

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

УСТРОЙСТВО СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности 180403
«Эксплуатация судовых энергетических установок»

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2006

УДК 621.431.74: 621.436 – 52 (07)

Устройство судового дизеля : методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 180403 «Эксплуатация судовых энергетических установок» / сост. В. Ф. Мельников. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2006. – 31 с.

Методические указания разработаны на кафедре «Двигатели внутреннего сгорания», включают выполнение 8 лабораторных работ. В них сформулированы цели и дан порядок систематизированного изучения устройства судового дизеля. Указания составлены в форме вопросов, на которые студенты должны самостоятельно ответить, привлекая специальную литературу и знания, полученные в ходе аудиторных занятий.

В качестве образцов для изучения используются дизели 6ЧН 18/22, 3Д6 и 6L160PNS.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» и методического совета института транспорта и энергетики.

Общие положения по циклу лабораторных работ «Устройство судового дизеля»

Цель выполнения лабораторных работ – изучение компоновки судовых дизелей, устройства и работы основных деталей, узлов, механизмов, систем, освоение специальных названий и терминологии, изучение параметров и технических характеристик двигателей.

Работы выполняются в лаборатории кафедры на натуральных образцах судовых дизелей 6ЧСП 18/22, 3Д6(3Д12) и 6L160PNS с осуществлением их частичной разборки и сборки.

Учебная литература представлена в конце методических указаний в библиографическом списке.

Отчет оформляется индивидуально по каждой лабораторной работе в виде реферата, включающего текст, таблицы, рисунки, схемы. Формат страниц А4. После выполнения всех работ отчеты брошюруются под единым титульным листом по форме (см. МУ по оформлению курсового проекта).

Каждая лабораторная работа защищается индивидуально после её выполнения. Зачёт по всему циклу является результатом успешной сдачи всех лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Цель работы: изучить общую компоновку судового дизеля и его техническую характеристику на примере рассмотрения натуральных образцов двигателей [см. 1; 2; 3, с. 235- 258; 4, с. 8-23].

Задание и порядок выполнения работы

1. Изучите и изложите в отчете классификацию судовых ДВС, порядок их обозначения по ГОСТу и маркировку судовых дизелей иностранного производства.

2. Изучите и опишите в отчете структуру дизеля по его основным механизмам и системам, перечислите основные детали и узлы, входящие в их состав.

3. Путём внешнего осмотра судовых дизелей 6ЧН 18/22, 3Д6, 6L160PNS, а также используя их техническое описание, изучите общую компоновку двигателей, расположение основных деталей, узлов и механизмов, освоите их технические названия и терминологию.

4. Составьте принципиальный эскиз внешней компоновки дизелей (дайте необходимое количество видов), обозначьте расположение

всех основных узлов и деталей. Составьте спецификацию.

5. Определите технические характеристики дизелей в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Техническая характеристика судовых дизелей

| № п/п | Наименование параметра | Обозначение | Размерность | Дизель | | |
|-------|--|-------------|-------------|-----------|----------|-----|
| | | | | 6ЧН 18/22 | 6L160PNS | ЗД6 |
| 1 | Заводская марка, завод изготовит. | | | | | |
| 2 | Обозначение по ГОСТу | | | | | |
| 3 | Общая характеристика двигателя по основным классификационным признакам | | | | | |
| 4 | Номинальная мощность на валу дизеля | | | | | |
| 5 | Номинальная частота вращения | | | | | |
| 6 | Направление вращения и исполнение (борт) двигателя | | | | | |
| 7 | Порядок работы цилиндров | | | | | |
| 8 | Диаметр цилиндра | | | | | |
| 9 | Ход поршня | | | | | |
| 10 | Среднее эффективное давление | | | | | |
| 11 | Средняя скорость поршня | | | | | |
| 12 | Показатель форсирования | | | | | |
| 13 | Степень сжатия | | | | | |
| 14 | Давление в конце сжатия | | | | | |
| 15 | Максимальное давление сгорания | | | | | |
| 16 | Температура выпускных газов за цилиндром | | | | | |
| 17 | Давление наддува | | | | | |
| 18 | Удельный эффективный расход топлива | | | | | |
| 19 | Удельный расход масла (суммарный) | | | | | |
| 20. | Ресурс до первой переборки | | | | | |
| 21. | Ресурс до капитального ремонта | | | | | |
| 22. | Масса дизеля | | | | | |
| 23. | Удельная масса дизеля | | | | | |
| 24 | Габариты дизеля В×Н×L, мм | | | | | |
| 25 | Общая характеристика топливной системы | | | | | |

Окончание табл. 1

| № п/п | Наименование параметра | Обозначение | Размерность | Дизель | | |
|-------|---|-------------|-------------|-----------|----------|-----|
| | | | | 6ЧН 18/22 | 6L160PNS | ЗД6 |
| 26 | Марка топлива | | | | | |
| 27 | Общая характеристика системы смазывания | | | | | |
| 28 | Марка масла | | | | | |
| 29 | Общая характеристика системы охлаждения | | | | | |
| 30 | Общая характеристика системы пуска и реверса | | | | | |
| 31 | Общая характеристика системы воздухообеспечения и выпуска | | | | | |

6. Оформите и защитите отчет.

Примечания:

1. Значения параметров в таблице, которых нет в инструкции по двигателю, оцените усредненно по литературе (учебнику). Эти значения пометьте*.

2. В графе «Обозначение» через дробь укажите в числителе традиционное обозначение параметра, а в знаменателе – по международному стандарту ИСО (см. приложение).

3. Здесь и в других таблицах предусмотрите размеры ячеек таблицы достаточными для развернутого ответа.

Классификация судовых ДВС

Двигатели внутреннего сгорания в общем случае классифицируются по большому числу признаков. Рассмотрим классификацию лишь судовых ДВС (СДВС) по основным признакам.

1. По назначению СДВС делятся на **главные и вспомогательные**.

Главным называется двигатель, обеспечивающий движение судна, т. е. служащий для привода движителя (как правило, гребного винта). У судов технического флота главный двигатель служит для выполнения их основных функций по назначению: у земснарядов – для перемещения грунта, у нефтестанций – для перекачки нефтепродуктов и т.д.

Все остальные СДВС называются вспомогательными. Большинство из них служат для выработки электроэнергии и называются дизель-генераторами.

2. По величине мощности различают двигатели:

- **маломощные** до 75 кВт.;
- **средней мощности** 75 ...750 кВт.;
- **мощные** 750...7500 кВт.;
- **сверхмощные** свыше 7500 кВт.

Главные двигатели речного флота имеют мощность 66...1600 кВт,

т. е. в основном относятся к категории средней мощности. Сверхмощные дизели до 70000 кВт применяются в морском флоте.

3. По частоте вращения коленчатого вала различают двигатели:

- малооборотные (МОД), $n = 100 \dots 350$ об/мин.;
- среднеоборотные (СОД), $n = 350 \dots 750$ об/мин.;
- высокооборотные (ВОД), $n = 750 \dots 2500$ об/мин.

4. По средней скорости поршня различают двигатели:

- тихоходные $4,5 < C_m < 7$ м/с;
- средней быстроходности $7 < C_m < 10$ м/с;
- быстроходные $10 < C_m < 15$ м/с.

Средняя скорость поршня: $C_m = S \cdot n / 30$ (м/с),

где S – ход поршня (м); n – число оборотов (об/мин).

5. По способу осуществления рабочего цикла СДВС бывают четырехтактные и двухтактные.

6. По способу смесеобразования различают двигатели с внутренним смесеобразованием – дизели – и с внешним смесеобразованием – карбюраторные и газовые двигатели. Последние на флоте имеют очень ограниченное применение (подвесные лодочные моторы, автомобильные двигатели для легких катеров).

7. По способу наполнения цилиндра свежим зарядом судовые дизели бывают без наддува и с наддувом.

8. По способу воспламенения горючей смеси в цилиндре двигатели бывают с самовоспламенением горючей смеси вследствие её высокой температуры в результате сжатия – дизели, и с принудительным воспламенением от электрической искры – карбюраторные и газовые двигатели.

9. По расположению цилиндров СДВС преимущественно имеют рядное, вертикальное расположение. Для высокооборотных, форсированных дизелей применяется V-образная компоновка. Более сложные схемы расположения цилиндров встречаются редко.

10. По числу цилиндров применяются СДВС, имеющие от 3 до 42 (56) цилиндров. Дизели речного флота преимущественно имеют 6, 8 и 12 цилиндров.

11. По способу действия СДВС бывают простого и двойного действия. Последние ранее применялись только на морском флоте.

12. По конструкции кривошипно-шатунного механизма (КШМ) судовые дизели бывают тронковые и крейцкопфные. Все двигатели речного флота – тронковые, на морском флоте встречаются оба типа двигателей.

13. По способу реверса, т. е. изменения направления вращения коленчатого вала, СДВС бывают реверсивные и неревверсивные. Для осуществления реверса последние снабжаются специальным механизмом – реверс-редуктором или реверсивной муфтой.

14. По направлению вращения коленчатого вала различают двига-

тели правого и левого вращения. Правое вращение – по часовой стрелке, левое – против, если смотреть со стороны отбора мощности (маховика).

15. По исполнению судовые дизели разделяют на правобортные и левобортные. «Бортность» двигателя определяется стороной борта судна, вдоль которого установлен двигатель при условии выхода органов управления двигателя в сторону внутреннего пространства машинного отделения.

Обозначение судовых ДВС

Как правило, двигатели имеют заводское обозначение (марку) и обозначение по ГОСТу. Структура заводских обозначений разнообразна и не несет какой-то однозначной, общепринятой информации.

Единообразие обозначение судовых ДВС определяется ГОСТ 4393-82. Оно включает в себя сочетание чисел и букв. В начале обозначения ставится число, обозначающее количество цилиндров. Затем следуют те или иные буквы, обозначающие особенности двигателя:

| | |
|--|------------------------------------|
| Ч – четырехтактный | П – с редукторной передачей |
| Д – двухтактный | К – крейцкопфный |
| Д – двухтактный двойного действия | Н – с наддувом |
| Р – реверсивный | К – крейцкопфный |
| С – с реверсивной муфтой | Г – газовый |
| СП – с реверс-редукторной передачей | |

После букв следует дробь, числитель которой обозначает диаметр цилиндра, а знаменатель ход поршня в сантиметрах. После дроби через тире может стоять цифра, обозначающая модернизацию двигателя (первая, вторая и т.д.).

Пример:

8ЧСПН 18/22-2 – 8-цилиндровый, четырехтактный, главный судовый дизель с наддувом, с реверс-редукторной передачей (нереверсивный), диаметр цилиндра 180 мм, ход поршня 220 мм, вторая модернизация.

Дизели, построенные в бывших ГДР, ЧССР и ПНР (ныне соответственно Германия, Чехия, Польша), имеют марки согласно стандартам своих стран.

Марка дизелей ГДР начинается с числа указывающего число цилиндров. Затем следуют буквы, обозначающие:

D (Д) – дизель;

V (Ф) – четырехтактный;

N (Н) – среднеходовой (отношение хода поршня к диаметру цилиндра $S/D > 1,3$; если это отношение меньше или равно 1,3, то ставится буква «К»);

A (A) - с наддувом;

U (У) – реверсивный.

(В скобках указаны иногда используемые буквы-аналоги русского алфавита).

После первых трех букв стоит число – ход поршня (см); затем число, указывающее модернизацию двигателя, и буквы отличительных признаков.

Пример:

8NVD48.2AU – 8-цилиндровый, среднеходовой, четырехтактный дизель с ходом поршня 480 мм, вторая модернизация, с наддувом, реверсивный.

Марка дизелей ЧССР также начинается с числа, указывающего количество цилиндров. Далее следуют буквы и число – диаметр цилиндра в миллиметрах или сантиметрах. Римская цифра через дробь означает модернизацию.

Значения букв:

L (Л) – судовой,

S (С) – стационарный,

Rr (Рр) – с механическим ручным реверсом,

PN (Пн) – с наддувом.

Пример:

6L275Rr/PPN – 6-цилиндровый судовой дизель с механическим ручным реверсом, с наддувом, диаметр цилиндра 275 мм, вторая модернизация.

Марка дизелей ЧССР может включать также буквы **A**, **B** или **C**, означающие ряд (тип) двигателя, и цифры, условно характеризующие степень наддува: 1 – низкий, 2 и 3 – средний, 4 – высокий.

Пример:

6–27,5A2L – судовой 6-цилиндровый дизель, тип A, диаметр цилиндра 275 мм, с наддувом степени 2.

Структура судовых ДВС

Все детали двигателя по функциональному признаку объединяются в три механизма и ряд систем.

Механизмы СДВС

1. Остов двигателя. К остову относятся основные неподвижные, главным образом, корпусные детали двигателя. Их размеры и формы в значительной степени определяют внешний вид двигателя, т.е. его архитектуру. Состав деталей остова зависит от его конструктивной схемы (типа). В числе основных к остову относятся: крышка цилиндра, блок цилиндров или блок-картер, фундаментная рама или поддон, втулка цилиндра, коренные подшипники.

2. Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) состоит из ос-

новых подвижных деталей двигателя. В него входят поршень с комплектом его деталей, шатун и коленчатый вал с маховиком.

3. Механизм газораспределения (ГРМ) СДВС в большинстве случаев бывает двух типов.

Первый тип ГРМ характеризуется нижним расположением распределительного вала. Он содержит: распределительный вал, толкатель, штангу, коромысло и клапаны с пружинами. Данный тип ГРМ наиболее характерен для СДВС (например: дизель 6ЧСП 18/22).

Второй тип ГРМ имеет верхнее расположение распределительного вала. Он содержит клапаны с пружинами, впускной и выпускной распределительные валы и механизм их привода. Этот тип ГРМ применяется на быстроходных СДВС (например, 3Д6, 3Д12, М401).

Системы судовых ДВС

Топливная система содержит: насос высокого давления (ТНВД), форсунки, трубопроводы высокого давления, топливоподкачивающий насос, топливные фильтры и др.

Система смазывания содержит: циркуляционный масляный насос, масляные фильтры грубой и тонкой очистки, масляный холодильник, термостат, ручной маслоподкачивающий насос, редукционные (перепускные) клапаны и др.

Система охлаждения содержит: водяные насосы пресной и забортной воды, водо-водяной холодильник, термостат, расширительный бачок и др.

Система пуска (воздушная) содержит: главный пусковой клапан, воздухораспределитель, пусковые клапаны, пусковые баллоны, воздушный компрессор и др.

Система впуска и выпуска содержит: впускной (наддувочный) ресивер, выпускные коллекторы, турбокомпрессор, холодильник воздуха, глушители шума впуска и выпуска, воздушный фильтр и др.

Система автоматического регулирования скорости (САРС) содержит центробежный регулятор частоты вращения коленчатого вала и др.

Кроме перечисленных, СДВС снабжаются и другими системами. Например, дистанционного и автоматизированного управления, контроля, сигнализации, защиты, диагностирования и др.

Пример краткого описания устройства судового дизеля 6L160PNS

Дизель 6L160PNS завода «Шкода» – четырёхтактный, вертикальный, шестицилиндровый, нереверсивный с неразделённой камерой сгорания, с газотурбинным наддувом. Этот дизель получил применение в качестве главного судового двигателя с передачей мощности гребному валу через

реверс-редуктор.

Основные технические данные дизеля

| | |
|--|-------------|
| Номинальная мощность, кВт | 140 |
| Номинальная частота вращения, об/мин | 750 |
| Средняя скорость поршня, м/с | 5,6 |
| Диаметр цилиндра, мм..... | 160 |
| Ход поршня, мм..... | 225 |
| Степень сжатия..... | 13,5 |
| Среднее эффективное давление, МПа | 0,84 |
| Давление наддува, кПа | 126-130 |
| Максимальное давление сгорания, МПа | 7,5 |
| Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)..... | 231 |
| Удельный расход масла, г/(кВт·ч) | 5,45 |
| Температура выпускных газов при номинальной мощности дизеля, °С: | |
| – перед турбиной | 530 |
| – за турбиной..... | 420 |
| Порядок работы цилиндров | 1-5-3-6-2-4 |
| Масса дизеля, кг | 2750 |
| Моторесурс дизеля, ч | 30000 |

Остов дизеля состоит из фундаментной рамы, блок-картера с установленными в него втулками цилиндров и индивидуальных крышек цилиндра. Фундаментная рама закрытого типа, соединяется с блок-картером болтами. Анкерных связей у дизеля нет. К передней торцевой крышке крепится масляный насос. Коренные подшипники имеют стальные вкладыши, рабочие поверхности которых покрыты слоем свинцовистой бронзы и тонким слоем свинца. Смазочное масло в подшипники подводится через крышки.

Блок-картер отливается из чугуна, жесткость его конструкции обеспечивается поперечными стенками. **Рабочие втулки цилиндров** чугунные. Уплотнение зарубашечного пространства достигается вверху плотной посадкой буртов на медные прокладки, а внизу – резиновыми кольцами. Для уплотнения пространства цилиндра под кольцевой выступ крышки цилиндра устанавливают медную прокладку. Вдоль блок-картера имеются два сквозных отверстия, одно из которых служит для размещения распределительного вала, а другое – для главной масляной магистрали.

У каждого цилиндра двигателя **отдельная крышка** с отверстиями для выпускного и впускного клапанов и форсунки. Пуск дизеля осуществляется электростартером. Охлаждающая вода из зарубашечного пространства цилиндра в полость крышки перепускается по коротким патрубкам, уплотненным резиновыми кольцами.

Поршни дизеля отлиты из кремнисто-алюминиевого сплава. В днище поршня расположена **камера сгорания типа камеры сгорания Гессельмана**. У поршня четыре компрессионных и два маслосъемных кольца, одно из которых расположено в головке, а другое – в юбке поршня. Поршневой палец пустотелый, плавающего типа.

Шатун штампованный из легированной стали. Головной подшипник представляет собой стальную втулку, рабочая поверхность которой покрыта тонким слоем свинцовой бронзы или бронзовую втулку. Смазка головного подшипника осуществляется разбрызгиванием через отверстия в головке шатуна. Вкладыши шатунного подшипника стальные, залиты тонким слоем свинцовистой бронзы.

Коленчатый вал откован из хромистой стали. Шатунные шейки пустотелые, щеки восьмигранные. Смазочное масло подводится к шатунным подшипникам из коренных по сверлениям в колене вала. На кормовом конце коленчатого вала установлена разъемная шестерня передачи вращения распределительному валу и топливному насосу. На переднем конце коленчатого вала закреплена шестерня привода масляного насоса и шкив привода водяных насосов и электрогенератора.

Распределительный вал представляет одно целое с кулачными шайбами. Он изготовлен из низкоуглеродистой стали. Рабочие поверхности кулачных шайб цементированы, закалены и отшлифованы. Величина зазора в клапанном приводе распределительного механизма регулируется болтом, который упирается в шток впускного и выпускного клапанов. От смятия шток предохраняется закаленным колпачком, надеваемым на него сверху.

Газотурбинный наддув осуществляется турбокомпрессором, установленным на кронштейне, прикрепленном к кормовому торцу блок-картера. Турбокомпрессор нагнетает воздух в ресивер наддувочного воздуха. Выпускной тракт имеет два выпускных коллектора. В один поступают газы из цилиндров 1, 2, 3-го, а во второй – из 4, 5 и 6-го цилиндров. Угол перекрытия впускного и выпускного клапанов равен 135° п.к.в., что обеспечивает продувку камеры сгорания и уменьшает теплонапряженность днища поршня. **Турбокомпрессор** состоит из одноступенчатой осевой турбины и центробежного компрессора.

В топливную систему дизеля входят фильтр грубой очистки, топливоподкачивающий насос поршневого типа, топливный насос высокого давления золотникового типа, щелевой фильтр тонкой очистки и форсунки. Топливный блочный насос установлен на кронштейне у левой стороны блок-картера, его вал приводится во вращение от распределительного вала. Игла форсунки открывается при давлении топлива 25 МПа. К торцу топливного насоса прикреплен центробежный всережимный прямого действия регулятор числа оборотов вала дизеля. Он приводится в действие

от вала топливного насоса.

Масляная система дизеля с «сухим картером». В нее входят масляные фильтры грубой и тонкой очистки, масляный насос, термостат. Чтобы предохранить фильтрующие элементы от повреждения, фильтр тонкой очистки имеет перепускной клапан, перепускающий масло мимо фильтра при его высоком давлении.

Система охлаждения дизеля замкнутая, двухконтурная. Оптимальная температура воды на выходе из двигателя поддерживается терморегулятором. Насосы охлаждающей воды установлены на крышке переднего торца остова дизеля.

Описание дизелей типа 3Д6 и 3Д12 см. в источниках [10, с. 279–283; 11, с. 192; 12].

Контрольные вопросы

1. Какие механизмы входят в состав СДВС? Назовите основные детали и узлы этих механизмов.
2. Какие системы входят в состав СДВС? Назовите основные узлы этих систем.
3. По каким признакам классифицируются СДВС?
4. Каковы типы СДВС по способу осуществления рабочего цикла?
5. Каковы типы СДВС по способу воспламенения горючей смеси?
6. Какие бывают СДВС по способу наполнения цилиндра свежим зарядом?
7. Как классифицируются СДВС по величине мощности? Назовите пределы мощности характерных групп СДВС.
8. Как классифицируются СДВС по частоте вращения коленчатого вала и средней скорости поршня? Назовите численные значения величин.
9. Каковы мощность, частота вращения и удельный расход топлива дизелей 6ЧСП 18/22, 3Д6, 6L160PNS?
10. Как обозначаются СДВС по ГОСТу? Расшифруйте: 9ДКРН 74/160-2, 6ЧРН36/45.
11. Как маркируются СДВС производства ГДР и ЧССР? Расшифруйте 8NVD36.2AU, 6L160PNS.
12. Какими отличительными особенностями обладают судовые ВОД, СОД, МОД?

Лабораторная работа № 2 УСТРОЙСТВО ОСТОВА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, компоновку и устройство основных неподвижных деталей СДВС на примере дизелей 6ЧН18/22,

ЗД12, 6L160PNS.

Остов – это группа основных неподвижных, главным образом, корпусных деталей двигателя. На судовых дизелях применяют остовы различных конструкторских схем. Типы остовов СДВС классифицируются по количеству плоскостей разъема между корпусными деталями.

Остов с одной плоскостью разъема состоит из крышки цилиндра (или блока крышек) и блок-картера туннельного типа. Данный тип характерен для маломощных СДВС (например, дизель 2ЧСП 10.5/13).

Остов с двумя плоскостями разъема имеет три разновидности:

– первая содержит крышку (или блок крышек) цилиндра, блок-картер и фундаментную раму (например, дизель 6L160HNS);

– вторая – крышку (или блок крышек) цилиндр, блок цилиндров и фундаментную раму. Последняя в данной схеме объединяет картер и собственно фундаментную раму и иногда называется блок-рамой (например, дизель 6ЧСП 18/22);

– третья – крышку (или блок крышек) цилиндра, блок-картер с «подвесным» коленчатым валом и поддон (например, 6ЧН 21/21).

Все разновидности остова с двумя плоскостями разъема наиболее характерны для СДВС.

Остов с тремя плоскостями содержит крышку (или блок крышек) цилиндра, блок цилиндров, верхний картер («силовой») и нижний картер («несиловой» – поддон). Данный тип остова имеют быстроходные СДВС (например, дизели ЗД6, ЗД12, М401).

Кроме перечисленных деталей, в числе основных к остову относятся втулки цилиндров, коренные подшипники, прокладки газового стыка между крышкой и блоком цилиндров.

Задание и порядок выполнения работы

1. При домашней подготовке к работе изучите и изложите в отчете общие данные по устройству остова судовых дизелей по учебнику [3, с. 87-110] (прочностные расчеты не рассматривать).

2. По трём указанным двигателям изучите назначение, устройство, состав остова и его основных деталей. Освойте название деталей и терминологию.

3. Для указанных двигателей составьте принципиальные эскизы поперечного разреза остова с указанием силовых связей деталей и мест уплотнения по газу и воде. Составьте спецификацию.

4. На дизеле 6ЧН 18/22, руководствуясь инструкцией по эксплуатации, демонтируйте:

- крышку цилиндра;
- втулку цилиндра;
- коренной подшипник;

– «отдайте» гайки двух анкерных шпилек силовой связи между блоком цилиндров и фундаментной рамой.

5. По дизелю 6ЧСП 18/22 составьте описание крышки цилиндра и её прокладки, блока цилиндров, фундаментной рамы, втулки цилиндра, коренного подшипника. В описании представьте:

- назначение, условия работы, технические требования, состав узла (детали);
- схематичный эскиз узла (детали), дайте его спецификацию;
- эскиз втулки цилиндра с нанесением номинальных размеров: диаметра цилиндра, диаметров посадочных поясов, габаритных;
- смазку «зеркала» цилиндра,
- охлаждение втулки и крышки цилиндра, места подвода и отвода воды;
- уплотнения по воде и газу;
- метод и изготовление, материалы и термообработку;
- правила затяжки ответственных резьбовых соединений: шпилек крышки цилиндра и полуанкерных соединений шпилек соединения блока цилиндров с фундаментной рамой. Укажите момент затяжки, дайте схему порядка затяжки шпилек;
- заполненную таблицу зазоров в основных узлах остова дизеля 6ЧСП 18/22 (табл. 2).

Таблица 2

Монтажные зазоры и линейные размеры в основных узлах остова дизеля 6ЧСП 18/22

| Параметр | Допустимая величина параметра при монтаже, мм | Предельно допустимая величина параметра в эксплуатации, мм |
|---|---|--|
| Диаметральный зазор между коренной шейкой коленчатого вала и вкладышем коренного подшипника | | |
| Зазор между втулкой цилиндра и юбкой поршня (по шупу) | | |
| Выступание опорного бурта втулки цилиндра над верхней плоскостью блока цилиндров | | |
| Боковой зазор (по нормали) между зубьями шестерён привода агрегатов и распределительного вала | | |

6. Произведите монтаж всех узлов и деталей в обратной (демонтажу) последовательности. Соберите двигатель до исходного состояния.

7. Оформите и защитите отчет.

Контрольные вопросы

1. Каковы назначение и роль остова ДВС?
2. Типы остовов СДВС.
3. Состав и особенности остова с одной плоскостью разъема.
4. Состав и особенности остова с двумя плоскостями разъема.
5. Состав и особенности остова с тремя плоскостями разъема.
6. Назовите конструктивные элементы крышки цилиндра, блок-картера, фундаментной рамы, втулки цилиндра.
7. Перечислите детали остова дизелей 3Д6, 6ЧН 18/22, 6L160PNS.
8. Как осуществляется силовая связь деталей остова дизелей 6ЧН 18/22, 3Д6, 6L160PNS?
9. Как и из какого материала изготавливаются детали остова?
10. Как устроены, из какого материала изготовлены коренные подшипники дизелей 3Д6 и 6ЧН 18/22?
11. Какие вкладыши называются тонкостенными, толстостенными и в каких случаях они применяются?
12. Какие антифрикционные материалы применяются для подшипников СДВС?
13. Какие устройства монтируются в крышке цилиндра?
14. В каких случаях в крышке цилиндра устанавливаются седла для клапанов? Материал седел и способы их крепления.
15. Какие детали остова необходимо охлаждать и как это осуществляется?
16. Как осуществляется уплотнение зарубашечного пространства втулки цилиндра?
17. Как уплотняется газовый стык? Типы прокладок и их материал.
18. Назначение опорно-упорного коренного подшипника, его устройство.
19. Как осуществляется смазка втулки цилиндра и коренных подшипников у дизелей 3Д6, 6ЧН 18/22?
20. Величина зазора в коренном подшипнике дизеля 6ЧН 18/22.
21. Величина зазора между юбкой поршня и втулкой цилиндра дизеля 6ЧН 18/22.
22. Величина зазора между зубьями шестерен «гитары» привода механизмов дизеля 6ЧН 18/22.
23. Как устроен остов крейцкопфного дизеля? Назовите его детали.

Лабораторная работа № 3 УСТРОЙСТВО КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, устройство и работу кривошипно-шатунного механизма (КШМ) и его основных деталей.

Задание и порядок выполнения работы

1. При домашней подготовке к работе изучите и изложите в отчете (рис., схемы, текст) общие данные по устройству КШМ судовых дизелей по учебнику [3, с.110–131] (прочностные расчеты не рассматривать).

2. Изучите назначение, состав, устройство и работу КШМ двигателей 6ЧСП 18/22, 6L160PNS и 3Д12 (3Д6). Изобразите эскизы КШМ этих двигателей. Перечислите детали, входящие в комплект поршня, шатуна, коленчатого вала. Освойте названия деталей и терминологию. Составьте спецификацию к эскизам.

3. На дизеле 6ЧСП 18/22 демонтируйте поршень с шатуном. Разъедините поршень с шатуном, снимите поршневые кольца.

4. По дизелю 6ЧСП 18/22 составьте эскизы и описание коленчатого вала (дайте эскиз 1-го и 6-го колена, покажите маховик и его крепление, дайте схему расположения кривошипов), поршня, вкладыша шатунного подшипника, поршневого пальца, поршневого кольца, шатуна, шатунного болта. На эскизах укажите характерные части деталей и их названия, измерьте и проставьте номинальные размеры:

- по коленчатому валу, – диаметры и длину коренной и шатунной шеек, толщину и ширину щеки;

- по поршню – диаметры головки, юбки, отверстия под палец, длину головки и юбки поршня;

- по поршневому пальцу – наружный и внутренний диаметры, длину;

- по поршневому кольцу – высоту и радиальную толщину;

- по шатуну – диаметры отверстий верхней и нижней головок, межосевые расстояния по головкам (длина шатуна) и между шатунными болтами;

- по шатунному болту – длину, диаметр резьбы, контрольный размер;

- по шатунному подшипнику (вкладышу) – толщину, ширину, толщину антифрикционного слоя.

В описании детали рассмотрите:

- назначение, условия работы детали и требования к ней;

- смазывание;

- охлаждение;

- уплотнение «кормового» конца коленчатого вала;

- осевую фиксацию коленчатого вала;

- метод изготовления, материал, термообработку;

– правила затяжки шатунных болтов, момент затяжки, способ контроля рабочего состояния шатунного болта.

5. Заполните таблицу основных монтажных зазоров в КШМ дизеля 6ЧСП 18/22 (табл. 3).

Таблица 3

Основные зазоры в КШМ дизеля 6ЧСП 18/22

| Параметр | Величина параметра при монтаже, мм | Предельно допустимая величина в эксплуатации, мм |
|---|------------------------------------|--|
| Диаметральный зазор в коренных подшипниках | | |
| Диаметральный зазор в шатунных подшипниках | | |
| Осевой разбег коленчатого вала | | |
| Диаметральный зазор между втулкой цилиндра и юбкой поршня (по щупу) | | |
| Диаметральный зазор в головном подшипнике | | |
| Диаметральный зазор между поршневым пальцем и отверстием в поршне | | |
| Зазор в замке поршневого кольца в рабочем состоянии | | |
| Развал щек коленчатого вала («раскеп») | | |
| Овальность и конусность шеек коленчатого вала | | |

6. Произведите монтаж всех деталей и узлов в обратной (демонтажу) последовательности. Соберите двигатель до исходного состояния.

7. Оформите и защитите отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение КШМ.
2. Типы и особенности КШМ рядных, V-образных и крейцкопфных дизелей.
3. Состав КШМ тронкового дизеля.
4. Состав КШМ крейцкопфного дизеля.
5. Назовите основные части поршня тронкового дизеля. Их назначение.
6. Чем отличаются поршни крейцкопфных дизелей?
7. Охарактеризуйте условия работы поршня. Температурой в каких точках оценивается его тепловая напряженность? Назовите допустимые значения этих темпера-

тур для поршней из алюминиевого сплава и чугуна.

8. Способы изготовления поршней и материалы, их преимущества и недостатки.
9. Способы охлаждения поршней. Сравните их эффективность.
10. Назначение, типы и устройство поршневых колец.
11. Материалы и методы изготовления поршневых колец.
12. Способы повышения работоспособности поршневых колец.
13. В чем достоинство трапецевидного уплотнительного кольца?
14. Охарактеризуйте насосное действие поршневых колец.
15. Требования к поршневому пальцу. Типы, материалы, термообработка.
16. Из каких частей состоит шатун?
17. Материалы и методы изготовления шатунов.
18. Для чего делается косой разъем нижней головки шатуна?
19. Как устроен шатун «морского» типа?
20. Типы шатунов V-образных двигателей.
21. Из каких частей состоит коленчатый вал?
22. Из каких частей состоит кривошип (колесо) коленчатого вала?
23. Условия работы коленчатого вала и требования к нему. Материалы, методы изготовления и способы повышения его работоспособности.
24. Устройство носового и кормового концов коленчатого вала.
25. Как осуществляется смазка шеек коленчатого вала у МОД, СОД и ВОД?
26. Как подводится масло на охлаждение поршня, смазку головного подшипника и поршневого пальца?
27. Для чего устанавливаются противовесы?
28. Назначение маховика. Способы его центровки и крепления.
29. Из каких условий выбирается расположение кривошипов коленчатого вала?
30. Величины характерных зазоров и раскепа в КШМ СДВС.

Лабораторная работа № 4 **УСТРОЙСТВО МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ** **СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ**

Цель работы: изучить назначение, устройство и работу механизма газораспределения (ГРМ) среднеоборотного и высокооборотного судового дизеля (дизели 6ЧСП 18/22, 6L160PNS, 3Д12 (3Д6)).

Задание и порядок выполнения работы

1. При домашней подготовке к работе изучите и изложите в отчете (рис, схемы, текст) общие данные по устройству ГРМ судовых дизелей по учебнику [3, с. 131–143].
2. Для указанных дизелей изучите состав ГРМ, назначение и работу его основных деталей. Освойте название деталей и терминологию.
3. Изобразите эскизы принципиальных схем ГРМ дизелей 6ЧСП

18/22, 3Д12 (3Д6) и 6L160PNS. Составьте спецификацию.

4. На дизеле 6ЧСП 18/22:

- определите расположение выпускных и впускных клапанов;
- по работе клапанов определите направление вращения коленчатого вала и порядок работы цилиндров;
- на первом цилиндре проверьте и отрегулируйте тепловые зазоры в клапанах. Определите фазы газораспределения. Данные занесите в табл. 4;

Таблица 4

Фазы газораспределения дизеля 6ЧСП 18/22

| Клапан | Тепловой зазор, мм | | Открытие, град. п. к. в. | | Закрытие, град.п.к.в. | | Перекрытие клапанов, град.п.к.в. |
|-----------|--------------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------------------|-----------|----------------------------------|
| | по ин-стр., мм | факт., мм | по ин-стр., мм | факт., мм | по инстр., мм | факт., мм | |
| Впускной | | | до ВМТ | до ВМТ | после НМТ | после НМТ | |
| Выпускной | | | до НМТ | до НМТ | после ВМТ | после ВМТ | |

- изобразите круговую диаграмму фаз газораспределения.

Руководствуясь инструкцией по эксплуатации, демонтируйте:

- узел коромысел клапанов;
- крышку цилиндра. «Рассухарьте» и снимите клапаны.

5. Составьте описание распределительного вала, толкателя, штанги, коромысла, клапана и его пружины, в котором рассмотрите назначение, условия работы, технические требования, состав узла (детали.)

Составьте кинематическую схему привода распределительного вала и рассчитайте передаточное отношение.

Изобразите эскизы деталей и укажите составные части на конструктивных эскизах клапана, толкателя и штанги, нанесите номинальные размеры по их обмерам:

- по клапану – диаметры тарелки и стержня (в направляющей части), угол фаски, длину клапана, толщину тарелки;
- по толкателю – диаметр направляющей, длину;
- по штанге – диаметр, длину.

Рассмотрите:

- смазку подшипников распредвала, втулок коромысел, толкателей, кулачков распредвала, шестерён;

- фиксацию распредвала в осевом направлении;
- правила установки фаз газораспределения при сборке двигателя;
- метод изготовления, материалы, термообработку.

6. Заполните таблицу основных монтажных зазоров в ГРМ дизеля 6ЧСП 18/22 (табл. 5).

Таблица 5

Характерные монтажные зазоры в механизме газораспределения

| Параметр | | Величина параметра при монтаже, мм | Предельно допустимая величина в эксплуатации, мм |
|---|------------------------|------------------------------------|--|
| Зазор между штоком клапана и направляющей втулкой | | | |
| Зазор между осью и втулкой коромысел клапанов | | | |
| Зазор между шейками распредвала и их подшипниками | | | |
| «Тепловой» зазор | Для впускного клапана | | |
| | Для выпускного клапана | | |

7. Произведите монтаж всех деталей и узлов в обратной (демонтажу) последовательности. Соберите двигатель до исходного состояния.

8. Оформите отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение газораспределительного механизма.
2. Состав ГРМ с нижним расположением распределительно вала.
3. На каких дизелях применяется ГРМ с верхним расположением распределительного вала?
4. Состав ГРМ с верхним расположением распределительного вала.
5. Для чего необходим тепловой зазор? Как влияет величина зазора на фазы и работу механизма?
6. Для чего применяют механизмы поворота клапанов? Как устроен и работает такой механизм на дизеле 6ЧН 18/22?
7. Как устроен клапанный узел у дизеля 3Д6? Как регулируется тепловой зазор?
8. Типы распредвалов.
9. Какие механизмы могут приводиться в движение от распредвала?
10. Чем отличается распредвал реверсивного дизеля?
11. Устройство сборного распредвала. Способы крепления кулачков.

12. Типы толкателей.
13. Из каких частей состоит клапан?
14. Под каким углом выполняется фаска клапана?
15. Устройство крепления тарелки пружины клапана со стержнем клапана.
16. Материалы для клапанов. Способы повышения работоспособности клапанов форсированных дизелей.
17. Материалы для клапанных пружин.
18. При каком тепловом состоянии дизеля проверяются тепловые зазоры и фазы газораспределения?
19. Какие детали ГРМ необходимо смазывать и как это осуществляется?
20. Особенности устройства клапанного узла у мощных форсированных СОД и МОД.
21. По какому цилиндру осуществляется проверка фаз газораспределения у дизеля с неразборным распредвалом?
22. Где устанавливаются метки для правильной установки фаз газораспределения при цельном распредвале?

Лабораторная работа № 5 **СИСТЕМА СМАЗЫВАНИЯ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ**

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу и параметры системы смазывания и её основных узлов.

Задание и порядок выполнения работы

1. По рекомендуемой литературе [3, с. 207–218] при домашней подготовке к работе изучите и изложите в отчете основные сведения о системе смазывания. При этом ответьте на следующие вопросы (ответы сопровождайте необходимыми иллюстрациями):
 - назначение системы смазывания;
 - типы систем по способу подвода масла к узлам трения;
 - типы систем по месту нахождения основной емкости для масла;
 - состав системы;
 - изобразите схемы систем с «мокрым» и «сухим» картером. Дайте спецификацию узлов, уясните работу системы;
 - укажите значения параметров системы: давление масла в дизель, температуру масла из дизеля для МОД, СОД, ВОД;
 - перечислите детали ДВС, смазываемые под давлением и разбрызгиванием;
 - типы масляных насосов. Принципиальная схема и работа реверсивного и нереверсивного шестеренчатого насоса;

- способы очистки масла и их особенности;
 - типы масляных фильтров и тонкость очистки;
 - типы центрифуг, назначение. Устройство и работа реактивной центрифуги. Изобразите схему устройства центрифуги дизеля 6ЧН 18/22;
 - назначение и устройство трубчатого холодильника масла. Его основные части. Изобразите схему устройства холодильника дизеля 6ЧН18/22;
 - назначение термостата, принцип действия;
 - назначение лубрикаторной системы смазки и область ее применения.
2. Рассмотрите компоновку системы смазывания на натуральных образцах дизелей 6ЧН 18/22, 3Д6, 6L160PNS. Изобразите схему системы смазывания дизеля 6ЧН 18/22
3. На дизеле 6ЧН 18/22 демонтируйте и разберите масляный холодильник, центрифугу, фильтр грубой очистки. Рассмотрите устройство этих узлов, произведите сборку.
4. Изучите и изложите характеристику систем смазывания дизелей 6ЧН 18/22, 3Д12(3Д6) и 6L160PNS в соответствии с табл. 6.

Таблица 6

Характеристика системы смазывания судовых дизелей

| Параметр | Дизель | | |
|---|--------------|-----|----------|
| | 6ЧН 18/22 | 3Д6 | 6L160PNS |
| Классификация системы | | | |
| Состав системы | | | |
| Смазываются под давлением | | | |
| Смазываются разбрызгиванием | | | |
| Тип масляного насоса | | | |
| Тип масляных фильтров: | ФГО | | |
| | ФГО | | |
| Тип центрифуги | | | |
| Число оборотов центрифуги, об/мин | | | |
| Тип холодильника масла | | | |
| Наличие термостата, его марка | | | |
| Предпусковая прокачка системы | | | |
| Давление масла, МПа: | в дизель | | |
| | в центрифугу | | |
| Температура масла, С°: | в дизель | | |
| | из дизеля | | |
| Марка применяемого масла | | | |
| Время работы центрифуги до очистки | | | |
| Срок службы масла до замены | | | |
| Тип приборов для контроля давления масла | | | |
| Тип приборов для контроля температуры масла | | | |

5. Оформите и защитите отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение системы смазывания.
2. По каким основным признакам классифицируются системы смазывания судовых ДВС?
3. Перечислите основные узлы системы смазывания СДВС.
4. Что значит «мокрый» и «сухой» картер?
5. Какие детали смазываются под давлением, а какие разбрызгиванием?
6. Принцип работы центрифуги, роль какого фильтра она выполняет?
7. Типы центрифуг. Чем отличаются «полнопоточная» и «частично-поточная» центрифуги? Срок очистки.
8. Каков размер частиц, задерживаемых ФТО и ФГО?
9. Назначение термостата.
10. Какие параметры должны контролироваться в системе смазывания? Их значения для МОД, СОД, ВОД.
11. Назначение лубрикаторной системы смазки.
12. Типы масляных насосов.
13. Каковы особенности масляного насоса реверсивного дизеля?
14. Для чего необходима предпусковая прокачка масла?
15. Срок службы масла до замены.

Лабораторная работа № 6 СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу и параметры системы охлаждения и её основных узлов.

Задание и порядок выполнения работы

1. По рекомендуемой литературе [3, с. 218–229] при домашней подготовке к работе изучите и изложите в отчете основные сведения о системе охлаждения, при этом ответьте на следующие вопросы (ответы сопровождайте необходимыми иллюстрациями):
 - назначение системы охлаждения;
 - классификация системы (типы). Достоинства, недостатки, применяемость;
 - состав системы: двухконтурной и проточной;
 - изобразите схемы систем двухконтурной и проточной, составьте спецификацию, уясните работу;
 - численные значения параметров системы – температура воды из дизеля

и в дизель для МОД, СОД, ВОД;

– перечислите детали, охлаждаемые «пресной» и «заборной» водой в двухконтурной системе;

– типы водяных насосов, принципиальное устройство, особенности (самовсасывание). Изобразите устройство уплотнения водяного насоса дизеля 6ЧН 18/22;

– назначение и типы водяных холодильников. Основные части. Изобразите конструктивную схему холодильника дизеля 6ЧН 18/22;

– назначение термостата, принцип работы.

2. Изучите схему и компоновку узлов системы охлаждения на натуральных образцах дизелей 6ЧСП 18/22, 6ЧН 18/22 (ДГРА 200/750), 6L160PNS. Изобразите схему системы охлаждения дизеля 6ЧН 18/22.

3. На дизеле 6ЧСП 18/22 разберите водяной холодильник, водяной насос заборной воды и узел его уплотнения. Рассмотрите устройство, произведите сборку.

4. Изучите и изложите характеристику систем охлаждения дизелей 6ЧН 18/22, 3Д12 (ЗД6), 6L160PNS в соответствии с табл. 7.

Таблица 7

Характеристика системы охлаждения судовых дизелей

| Параметр | Дизель | | |
|--|---------------|------------|----------|
| | 6ЧН 18/22 | 3Д12 (ЗД6) | 6L160PNS |
| Тип системы | | | |
| Состав системы | | | |
| Охлаждаются детали (узлы): | пресной воды | | |
| | заборной воды | | |
| Тип водяного насоса: | пресной воды | | |
| | заборной воды | | |
| Производительность водяного насоса, м ³ /ч: | пресной воды | | |
| | заборной воды | | |
| Тип водяного холодильника. Основные детали | | | |
| Тип термостата | | | |
| Тип воздушного холодильника. Основные детали | | | |
| Температура воды, °С : | в дизель | | |
| | из дизеля | | |
| Срок службы водяного холодильника до очистки | | | |
| Типы приборов для контроля температуры воды | | | |

5. Оформите и защитите отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение и типы системы охлаждения СДВС.
2. Какие детали и узлы судового дизеля необходимо охлаждать?
3. Преимущества и недостатки проточной и двухконтурной системы охлаждения.
4. Какие детали и узлы при двухконтурной системе охлаждаются пресной водой и какие забортной?
5. Где должна подводиться вода в дизель и отводиться из него? Какими причинами это обусловлено?
6. Типы водяных насосов. Их достоинства и недостатки.
7. Состав двухконтурной системы охлаждения.
8. Назначение термостата и принцип его работы.
9. Типы холодильников, их составные части, особенности организации движения воды.
10. Значения параметров системы охлаждения для МОД, СОД, ВОД.
11. Какими конструктивными мерами интенсифицируют охлаждение деталей форсированных дизелей?
12. Для чего необходим в системе охлаждения расширительный бачок?

Лабораторная работа № 7 ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу и параметры топливной системы и её основных узлов.

Задание и порядок работы выполнения работы

1. По рекомендуемой литературе [3, с. 159–188] при домашней подготовке к работе изучите и изложите в отчете основные сведения о топливной системе, при этом ответьте на следующие вопросы (ответы сопровождайте необходимыми иллюстрациями):
 - назначение системы;
 - классификация системы (типы);
 - состав системы;
 - изобразите схемы топливной системы для дизельного и моторного топлива. Составьте спецификацию, уясните работу;
 - назначение и типы топливоподкачивающих насосов;
 - типы топливных фильтров, устройство, работа, тонкость очистки;
 - назначение насоса высокого давления. Состав насосного элемента ТНВД;
 - устройство и работа ТНВД золотникового типа. Изобразите схему

работы плунжерной пары;

- типы и назначение форсунки. Состав форсунки;
- типы распылителей. Изобразите многодырчатый и штифтовой распылители;
- устройство и работа закрытой форсунки с многодырчатым распылителем, с пружинным и гидравлическим запирающим устройством. Изобразите схему форсунки;
- параметры топливоподачи: давление открытия форсунки (давление начала подачи топлива), максимальное давление впрыска, угол опережения впрыска.

2. Изучите схему и компоновку узлов топливной системы на натуральных образцах дизелей 6ЧН 18/22 (ДГРА 200/750), 3Д12 (ЗД6), 6L160PNS .

3. На дизеле 6ЧСП 18/22 разберите и рассмотрите устройство насосного элемента ТНВД, форсунки, топливного фильтра. Произведите сборку узлов.

4. Изучите и изложите характеристику топливной системы дизелей 6ЧН 18/22, 3Д12 (ЗД6), 6L160PNS в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Характеристика топливной системы судовых дизелей

| Параметр | Дизель | | |
|--|-----------|------|----------|
| | 6ЧН 18/22 | 3Д12 | 6L160PNS |
| Классификационные системы | | | |
| Состав системы | | | |
| Тип ТНВД, диаметр и ход плун- | | | |
| Основные детали насосного эле- | | | |
| Тип форсунки | | | |
| Основные детали форсунки | | | |
| Тип и размер распылителя | | | |
| Тип топливоподкачивающего насоса | | | |
| Типы фильтров | | | |
| Давление в системе гидрозапора, МПа | | | |
| Давление начала подачи топлива, МПа | | | |
| Угол опережения впрыска до ВМТ | | | |
| Срок службы фильтра до замены (очистки) фильтрующего элемен- | | | |
| Срок службы распылителей, ч | | | |
| Марка применяемого топлива | | | |

5. Оформите и защитите отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение топливной системы.
2. Состав топливной системы дизеля 6ЧН 18/22.
3. Назначение и типы топливных фильтров.
4. Как устроен фильтр высокого давления?
5. Для чего служит сепаратор?
6. Типы топливных насосов высокого давления.
7. Назначение ТНВД.
8. Состав насосного элемента ТНВД золотникового типа.
9. Каково значение максимального давления впрыскивания для современных СДВС?
10. Что называется углом опережения впрыска? Его значения для СДВС.
11. Типы и назначение форсунок.
12. Состав форсунки.
13. Достоинства и недостатки гидрозатворной форсунки.
14. Для чего служит дренажный трубопровод у форсунок с пружинным запирающим устройством?
15. Величина давления начала впрыска для СДВС.
16. Каким регулировкам и проверкам подвергается форсунка?
17. Каким регулировкам подвергается ТНВД?
18. Как устанавливается угол опережения впрыска?
19. Типы распылителей и область их применения.
20. Характерные неисправности топливной системы СДВС.
21. Как осуществляется охлаждение форсунки?
22. Как маркируются распылители?

Лабораторная работа № 8 СИСТЕМА ПУСКА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

Цель работы: изучить назначение, устройство, работу и параметры системы пуска и ее основных узлов.

Задание и порядок выполнения работы

1. По рекомендуемой литературе [3, с. 239–251] при домашней подготовке к работе изучите и изложите в отчете основные сведения о системе пуска. При этом представьте (ответы сопровождайте необходимыми иллюстрациями):

- назначение системы пуска;

- классификацию (типы) системы пуска СДВС;
- состав систем: воздушной и электрической;
- принципиальные схемы воздушной и электрической систем, их спецификацию. Уясните работу систем, опишите их особенности;
- схему системы пуска дизеля 6ЧН 18/22;
- значения давления пускового воздуха;
- требования Регистра к системе пуска судовых ДВС;
- типы, назначение, устройство и работу главного пускового клапана;
- схему и работу главного пускового клапана 6ЧН 18/22;
- тип, назначение, устройство и работу воздухораспределителя дизеля 6ЧН 18/22, изобразите его схему;
- типы, назначение, устройство и работу пускового клапана. Рассмотрите схему управляемого пускового клапана.

2. Изучите схему и компоновку узлов системы пуска на натуральных образцах дизелей 6ЧСП 18/22 (ДГРА200/750), 6L160PNS.

3. На дизеле 6ЧН 18/22 демонтируйте и разберите главный пусковой клапан и воздухораспределитель. Рассмотрите устройство этих узлов, произведите сборку.

4. Изучите и изложите характеристику системы пуска дизелей 6ЧН 18/22, 3Д12(ЗД6), 6L160PNS в соответствии с табл. 9.

Таблица 9

Характеристика системы пуска судовых дизелей

| Параметр | Дизель | | |
|---|-----------|-----------|----------|
| | 6ЧН 18/22 | 3Д12(ЗД6) | 6L160PNS |
| Тип системы пуска | | | |
| Состав системы | | | |
| Основные детали главного пускового клапана, его назначение | | | |
| Основные детали воздухораспределителя, его назначение | | | |
| Максимальное давление пускового воздуха, МПа | | | |
| Минимальное давление пускового воздуха, МПа | | | |
| Количество и емкость пусковых баллонов | | | |
| Продолжительность пуска, с, не более | | | |
| Система пополнения баллонов (состав, тип компрессора) | | | |
| Порядок установки диска воздухораспределителя и фаза его действия | | | |

5. Оформите и защитите отчет.

Контрольные вопросы

1. Назначение системы пуска.
2. Типы систем пуска СДВС.
3. Принцип действия и состав воздушной системы пуска.
4. Состав электрической системы пуска.
5. Назначение главного пускового клапана.
6. Типы и назначение воздухораспределителя.
7. Типы и назначение пускового клапана.
8. Требования Регистра к воздушной системе пуска СДВС.
9. Что значит «холодное состояние дизеля»?
10. Значения максимального давления пускового воздуха в системах пуска СДВС.
11. Достоинства и недостатки воздушной и электрической систем пуска.
12. Способы облегчения пуска.
13. В какой момент сжатый воздух должен поступать в цилиндр?
14. Какое оборудование служит для приготовления и хранения сжатого воздуха?
15. Технический надзор за баллонами сжатого воздуха.
16. Назначение сепаратора, водомаслоотделителя, редукционного клапана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по эксплуатации. Дизель–генераторы ДГРА 100/ 750 и др.
2. Руководство по эксплуатации. Дизель–редукторные агрегаты 6ЧСП2А 18/22–150–1, 6ЧСПН2А 18/22–225–1 и др.
3. *Гогин А.Ф., Кивалкин Е.Ф.* Судовые дизели. М., 1990.
4. *Самсонов В.И., Худов Н.И.* Двигатели внутреннего сгорания морских судов. М., 1990.
6. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. Учеб. / Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. М., 1990.
7. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчеты на прочность поршневых и комбинированных двигателей. Учеб. / Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. М., 1984.
8. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей: Учеб. / Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. М., 1985.
9. *Ваншейдт В.А.* Конструирование и расчеты на прочность судовых дизелей. Л., 1969.
10. Дизели. Справочник под редакцией В.А. Ваншейдта. Л., 1977.
11. *Хандов З. А.* Судовые двигатели внутреннего сгорания (конструкция и расчеты), М., 1968.
12. *Артемьев Е. И.* и др. Дизель Д6. М., 1957.
13. *Жеваго К. А.* Быстроходные дизели. М., 1962.

Приложение

**Обозначение основных параметров ДВС:
традиционное и по международному стандарту**

| Параметр | Традиционное обозначение | | По ISO | |
|--|--------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| | Условное обозначение | Единица измерения | Условное обозначение | Единица измерения |
| Диаметр цилиндра | D | см (мм) | d | см |
| Ход поршня | S | см (мм) | S | см |
| Эффективная мощность | N_e | кВт | P_e | кВт |
| Индикаторная мощность | N_i | кВт | P_i | кВт |
| Скорость двигателя, частота вращения | n | об/мин | n | $c^{-1}, \text{мин}^{-1}$ |
| Крутящий момент | M | Н·м | T_{iq} | Н·м |
| Номинальный объем пространства сжатия | V_c | л, дм ³ | V_c | л, дм ³ |
| Рабочий объем | V_h | л, дм ³ | V_s | л, дм ³ |
| Номинальный (полный) объем цилиндра | V_a | л, дм ³ | V_t | л, дм ³ |
| Рабочий объем двигателя (литраж двигателя) | V_l | л, дм ³ | V_{st} | л, дм ³ |
| Номинальная (геометрическая) степень сжатия | \mathcal{E} | – | \mathcal{E}_c | – |
| Средняя скорость поршня | C_m | м/с | U_m | м/с |
| Эффективный КПД | η_e | % | η_{et} | % |
| Механический КПД | η_M | % | η_m | % |
| Коэффициент наполнения | η_V | – | Φ_c | – |
| Атмосферное давление | P_o | МПа | P_a | кПа |
| Давление сжатия при наличии сгорания (перед сгоранием) | P_c | МПа | $P_{c.c.}$ | МПа |
| Максимальное давление сгорания | P_z | МПа | P_{max} | МПа |
| Давление наддува | P_κ | кПа | P_{int} | кПа |
| Среднее эффективное давление | P_e | МПа | P_{me} | кПа |
| Среднее индикаторное давление | P_i | МПа | P_{mi} | кПа |
| Температура окружающей среды | T_o | К | T_a | К |
| Температура наддувочного воздуха | T_κ | К | T_{int} | К |
| Температура газа из цилиндра | T_z | К | T_g | К |
| Температура газа перед турбиной | T_m | К | T_{gt} | К |

Окончание приложения

| Параметр | Традиционное обозначение | | По ISO | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| | Условное обозначение | Единица измерения | Условное обозначение | Единица измерения |
| Температура газа за турбиной | T_{zt} | K | T_{g2} | K |
| Температура охлаждающей жидкости | t_e | $^{\circ}C$ | T_{cool} (t_{cool}) | $K(^{\circ}C)$ |
| Температура смазочного масла | t_m | $^{\circ}C$ | $T_o(t_o)$ | $K(^{\circ}C)$ |
| Расход топлива (часовой) | G_T | $кг/ч$ | B | $г/с$ ($кг/ч$) |
| Удельный расход топлива | g_e | $г/(кВт\cdotч)$ | ν_e | $г/(кВт\cdotч)$ |
| Удельный расход циркуляционного масла | g_m | $г/(кВт\cdotч)$ | C_{cir} | $г/(кВт\cdotч)$ |
| Расход воздуха | G_e | $кг/ч$ | G_{air} | $кг/с$ ($кг/ч$) |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Общие положения по циклу лабораторных работ «Устройство судового дизеля»..... | 3 |
| Лабораторная работа № 1. Общее устройство и техническая характеристика судового дизеля | 3 |
| Лабораторная работа № 2. Устройство остова судового дизеля | 12 |
| Лабораторная работа № 3. Устройство кривошипно-шатунного механизма судового дизеля | 16 |
| Лабораторная работа № 4. Устройство механизма газораспределения судового дизеля | 18 |
| Лабораторная работа № 5. Система смазывания судового дизеля | 21 |
| Лабораторная работа № 6. Система охлаждения судового дизеля | 23 |
| Лабораторная работа № 7. Топливная система судового дизеля | 25 |
| Лабораторная работа № 8. Система пуска судового дизеля | 27 |
| Библиографический список | 29 |
| Приложение. Обозначение основных параметров ДВС: традиционное и по международному стандарту | 30 |