют

сжатие воздуха или газа до избыточного давления более 0,015 МПа, называют *компрессорами.* На судах наибольшее распространение получил газотурбинный наддув, при котором рабочее колесо компрессора вращается от ротора газовой турбины 5, подключенной к газопроводу . На рабочем колесе (роторе) турбины по окружности смонтированы лопатки, а перед ними в корпусе расположены неподвижные лопатки направляющего аппарата. Газы с лопаток направляющего аппарата на рабочие лопатки турбины могут поступать по радиусу к оси вращения ротора или вдоль негопоэтому турбины называют соответственно ***радиальными или осевыми.***

При движении газов от периферии к центру радиальные турбины

называют ***центростремительными***, в случае движения газа от центра к периферии — ***центробежными.***

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные элементы компрессоров?
2. Назовите виды турбокомпрессоров?
3. Какие основные элементы турбокомпрессоров назначение и конструкция?
4. Назовите виды наддува дизеля?

Лабораторная работа № 7

«Питание газовых турбин»

1. Цель занятия.

Описание и назначение газовых турбин.

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.

2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –68-70 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Питание газовых турбин. По способу использования энергии выпускных газов турбокомпрессоры бывают с турбиной постоянного или переменного

давления. В первом случае газы к турбине (рис. 45, *а)* поступают из общего выпускного коллектора. Энергия газов на выпуске из цилиндров в турбинах постоянного давления не используется полностью, а теряется в коллекторе и выпускных патрубках при завихрении потоков.

Турбины, работающие на переменном давлении газов, имеют не один, а несколько отдельных каналов, подводящих газы к рабочему колесу. Давление газов в коллекторе и перед турбиной при этом сохраняется почти таким же, как и при выходе из цилиндров, т. е. пульсирующим (импульсным). Поэтому импульсные турбины развивают большую мощность, чем турбины постоянного давления.

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные элементы газовых турбин?
2. Назовите виды газовых турбин?
3. Назовите способы питания газовых турбин?

Лабораторная работа № 8

«Описание и назначение сепараторов топлива»

1. Цель занятия.

Описание и назначение сепараторов топлива.

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.
2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –85-87 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. С помощью фильтров нельзя добиться хорошей очистки сильно обводненного и загрязненного топлива. Очистку таких топлив осуществляют в сепараторах, в которых наиболее тяжелые примеси отделяются от топлива под действием центробежных сил.

Барабан сепаратора с тарелкодержателем крепится на вертикальном валу и закрывается сверху крышкой , имеющей регулирующее кольцо . На

тарелкодержателе смонтирован комплект разделительных тарелок с отверстиями. Топливо специальным насосом подается в сепаратор по каналу и под действием центробежных сил при вращении барабана отбрасывается к периферии. Вязкое топливо перед поступлением в сепаратор предварительно подогревают. Механические примеси в топливе, имеющие наибольшую плотность при вращении барабана, оседают на его вертикальной стенке, а вода, огибая конус горловины , вытесняется из сепаратора через кольцевой зазор . Очищенное от воды и механических примесей топливо, как наиболее легкое, направляется конусом горловины к центру и через кольцевой зазор насосом откачивается в расходную цистерну

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные элементы сепараторов топлива?
2. Назначение сепараторов топлива?
3. Какие виды сепараторов топлива?
4. Назовите способы очистки топлива?

Лабораторная работа № 9

«Описание и назначение топливного насоса высокого давления»

1. Цель занятия.

Описание и назначение топливного насоса высокого давления.

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.

2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –85-87 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Топливный насос высокого давления. В зависимости от внешней нагрузки, приложенной к коленчатому валу дизеля, ТНВД в определенные моменты цикла подают в цилиндры необходимые порции (дозы) топлива под давлением, обеспечивающим его распыливание форсунками.

В топливных системах судовых дизелей используются преимущественно насосы золотникового типа, основными деталями которых являются плунжер (золотник) и втулка. Давление, создаваемое ТНВД в момент впрыскивания, достигает 40—80 МПа, поэтому рабочие поверхности плунжера и втулки (плунжерной пары) тщательно обрабатывают. Зазор между ними должен быть 0,002—0,003 мм. ТНВД выполняют в виде одиночных (для каждого цилиндра) или блочных многоплунжерных насосов. В первом случае каждая плунжерная пара насоса смонтирована в индивидуальном корпусе. Во втором случае - плунжерные пары всех цилиндров заключены в одном корпусе и под термином насос подразумевают весь блок, а составляющие его элементы бывают секциями.

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные элементы топливного насоса высокого давления?
2. Назначение топливного насоса высокого давления?
3. Какие виды топливных насосов высокого давления?
4. Назовите принцип действия топливного насоса высокого давления?

Лабораторная работа № 10

«Описание и назначение смазочных насосов»

1. Цель занятия.

Описание и назначение смазочных насосов.

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.

2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –116-117 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Смазочные насосы. Циркуляционные смазочные системы судовых дизелей в большинстве случаев оборудованы шестеренными смазочными насосами с приводом от распределительного вала. Они могут быть реверсивными и нереверсивными, одно, двух и трехсекционными. Двухсекционные насосы

представляют собой два обычных насоса (две пары шестерен с одним ведущим валом), объединенных в общем корпусе. Одна секция такого насоса является откачивающей, вторая — нагнетательной. Смазочные системы некоторых дизелей, как, например, 6ЧСП 15/18 (ЗД6), оборудованы трехсекционными смазочными насосами: с двумя откачивающими и одной нагнетательной секциями.

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные элементы смазочных насосов?
2. Назначение смазочных насосов?
3. Какие виды смазочных насосов?
4. Назовите принцип действия смазочных насосов?

Лабораторная работа № 11

«Описание и назначение фильтров и центрифуг»

1. Цель занятия.

Описание и назначение фильтров и центрифуг.

2. Методическое обеспечение.

2.1. Методические указания по проведению лабораторной работы.
2.2. Учебный материал- учебник Сизых В.А. Судовые энергетические установки – М. Росконсульт .2006 –117-118 с.

3. Выполнение работы.

3.1. Изучить материал по теме, письменно ответить на поставленные вопросы.

4. Краткая теория.

4.1. Фильтры и центрифуги. Грубая очистка смазочного масла в системе осуществляется, как правило, с помощью сетчатых и щелевых фильтров, по конструкции и принципу действия аналогичных топливным фильтрам. Фильтрующие элементы (сетчатые диски), смонтированные на перфорированной трубе , крепят к крышке фильтра шпилькой , гайкой и шплинтом . Корпус и крышки двухсекционного фильтра соединяют шпильками . Секции фильтра подключают к магистрали пробковым краном . Масло поступает к фильтрующим элементам из полости *в* и, пройдя их, через перфорированную трубку , полости подается насосом в нагнетательную магистраль системы В качестве фильтрующих

элементов тонкой очистки масла используют картонные, бумажные, хлопчатобумажные и синтетические материалы. В последнее время получили распространение фильтры тонкой очистки типа «Нарва», фильтрующие элементы которых выполнены в виде гофрированных штор из сульфатной целлюлозы и поливинилспиртового волокна или из синтетических волокон, проклеенных поливинилацетатной эмульсией. Как и бумажные, подобные фильтрующие элементы при очистке фильтров заменяют новыми.

Тонкую очистку масла у многих СЭУ осуществляют с помощью реактивных центрифуг. У дизелей 6ЧСПН 18/22 центрифуга основанием закреплена на одной из крышек картерного люка. Ротор центрифуги, состоящей из корпуса и крышки , закреплен на втулке гайкой .

Вопросы для выполнения работы.

1. Какие основные элементы фильтров и центрифуг?
2. Назначение фильтров и центрифуг?
3. Какие виды фильтров и центрифуг?
4. Назовите принцип действия фильтров и центрифуг?