



Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

Утверждаю
Врио заместителя начальника колледжа по
учебно-методической работе
М.Ю. Никишин

ПМ.01 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Методические указания по проведению практических занятий
по специальности

26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок
МО-26 02 05-ПМ.01. ПЗ

РАЗРАБОТЧИК	Отделение морской конвенционной подготовки
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ	Никишин М.Ю.
ГОД РАЗРАБОТКИ	2023
ГОД ОБНОВЛЕНИЯ	2026

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.2/71

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	7
Практическое занятие № 1-2.Изучение конструкции узлов и деталей остова ДВС. Определение характерных износов и повреждений	8
Практическое занятие № 3.Изучение конструкции деталей поршневой группы тронковых и крейцкопфных ДВС. Определение характерных износов и повреждений.....	12
Практическое занятие №4 .Определение мертвых точек кривошипно-шатунного механизма	14
Практическое занятие №5.Определение порядка работы цилиндров двигателя.....	16
Практическое занятие №6. Снятие круговых диаграмм фаз газораспределения 4- тактного двигателя	17
Практическое занятие №7. Определение сортов топлива по внешним признакам	20
Практическое занятие №8.Определение физических свойств топлива с помощью судовой лаборатории для анализа ГСМ	24
Практическое занятие № 9 Расчет и построение индикаторной диаграммы цикла ДВС	29
Практическое занятие №10. Подготовка ДВС к пуску, пуск, обслуживание во время работы. Остановка двигателя.....	34
Практическое занятие №11. Определение часового и удельного расхода топлива	41
Практическое занятие №12. Снятие нагрузочных характеристик судовых ДВС.....	45
Практическое занятие №14. Проверка равномерности распределения нагрузки по цилиндрам двигателя.....	49
Практическое занятие №15. Проверка и регулировка механизма газораспределения четырехтактного судового дизеля	52
Практическое занятие №16. Проверка и регулировка воздухораспределения судовых дизельных двигателей	53
Практическое занятие №17. Проверка и регулировка топливных насосов высокого давления судовых дизелей	55
Практическое занятие №18. Проверка и регулировка форсунок судовых дизелей.....	58
Практическое занятие №20. Контроль качества охлаждающей воды. Предельные показатели качества. Химическая очистка замкнутых систем охлаждения.....	62
Практическое занятие №21. Технический уход за фильтрами, масляными сепараторами, лубрикаторами, масляными холодильниками	64
Практическое занятие № 22.Технический уход за турбоагнетателем судового дизеля.....	66
Практическое занятие № 23.Неисправности в работе узлов валопровода и дейдвудного устройства.....	68
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	70

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.3/71

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания направлены на обеспечение высокого уровня организации и проведения практических занятий.

Методические указания по проведению практических занятий составлены в соответствии со следующими нормативными документами:

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования (с доп. и изм.), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ 14.06.2013 г. № 464;
- Федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования по специальности;
- Учебный план по специальности, в котором определены последовательность изучения дисциплин, а также распределение учебного времени и форм контроля по семестрам;
- рабочая программа учебной дисциплины (профессионального модуля).

Рабочей программой учебной дисциплины предусмотрено проведение практических занятий.

Целью проведения практических занятий является организация управляемой познавательной деятельности обучающихся в условиях, приближенных к реальным практическим условиям.

Проведение практических занятий должно способствовать формированию у обучающихся профессиональных компетенций:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ПК 1.1	Обеспечивать техническую эксплуатацию главных энергетических установок судна, вспомогательных механизмов и связанных с ними системами управления
ПК 1.2	Осуществлять контроль выполнения национальных и международных требований по эксплуатации судна
ПК 1.3	Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования
ПК 1.4	Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов
ПК 1.5	Осуществлять эксплуатацию судовых технических средств в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнения окружающей среды
ПК 1.6	Осуществлять техническую эксплуатацию и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.4/71

Структура проведения практического (лабораторного) занятия

1. Вводная часть:

- организационный момент;
- мотивация учебной деятельности;
- сообщение темы, постановка целей;
- актуализация знаний.

2. Основная часть:

- инструктаж по технике безопасности (при необходимости);
- выдача задания;
- определение алгоритма проведения эксперимента или другой практической деятельности;
- допуск к выполнению работы;
- осуществления эксперимента или другой практической деятельности;
- ознакомление со способами фиксации полученных результатов.

Самостоятельное выполнение практического задания обучающимися:

- определение путей решения поставленной задачи;
- выработка последовательности выполнения необходимых действий;
- проведение эксперимента (выполнение заданий, задач, упражнений);
- составление отчета;
- обобщение и систематизация полученных результатов (таблицы, графики, схемы и т.п.).

3. Заключительная часть:

- подведение итогов занятия: анализ хода выполнения и результатов работы обучающихся;
- выявление возможных ошибок и определение причин их возникновения;
- защита выполненной работы.

В ходе практического (лабораторного) занятия, преподавателем непрерывно должно осуществляться педагогическое руководство обучающимися:

- четкая постановка познавательной задачи;
- инструктаж к работе (осмысление обучающимися сущности задания, последовательности его выполнения);

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.5/71

- проверка теоретической и практической готовности обучающихся к занятию;
- выделение возможных затруднений в процессе работы;
- установка на самоконтроль;
- наблюдение за действиями обучающихся, регулирование темпа работы, помощь (при необходимости), коррекция действий, проверка промежуточных результатов.

Формулировка задания должна быть однозначно понятна обучающемуся.

При организации проведения практических занятий необходимо *использовать активные и интерактивные формы:*

Активные формы:

творческие задания – это задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат больший или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов;

работа в малых группах – способ организации образовательного процесса, позволяющий всем обучающимся участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

дискуссия – действенный метод обсуждения изучаемого вопроса. Дискуссия предполагает коллективное обсуждение какой-либо спорной проблемы, во время которого познается истина.

Интерактивные формы предполагают взаимодействие между преподавателем и обучающимся в соответствии с индивидуализированным подходом (тренинги, *кейс-стади*, «дерево решений», «анализ казусов» и др.).

Тренинги - это процесс получения навыков и умений в какой-либо области посредством выполнения последовательных заданий, действий или игр, направленных на достижение наработки и развития требуемого навыка;

Кейс-стади – техника обучения, использующая описание реальных ситуаций.

В ходе реализации практических работ преподаватель должен использовать наряду с традиционными инновационные технологии и методы обучения (технология развития критического мышления, «мозговой штурм»,

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.6/71

метод проектов, технология проблемного обучения, технология опережающего обучения, технология программированного обучения и др.).

Уровень освоения учебного материала по результатам практических работ соответствует «2» или «3», в зависимости от содержания работы.

2 уровень *репродуктивный* – регулятивная или процессуальная деятельность, связанная с выполнением заданий на процесс или решение задач;

3 уровень *продуктивный* – аналитическая или творческая деятельность, связанная с выполнением задания повышенного уровня, например, творческая практическая работа над проектом.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.7/71

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/з	Наименование практического занятия	
1-2	Практическое занятие № 1-2 Изучение конструкции узлов и деталей остова ДВС. Определение характерных износов и повреждений.	4
3	Практическое занятие № 3 Изучение конструкции деталей поршневой группы тронковых и крейцкопфных ДВС. Определение характерных износов и повреждений.	2
4	Практическое занятие №4. Определение мертвых точек КШМ	2
5	Практическое занятие №5. Определение порядка работы цилиндров	2
6	Практическое занятие №6. Снятие круговых диаграмм фаз газораспределения.	2
7	Практическое занятие №7. Определение сортов топлив по внешним признакам. Определение воды в топливе.	2
8	Практическое занятие №8. Определение физико-химических свойств топлива с помощью судовой лаборатории для анализа ГСМ	2
9	Практическое занятие №9. Расчет и построение индикаторной диаграммы	2
10	Практическое занятие 10. Подготовка ДВС к пуску, пуск, обслуживание во время работы. Остановка двигателя.	2
11	Практическое занятие №11. Определение часового и удельного расхода топлива	2
12	Практическое занятие № 12. Снятие нагрузочных и винтовых характеристик дизель -генератора	2
13	Практическое занятие №13. Снятие и обработка гребенок давления	2
14	Практическое занятие №14. Проверка равномерности распределения нагрузки по цилиндрам.	2
15	Практическое занятие №15. Проверка и регулировка механизма газораспределения четырехтактного судового дизеля.	2
16	Практическое занятие №16. Притирка клапанов. Контроль качества притирки Технический уход за предохранительными клапанами цилиндров СДД	2
17	Практическое занятие №17. Проверка и регулировка топливных насосов высокого давления судовых дизелей.	2
18	Практическое занятие №18. Проверка и регулировка форсунок судовых дизелей.	2
19	Практическое занятие №19. Контроль качества масла, находящегося в системе: сроки и правила отбора проб масла. Показатели предельного состояния моторных масел и методы их определения.	2
20	Практическое занятие №20. Контроль качества охлаждающей воды. Предельные показатели качества. Химическая очистка замкнутых систем охлаждения	2
21	Практическое занятие №21. Технический уход за фильтрами, масляными сепараторами, лубрикаторами, масляными холодильниками	2
22	Практическое занятие №22. Технический уход за турбо нагнетателем судового дизеля и системой наддува судовых дизелей	4
23	Практическое занятие №23. Неисправности в работе узлов валопровода и дейдвудного устройства.	4

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.8/71

Практическое занятие № 1-2. Изучение конструкции узлов и деталей остова ДВС. Определение характерных износов и повреждений

Цель занятия:

Изучить устройство неподвижных деталей двигателей, их разновидности в зависимости от типа двигателя, сравнительные характеристики с другими конструкциями аналогичных узлов или деталей.

Место проведения занятия:

Кабинет итоговой Государственной аттестации, лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

- двигатели NVD24, VD26;
- детали остова;
- стенды;
- плакаты.

Прежде чем приступить к изучению конструкции узлов и деталей остова курсант должен знать:

- состав остова;
- условия работы деталей остова;
- основные схемы конструктивного оформления деталей остова.

Состав остова: фундаментная рама, станина, цилиндры, крышки цилиндров.

Условия работы деталей остова определяются действием механических нагрузок от сил давления газов и сил инерции возвратно-поступающих частей, общим тепловым состоянием двигателя (термической нагрузки), способом соединения деталей остова.

К конструкции остова предъявляются следующие требования:

- возможно большая жесткость;
- достаточная прочность;
- возможно меньшая масса (масса остова достигает 70% от массы всего двигателя).

Необходимая жесткость остова при достаточной прочности и наименьшей массе достигается путем выбора его рациональной конструктивной схемы:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.9/71

1) осто́в крейцкопфного двигателя - все детали осто́ва изготавливаются отдельно и соединяются между собой длинными анкерными связями;

2) осто́в тронкового двигателя - блок-стани́на - стани́на и блок цилиндров отлиты заодно;

3) общий блок-картер – фундаментная рама к которой длинными силовыми шпильками крепятся цилиндры.

Фундаментная рама является основанием осто́ва, воспринимает силу давления газов в цилиндре, силы инерции движущихся частей и силу веса всех деталей, расположенных над рамой.

Способ изготовления: литые, сварные и сварнолитые.

Применение сварных и сварнолитых фундаментных рам уменьшает ее массу на 20 - 30 %, стоимость изготовления на 10 - 20 %.

Материал:

- конструкционная сталь от Ст 20 до Ст 25;
- чугун СЧ 18-36, СЧ 21-41, СЧ 28-48;
- для ВОД алюминиевый сплав АЛ-5.

Рамовые подшипники - служат опорой для рамовых шеек коленного вала.

Состоят из двух полувкладышей залитых антифрикционным сплавом.

Условия работы подшипника определяется многими факторами:

- значение и характер нагрузки на подшипник;
- скорость скольжения шейки вала;
- масляный зазор;
- сорт масла, его температура и расход.

К рамовым подшипникам предъявляются следующие требования:

- высокая жесткость;
- обеспечение условий создания масляного клина;
- достаточный теплоотвод от вкладышей;
- большие ударные и удельные нагрузки, которые должен выдерживать антифрикционный слой. МОД = 14МПа, СОД $\approx$ 35 МПа.

Материал антифрикционного слоя – баббит Б83; Б89, СОД и ВО9, свинцовая бронза, оловянная бронза.

По конструкции рамовые подшипники бывают:

- толстостенными с отношением толщины вкладыша к его диаметру $> 1/20$;
- тонкостенными с отношением толщины вкладыша к его диаметру $< 1/30$;

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.10/71

- установочные (опорно-упорные). Установочный подшипник обеспечивает свободное удлинение коленчатого вала при его нагревании.

Станина служит для поддержания блока цилиндров. Она соединяет блок цилиндров с фундаментной рамой и образует закрытую камеру (картер) для кривошипно-шатунного механизма.

Условия работы станины следующие:

- нагружена сжимающими усилиями от затяга анкерных связей;
- силами и моментами от давления поршней на стенки цилиндров или ползунов на параллели;
- при отсутствии анкерных связей – растягивающими усилиями от давления газов и указанными силами и моментами.

Материал для изготовления Ст25, Ст30, для MOD сварного типа, коробчатые станины отливают из чугуна. Станины COD отливают из серого чугуна СЧ 18-36, СЧ 28-48 и др.

По конструкции станины различают составные и цельные. Составные состоят из А-образных стоек, устанавливаемых на поперечных ребрах жесткости фундаментной рамы. В верхней части стойка скрепляется диафрагмой, отделяющей картер от подпоршневого пространства. К стойкам крепятся параллели, представляющие собой чугунные и стальные плиты, усиленные с обратной стороны ребрами жесткости. Они воспринимают боковые давления от ползунов крейцкопфа.

В тронковых дизелях для увеличения жесткости станину обычно изготавливают заодно с блоком цилиндров.

Для предотвращения разрушения двигателя от взрыва масляных паров в картере на крышках люков станины устанавливают предохранительные клапаны.

Цилиндры являются одним из силовых элементов остова и служат для образования полостей, в которых осуществляется рабочий цикл дизеля. Состоят из рубашки и цилиндровой втулки. Материал: СЧ 18-36, СЧ 24-44, СЧ 28-48. По конструкции различают рубашки индивидуальные и блоки цилиндров.

Цилиндровые втулки подвергают механическим нагрузкам от силы давления газов, силы давления поршня в тронковых дизелях и силы затяга крепежных шпилек цилиндровой крышки, а также термическим напряжениям, обусловленные воздействием горячих газов.

По конструкции различают цилиндровые втулки 4-тактных и 2-тактных дизелей.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.11/71

Смазка цилиндровых втулок в тронковых дизелях осуществляется разбрызгиванием, а мощных СОД и МОД принудительная смазка плунжерными насосами (лубрикаторами).

Крышка цилиндра, являющаяся одним из элементов остова дизеля, служат для плотного закрытия цилиндра, образования камеры сгорания (вместе с днищем поршня и стенками втулки), размещения клапанов и форсунок.

Конструкция крышек 4-тактных двигателей и 2-тактных двигателей с прямоточной клапанной продувкой конструктивно подобны.

Конструкция крышек 2-тактных двигателей с контурной продувкой более простая, так как у них отсутствуют впускные и выпускные клапаны.

Условия работы крышек - они подвергаются воздействию механических и термических нагрузок.

Механические нагрузки возникают от сил давления газов и сил затяга крепежных шпилек. Под действием этих сил крышка изгибается.

Термические нагрузки возникают от непосредственного соприкосновения днища крышки с горячими газами.

Требования к крышкам:

- минимальные термические напряжения в днище крышки;
- свободное расширение наиболее нагретых частей;
- простая симметричная форма камеры сгорания в соответствии с принятой схемой газообмена.

Материал для крышек – МОД легированная сталь (молибденовая или хромовая), СОД легированный чугун с присадками хрома, молибдена, никеля или серый чугун СЧ 28-48, СЧ 32-52.

Охлаждение крышек водяное - для уменьшения термических напряжений.

Литература: [1].

Контрольные вопросы:

1. Из каких частей состоит остов двигателя?
2. Какие типы станины встречаются в двигателях внутреннего сгорания?
3. Для чего применяются анкерные связи?
4. Для чего служат установочные рамовые подшипники и чем они конструктивно отличаются от остальных рамовых подшипников?

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.12/71

5. Чем отличается устройство цилиндра крейцкопфного двигателя от тронкового?

6. Как осуществляется смазка цилиндрических втулок?

Практическое занятие № 3. Изучение конструкции деталей поршневой группы тронковых и крейцкопфных ДВС. Определение характерных износов и повреждений

Цель занятия:

Изучить конструкцию узлов деталей механизма движения двигателя.

Место проведения занятия:

Кабинет итоговой Государственной аттестации, лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

Двигатели лаборатории судовых ДВС, узлы, детали механизма движения, плакаты.

Механизм движения служит для передачи сил давления газов на коленчатый вал двигателя, т.е. преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Состав механизма движения:

тронкового ДВС:

- поршневая группа;
- шатунная группа;
- коленчатый вал;

крейцкопфное ДВС:

- поршневая группа;
- крейцкопфная группа;
- шатунная группа;
- коленчатый вал.

Поршни, их назначение, материалы для изготовления. Устройство поршня. Поршни 2-тактных и 4-тактных двигателей тронковых и крейцкопфных. Назначение поршневых колец, материалы для их изготовления. Уплотнительные и маслосъемные кольца. Насосное действие колец. Поршневые пальцы, назначение, материалы для их изготовления, крепление пальцев в поршне. Диаметральные зазоры между поршнем и цилиндрической втулкой. Зазоры в стыках и кепках поршневых колец.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.13/71

Охлаждение поршней. Необходимость отвода тепла от донышка поршня. Способы подвода тепла к охлаждающей жидкости от поршня. Охлаждение поршней водой или маслом.

Шатуны, их назначение и материал для их изготовления. Форма сечения стержня шатуна и конструкция головок. Конструкция шатунов тронковых и крейцкопфных двигателей. Назначение и конструкция шатунных болтов. Зазоры в головных и шатунных подшипниках.

Шток поршня, поперечина, ползуны, их назначение и материалы для их изготовления. способы крепления штоков к поперечине и поршню. Конструкция уплотнения штока в диафрагме. Односторонние и двухсторонние ползуны.

Коленчатые валы, назначение, материал для их изготовления.

Типы конструкции валов. Цельные составные, секционные, кованные, штампованные, литые. Расположение кривошипов в зависимости от числа цилиндров и тактности двигателя. Смазка подшипников коленчатых валов.

Маховики и противовесы, назначение и материал для их изготовления. Конструкция маховиков и противовесов, способы их крепления на коленчатом валу.

Основные повреждения и неисправности:

- перегрев поршней;
- натирь и царапины на тронке поршня;
- задиры на тронке;
- трещины в донышке;
- заклинивание поршней;
- заклинивание, поломка колец;
- изгиб стержня шатуна;
- поломка стержня шатуна;
- обрыв шатунных болтов;
- износ и повреждение подшипников;
- растрескивание и выкрашивание;
- подплавление и выплавление;
- риски, царапины;
- коррозия.

Контрольные вопросы:

1. В чем различие механизма движения крейцкопфных и тронковых ДВС?

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.14/71

2. Что такое плавающий палец?
3. Чем отличаются поршни крейцкопфного ДВС от тронкового?
4. Как осуществляется охлаждение поршней?
5. Как работают уплотнительные кольца, маслосъемные кольца?
6. Чем отличаются шатуны крейцкопфного двигателя от тронкового?

Практическое занятие №4. Определение мертвых точек кривошипно-шатунного механизма

Цель работы:

Приобретение практических навыков определения мертвых точек КШМ.

Материальное обеспечение:

- четырехтактный двигатель;
- карандаш (мел);
- металлическая линейка;
- металлический стержень диаметром 10-12 мм, длиной 40-70 мм;
- набор ключей;
- рулетка.

Используемые источники: [1].

При движении в цилиндре поршень занимает различные положения.

Положение деталей двигателя, соответствующее нахождению поршня в крайнем верхнем или крайнем нижнем положении, при котором оси шатуна и мотыля лежат на одной прямой или совпадают, называется мертвым, так как детали не могут самостоятельно выйти из него даже под давлением рабочего тела. Положение поршня, когда он наиболее удален от оси коленчатого вала, называется верхней мертвой точкой (ВМТ). Положение поршня, когда он наиболее близко расположен к оси коленчатого вала, называется нижней мертвой точкой (НМТ). На ободке маховиков заводом-изготовителем обычно наносятся риски положения мотылей в мертвых точках. Однако, в процессе эксплуатации необходимо проверять достоверность старых рисков (особенно после ремонта когда маховик отсоединяли от коленчатого вала) и устанавливать новые риски, если они по каким-либо причинам отсутствуют.

Порядок выполнения работы:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.15/71

1. Проверяем наличие указательной стрелки на конце блока цилиндров двигателя.

2. В отверстие для форсунки в крышке цилиндра двигателя опускаем мерительную линейку или цилиндрический стержень диаметром 10-12 мм.

3. Открываем лючок картера проверяемого цилиндра.

4. Проворачиваем коленчатый вал двигателя, и когда поршень не дойдет до ВМТ примерно 30-40 угла поворота кривошипа коленчатого вала, останавливаем вращение и наносим первую риску на мерном стержне напротив форсуночного отверстия и вторую риску на ободу маховика напротив стрелки. Затем продолжаем проворачивать коленчатый вал в том же направлении, пока риска на стержне не войдет внутрь форсуночного отверстия. Вращая коленчатый вал в обратном направлении, устанавливаем мерительный стержень в первоначальное положение. Наносим риску на ободу маховика против стрелки.

5. Замеряем длину дуги между двумя рисками, делим ее пополам. Посередине наносим риску. Поворачиваем коленчатый вал до совпадения этой риски со стрелкой. Это положение коленчатого вала и будет соответствовать ВМТ данного цилиндра

Чтобы исключить возможность ошибки, найденное положение ВМТ проверяют 2 - 3 раза, после чего на обод маховика наносят окончательную риску ВМТ и № цилиндра, к которому она относится.

При установке ВМТ коленчатый вал надо проворачивать в направлении вращения.

6. Для определения НМТ рулеткой замеряют длину окружности маховика, от ВМТ откладываем половину длины окружности маховика и наносим риску, это и будет НМТ.

Для проверки правильности нанесения меток мертвых точек необходимо замерить углы между метками ВМГ соседних цилиндров и сравнить их с углом заклинки мотылей.

Выводы и предложения:

Составить отчет по установленной форме. Обратить особое внимание назначения мертвых точек при выполнении статических регулировок двигателя.

Контрольные вопросы:

1. Что называется верхней мертвой точкой?

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.16/71

2. Что называется НМТ?

3. На шкале маховика 4-тактного, 4-цилиндрового двигателя отмечены только ВМТ цилиндров. Как найти без всяких построений НМТ этих цилиндров?

4. Для чего необходимо проверять правильность меток НМТ и ВМТ в процессе эксплуатации?

5. Для чего необходимо нанесение МТ на маховик двигателя?

6. Почему при определении ВМТ необходимо изменять направление вращения коленчатого вала?

Практическое занятие №5. Определение порядка работы цилиндров двигателя

Цель работы:

Приобретение практических навыков в определении порядка работы цилиндров двигателя.

Материальное обеспечение:

- двигатель 3 NVD-24, 6NVD-26;
- валоповоротное устройство;
- инструкция по обслуживанию двигателей.

Используемые источники:

Миклос А.А., Чернявская Н.Г., Червяков С.П., "Судовые двигатели внутреннего сгорания", Л., Судостроение, 1986.

Порядком работы цилиндров двигателя называется последовательность, с которой следуют один за другим рабочие ходы.

Направление вращения коленчатого вала определяется способами, описанными в лабораторной работе №2. После того, как определено направление вращения коленчатого вала, приступают к определению порядка работы цилиндров.

Порядок выполнения работы:

1. Валоповоротным устройством медленно вращаем коленчатый вал двигателя в сторону вращения и следим за порядком открытия и закрытия всасывающих или выхлопных клапанов.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.17/71

2. При наличии индикаторных клапанов порядок работы цилиндров определяется по выходу воздуха из цилиндров.

3. В двигателях при проворачивании коленчатого вала, в сторону вращения порядок работы цилиндров можно определить по очередности набегания кулачков распредвала на ролики толкателей топливных насосов высокого давления.

4. Результаты наблюдения заносим в таблицу:

Марка двигателя						
Порядок работы						

Данные таблицы необходимо сверить с заводской инструкцией по эксплуатации двигателя.

Выводы и предложения:

Составить отчет по установленной форме.

Контрольные вопросы:

1. Как осуществляется и производится нумерация цилиндров для двигателей отечественного и иностранного производства?

2. Какие способы существуют для определения порядка работы цилиндров 2-х и 4-тактных двигателей?

3. Что называется порядком работы цилиндров двигателя?

Практическое занятие №6. Снятие круговых диаграмм фаз газораспределения 4-тактного двигателя

Цель работы:

Приобретения практических навыков по снятию круговых диаграмм фаз газораспределения 4-тактного двигателя.

Материальное обеспечение:

- двигатели, установленные в лаборатории ДВС;
- рулетка;
- мел;
- набор щупов;
- бумага.

Используемые источники:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.18/71

Миклос А.А., Чернявская Н.Г., Червяков С.П. Судовые двигатели внутреннего сгорания, Л, Судостроение, 1986.

Изменение зазоров в клапанном механизме обычно происходит после длительной работы из-за ослабления регулировочных болтов, износа кулачков, шеек и подшипников распределительного вала, тарелок и седел клапанов, роликов толкателей. При отсутствии зазоров клапаны во время работы двигателя не будут закрываться, что вызовет изменение параметров рабочего процесса и падение мощности.

Проверять зазоры лучше в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. В этом случае их можно проверить за 2 оборота коленвала 4-тактном двигателе. Замеры зазоров производятся щупом.

Зазоры нужно измерять на холодном двигателе (двигатель имеет температуру машинного отделения) и горячем (температура воды, масла достигла значений, соответствующих режиму номинальной мощности) согласно инструкции по эксплуатации завода-изготовителя.

После ремонта двигателя, а также через определенное время работы, указанное в паспорте, следует обязательно проверить правильность фаз газораспределения (моменты открытия и закрытия клапанов). Проверка фаз газораспределения производится путем снятия круговых диаграмм.

Зазоры в клапанном механизме и фазы газораспределения двигателя определяются экспериментальным путем на опытных образцах. Изменение зазоров в клапанном механизме приводит к изменению фаз газораспределения, что в свою очередь ухудшает очистку цилиндров от отработавших газов и заполнение цилиндра свежим зарядом. Это приводит к плохому сгоранию топлива, перегреву деталей двигателя и потере мощности. Правила технической эксплуатации предусматривают проверку зазоров в клапанах и регулировку их через 500-700 часов работы двигателя.

Порядок выполнения работы:

1. Устанавливаем тепловые зазоры на холодном двигателе (впускной клапан - 0,35 мм; выпускной клапан - 0,45 мм).
2. Производим замер тепловых зазоров щупами.
3. Проверяем на маховике положение ВМТ и НМТ.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.19/71

4. Выставляем первый цилиндр в ВМТ на рабочий ход (оба клапана закрыты). В зазор между впускным клапаном и коромыслом вставляем лист папиросной бумаги.

5. Проворачиваем маховик до момента, когда лист бумаги зажмет (клапан открывается). Отмечаем этот момент риску на ободу маховика и измеряем длину дуги до ВМТ (рулеткой) – $L_{0\text{ ВМТ}}$.

По длине дуги $L_{0\text{ ВМТ}}$ определяется угол опережения открытия всасывающего клапана

6. Проворачиваем маховик до освобождения листа бумаги (клапан закрывается). Ставим риску на маховике и измеряем расстояние до НМТ – $L_{3\text{ НМТ}}$. По длине дуги $L_{3\text{ НМТ}}$ определяется угол запаздывания закрытия всасывающего клапана.

7. Те же операции проводим с выпускным клапаном:

- по длине дуги $L_{0\text{ НМТ}}$ определяется угол опережения открытия выпускного клапана;

- по длине дуги $L_{3\text{ ВМТ}}$ определяется угол запаздывания закрытия выпускного клапана.

8. Обработка результатов:

- измеряем длину обода маховика (для двигателя 3NVD24 она составляет 2610 мм);

- определяем углы опережения открытия клапанов и углы запаздывания закрытия клапанов по формуле:

$$\varphi_{0\text{ ВМТ}} = \frac{L_{0\text{ ВМТ}} \cdot 360}{L_{\text{об.}}} \quad \varphi_{3\text{ НМТ}} = \frac{L_{3\text{ НМТ}} \cdot 360}{L_{\text{об.}}} \quad \text{всасывающие клапана;}$$

$$\varphi_{0\text{ НМТ}} = \frac{L_{0\text{ НМТ}} \cdot 360}{L_{\text{об.}}} \quad \varphi_{3\text{ ВМТ}} = \frac{L_{3\text{ ВМТ}} \cdot 360}{L_{\text{об.}}} \quad \text{выхлопные клапана}$$

Угол перекрытия клапанов $\varphi_{\text{п}} = \varphi_{0\text{ ВМТ}} + \varphi_{3\text{ НМТ}}$

9. На основании данных строим круговую диаграмму и сравниваем полученные значения с паспортными данными указанного дизеля (угол опережения открытия всасывающего клапана составляет 20° до ВМТ; угол запаздывания закрытия всасывающего клапана – 40° за НМТ; угол опережения

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.20/71

открытия выпускного клапана - 40° до НМТ; угол запаздывания закрытия выпускного клапана - 20° за ВМТ).

Выводы и предложения:

Составить отчет по установленной форме.

Контрольные вопросы:

1. Что называется ВМТ?
2. Что называется НМТ?
3. Что показывает круговая диаграмма?
4. Что называется ходом поршня?
5. Как произвести проверку и регулировку тепловых зазоров в клапанах?
6. Как определяется момент открытия клапана?
7. Как определяется момент закрытия клапана?
8. На каком такте открывается выхлопной клапан?
9. На каком такте закрывается выхлопной клапан?
10. На каком такте открывается впускной клапан?
11. На каком такте закрывается впускной клапан?
12. Что такое угол перекрытия клапанов?

Практическое занятие №7. Определение сортов топлива по внешним признакам

Цель работы:

Приобретение практических навыков в определении сортов топлива по внешним признакам

Материальное обеспечение:

- пробы различных сортов топлив в пробирках;
- спиртовка;
- секундомер.

Используемые источники:

Миклос А.А., Чернявская Н.Г., Червяков С.Л. Судовые двигатели внутреннего сгорания, Л., Судостроение, 1986.

Жидкое топливо для судовых дизелей получают из нефти, путем ее переработки. При прямой перегонке происходит извлечение из нефти отдельных

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.21/71

составных ее частей (фракций) путем их испарения с дальнейшим разделением образующихся паров и последующей их конденсацией. Основные продукты, получаемые из нефти в результате перегонки, характеризуются пределами температур кипения отдельных фракций.

В интервале температур:

от 40 до 200 °С – бензин;

от 120 до 240 °С - лигроин;

от 150 до 315 °С - керосин;

от 230 до 360 °С - газойль;

от 300 до 400 °С - соляровое масло.

Остаток называется мазутом. Полученный после прямой перегонки нефти мазут подвергается крекингу для выработки дополнительного количества дистиллятных нефтепродуктов или используется для выработки смазочных масел. Дистилляты, полученные методом прямой перегонки, или крекингом, очищают и смешивают для получения различных марок топлива.

В качестве топлива для карбюраторных двигателей применяются наиболее легкие фракции нефти - бензин, керосин, лигроин.

Топлива, применяемые в судовых дизелях, являются тяжелыми. В свою очередь тяжелые дизельные топлива подразделяются на легкие дизельные топлива и тяжелые (мазуты).

В зависимости от типа дизеля, наличия соответствующей системы топливоподготовки и результатов испытаний дизеля, рекомендуется применять следующие виды топлива:

1) для малооборотных дизелей (до 200 об/мин) - маловязкие топлива типа дизельных дистиллятных (ГОСТ 305-82), средневязкие топлива типа ДТ и высоковязкие топлива типа ДМ (ГОСТ 1667-68) или мазут флотский Ф-5 и Ф-12 (ГОСТ 10585-75).

2) для среднеоборотных дизелей (до 750 об/мин) - маловязкие топлива ГОСТ 305-82 и средневязкие топлива типа ДТ (ГОСТ 1667-68).

3) для высокооборотных дизелей (свыше 750 об/мин) только маловязкие топлива (ГОСТ 305-82).

Дистиллятные дизельные топлива (ГОСТ 305-82) марок Л, З, А получают смешиванием керосиногазойлевых фракций с соляровым маслом. Они не требуют подогрева и могут применяться в дизелях любой быстроходности.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.22/71

Для малооборотных дизелей допускается использовать высокосернистые топлива с повышенной исходной вязкостью, как отечественных, так и иностранных сортов, соответствующие по своим свойствам мазутам, а также моторные топлива с повышенным содержанием серы.

В этом случае суда должны иметь:

- 1) специальные системы подготовки топлива, включающие подогрев, отстой, сепарацию и гомогенизацию;
- 2) системы легкого (дизельного) топлива для пуска дизеля;
- 3) специальную топливную аппаратуру;
- 4) специальные сорта цилиндровых масел.

Порядок выполнения работы:

Определение сортов топлива по внешним признакам.

Для определения сортов топлива по внешним признакам необходимо помнить, что фракции, выкипающие при более высокой температуре, имеют более темную окраску, большую плотность и вязкость. Методом сравнения этих признаков определите сорта топлива в пробирках. Запишите в отчет по данным ГОСТов плотность и вязкость топлив.

Определение наличия воды в дизельном топливе.

Содержание воды в топливе - один из важнейших показателей. Вода в топливе нарушает нормальное течение процесса сгорания, затрудняет фильтрацию. Кроме того большое содержание воды в топливе и неравномерное распределение воды по объему может вызвать остановку двигателя. При наличии воды особенно резко повышается агрессивность сернистых соединений топлива, что приводит к усиленной коррозии системы и плунжерных пар ТНВД. Поэтому судовой механик должен уметь определять наличие воды в дизельном топливе, чтобы правильно контролировать эксплуатацию двигателя.

Ниже приводятся простые методы анализа топлива, которые позволяют быстро обнаружить наличие в нем воды без специальных реактивов и приспособлений.

Метод 1.

Пробу топлива наливают в пробирку и дают отстояться. При наличии воды в топливе она будет на дне пробирки

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.23/71

Метод 2.

Пробу дизельного топлива (2 - 3 мл) наливают в сухую чистую пробирку и помещают над спиртовкой (пробирку держат обязательно отверстием от себя, так как возможен выброс паров топлива). При нагревании топливо следует слегка взбалтывать для лучшего перемешивания. При наличии в топливе следов воды во время нагревания пробирки будет слышно характерное легкое потрескивание.

Метод 3.

Дает возможность определить только наличие воды в дизельном топливе. Он используется для быстрой оценки качества топлива во время бункеровки судна

Листок фильтровальной бумаги размером 7×10 см смачивают в испытываемом топливе. После того как бумага хорошо пропитается, ее поджигают и наблюдают за характером горения бумаги.

Если воды в топливе нет, бумага горит спокойным пламенем. При наличии в нем только «следов воды» при сгорании бумаги будет слышно очень слабое шипение.

Метод 4.

Пробу дизельного топлива напивают в сухую чистую пробирку и в нее добавляют несколько кристаллов марганцевокислого калия. Если окраска топлива приобретает малиновый оттенок, это значит, что в топливе присутствует вода.

Определение механических примесей в дизельном топливе.

Наличие механических примесей в дизельном топливе приводит к загрязнению топливной системы, цистерн повышенному износу топливной аппаратуры двигателей. Ниже приведены методы анализа топлива на механические примеси, которые дают возможность судовому механику пронесли их быстро и просто без специальных приборов и реактивов.

Метод 1.

Отобранную пробу топлива растворяют в спирто-бензоловой смеси, хорошо взбалтывают, полученную смесь процеживают через фильтровальную бумагу.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.24/71

Если в дизельном топливе имеются механические примеси, они в виде твердых частиц останутся на фильтровальной бумаге. Этот метод дает возможность определить только наличие механических примесей, но не процентное содержание их по отношению к объему топлива.

Метод 2.

Отобранную пробу топлива тщательно перемешивают в чистой посуде. На лист фильтровальной бумаги наносят каплю топлива. Затем бумагу высушивают. При отсутствии механических примесей на фильтровальной бумаге практически не останется пятна. Если механические примеси есть, остается пятно серого цвета, которое по мере увеличения содержания механических примесей будет становиться более темным.

Выводы и предложения:

Составить отчет по установленной форме.

Контрольные вопросы:

1. Назвать способы получения жидких топлив из нефти.
2. Какую окраску имеет бензин, керосин, дизельное топливо, мазуты?
3. Как влияет вода, содержащаяся в топливе, на эксплуатационные качества дизеля?
4. Перечислите методы определения содержания воды в топливе?
5. Как влияют механические примеси на эксплуатацию топливных систем?
6. Как определяют наличие механических примесей в топливе?

Практическое занятие №8. Определение физических свойств топлива с помощью судовой лаборатории для анализа ГСМ

Цель работы:

Приобретение практических навыков определения физических свойств топлив, используемых в судовых ДВС с помощью судовой лаборатории для анализа ГСМ.

Материальное обеспечение:

- судовая комплексная лаборатория СКЛАМТ-1;
- пробы топлива.

Используемые источники:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.25/71

Миклос А.А., Чернявская Н.Г., Червяков С.Л. Судовые двигатели внутреннего сгорания, Л., Судостроение, 1986.

Порядок выполнения работы:

1. Определение плотности топлива

Определение плотности нефтепродуктов производится денсиметрами общего назначения.

При определении используются ареометры со следующими пределами шкал (кг/м³):

700 – 760

760 – 820

820 – 880

880 – 940

940 – 1000

Определение проводится в следующем порядке:

1. Пробоотборник, заполненный испытуемым нефтепродуктом, выдерживают при температуре окружающей среды с таким расчетом, чтобы разность температур пробы и окружающего воздуха не превышала + 5°C. Температуру нефтепродукта измерьте термометром.

2. После выравнивания температур нефтепродукт налейте в чистый сухой цилиндр, затем возьмите денсиметр, который находится на дверце лаборатории, и опустите его в нефтепродукт, держа за верхний конец. После установления прекращения колебаний денсиметра произведите отсчет по верхнему краю мениска. При отсчете глаз должен находиться на уровне мениска.

Отсчет, произведенный по шкале денсиметра, показывает плотность нефтепродукта при данной температуре измерения.

Для приведения плотности нефтепродукта к любой температуре делайте расчет по формуле:

$$\rho_{20} = \rho_{ti} + \alpha (ti - 20)$$

где 20 - температура, к которой приводится плотность, °C;

ti - температура, при которой определяется плотность, °C;

ρ_{ti} - плотность нефтепродукта при соответствующих температурах;

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.26/71

α - температурная поправка на плотность (определяется по таблице).

Пример

Плотность масла МС-20 при температуре 25 °С – 0,898. Необходимо определить плотность этого масла при 20 °С. По таблице находим поправку на 1 °С. Для плотности 0,898 $\alpha = 0,0006$. Подставляем в формулу и получаем:

$$\rho_{20} = 0,898 + 0,0006 (25 - 20) = 0,901.$$

2. Определение содержания воды в топливе

Метод определения содержания воды в маслах и топливе основан на измерении подъема температуры при взаимодействии гидрида кальция с водой, содержащейся в испытуемом нефтепродукте.

Подготовка к испытанию

Пробу нефтепродукта тщательно перемешайте пятиминутным встряхиванием в пробоотборнике, заполненном не более чем на $\frac{3}{4}$ его объема. Вязкие и парафинистые нефтепродукты предварительно нагревайте до 40 - 50 °С.

Проведение испытания

При определении содержания воды в маслах и топливе (кроме мазута) в сухую и чистую пробирку налейте и перемешайте пробу до метки в 10 мл, опустите в пробирку с пробой термометр и поместите пробирку в гнездо пенопластового футляра. При отборе пробы нагретого нефтепродукта пробирку с нефтепродуктом выдерживайте до температуры окружающей среды. Замерьте первоначальную температуру испытуемого продукта. Вскройте ячейку с гидридом кальция, находящуюся в специальном отделении. Гидрид кальция высыпьте в пробирку, перемешайте при помощи термометра и наблюдайте за повышением температуры. Максимальное показание термометра отмечают как конечную температуру пробы. Получив разность температур, по номограмме, которая находится на верхней панели лаборатории, определите содержание воды в испытуемом нефтепродукте в процентах.

При определении воды в мазутах налейте в мерный цилиндр 10 мл испытуемого продукта и долейте до 50 мл керосин или дизельное топливо, предварительно и тщательно перемешайте в течение 5 минут. Из полученной смеси в пробирку отберите 10 мл; проведите определение, как указано выше.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.27/71

Результат определения умножьте на 5 и при наличии воды в керосине или дизельном топливе содержание ее вычтите из полученного результата.

Подъем температуры не превышающий 0,5°C после прибавления гидрида кальция к испытуемой пробе и отсутствие выделения пузырьков газа свидетельствует о практическом отсутствии воды в исследуемом нефтепродукте. Время взаимодействия нефтепродукта с гидридом кальция без разбавления керосином – 10 минут, при разбавлении керосином – 5 – 10 минут.

3. Определение температуры вспышки.

Определение производится путем визуального наблюдения воспламенения паров нефтепродуктов от нагретой электрическим током спирали специального воспламенителя. Измерение температуры производится электрическим термометром. Шкала прибора проградуирована на два предела измерений от 50 до 150°C и от 150 до 250°C.

При определении температуры вспышки топлива используют шкалу от 50 до 150°C, а при определении температуры вспышки масла используют шкалу от 150 до 250°C.

Конструктивно прибор состоит из двух блоков: блок нагревателя и тигелем и датчиком температуры, блок стабилизированного питания с измерительным прибором, проградуированным в градусах Цельсия.

Перед началом работы установите предохранитель в положение, соответствующее напряжению сети 220 В переменного тока.

При определении температуры вспышки топлив и масел целесообразно начинать определение с температуры вспышки масел с целью равномерного прогрева всей установки.

Подготовка к испытанию

Снимите с блока нагревателя защитный колпак, выньте из блока нагревателя воспламенитель и тигель. Осмотрите спираль воспламенителя, чтобы убедиться в отсутствии обрывов и погнутостей. Установите воспламенитель в гнездо.

Включите установку тумблером в сеть. В течение 5 секунд по секундомеру при нажатой кнопке вспышки определите степень нагрева воспламенителя. Спираль должна быть нагрета до ярко-красного накала.

Выньте воспламенитель из гнезда, закройте нагреватель защитным колпаком и прогрейте установку до 100°C. Для этого поставьте переключатель

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.28/71

интервала температур в положение 50 - 150°C, переключатель предела нагрева на 90 - 110°C. Пока идет нагрев установки до 100°C, заполните тигель исследуемым топливом. Для топлива возьмите тигель с меткой «Т». Налейте топливо в тигель до уровня проточки с небольшим мениском.

Когда установка прогреется до 100°C, переключатель предела нагрева поставьте в нулевое положение. Снимите с нагревателя защитный колпак и охладите установку до 50 °C.

Предупреждение: при работе горячие тигли ставьте на подставку вне корпуса СКЛАМТ.

Проведение испытания

Установите тигель с исследуемым топливом в нагреватель, воспламенитель в гнездо и проверьте правильность установки воспламенителя по отношению к тигелю, нижний край спирали воспламенителя должен быть ниже верхнего края тигеля на толщину проволоочки.

Закройте нагреватель защитным колпачком (смотровое окно должно быть обращено к себе) Поставьте переключатель предела нагрева температур выше предполагаемой температуры вспышки исследуемого топлива. Проверьте положение переключателя интервала на 50 – 150°C и следите за повышением температуры по нижней шкале измерительного прибора так, чтобы скорость нарастания температуры не превышала 2°C в минуту (по секундомеру). Скорость нагрева регулируйте переключателем предела нагрева:

За 10°C до предполагаемой температуры вспышки в течение 5 секунд при нажатой кнопке вспышки наблюдайте ее через смотровое окно защитного колпачка. Включение кнопки повторяйте через каждые 2°C до появления вспышки и при ее появлении, зафиксируйте температуру вспышки по измерительному прибору.

Появление вспышки сопровождается выделением дыма из отверстия защитного колпака и иногда запотеванием смотрового окна. Показания измерительного прибора в момент появления вспышки соответствует температуре вспышки масла в открытом титле:

После определения температуры вспышки топлива снимите защитный колпак, выньте пинцетом воспламенитель и тигель, вылейте из тигля топливо протрите тигель сухой ветошью.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.29/71

Повторное определение, температуры вспышки топлива произведите при охлаждении установки до 50°C ниже предполагаемой температуры вспышки.

Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать $+5^{\circ}\text{C}$.

Отключить установку тумблером от сети.

Выводы и предложения:

Составить отчет по установленной форме. Описать, какие свойства топлива являются особо важными для эксплуатации.

Контрольные вопросы:

1. Что называется плотностью топлива?
2. Для чего требуется судовому механику определять плотность топлива?
3. Как влияет вода, находящаяся в топливе, на работу судового двигателя?
4. Какой процент содержания воды в топливе допускается при его приемке?
5. Какое свойство топлива характеризует температуру вспышки?
6. Как топливо очищается в судовых условиях от воды?
7. Какова минимально допустимая температура вспышки для судовых топлив?
8. Что такое цетановое число топлива?

Практическое занятие № 9. Расчет и построение индикаторной диаграммы цикла ДВС

Цель занятия:

Приобретение практических навыков по определению параметров и построения индикаторной диаграммы расчетного цикла ДВС.

Место проведения занятия:

Кабинет итоговой Государственной аттестации.

Материальное обеспечение:

- калькулятор;
- линейка;

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.30/71

- карандаш;
- набор лекал;
- транспорт;
- готовальня.

Прежде чем приступить к изучению материала, необходимо повторить основные термодинамические процессы и идеальные циклы поршневых машин:

- изохорный процесс;
- изобарный процесс;
- адиабатный процесс;
- политропный процесс;
- идеальный цикл с подводом тепла при постоянном объеме ($V = \text{const}$);
- идеальный цикл с подводом тепла при постоянном давлении ($P = \text{const}$);
- идеальный цикл со смешанным подводом тепла (смешанный цикл);

Изучить основные параметры, характеризующие смешанный цикл, а именно:

- степень сжатия $\epsilon = V_a / V_c$;
- степень предварительного расширения $\rho = V_z / V_c$;
- степень последующего расширения $\delta = V_b / V_c = \epsilon / \rho$;
- степень повышения давления $\lambda = P_z / P_c$;
- термический КПД цикла $\eta = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{\lambda \rho^{\kappa} - 1}{\lambda - 1 + \kappa \lambda (\rho - 1)}$

Порядок выполнения занятия:

Определение параметров процесса наполнения

Здесь необходимо отметить, что на параметры процесса наполнения влияют следующие факторы:

- аэродинамические потери во впускном тракте, если двигатель с наддувом, то сюда добавляются аэродинамические потери на холодильнике, если таковой имеется;
- подогрев свежего заряда воздуха от соприкосновения с нагретыми деталями: стенки цилиндра, клапана или продувочные окна, днище поршня;
- подогрев воздуха от перемешивания с остальными газами.

Параметры процесса сжатия

Давление в конце процесса сжатия:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.31/71

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1},$$

где P_a - давление в конце процесса наполнения;

n_1 - показатель политропы сжатия.

Температура воздуха в конце процесса сжатия:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1-1},$$

где T_a - температура воздуха в конце процесса наполнения;

Максимальное давление цикла:

$$P_z = P_c \cdot \lambda$$

Давление в конце процесса расширения:

$$P_e = \frac{P_z}{\delta^{n_2}}, \text{ где } n_2 - \text{показатель политропы расширения.}$$

Температура в конце процесса расширения:

$$T_e = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}}, \text{ где } T_z - \text{максимальная температура цикла.}$$

Задачи:

№ 1. Марка двигателя 6НЧ32/48. Определить давление P_a в конце процесса наполнения, если известно $P_k = 0,15$ МПа, $\Delta P_x = 0,004$ МПа, $\varphi = 0,96$.

№ 2. Определить максимальное давление сгорания P_z в расчетном цикле двигателя при следующих данных: $P_c = 6,0$ МПа, $\lambda = 2$.

№ 3. Определить давление в конце процесса сжатия P_c в расчетном цикле двигателя, если известно: $P_a = 0,15$ МПа, $\varepsilon = 13$, $n_1 = 1,37$.

№ 4. Определить температуру в конце процесса сжатия T_c в расчетном цикле двигателя, если известно: $T_a = 335$ К, $\varepsilon = 13$, $n_1 = 1,37$.

№ 5. Определить давление в конце процесса сгорания в расчетном цикле двигателя, если известно: $P_a = 0,172$ МПа, $\varepsilon = 11,5$, $n_1 = 1,38$, $\lambda = 1,5$.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.32/71

№ 6. Определить температуру газов в конце расширения T_b в расчетном цикле, если известно: $T_z = 1900 \text{ K}$, $\delta = 8,5$, $n_2 = 1,28$.

№ 7. Определить температуру газов в конце расширения T_b в расчетном цикле, если известно: $T_z = 1800 \text{ K}$, $\varepsilon = 12$, $\rho = 1,53$, $n_2 = 1,29$.

№ 8. Определить давление в конце процесса расширения, если известно: $P_z = 12 \text{ МПа}$, $\delta = 8,2$, $n_2 = 1,29$.

№ 9. Определить давление в конце процесса расширения, если известно: $P_a = 0,17 \text{ МПа}$, $\varepsilon = 12,5$, $n_1 = 1,37$, $\lambda = 1,5$, $n_2 = 1,29$, $\rho = 1,47$.

№ 10. Определить давление в конце процесса наполнения двигателя 6Ч 12/14, если известно: $P_a = 0,1 \text{ МПа}$, $\varphi = 0,85$.

Построение расчетной индикаторной диаграммы.

4-тактный двигатель:

1. Построение начинается с выполнения координатных осей .PV От начала координат по абсциссе откладываем базу диаграммы, т.е. отрезок, длиной V_a мм, соответствующий полному объему цилиндра.

Рекомендуется брать в пределах 190 - 210 мм.

2. Затем на оси абсцисс откладываем отрезок V_c , соответствующий объему камеры сжатия:

$$V_c = \frac{V_a}{\varepsilon}, \text{ мм}$$

3. Выбираем масштаб давлений с тем расчетом, чтобы высота диаграммы не превосходила ее длины.

Рекомендуется брать масштаб m в пределах $M = 1 \text{ МПа} - 15 \text{ мм}; 20 \text{ мм}; 25 \text{ мм};$ и т.д.

Пример: если $P_z = 12 \text{ МПа}$, то высота диаграммы $P_z \cdot m = 12 \cdot 15 = 180 \text{ мм}$.

если $P_z = 6 \text{ МПа}$, то взяв $m = 1 : 30$, получим $6 \cdot 30 = 180 \text{ мм}$.

4. На диаграмме откладываем атмосферную линию в принятом масштабе, выше абсциссы.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.33/71

5. Наносим основные точки диаграммы: а, с, z', z, в, в том же масштабе их ординаты соответственно равны: P_{ам}, P_{см}, P_{zm}, P_{вм}. Давления P_а, P_с, P_z, P_в, полученные в ходе расчета рабочего цикла.

Абсциссы основных точек: V_а = V_в, V_{z'} = V_с, V_z = V_с · ρ мм.

Соединив точки с и z'; z' и z; в и а, получим линию горения и свободного выпуска.

6. Для нахождения промежуточных точек линии сжатия и расширения, воспользуемся способом нахождения координат промежуточных точек, состоящим в назначении промежуточных объемов и определении ординат соответствующих давлений.

Для этого составим таблицу:

№ п/п	ε _і	$V_i = \frac{V_a}{\epsilon_i}$	$P'_i = P_a \cdot m \cdot \epsilon_i^{n_1}$	$P'_i = P_a \cdot m \cdot \epsilon_i^{n_2}$
1	1	V _а	P _а	P _в
2	1,25	·	·	·
3	1,5	·	·	·
4	2	·	·	·
5	3	·	·	·
6	4	·	·	·
7	·	·	·	·
8	·	·	·	·
9	·	·	·	P' _і = P _в · m · δ ⁿ²
·	·	·	·	
·	·	·	·	
·	e = ε	V _с	P' _і = P _а · m · ε ⁿ¹	e = δ

Для построения линии сжатия e меняется от 1 до ε, линии расширения e меняются от 1 до δ.

Наносим промежуточные точки на диаграмму и соединив их при помощи лекала плавной кривой получим линию сжатия и расширения.

2-тактный двигатель:

Все сказанное в пунктах 1 - 6 справедливо и для построения индикаторной диаграммы 2-тактного двигателя.

Отрезок $V_c = \frac{V_a}{\epsilon}$, где ε - действительная степень сжатия; V_а – база

диаграммы, соответствующая полезному ходу поршня.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.34/71

База также принимается равной $V_a = 180 - 210$ мм. К базе, отложенной на чертеже, прибавляется отрезок V_h , соответствующий доле потерянной части хода поршня ψ на процессе газообмена.

Значения ψ принимаются либо по размерам окон, взятым по чертежам двигателя-прототипа, либо по натурным замерам.

Геометрический объем цилиндра находим по формуле:

$$V_s = \frac{V_a - V_c}{1 - \psi} \text{ мм, где } V_s - \text{объем, соответствующий полному ходу поршня.}$$

Контрольные вопросы:

1. Что такое степень предварительного расширения?
2. Что такое коэффициент наполнения?
3. Что такое коэффициент остаточных газов?
4. Факторы, влияющие на процесс наполнения.
5. Что такое степень последующего расширения?
6. Что такое степень повышения давления?
7. Как определяется температура свежего заряда воздуха при перемешивании его с остаточными газами?
8. В чем отличие расчетного цикла от реального цикла, осуществляемого в ДВС?
9. Особенности процесса сжатия.
10. Особенности процесса расширения.

Практическое занятие №10. Подготовка ДВС к пуску, пуск, обслуживание во время работы. Остановка двигателя

Цель работы:

Приобретение практических навыков в подготовке двигателя к пуску, пуске и прогревании двигателя.

Материальное обеспечение:

Двигатели, установленные в лаборатории ДВС.

Этой работе должно предшествовать практическое занятие, в котором учащиеся знакомятся с двигателем, обслуживающими его механизмами и системами.

Перед работой следует напомнить о необходимости соблюдения последовательности в действиях при подготовке установки и внимательности

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.35/71

при выполнении каждой операции. Основным руководящим документом при подготовке двигателя к пуску, при пуске и прогревании являются "Правила технической эксплуатации дизелей на судах Минрыбхоза СССР", изд. 1982.

Порядок выполнения работы.

1. Подготовку следует начинать с осмотра двигателя: проверить общую готовность двигателя: закрыты ли лючки, нет ли на двигателе инструмента, ветоши и т.д.

2. Проверить масляную систему двигателя:

а) достаточно ли масла в картере двигателя или цистерне;

б) проверить щелевые фильтры грубой очистки и открыть краны на магистрали подвода масла к фильтрам тонкой очистки;

в) начать прокачку двигателя маслом, одновременно проворачивая коленчатый вал при открытых индикаторных или декомпрессионных клапанах на цилиндрах;

г) проворачивая двигатель, убедиться в том, что он вращается с достаточной легкостью, соответствующей его нормальной сборке; легкость вращения определяется по усилию, прилагаемому к рычагу валоповоротки, или по показанию амперметра, установленного в цепи электродвигателя валоповоротного устройства;

д) продолжать прокачку масла и вращение двигателя, пока из наиболее удаленных от насоса точек масляной магистрали не будет выходить сплошным потоком, без пузырьков воздуха, масло; закончив прокачку двигателя маслом, установить клапаны системы в положение нормальной работы;

3. При низкой температуре окружающего воздуха и наличии специальных устройств (электродвигателей, бойлеров) одновременно с прокачкой масла привести в действие систему прогрева воды в блоке. Для сокращения времени прогрева отключить холодильник воды, то есть прокачивать теплую воду только в блоке машины. Закончив прогрев, установить нормальный ход в блоке, открыв те краны, которые были закрыты в период прогрева. Проверить уровень воды в системе, при необходимости дополнить систему до контрольных уровней.

4. Проверить легкость хода клапанов на крышке цилиндра, используя для этого специальный рычаг. Если штоки клапанов имеют масленки, заполнить их маслом.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.36/71

5. Приготовить к работе лубрикаторы системы смазки цилиндра, заполнить их маслом до контрольного уровня, сделать 5 - 6 оборотов валика лубрикатора .

6. Проверить топливную систему двигателя, начав со спуска отстоя воды из расходной цистерны. Заполнить расходную цистерну топливом. Открыть подводящую магистраль от расходной цистерны к насосам. Прокачать систему «насос высокого давления – форсунка». Для этого на форсунках открыть клапаны удаления воздуха и, поставив рукоятку управления насосами в положение наибольшей подачи, приподнимать специальным рычагом плунжеры до тех пор, пока из-под клапанов удаления воздуха не будет выходить сплошная струя топлива. Закрыть клапаны на форсунках, сочетая это с нагнетающим ходом плунжера. Рукоятку управления насосами установить в положение пулевой подачи.

7. Убедиться в исправности всех звеньев газоотвода. Проверить отсутствие в глушителе и выпускном трубопровода воды и несгоревшего топлива: При обнаружении удалить их. Отложения рекомендуется удалить сразу после остановки двигателя, когда смолистые осадки имеют небольшую вязкость.

8. Осмотреть весь валопровод до дейдвудного сальника. Дейдвудные сальники должны быть затянуты так, чтобы через них просачивались отдельные капли воды. Убедится в исправности привода отбора мощности, привода датчика электротехометра. Обжать тавотницу смазки опорных и дейдвудного подшипников. При наличии резиновых дейдвудных подшипников открыть клапаны на подачу заборной воды к подшипнику.

9. Заполнить пусковые баллоны сжатым воздухом. Открыть магистраль от компрессора к баллонам и убедиться в том, что при этом ошибочно не открылась магистраль на двигатель. Спустить отстой масла и воды из баллонов и холодильника. Перед пуском проверить компрессор, соблюдая последовательность:

- проверить собранность всех узлов и установку защитных кожухов;
- проверить наличие масла в системе смазки;
- прокачать, если это возможно, масло по системе смазки и убедиться в легкости хода;

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.37/71

- закрыть приемный кран воздуха на компрессоре и открыть кран продувания на холодильнике или магистрали; приемный клапан на баллонах должен быть закрыт;

- пустить компрессор; установить необходимое давление масла в системе смазки; пустить охлаждающую воду;

- открыть клапан на баллонах; плавно открыть приемный кран на компрессоре и закрыть кран продувания (изменившийся звук работы компрессора указывает на начало нагнетания воздуха – проверить это также и по контрольным приборам: манометр первой ступени должен показывать давление не ниже 5 - 8 кг/см²);

- при наполнении баллонов воздухом, через 5 - 10 минут продувать магистраль, холодильник и баллоны и удалять лги этом скопившуюся воду и масляную эмульсию;

- закончить наполнение баллонов подрывом предохранительного клапана, закрыть в первую очередь приемный кран на компрессоре, затем открыть кран продувания в холодильнике и закрыть клапаны на баллонах.

Остановить компрессор. Закрыть клапан охлаждающей воды. Отключить от двигателя валоповоротное устройство, после чего можно считать работы по подготовке двигателя к действию окончанными. Доложить о готовности дизеля к пуску.

Пуск происходит в следующей последовательности:

1. Проверить, открыты ли индикаторные клапаны.
2. Проверить положение рукояток управления (маховиков). Они должны стоять на позиции «стоп».

3. Дать команду открыть пусковой воздух на двигатель. Проверить исполнение по показанию манометра на посту управления.

4. Дать команду открыть на двигателе воздушный клапан с ручным приводом.

5. Предупредив окружающих о предстоящем проворачивании, плавно поставить кран управления (рукоятку, маховик) в позицию «пуск». Проворачивать двигатель воздухом без подачи топлива в течении 3 - 5 секунд. Выслушать сообщение наблюдающих, которые должны находиться вблизи индикаторных клапанов, о виде струй, выходящих из клапанов. Если в цилиндре в момент проворачивания на воздухе была вода, то она будет выброшена из отверстия

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.38/71

индикаторного клапана и легко обнаружится. В этом случае немедленно прекратить пуск и установить причину попадания воды в цилиндр. Если вода в цилиндрах не обнаружена, дать команду закрыть индикаторные клапаны.

6. Вновь предупредить окружающих о пуске. Развернуть двигатель на воздухе и, прекратив подачу воздуха, перевести орган управления в позицию «работа». Для безотказного пуска на короткий промежуток времени поставить орган управления в позицию, соответствующую подача топлива на средних оборотах двигателя, а затем, убедившись в том, что двигатель начал работать, снижать обороты до минимально устойчивых.

7. Внимательно рассмотреть показания приборов на посту управления. Особое внимание обратить на показания манометров системы смазки, При излишне большом давлении масла в системе смазки, что может быть следствием большой вязкости масла, дать команду о регулировании производительности насоса.

8. Дать команду осмотреть двигатель. При этом следует:

- проконтролировать плотность закрытия люков и отсутствие подтекания масла;
- проходя по площадкам, прослушать двигатель и навешенные механизмы;
- проконтролировать рукой нагрев патрубков, подводящих воздух от главной магистрали к пусковым клапанам. Если обнаружится нагрев патрубка, что происходит при неплотной посадке на гнездо пускового клапана, ликвидировать эту неисправность;
- на короткий промежуток времени (2 - 3 рабочих хода) открыть индикаторные клапаны и посмотреть на вид выходящей струи: при нормально работающем цилиндре струя имеет легкую дымность;
- если на форсунках имеются указатели подъема иглы - проверить работу форсунок.

Пуск двигателя с помощью стартера

Двигатель, пускающийся стартером, подготавливается к действию так же, как указано выше. Из подготовительных действий может быть исключена операция прокачки масла, так как стартером пускаются двигатели небольшой мощности, для некоторых прокачка системы не является обязательной.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.39/71

1. Убедить в полной готовности двигателя и замкните кнопкой цепь управления стартером - по характерному звуку убедитесь в том, что стартер начал работать.

2. Для обеспечения пуска следует:

- у карбюраторного двигателя уменьшить сечение воздушного патрубка карбюратора, прикрыв его заслонкой;

- у дизеля ввести в действие систему декомпрессии, которая выключается после достаточного разгона двигателя;

- у дизеля с воздушной камерой сделать переключения, которые обеспечили бы повышенную степень сжатия.

Все дизели обычно пускаются при наибольшей возможной подаче топлива, после пуска подача топлива уменьшается до количества, обеспечивающего устойчивые обороты.

3. Если дизель имеет устройства, обеспечивающие пуск (свечи накалывания, селитровые патроны), то эти устройства подготавливаются до включения стартера. Селитровые патроны, горение которых продолжается 20 - 30 секунд, должны зажигаться с учетом времени их горения, а свечи накалывания включаются одновременно со стартером.

После пуска двигатель должен проработать на холостом ходу несколько минут, чтобы прогреться, затем можно включать нагрузку. Перевод двигателя на полное число оборотов сразу же после пуска влечет за собой повышенный износ трущихся поверхностей и нередко сопровождается заеданием поршней.

При резком повышении нагрузки в период прогрева быстро нагреваются поршни и более медленно-цилиндры втулки (они омываются охлаждающей водой), вследствие чего резко уменьшаются зазоры между втулками и поршнями. В этот момент вязкость масла, не успевающего полностью прогреться во всей системе, большая. В результате повышается давление в системе, и часть масла перепускается редукционным клапаном. Это приводит к недостаточной смазке подшипников и деталей поршневой группы.

Если нагрузка двигателя увеличивается постепенно, то масло успевает хорошо прогреться. В этом случае равномерногреваются и детали шатунно-поршневой группы, поэтому уменьшается их износ в период прогрева.

Продолжительность прогрева зависит от типа двигателя, его мощности, быстроходности и конструктивных особенностей. Период прогрева

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.40/71

двигателей малой мощности с малыми размерами деталей и с более тонкими стенками меньше, чем двигателей большей мощности.

Для достижения полного хода (номинальной нагрузки) после пуска холодного двигателя производят ступенчатое прогревание. Например, нагрузку до 50 % номинальной мощности повышают не менее 7 минут, от 50 до 100 % - не менее 10 минут. Обычно продолжительность перехода с одного режима на другой указана в заводской инструкции по эксплуатации двигателя.

После кратковременной остановки, если температура охлаждающей воды на выходе после пуска не ниже 30°C, длительность перехода на нагрузочные режимы может быть сокращена примерно вдвое.

Для двигателя, работающего на гребной винт, постепенная нагрузка достигается, повышением числа оборотов, долевым нагрузкам соответствует следующее число оборотов:

25 % номинальной мощности - 63 % номинальных оборотов;

50 % номинальной мощности - 80 % номинальных оборотов;

75 % номинальной мощности - 91 % номинальных оборотов.

В установках с ВРШ, после пригрева на холостом ходу, двигатель должен быть нагружен (в соответствии с указаниями инструкции завода-изготовителя) путем поворота лопастей винта в положение, определяемое т требуемой скоростью судна.

Контрольные вопросы:

1. Почему прокачивание двигателя маслом должно происходить при одновременном поворачивании коленчатого вала?

2. Что может препятствовать легкости хода клапана цилиндра?

3. Почему нужно пускать компрессор с закрытым приемным краном?

4. Почему нагнетание в баллоны пускового воздуха давлением 30 кг/см³ происходит двухступенчатым компрессором?

5. Почему при пуске двигателя дается увеличенная подача топлива?

6. Почему в цилиндре двигателя может появиться вода?

7. Что представляет собой стартер?

8. Почему до сих пор источником питания стартеров является свинцовый аккумулятор?

3.4 Показатели работы СДД

Практическое занятие №19.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.41/71

Практическое занятие №11. Определение часового и удельного расхода топлива

Цель работы:

Приобретение практических навыков в определении часового и удельного расхода топлива на двигателе.

Место проведения работы:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Двигатель марки 6NVD-26.
2. Мерные баки для замера расхода топлива.
3. Секундомер.
4. Нефтеденсиметр.

Порядок выполнения работы:

1. Двигатель готовится к пуску, пускается и прогревается согласно инструкции по эксплуатации.
2. Нагружается двигатель до номинальной мощности 147 КВт, $n = 750$ об/мин.
3. Переключается кран в положение 2 и заполняются мерные баки топливом.
4. Переключается кран в положение 1, нефтеденсиметром определяется плотность топлива.
5. Переключается кран в положение 3, двигатель работает на топливе из мерных баков.
6. Когда уровень топлива опустится до риски «а», включается секундомер, когда уровень топлива опустится до риски «б» секундомер выключается, а кран переводится в положение 1 и записывается время потребляемого объема топлива между рисками «а» и «б».

Замеры производятся еще 2 раза (операции 3, 4, 5, 6 повторяются).

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.42/71

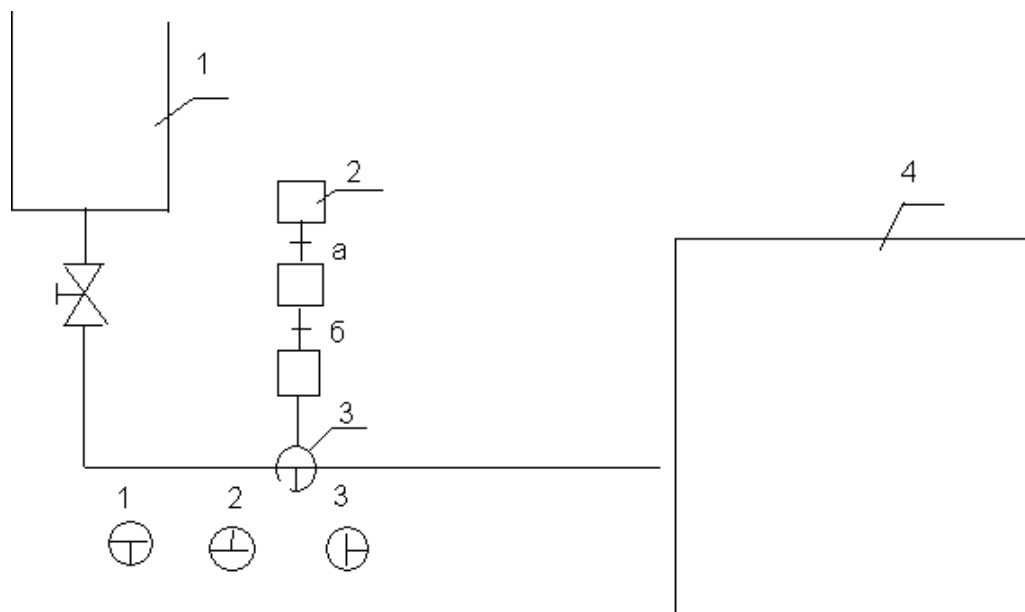


Рисунок - 1:

1- расходная цистерна; 2- мерные бачки;
3- кран; 4- двигатель

Обработка результатов:

1. Определяется среднее время замера топлива в сек:

$$\tau_{cp} = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3}{3}, \text{ с.}$$

2. Определяется часовой расход топлива:

$$B_{час} = \frac{V_{аб} \cdot \rho_m}{\tau_{cp}} \cdot 3600, \text{ кг/час,}$$

где

$V_{аб}$ - объем между рисками «а» и «б» в дм^3 ;

ρ_m - плотность топлива;

τ_{cp} - время потребляемого объема топлива двигателем между рисками «а» и «б» в сек.

3. Определяем эффективный удельный расход топлива:

$$b_e = \frac{B_{час}}{P_e} \frac{\text{кг}}{\text{экт} \cdot \text{час}},$$

где

P_e - эффективная мощность двигателя в кВт.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.43/71

Сравнивается эффективный удельный расход топлива, указанный в инструкции по эксплуатации двигателя, с полученным при выполнении лабораторной работы. Устанавливаются причины отклонений полученного результата от паспортного.

Литература: [1]; [2]; [3].

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные энерго-экономические показатели работы дизелей.
2. Дайте определение понятия «Эффективный удельный расход топлива».
3. Дайте определение понятия «Индикаторный удельный расход топлива».
4. С какой целью определяют эффективный удельный расход топлива?
5. Как связаны между собой индикаторный и эффективный удельные расходы топлива?

3.6 Характеристики СДД

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.44/71

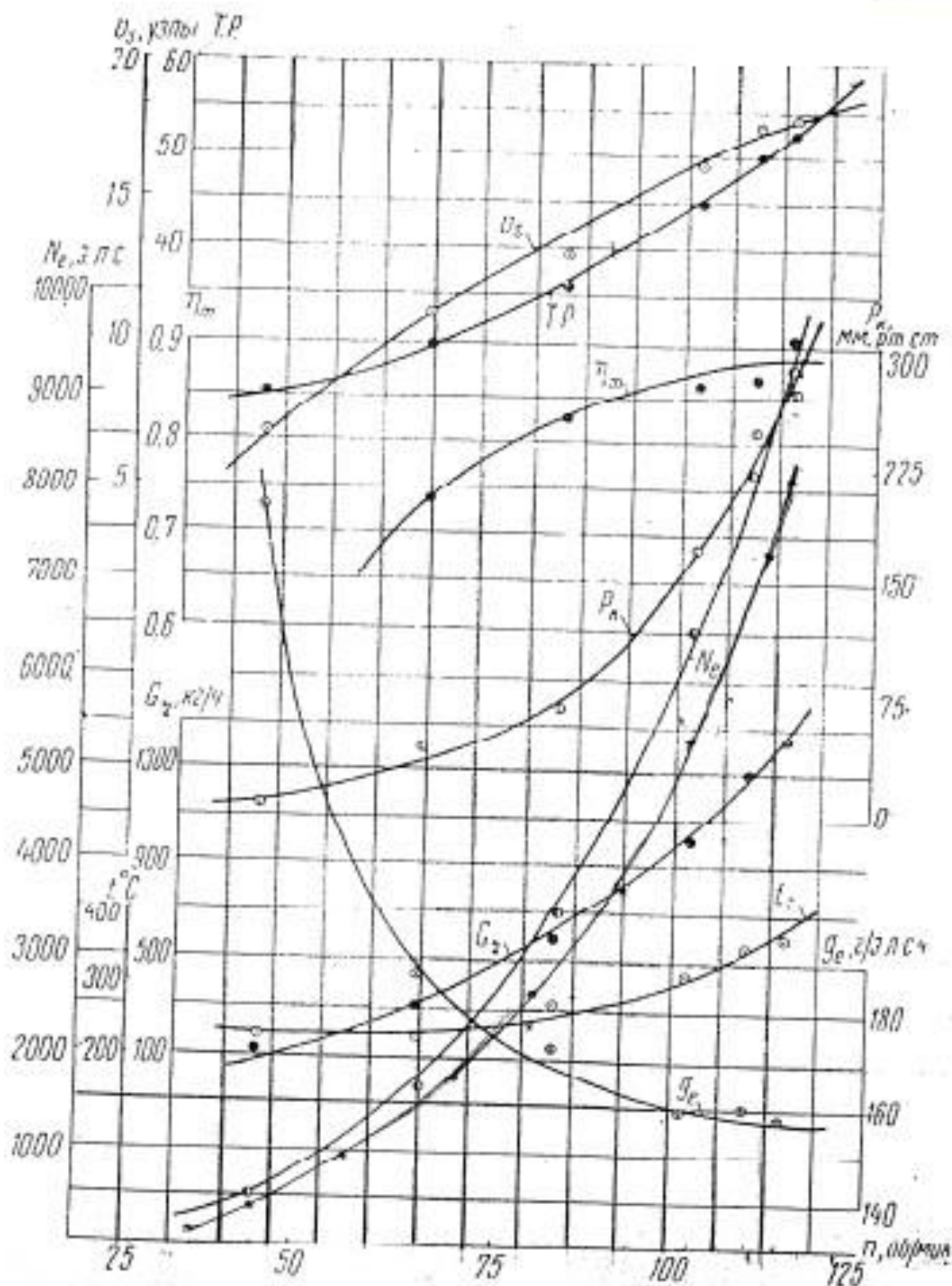


Рисунок - 1 Винтовая характеристика двигателя 8ДКРН 74/160

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.45/71

Практическое занятие №12. Снятие нагрузочных характеристик судовых ДВС.

Цель работы:

Приобретение практических навыков в снятии нагрузочных характеристик дизель генераторов.

Место проведения работы:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Двигатель марки 6NVD-26.
2. Нагрузочное устройство.
3. Мерные баки для замера расхода топлива.
4. Максиметр.
5. Нефтеденсиметр.
6. Секундомер.
7. Штатные термометры.

Порядок выполнения работы:

1. Двигатель готовится к пуску, пускается и прогревается согласно инструкции по эксплуатации.

2. Снимается нагрузка с двигателя (работа на холостом ходу). Определяются при этой нагрузке удельный расход топлива (b_e), максимальное давление сгорания (P_z), температура выхлопных газов (t_z). Данные заносятся в журнал наблюдений.

3. Устанавливается нагрузка на двигатель 25%, 50%, 75%, 100%, 110%. На каждой нагрузке определяется и заносится в журнал наблюдений удельный расход топлива, максимальное давление сгорания и температура выхлопных газов.

Обработка результатов:

По данным журнала наблюдений строятся графики зависимости измеренных параметров работы двигателя от нагрузки при $n = \text{const}$ (нагрузочные характеристики).

Для построения графика зависимости эффективного КПД двигателя от нагрузки применяется формула:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.46/71

$$\eta_e = \frac{3600}{b_e \cdot Q_p^n},$$

где

b_e - эффективный удельный расход топлива в кг/кВт • час;

Q_p^n - низшая теплотворная способность топлива, принимается равной

42000 КДж/кг топлива.

По построенным нагрузочным характеристикам определить:

1. Наиболее экономичный режим работы двигателя.
2. Оценить техническое состояние двигателя.

Литература: [2]; [4].

Контрольные вопросы:

1. Что называется нагрузочной характеристикой двигателя?
2. Какие судовые двигатели работают по нагрузочным характеристикам?
3. Какой режим работы двигателя будет наиболее экономичным и как он определяется по нагрузочным характеристикам?
4. Что произойдет, если с генератора мгновенно будет снята нагрузка?
5. Каким требованиям Морского Регистра судоходства должны соответствовать характеристики регуляторов частоты вращения двигателей дизель-генераторов при мгновенном сбросе нагрузки?

Практическое занятие №13. Снятие и обработка гребенок давления.

Цель работы:

Приобретение практических навыков в подготовке и проведении индцирования СДД. Снятие и обработка гребенок давления.

Место проведения работы:

Лаборатория судовых ДВС. Суда рыбопромыслового флота.

Материальное обеспечение:

1. Двигатель марки 6NVD-26.
2. Двигатель рыбопромысловых судов.
3. Механический индикатор давления марки МИ-1.
4. Механический индикатор давления марки «Майгак».

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.47/71

5. Линейка.

Порядок выполнения работы:

1. Производится проверка исправности контрольно-измерительных приборов, проверяются и регулируются зазоры в приводах топливных насосов и механизме газораспределения.

2. Подготавливается индикатор к работе.

- подбирается соответствующая пружина индикатора (предельное давление пружины должно быть больше максимального давления сгорания на 0,5-1 МПа);

- смазываются поршень, ось барабана и шарниры пишущего механизма индикатора;

- собирается индикатор, регулируется прижатие штифта пишущего механизма к барабану;

- на барабан надевается меловая бумага;

- индикатор прогревается на крышке цилиндра работающего двигателя.

3. Двигатель готовится к пуску, пускается и прогревается согласно инструкции по обслуживанию.

4. Нагружается двигатель до номинальной нагрузки ($N_e = 147$ кВт, $n = 750$ об/мин).

При индицировании главных судовых дизелей режим работы должен быть установившийся номинальный или близкий к нему, но не менее 85% номинального. Волнение моря не должно превышать 3 балла. Курс судна не должен изменяться.

5. Открывается индикаторный кран и продувается цилиндр двигателя, закрывается индикаторный кран.

6. Устанавливается индикатор на индикаторном кране посредством индикаторной гайки.

7. Пишущий штифт подводится и прижимается к меловой бумаге и тянется шнур. Барабан поворачивается на меловой бумаге, вычерчивается горизонтальная атмосферная линия.

8. Открывается индикаторный кран.

9. Посредством шнура устанавливаем место для снятия гребенки, прижимаем пишущий штифт к меловой бумаге и немного поворачиваем барабан

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.48/71

(слегка тянем за шнур). В результате на бумаге вычерчивается гребенка давления сгорания.

10. Фиксируем температуру отработавших газов выходящих из данного цилиндра.

11. Если инструкцией по эксплуатации предусмотрено определение давления конца сжатия в цилиндре при номинальной нагрузке, то выключается топливный насос и рядом сжимается гребенка давления конца сжатия.

12. Закрывается индикаторный кран, отдается накидная гайка и снимается индикатор.

13. На гребенке записывается номер цилиндра. Подобные гребенки давлений снимаются с остальных цилиндров.

Обработка гребенок:

1. На гребенке записывается масштаб пружины индикатора, дата ее снятия и номер двигателя (например, ДГ№1).

2. Линейкой замеряется высота гребенки.

3. Определяется давление сгорания и давление конца сжатия в каждом цилиндре по формулам:

$$P_z = \frac{h_z}{m_{\text{пружины}}} \text{МПа}, \quad P_c = \frac{h_c}{m_{\text{пружины}}} \text{МПа},$$

где

h_z - высота гребенки в мм;

$m_{\text{пр}}$ - масштаб пружины индикатора в мм/МПа.

4. Сравниваются полученные параметры рабочего цикла дизеля с указанными в инструкции по обслуживанию и делается вывод о качестве регулировки.

5. Результаты замеров записываются в журнал теплотехнического контроля.

Литература: [1]; [6].

Контрольные вопросы:

1. С какой целью снимают гребенки давления?
2. Как часто снимают гребенки давления?
3. Какие приборы применяют для снятия гребенок давления?
4. Для каких судовых дизелей применяют индикаторы типа «Майгак»?

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.49/71

5. Для каких СДД применяют индикаторы типа МИ-1?

6. Какие приборы, кроме механических индикаторов применяют для измерения давления в цилиндрах судовых ДВС?

Практическое занятие №14. Проверка равномерности распределения нагрузки по цилиндрам двигателя

Цель работы:

Приобретение практических навыков в проверке равномерности распределения нагрузки по цилиндрам двигателя, анализе полученных результатов и проведении последующей регулировки СДД при необходимости.

Место проведения работы:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Двигатель марки 6NVD-26.
2. Максиметр.
3. Пиметр марки П-3.
4. Штатные термометры.

Порядок выполнения работы:

1. Производится проверка исправности контрольно-измерительных приборов.
2. Подготавливается к работе Максиметр и Пиметр согласно инструкции по эксплуатации этих приборов.
3. Запускается и прогревается двигатель согласно инструкции по обслуживанию двигателя.
4. Нагружается двигатель до номинальной нагрузки ($N_e = 147 \text{ кВт}$, $n = 750 \text{ об/мин}$).
5. Открывается индикаторный кран первого цилиндра, производится продувка цилиндра.
6. Закрывается индикаторный кран и закрепляется на кране пиметр.
7. Открывается индикаторный кран и замеряется среднее давление по времени $P_{\tau 1}$.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.50/71

8. Закрывается индикаторный кран и закрепляется на кране максиметр.
Открывается индикаторный кран.

9. Замеряется максимальное давление сгорания P_{z1} , МПа.

10. По штатному термометру замеряется температура выхлопных газов на первом цилиндре.

11. Выключается топливный насос первого цилиндра и максиметром замеряется давление конца сжатия первого цилиндра.

12. Закрывается индикаторный кран, максиметр снимается с первого цилиндра.

На остальных цилиндрах производится замер этих же параметров (пункт 5,6,7,8,9,10,11).

13. Заполняется таблица замеров параметров.

ТАБЛИЦА - ЗАМЕРОВ ПАРАМЕТРОВ

№ц /Параметр	P_z	P_c	P_t	P_{π}
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Ср. значение				

Обработка результатов:

1. Сравниваются значения измеренных параметров P_z , P_c , t_z всех цилиндров с предельными значениями этих параметров, указанных в инструкции по эксплуатации двигателя. Все параметры должны быть в заданных пределах.

2. Определяется среднее значение каждого параметра $P_{z_{ср}}$, $P_{c_{ср}}$, $t_{z_{ср}}$, $P_{\pi_{ср}}$.

3. Определяются отклонения значений параметров каждого цилиндра от среднего значения в % по формулам:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.51/71

$$\Delta P_{z_1} = \frac{P_{z_1} - P_{z_{cp}}}{P_{z_{cp}}} \cdot 100\%,$$

$$\Delta P_{c_1} = \frac{P_{c_1} - P_{c_{cp}}}{P_{c_{cp}}} \cdot 100\%,$$

$$\Delta t_1 = \frac{t_1 - t_{cp}}{t_{cp}} \cdot 100\%,$$

$$\Delta P_{\tau_1} = \frac{P_{\tau_1} - P_{\tau_{cp}}}{P_{\tau_{cp}}} \cdot 100\%.$$

На номинальном режиме работы значения отклонений параметров каждого цилиндра не должны превышать (в %):

Среднее индикаторное давление	$P_i = \pm 2,5\%$
Максимальное давление сгорания	$P_z = \pm 3,5\%$
Давление в конце сжатия	$P_c = \pm 2,5\%$
Среднее давление по времени	$P_{\tau} = \pm 3\%$
Температура выпускных газов	$t_z = \pm 5\%$

При больших значениях отклонений необходимо произвести регулировку дизеля согласно инструкции по эксплуатации. По окончании работ по регулировке результаты заносятся в журнал теплотехнического контроля (для дизелей, не имеющих индикаторного привода) и индицирования (для дизелей с индикаторным приводом), кроме того, делается запись в машинном журнале.

Литература: [6]; [7].

Контрольные вопросы:

1. С какой целью производится контроль равномерности распределения нагрузки по цилиндрам двигателя?
2. Какие неисправности могут произойти при перегрузке цилиндра дизеля?
3. Какие неисправности могут произойти при недогрузке цилиндра дизеля?
4. Какой нагрузочный режим рекомендуют правила технической эксплуатации дизелей для проведения теплотехнического контроля?
5. Какие приборы используют для измерения давлений в цилиндре?
6. С какой целью определяется среднее давление по времени в цилиндре дизеля?
7. Кто и каким образом производит теплотехнический контроль дизеля?
8. В чем отличие статической и динамической регулировки дизеля?

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.52/71

9. Какой порядок предварительной динамической регулировки предусматривается правилами технической эксплуатации дизелей?

10. Какую последовательность регулировки и устранение отклонений параметров рекомендуют правила технической эксплуатации СДД при отсутствии указаний в инструкции по эксплуатации.

Практическое занятие №15. Проверка и регулировка механизма газораспределения четырехтактного судового дизеля

Цель работы:

Приобретение практических навыков регулировки газораспределения 4-х тактного двигателя.

Место проведения работы:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Щуп.
2. Двигатели, установленные в лаборатории ДВС.
3. Набор ключей.

Порядок выполнения работы:

1. Установить поршень в ВМТ при закрытых клапанах (в конце хода сжатия).

2. Нажать рукой на конец рычага коромысла, связанный со штангой.

3. В протертый от масла зазор между рычагом и штоком клапана ввести набор пластинок щупа. Набор подобрать так, чтобы ощущалось легкое трение.

4. Определить зазор, сложив толщины отдельных пластин щупа.

5. Если зазор отличается от указанного в инструкции, произвести его регулировку:

- на пол оборота отдать гайку, стопорящую упорный болт;
- развернуть упорный болт, сообразуя это с необходимостью уменьшения или увеличения зазора; проверить новый зазор по щупу; удерживая отверткой или ключом упорный болт от разворачивания, затянуть плотно стопорящую гайку;
- вновь проверить зазор по щупу, т.к. затяжка гайки могла его несколько изменить.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.53/71

Результаты замеров занести в таблицу - 1.

Таблица - 1

Марка двигателя	Зазоры между коромыслами и штоками впускного и выпускного клапанов, мм			
	для горячего двигателя		для холодного двигателя	
	впускной	выпускной	впускной	выпускной

После установки зазоров в механизме газораспределения снять круговую диаграмму и сравнить с диаграммой, которая дана в инструкции по эксплуатации двигателя. При необходимости произвести дополнительную регулировку или ремонт.

Литература: [7]; [8].

Контрольные вопросы:

1. Назовите причины изменения зазоров в клапанном механизме двигателя.
2. К чему может привести отсутствие зазоров в клапанном механизме?
3. К чему могут привести увеличенные зазоры в клапанном механизме?
4. Где должен находиться поршень цилиндра двигателя при измерении и регулировке зазоров?
5. Для чего после регулировки зазоров снимается круговая диаграмма?

Практическое занятие №16. Проверка и регулировка воздухораспределения судовых дизельных двигателей

Цель работы:

Приобретение практических навыков в проверке и регулировке воздухораспределения судовых дизельных двигателей.

Место проведения работы:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Двигатели марок 3NVD24.
2. Рулетка.
3. Мел.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.54/71

Порядок выполнения работы:

1. Рассчитываем длины дуг и наносим на маховик двигателя мелом риски, которые соответствуют моменту открытия до ВМТ и закрытия за ВМТ пускового клапана, проверяемого цилиндра (10° до ВМТ открытие, 110° за ВМТ закрытие). Расчет длины отрезков производится по формуле:

$$e = \frac{\alpha \cdot \text{длину окружности маховика}}{360}.$$

2. Давление воздуха в пусковых баллонах устанавливаем 0,5 МПа.
3. Открываем индикаторные краны на цилиндре двигателя.
4. При закрытых запорных клапанах на баллоне и перед двигателем ставим маховик в положение «открытие пускового клапана» на такте «сжатие».
5. Открываем запорный клапан на баллоне, открываем запорный клапан на воздушной магистрали перед двигателем, переводим пусковой рычаг в положение «пуск». Из индикаторного крана должен пойти воздух. Переводим пусковой рычаг в положение «стоп», закрываем запорные клапана на баллоне и перед двигателем.
6. Поворачиваем маховик против направления вращения на длину дуги ~ 15 мм.
7. Открываем запорный клапан на баллоне, открываем запорный клапан перед двигателем, переводим пусковой рычаг в положение «пуск». Воздух из индикаторного крана выходить не должен. Момент открытия пускового клапана соответствует паспортному значению.
8. Переводим пусковой рычаг в положение «стоп», закрываем запорный клапан перед двигателем и запорный клапан на баллоне.
9. Ставим маховик двигателя в положение, которое соответствует моменту закрытия пускового клапана на такте «рабочий ход».
10. Открываем запорный клапан на баллоне, открываем запорный клапан перед двигателем и переводим пусковой рычаг в положение «пуск». Воздух из индикаторного крана выходить не должен.
11. Ставим пусковой рычаг в положение «стоп», закрываем запорный клапан перед двигателем, закрываем запорный клапан перед двигателем, закрываем запорный клапан на баллоне.
12. Поворачиваем маховик против направления вращения на длину дуги ~ 15 мм.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.55/71

13. Открываем запорный клапан на баллоне, открываем запорный клапан перед двигателем, переводим пусковой рычаг в положение «пуск». Из индикаторного клапана должен выходить воздух.

Момент закрытия пускового клапана соответствует паспортному.

14. Переводим рычаг в положение «стоп», закрываем запорные клапана на баллоне и перед двигателем.

При других результатах проверки производится регулировка регулировочным болтом на пусковом золотнике.

Литература: [1]; [7].

Контрольные вопросы:

1. Какое назначение пусковой системы двигателя?
2. какие узлы составляют систему воздушного пуска двигателя?
3. Какая неисправность возникает в двигателе при неправильной регулировке пусковых клапанов?
4. При каком положении пускового рычага находится воздух в системе пуска двигателя?
5. Может ли находиться воздух в системе пуска двигателя при положении пускового рычага в положении «стоп», «работа»?
6. Назовите примерные фазы воздухораспределения при воздушной системе пуска двигателя.

Практическое занятие №17. Проверка и регулировка топливных насосов высокого давления судовых дизелей

Цель работы:

Приобретение практических навыков в проверке качества работы и регулировке ТНВД.

Место проведения работы:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Двигатели марок 3NVD24, 4NVD24.
2. Моментоскопы.
3. Мензурки.
4. Манометры высокого давления

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.56/71

5. Секундомер

6. Рулетка

Проверка и регулирование ТНВД производится обычно на специальных стендах в специальных цехах по ремонту и регулировке топливной аппаратуры. В условиях эксплуатации ее производят на судне, не снимая ТНВД с двигателя.

Перед началом работ по проверке и регулировке ТНВД необходимо убедиться, что расположение меток «ВМТ» на маховике и положение поршней цилиндров двигателя правильное (смотри лабораторную работу №3). Прокачивается топливная система двигателей и из нее удаляется воздух.

Проверка и регулировка ТНВД состоит из следующих операций:

1. Проверка плотности плунжерных пар ТНВД.
2. Проверка и установка нулевой подачи.
3. Проверка и регулировка угла опережения подачи топлива.
4. Проверка и регулировка равномерности подачи топлива по цилиндрам.

Порядок выполнения работы:

1. Проверка плотности плунжерных пар ТНВД

- отсоединяются от ТНВД форсуночные трубки высокого давления, снимаются с насосов нагнетательные клапаны;
- на штуцера насосов устанавливаются манометры высокого давления;
- рукоятка управления дизелем устанавливается в положение «Работа», что соответствует установке насоса в положение полной подачи;
- рычагом ручной прокачки создается давление топлива в насосе, которое указано в заводской инструкции. Если насос сохраняет это давление в течение 15-20 секунд (для новых плунжерных пар) и 5-7 секунд (для плунжерных пар, находившихся в эксплуатации), то плотность ТНВД достаточная.

Если плотность насоса будет ниже указанных пределов, то плунжерные пары подлежат замене.

На двигатель должны устанавливаться комплекты плунжерных пар с расхождением показаний по плотности не более, чем на 10% от средней плотности плунжерных пар всех насосов.

2. Проверка и установка нулевой подачи

Проверка нулевой подачи насосами производится с целью обеспечения одновременного выключения всех насосов при остановке дизеля:

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.57/71

- отсоединяются от насосов форсуночные трубки высокого давления;
- на штуцер ТНВД устанавливаются моментоскопы;
- рукоятка управления двигателем ставится в положения «Работа»;
- рычагом ручной прокачки топливо закачивается до середины капилляра

моментоскопа;

- рукоятка управления двигателем ставится в положение «Стоп», рычагом ручной прокачки снова прокачивается ТНВД, уровень топлива в капиллярах моментоскопов должен оставаться неизменным. При подаче топлива насос регулируется на нулевую подачу согласно инструкции завода-изготовителя.

Проверка и регулировка нулевой подачи производится одновременно с проверкой и регулировкой равномерности подачи топлива по цилиндрам.

3. Проверка и регулировка угла опережения подачи топлива

- отсоединяется форсуночная трубка высокого давления;
- на штуцер ТНВД устанавливается моментоскоп;
- рукоятка управления двигателем ставится в положение «Работа»,
- рычагом ручной прокачки закачиваются топливо до середины капилляра

моментоскопа проверяемого цилиндра;

- проворачивается двигатель валоповоротным устройством, в момент изменения уровня топлива в капилляре моментоскопа вращение прекращают. Против стрелки на корпусе на маховике делают отметку мелом. Замеряем расстояние «а» по ободу маховика от отметки до ВМТ проверяемого цилиндра. Рулеткой замеряем длину окружности обода маховика в мм.

Угол опережения подачи топлива определяется по формуле:

$$\alpha = 360a / \pi D,$$

где

а - расстояние, замеренное по ободу маховика от найденной отметки до ВМТ соответствующего цилиндра в мм;

D - диаметр обода маховика в мм.

Приведенный расчет производится при отсутствии градуировки на ободу маховика.

Полученный угол опережения подачи топлива должен находиться в пределах указанных в инструкции по эксплуатации двигателя.

При несоответствии производится регулировка угла опережения подачи топлива: у двигателей 3NVD24 она выполняется поворотом кулачковой шайбы топливного насоса на распределительном валу.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.58/71

4. Проверка и регулировка равномерности подачи топлива по цилиндрам

- подсоединяют форсуночные трубки к соответствующим насосам и форсункам, работающим в паре;

- форсунки устанавливают распылителями вниз и к ним прикрепляют мерные стаканы вместимостью 100-200 см (пустые стаканы предварительно взвешивают);

- затем с максимально возможной скоростью производят 10-15 полных подач насоса рычагом ручной прокачки. После отстоя топлива определяют его массу и находят наибольшую и наименьшую подачу насоса. Процент неравномерности определяется по формуле:

$$K=2(A-B)/(A+B) \cdot 100,$$

где

A и B - наибольшее и наименьшее количество топлива, поданное одним из насосов.

Неравномерность подачи топлива не должна превышать 6%.

Литература: [1]; [7].

Контрольные вопросы:

1. Для чего производится проверка плотности плунжерных пар ТНВД?
2. Как будет изменяться цикловая подача топлива при уменьшении плотности плунжерных пар ТНВД?
3. Для чего нужна регулировка насоса на нулевую подачу?
4. Почему необходимо удалить воздух из топливной системы перед регулировкой насоса?
5. Как надо изменить угол опережения подачи топлива при увеличении и уменьшении цетанового числа топлива?
6. Для чего необходимо регулировать ТНВД на равномерность подачи?
7. Почему проверку и регулировку насоса на равномерность подачи осуществляют в комплекте с форсункой?

Практическое занятие №18. Проверка и регулировка форсунок судовых дизелей

Цель работы:

Приобретение практических навыков при регулировании форсунок.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.59/71

Материальное обеспечение:

1. Стенд для опрессовки форсунок.
2. Набор ключей.
3. Линейка слесарная.
4. Бумага.
5. Секундомер.

Порядок выполнения работы:

В форсунках закрытого типа давление открытия иглы определяется величиной предварительной затяжки пружины, а закрытие - прекращением подачи топлива насосом. Игла форсунки должна быть плотно притерта к гнезду, подтекание топлива не допускается.

Выходящее из сопловых отверстий топливо должно быть распылено в цилиндре двигателя до туманообразного состояния, а форма факелов и их направленность - одинаковыми.

Перед испытанием и регулировкой все детали форсунки должны быть тщательно промыты в чистом дизельном топливе, сборка форсунки также должна производиться в чистом помещении без загрязнения деталей.

Перед сборкой форсунки необходимо обратить внимание на натирку у пары «игла-направляющая», проверить заедание иглы в направляющей, а также наклеп на конической части (или торце) иглы.

Если обнаруженные дефекты устранить притиркой невозможно, то пара «игла-направляющая» должна быть заменена.

Предупреждение!

Категорически запрещается подставлять части тела под струи топлива, выходящие из сопловых отверстий во избежание травм.

Проверка и регулировка форсунок состоит из следующих операций:

1. Проверка и регулировка давления начала впрыска топлива.
2. Проверка состояния сопловых отверстий.
3. Проверка форсунки на отсутствие подтеканий.
4. Проверка плотности пары «игла-распылитель».
5. Проверка угла распыла топлива.

Проверка и регулировка давления начала впрыска топлива:

1. Закрепить проверяемую форсунку на стенде.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.60/71

2. Прокачать ее для удаления воздуха.

3. Затем регулировочным болтом постепенно сжимать пружину и производить пробные качки, нажимая рычаг. Необходимо следить за стрелкой манометра, фиксируя давление начала впрыска топлива

4. Регулировочным винтом постепенно установить давление, указанное в инструкции по эксплуатации двигателя.

В конце регулировки впрыск должен сопровождаться скрежетом, распыл должен быть туманообразным.

Проверка состояния сопловых отверстий.

1. Для проверки работы сопловых отверстий необходимо обернуть соплодержатель форсунки листом бумаги в один слой и резким нажатием на рычаг прокачивающего насоса подать порцию топлива в форсунку.

2. Развернуть бумажный цилиндр и проверить количество и расположение отверстий. При правильном расположении отверстий в сопле их отпечатки на развернутом бумажном цилиндре будут лежать согласно инструкции по эксплуатации двигателя.

Засоренные отверстия подлежат прочистке специальной иглой. При этом необходимо обратить внимание на недопустимость повреждения кромок и стенок сопла. Прочистка отверстий сопла без разборки форсунки запрещается.

Проверка форсунки на отсутствие подтеканий.

1. Прокачать форсунку.

2. Тщательно протереть насухо распылитель ветошью.

3. Произвести 5-6 подач топлива.

4. Осмотреть распылитель, он должен оставаться сухим.

Капля топлива на конце указывает на подтекание форсунки, для устранения подтекания необходимо вторично разобрать форсунку и произвести притирку деталей.

Проверка плотности пары «игла-распылитель».

Плотность проверяемых пар «игла-направляющая» должна соответствовать нормам, указанным в инструкции по эксплуатации (как для новых пар, так и находящихся в эксплуатации). При отсутствии норм время падения давления на 5 МПа (50 Кгс/см²) за счет утечек через зазор между иглой и направляющей должно быть не менее 15 с для новых пар и 5 с для пар,

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.61/71

находившихся в эксплуатации.

1. Закрепить форсунку на стенде.
2. Регулировочным винтом зажать иглу до такой величины, чтобы она не поднималась при подъеме давления до испытываемой величины, указанной в инструкции.
3. Поднять давление до величины, указанной в инструкции, и включить секундомер.
4. Когда давление упадет на 5 МПа остановить секундомер.
5. Время должно быть не менее 15 с для новых пар и 5 с для пар, находившихся в эксплуатации (или другим значениям, указанным в инструкции).

Проверка угла распыла топлива

1. Под форсунку помещается лист бумаги на расстоянии, а от распылителя (рекомендуемое значение 50 мм).
2. Производится подача топлива, на бумаге образуются пятна.
3. Замеряем средний диаметр окружности пятен.
4. Определяется угол распыла топлива следующим образом:

$$\alpha = 2 \arctg \frac{D}{2h},$$

где

D - диаметр окружности пятен, мм;

h - расстояние от сопла до листа бумаги, мм.

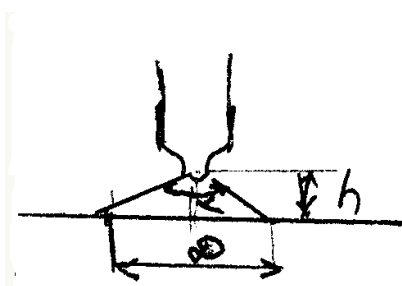


Рисунок - 1

5. Сравниваем полученные значения с паспортными.

Литература: [1]; [7].

Контрольные вопросы:

1. Как влияет давление впрыска топлива на длину топливного факела?
2. Какая неисправность возникает в работе судового двигателя при засорении сопловых отверстий?

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.62/71

3. Какая неисправность возникает в работе судового дизеля при подтекании форсунки? Признаки работы форсунки с подтеканием топлива?

4. Какая неисправность возникает в работе судового дизеля при неправильном угле распыла топлива?

5. Как производится проверка плотности пары «игла-распылитель»? Нормы плотности?

6. Как проверяется плавность хода иглы пары «игла-распылитель»?

Практическое занятие №20. Контроль качества охлаждающей воды. Предельные показатели качества. Химическая очистка замкнутых систем охлаждения

Цель занятия:

Изучить влияние солей, содержащихся в охлаждающей воде, их предельные значения, методы очистки замкнутых систем охлаждения.

Место проведения работы:

Кабинет итоговой государственной аттестации, лаборатория СДЭУ.

Материальное обеспечение:

1 Двигатели лаборатории судовых ДВС

2 Судовая комплектная лаборатория анализа воды СКЛАВ 1

Порядок выполнения занятия:

Качество охлаждающей воды, определяемое содержанием солей и общей жесткостью, оказывает непосредственное влияние на процессы коррозии и образование шлама. При эксплуатации замкнутых систем охлаждения дизелей на поверхностях со стороны воды образуются загрязнения, состоящие из масла, углекислых солей кальция, магния и окислов железа. Загрязнение поверхностей втулок и крышек цилиндров ухудшают условия отвода теплоты и ускоряют процесс коррозии металла. Отсюда возникает необходимость постоянного контроля качества воды. Для охлаждения дизелей применяется береговая пресная вода или дистиллят, полученный в опреснительных установках.

Контроль качества охлаждающей воды должен осуществляться с помощью судовой комплектной лаборатории не реже двух раз в месяц механиком, в заведовании которого находятся двигатели.

Правилами технической эксплуатации судовых дизелей устанавливаются следующие нормы качества пресной воды:

Хлориды - менее 50мг/л жесткость общая - менее 0,5 мг-экв/л

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.63/71

Предельное качество охлаждающей воды:

Хлориды- менее 200 мг/л жесткость общая менее 3 мг-экв/л

При достижении указанных значений вода должна быть заменена.

При загрязнении системы охлаждения в процессе эксплуатации отложениями масла, окислами железа, шламом, а также при переходе с одной марки присадки на другую, необходимо произвести химическую очистку системы охлаждения.

Решение об очистке принимает старший механик на основании осмотра системы охлаждения и в зависимости от количества и характера отложений.

Подготовительные операции перед химической очисткой.

1. Из системы охлаждения необходимо полностью удалить воду, отобрать пробу для лабораторного анализа состава отложения

2. Отсоединить детали и узлы, полости охлаждения от водяного трубопровода. Снять цинковые протекторы, арматуру и другие детали из сплавов цветных металлов.

3. Заглушить все отверстия деревянными пробками кроме верхнего, через которое заливается рабочий раствор.

Очистку системы охлаждения производят следующими моющими составами (содержание компонентов в кг/1т охл. воды)

Компоненты	№ состава		
	1	2	3
Тринатрий фосфат технический (ГОСТ 201-76Е)	-	20	20
Сода кальцинированная техническая (ГОСТ 10689-75)	-	5	10
ОП-7 или ОП-10 (ГОСТ 8433-81)	20-25	3-5	-

Порядок очистки.

1. Систему охлаждения заливают пресной водой до половины объема расширительной цистерны

2. Рассчитанное количество реагентов растворяют в отдельной емкости и вводят в систему охлаждения и с помощью циркуляционного насоса прокачивают раствор при температуре 60-65⁰ С в течение 3-4 часов

3. По окончании производят осмотр поверхности охлаждения и принимают решение об окончании очистки или необходимости ее повторения.

4. При удовлетворительном результате очистки систему промывают 2-3 раза чистой водой до устранения положительной реакции на щелочь в

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.64/71

промывочной воде (по фенолфталеину), заполняют чистой пресной водой или дистиллятом и эксплуатируют в соответствии с действующей инструкцией.

Литература: [7].

Контрольные вопросы:

1. Основные показатели качества охлаждающей воды?
2. Влияние каждого из показателей на работу двигателя?
3. Нормы качества охлаждающей и пресной воды?
4. Способы химической очистки системы?
5. Реагенты, применяемые при химической очистке системы?

Практическое занятие №21. Технический уход за фильтрами, масляными сепараторами, лубрикаторами, масляными холодильниками

Цель занятия:

Приобретение умений по техническому уходу за узлами системы смазки судовых дизелей, предотвращению неисправностей и отказов в работе системы смазки судовых дизелей.

Место проведения занятия:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Судовые дизели марок 6Г $\frac{18}{26}$; 4Г $\frac{17,5}{24}$; 6Г $\frac{15}{18}$.
2. Масляные сепараторы.
3. Лубрикаторы.
4. Масляные фильтры и холодильники.
5. Гаечные ключи.
6. Инструкции по эксплуатации судовых дизелей.
7. Техническая литература.

Порядок выполнения занятия:

1. Произвести осмотр трубопровода систем смазки дизелей на отсутствие утечек.
2. Спустить отстой из масляных фильтров.
3. Проверить давление масла до и после фильтров.

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.65/71

4. Перейти на чистый фильтр, загрязненный фильтр разобрать, извлечь фильтрующий элемент, осмотреть его на наличие в шланге металлических частиц, промыть заполнить маслом и собрать, выпустить воздух, включить в работу.

5. Разобрать масляный сепаратор, промыть от загрязнений, собрать, подготовить к работе.

6. Проверить работу лубрикатора.

7. Взять пробу охлаждающей воды из масляного холодильника.

8. Взять пробу масла из циркуляционной системы для анализа.

Литература: [7]; [10].

Контрольные вопросы:

1. Назначение системы смазки судовых дизелей.

2. Основные узлы циркуляционной системы смазки судового дизеля с мокрым картером.

3. Основные узлы циркуляционной системы смазки судового дизеля с сухим картером.

4. Назовите причины неисправности системы смазки «Масляный насос не всасывает масло».

5. Назовите причины неисправности «Масляный насос не создает требуемого давления масла в нагнетательном трубопроводе».

6. «Перепад давления масла на масляном фильтре больше допустимого». Причины неисправности. Принимаемые меры.

7. «Перепад давления на масляном фильтре уменьшился ниже допустимого». Причины неисправности. Принимаемые меры.

8. Назовите причины неисправности «Температура масла на входе в дизель выше нормальной». Принимаемые меры.

9. Назовите причины неисправности «В масло попала вода. Масло приобрело мутно-серый цвет». Принимаемые меры.

10. Для чего предназначены сепараторы в системе смазки судовых дизелей?

11. Какая температура подогрева масла перед сепаратором при его работе на режиме кларификации?

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.66/71

12. Какая температура подогрева масла перед сепаратором при его работе на режиме пурификации?

13. Какая устанавливается производительность сепаратора при сепарации моторных масел?

14. Какая возникает неисправность в работе циркуляционной системы смазки при загрязнении масляных холодильников?

15. Для чего берут пробу охлаждающей воды из масляных холодильников?

16. Как правильно производится отбор проб масла для анализа?

17. Перечислите показатели предельного состояния масел.

18. Какие работы необходимо выполнить при техническом уходе за лубрикаторами?

Практическое занятие № 22. Технический уход за турбонагнетателем судового дизеля

Цель занятия:

Приобретение умений по техническому уходу за турбонагнетателем судового дизеля, предотвращению неисправностей и отказов в работе системы наддува судовых дизелей.

Место проведения занятия:

Лаборатория судовых ДВС.

Материальное обеспечение:

1. Турбонагнетатель судового дизеля.
2. Гаечные ключи.
3. Инструкции по эксплуатации судовых дизелей и газотурбинным наддувам.
4. Техническая литература.

Порядок выполнения занятия:

1. Выполнить мероприятия по ежедневному техническому уходу и контролю за турбонагнетателем в период несения вахты, при работе дизеля и при его остановке (контроль смазки подшипников; контроль температуры газов по цилиндрам перед турбиной; контроль частоты вращения ротора;

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.67/71

ненормальный шум или вибрация; контроль за вращением ротора после остановки дизеля; контроль за охлаждением; контроль за давлением наддува).

2. Контроль и очистка фильтра на всасывание.
3. Разобрать турбонагнетатель для ревизии.
4. Очистить от нагара и отложений проточную часть турбины и нагнетателя.
5. Проверить плотность посадки рабочего колеса нагнетателя на вал, состояние лопаток колеса нагнетателя.
6. Проверить состояние лопаток турбинного диска и соплового аппарата.
7. Проверить радиальные и осевые зазоры.
8. Проверить состояние и износ лабиринтовых уплотнений, а также зазор в уплотнениях.
9. Проверить состояние опорных и упорных подшипников, крепление подшипников на валу ротора и в корпусе, разработку обойм, сепараторов.
10. Проверить вращение ротора после сборки.

Литература: [7]; [11].

Контрольные вопросы:

1. Какие два агрегата составляют турбонагнетатель?
2. Какие материалы используются для изготовления корпусов турбины и нагнетателя?
3. Назовите основные узлы турбонагнетателя.
4. Как влияет на работу двигателя загрязнения проточной части турбины и выпускного трубопровода?
5. Как влияет на работу двигателя загрязнения нагнетателя и воздушных фильтров?
6. Что используется в современных дизелях для очистки турбины и нагнетателя от загрязнений?
7. Назовите основные причины неисправности и способы их устранения «Давление надувочного воздуха ниже нормального при неизменной мощности и частоте вращения дизеля».
8. Назовите основные причины неисправности и способы их устранения «Температура выпускных газов превышает нормальную при неизменной мощности и частоте вращения дизеля».

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.68/71

9. Назовите основные причины неисправности и способы их устранения «Температур надувочного воздуха после воздухоохладителя выше нормальной».

10. Назовите основные причины неисправности и способы их устранения «Масло турбокомпрессора потемнело вследствие попадания в него выпускных газов».

11. Назовите основные причины неисправности и способы их устранения «Масло турбокомпрессора приобрело тёмно-серый цвет вследствие попадания в него воды».

12. Назовите основные причины неисправности и способы их устранения «Шум и вибрация турбокомпрессора».

13. Что должен предпринять вахтенный механик при возникновении помпажа?

14. Можно ли использовать в эксплуатации турбонагнетатель при обнаружении неисправностей?

Практическое занятие № 23. Неисправности в работе узлов валопровода и дейдвудного устройства

Обслуживание линий вала заключается в систематических, не реже одного часа за вахту, проверках состояния всех подшипников вала и дейдвудного сальника.

Контролируют прежде всего степень нагрева подшипников.

При нормальной работе подшипников температура масла на выходе упорного подшипника должна быть не более 65°С, нагруженных поверхностей упорных и опорных подшипников – не более 55°С .

Далее проверяют отсутствие течи масла через сальники, уровень масла, давления масла при смазке под давлением, а также их охлаждения подшипников на подачу воды и герметичность.

Проверка дейдвудного и переборочных сальников заключается в контроле уплотнения и степени нагрева сальников. Допустимый нагрев не более 55°С. Общим осмотром дают оценку равномерности вращения вала при необходимости замеряют бой в шейках валов и контролируют приближение подшипников к фундаменту. При контрольных остановках судна проверяют фланцевые соединения в галтелях фланцев валов.

Валопровод, правильно собранный и при постройке и ремонте судна, должен быть отцентрован так, чтобы оси отдельных участков валов лежали на

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.69/71

прямой линии. При длительной работе центровка нарушается. Это называется расцентровка валопровода. Расцентровка валопровода характеризуется величиной излома и смещения осей отдельных участков друг относительно друга. Расцентровка валопровода является результатом деформации корпуса судна, износа опорных подшипников, дейдвудных втулок и шеек отдельных участков валопровода. В результате расцентровки ухудшаются условия работы подшипников.

При обнаружении неисправностей валопровода, редукторов (вибрация, стук, скрежет), необходимо принять меры к предупреждению их, а в случае, угрожающем жизни обслуживающего персонала или аварии, остановить главный двигатель.

Контрольные вопросы:

1. *Какими величинами характеризуется расцентровка валопровода?*
2. *Что называется смещением?*
3. *Что называется изломом?*
4. *Укажите какие причины приводят к расцентровке валопровода?*
5. *Укажите допускаемую температуру в эксплуатации, для опорных и упорных подшипников?*

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.70/71

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дайнего, Ю. Г. Анализ причин повреждений судовых технических средств: учебное пособие / Ю. Г. Дайнего. - Москва: ИНФРА-М, 2026. - 70 с.: on-line. - (Среднее профессиональное образование). - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2232551>

2. Лихачев, В. Г. Техническая эксплуатация и ремонт судовых вспомогательных механизмов и систем: учебник / В. Г. Лихачев. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 300 с.: on-line. - (Среднее профессиональное образование). - URL: <https://e.lanbook.com/book/401000>

3. Судовые двигатели внутреннего сгорания и их эксплуатация: учебное пособие / В. Г. Лихачев, А. С. Смирнов, П. В. Шатальников, А. В. Сидоров. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 204 с.: on-line. - (Среднее профессиональное образование). - URL: <https://e.lanbook.com/book/446153>.

4. Равин, А. А. Автоматизация судовых энергетических установок: учебное пособие / А. А. Равин, М. А. Максимова, О. И. Иванчик. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 196 on-line. - URL: <https://e.lanbook.com/book/480671>

5. Шерстнев Н. В. Обслуживание и ремонт судовых дизелей: учебное пособие в 4-х т. / Н. В. Шерстнев. - Москва: ИНФРА-М, 2026. - . - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2231142>. Т. 1: Особенности компоновки, наружный осмотр и контроль работы дизелей. Обслуживание и ремонт узлов и деталей остовов. - 350 on-line.

6. Шерстнев Н. В. Обслуживание и ремонт судовых дизелей: учебное пособие в 4-х т. / Н. В. Шерстнев. - Москва: ИНФРА-М, 2026. -. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2213689>. Т. 2: Обслуживание и ремонт узлов и деталей групп движения. - 299 on-line.

7. Шерстнев Н. В. Обслуживание и ремонт судовых дизелей: учебное пособие в 4-х т. / Н. В. Шерстнев. - Москва: ИНФРА-М, 2026. -. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2231218>. Т. 3: Обслуживание и ремонт приводов, механизмов газораспределения и топливной аппаратуры. - 299 on-line.

8. Шерстнев Н. В. Обслуживание и ремонт судовых дизелей: учебное пособие в 4-х т. / Н. В. Шерстнев. - Москва: ИНФРА-М, 2026. -. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2232555>. Т. 4: Обслуживание и ремонт турбокомпрессоров и воздухоохладителей. Обкатка и послеремонтные испытания дизелей. - 222 on-line.

Дополнительные источники

1. Гурьев, В. Г. Судовое оборудование и процедуры предотвращения загрязнения окружающей среды: курс лекций для курсантов и студентов специальности 26.05.06

МО-26 02 05-ПМ.01.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛАВНОЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	С.71/71

«Эксплуатация судовых энергетических установок» всех форм обучения / В. Г. Гурьев. - Калининград: БГАРФ, 2023. - 131 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/406349>.

2. Очеретяный, В. А. Судовые котельные и паропроизводящие установки. Цифровой практикум: учебно-методическое пособие / В. А. Очеретяный. - Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2023. - 155 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/369260>.

3. Методические рекомендации по техническому наблюдению за ремонтом морских судов: НД № 2-039901-005 [Электронный ресурс]/ Редакционная коллегия Российского морского регистра судоходства (СПб.). - Санкт-Петербург: Российский морской регистр судоходства, 2023. - 222 on-line

4. Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций РД 31.21.30-97: нормативно-технический материал. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 327 с.: on-line . - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1174340>.

5. Равин, А. А. Техническая диагностика судового энергетического оборудования: учебное пособие / А. А. Равин. - 4-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 240 с.: on-line . - URL: <https://e.lanbook.com/book/284051>.