

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ

Декан МФ



/С.Ю. Труднев/

«31» января 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Судовые двигатели внутреннего сгорания»

по специальности:

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»
(уровень специалитет)

специализация: «Эксплуатация судовых энергетических установок»

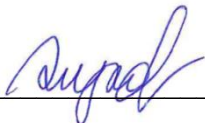
квалификация: инженер-механик

Петропавловск-Камчатский
2024

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» и учебного плана специальности ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», Конвенции ПДНМВ (Правила III/1 МК ПДНВ 78 с поправками, раздел А-III/1, таблица А-III/1)

Составитель рабочей программы

доцент кафедры ЭУЭС _____



С. А. Жуков

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«15» декабря 2023 г., протокол №4

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов» канд. техн. наук, доцент

«31» января 2024 г. _____



О. А. Белов

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Дисциплина «Судовые двигатели внутреннего сгорания» является одной из основных дисциплин специализации ФГОС ВО (Б1.В.06) по специальности, формирующей профессиональную подготовку инженера по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических и рефрижераторных установок».

ЦЕЛЯМИ преподавания дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» является подготовка инженеров в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста, обеспечивающего руководство, техническую эксплуатацию и ремонт механизмов и систем, входящих в состав судовых дизелей.

Дисциплина «Судовые двигатели внутреннего сгорания», является профилирующей, формирующей знания и навыки курсанта, необходимые для эксплуатации судовых энергетических установок.

ЗАДАЧАМИ изучения данной дисциплины являются:

1. Знать теорию рабочих процессов судовых ДВС, конструкцию главных и вспомогательных двигателей, механизмов и систем их обслуживающих;
2. Знать теоретические основы технической эксплуатации;
3. Уметь готовить к работе главные и вспомогательные двигатели и обслуживающие их механизмы и системы.
4. Уметь пускать и останавливать главные и вспомогательные двигатели, наблюдать и оценивать их работу и техническое состояние.
5. Уметь поддерживать механизмы и системы в исправном состоянии.
6. Обеспечивать безопасность, производимых работ.
7. Уметь правильно производить операции по перекачке балласта и топлива.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок», после изучения дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» курсант должен

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ:

— об истории развития СДВС, основных тенденциях, направлениях и перспективах их совершенствования;

— об основных научно-технических проблемах и перспективах развития судовых дизелей, их взаимосвязи с другими видами судового энергетического оборудования;

Курсант должен ЗНАТЬ:

— конструкцию и основные характеристики основных типов главных и вспомогательных двигателей;

— Правила классификации и постройки морских судов Российского Морского Регистра Судоходства в части, касающейся судовых ДВС, порядок их освидетельствования;

— основные свойства конструкционных материалов, применяемых при изготовлении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте ДВС, способы получения заданных свойств материалов;

— методы контроля и нормирования эксплуатационных показателей СДВС, определения их значений в процессе эксплуатации и по результатам испытаний, расчета приведенных затрат и полезного эффекта от их эксплуатации.

После изучения курса «Судовые двигатели внутреннего сгорания» и прохождения плавательных практик, курсант должен

УМЕТЬ:

— производить расчеты, связанные с оценкой эффективности работы оборудования СДВС и его модернизацией;

После изучения курса «СДВС» и прохождения плавательных практик, курсант должен иметь

ОПЫТ И НАВЫКИ:

- проведения тепловых, конструктивных и прочностных расчетов узлов судовых дизелей;
- использования нормативной, научно-технической и справочной литературы, технической и судовой документации.
- работы с технической документацией и литературой по СДВС, в том числе и на английском языке;
- выполнения и чтения схем, чертежей и эскизов деталей, узлов и агрегатов судовых двигателей, разработки сборочных чертежей их узлов и чертежей общего вида двигателей;

2. Требования к результатам освоения дисциплины

После изучения дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» учащийся должен обладать следующими **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**:

- способен исполнять процедуры безопасности и порядок действий при авариях; переход с дистанционного/автоматического на местное управление всеми системами (ПК-2);

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины (знать, уметь, владеть), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенция или ее часть), представлены в табл. 1.

Таблица 1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-2	Способен эксплуатировать главные установки, вспомогательные механизмы и связанные с ними системы управления	ИД-1 _{ПК-1} Знает основные принципы работы и конструкция механических систем	Знать: — основные принципы конструкции и работы механических систем, включая: .1 судовой дизель .2 судовую паровую турбину .3 судовую газовую турбину .4 судовой котел .5 установки валопроводов, включая гребной винт .6 другие вспомогательные установки, включая различные насосы, воздушный компрессор, сепаратор, генератор питьевой воды, теплообменник, холодильные установки, системы кондиционирования воздуха и вентиляции; — эксплуатационные характеристики насосов и трубопроводов, включая системы управления — требования к сепараторам нефтеводяной смеси (или подобному оборудованию) и их эксплуатация; — английский язык, в объеме позволяющем лицу командного состава использовать техниче-	3(ПК-2)1
		ИД-2 _{ПК-1} Знает безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления		3(ПК-2)2
		ИД-3 _{ПК-1} Знает эксплуатационные характеристики судовой двигательной установки, оборудования и систем, возможные причины неисправностей и отказов		3(ПК-2)3
		ИД-4 _{ПК-1} Знает профессиональный английский язык для выполнения обязанностей механика морского судна		3(ПК-2)4
		ИД-5 _{ПК-1} Знает меры по борьбе с загрязнением и все связанное с этим оборудованием		
		ИД-6 _{ПК-1} Умеет подготавливать, эксплуатировать главные установки, вспомогательные механизмы и связанных с ними систем управления		

		ИД-7 _{ПК-1} Умеет предотвращать загрязнение окружающей среды нефтью и вредными жидкими веществами	кие пособия и выполнять обязанности механика	
			Уметь: — использовать нормативную, научно-техническую и справочную литературу, техническую и судовую документацию — эксплуатировать насосные системы: .1 обычные обязанности при эксплуатации насосных систем; .2 эксплуатация льяльной, балластной и грузовой насосных систем;	У(ПК-2)1 У(ПК-2)1
			Владеть: — основными положениями правил технической эксплуатации судовых дизелей и их систем; — знаниями мер предосторожности, которые необходимо принимать для предотвращения загрязнения морской среды; — меры по борьбе с загрязнением и все связанное с этим оборудованием; — важность предупредительных мер по защите морской среды	В(ПК-2)1 В(ПК-2)2 В(ПК-2)3 В(ПК-2)4

Спецификация минимального стандарта компетентности в соответствии с Конвенцией ПДНВ-78 (Правила III/1 МК ПДНВ-78 с поправками, раздел А-III/1), функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления	Подготовка, эксплуатация, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: .2 паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы .4 другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: .3 одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования	Операции планируются и выполняются в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами по обеспечению безопасности операций и избежанию загрязнения морской среды Отклонения от нормы быстро выявляются Работа силовой установки и технических систем постоянно отвечает требованиям, включая команды с мостика, относящиеся к изменению скорости и направления движения Причины неисправностей механизмов быстро выявляются и предпринимаются действия для обеспечения безопасности судна и установки в целом с учетом преобладающих обстоятельств и условий

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 26.05.06, в ходе преподавания дисциплины должны рассматриваться следующие основные вопросы:

- основы теории рабочих процессов в цилиндрах дизелей;
- основы теории процессов топливоподачи, смесеобразования и сгорания;
- основы теории процессов газообмена и наддува;
- показатели механической и тепловой напряженности дизелей и их изменение при работе на различных режимах
- анализировать типовые конструкции современных судовых дизелей и на этой основе разрабатывать собственные решения при курсовом проектировании
- методы расчета рабочих процессов, в том числе с использованием численного моделирования на ЭВМ;
- теорию и техническую эксплуатацию судовых дизелей на уровне специалиста;
- требования классификационных обществ.

В состав дисциплины входят лекционный курс, практические занятия, лабораторный практикум, курсовое проектирование и самостоятельная работа.

Для проведения лекций и практических занятий используется специализированный кабинет «Судовые двигатели внутреннего сгорания» (ауд. 3-103) и компьютерный зал (ауд. 3-217) кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов».

Изучение и построение дисциплины «СДВС» базируется на знании курсантами следующих разделов дисциплин естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов:

- «Физика»: физические основы механики, кинематика и динамика твердого тела, жидкости и газов, молекулярная физика и термодинамика;
- «Теплотехника»: законы термодинамики, процессы и циклы, теория теплообмена, основы расчета теплообменных аппаратов, основы энергосбережения, вторичные энергетические ресурсы;
- «Материаловедение и технология конструкционных материалов»: стали, конструкционные металлы и сплавы, поведение материалов в эксплуатации;
- «Сопrotивление материалов»: сложное сопротивление, расчет по теориям прочности, усталость.

Рабочие программы указанных дисциплин, разрабатываемые общеобразовательными и общетехническими кафедрами, должны корректироваться в соответствии с предложениями выпускающей кафедры.

Знания и умения, полученные курсантами в ходе изучения дисциплины «СДВС», дополняются и совершенствуются при последующем изучении дисциплин специализации:

- «Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания»;
- «Организация, управление и техническая эксплуатация СЭУ».

4. Содержание дисциплины

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в виде табл. 3.

Таблица 3

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>5 семестр</i>								
Раздел 1. Конструктивные схемы и принцип действия судовых дизелей	30	16	8	4	4	12		
Тема 1.1. Общие сведения о судовых дизелях	12	8	4	2	2	4	Опрос, ПЗ, ЛБ	
Тема 1.2. Конструктивные схемы, принцип действия. Классификация	16	8	4	2	2	8	Опрос, ПЗ, ЛБ	
Раздел 2. Конструкция судовых дизелей	74	54	20	14	20	10		
Тема 2.1. Принципы компоновки дизелей	6	4	2		2	2		
Тема 2.2. Конструкция деталей остова судовых дизелей	18	16	6	4	6	2	Опрос, ПЗ, ЛБ	
Тема 2.3. Конструкция деталей движения судовых дизелей	20	16	6	4	6	4	Опрос, ПЗ, ЛБ	
Тема 2.4. Системы судовых дизелей	20	18	6	6	6	2	ПЗ, ЛБ	
Раздел 3. Рабочие процессы в дизелях	46	30	14	12	4	10		
Тема 3.1. Теоретические, рабочие и расчетные циклы ДВС	14	8	6		2	6	Опрос, ПЗ, ЛБ	
Тема 3.2. Энергетические и экономические показатели дизелей	14	8	2	4	2	6	Опрос, ПЗ, ЛБ	
Тема 3.3. Рабочие процессы в цилиндре	18	14	6	8		4	ПЗ, ЛБ	
Тема 4. Основы математического моделирования рабочих процессов дизелей	23	15	3	4	8	7		
Тема 4.1. Теоретические, рабочие и расчетные циклы ДВС	23	15	3	4	8	8	Опрос, ПЗ, ЛБ	
Экзамен								36
Всего	180	105	45	30	30	39		36
<i>6 семестр</i>								
Тема 5. Процессы топливоподачи, смесе-образования и сгорания топлива	32	20	4	4	12	6		
Тема 5.1. Система топливоподачи	16	10	2	2	6	2		
Тема 5.2. Распыливание топлива топливоподачи	16	10	2	2	6	4		
Тема 6. Процессы газообмена	20	12	4	6	4	4		
Тема 6.1. Процессы газообмена четырехтактных дизелей	10	6	2	2	2	2		
Тема 6.2. Процессы газообмена двухтактных дизелей	10	6	2	4	2	2		
Тема 7. Наддув дизелей	24	8	4	4	-	8		
Тема 7.1. Наддув дизелей	12	4	2	2	-	4		
Тема 7.2. Энергетический баланс системы	12	4	2	2	-	4		
Раздел 8. Динамика судовых дизелей	46	20	8	6	6	10		
Тема 8.1. Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля	18	10	2	2	6	2		
Тема 8.2. Неравномерность вращения	12	4	2	2	-	4		

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
коленчатого вала								
Тема 8.3. Неуравновешенность дизелей	16	6	4	2	-	4		
Тема 9. Крутильные колебания системы коленчатый вал- валопровод	12	2	2			8		
Тема 9.1. Крутильные и продольные колебания коленчатых валов	12	2	2			8		
Экзамен								36
Всего	144	72	24	24	24	36		36

Тематический план дисциплины по заочной форме обучения представлен в виде табл. 4.
Таблица 4

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>3 курс</i>								
Раздел 1. Конструктивные схемы и принцип действия судовых дизелей	34	4	2	2		10		
Тема 1.1. Общие сведения о судовых дизелях	7	1	1			6		
Тема 1.2. Конструктивные схемы, принцип действия. Классификация	7	3	1	2		4		
Раздел 2. Конструкция судовых дизелей	36	9	3	6		27		
Тема 2.1. Принципы компоновки дизелей	3					3		
Тема 2.2. Конструкция деталей остова судовых дизелей	11	3	1	2		8		
Тема 2.3. Конструкция деталей движения судовых дизелей	11	3	1	2		8		
Тема 2.4. Системы судовых дизелей	11	3	1	2		8		
Раздел 3. Рабочие процессы в дизелях	110	8	4	4		40		
Тема 3.1. Теоретические, рабочие и расчетные циклы ДВС	12	2	1			10		
Тема 3.2. Энергетические и экономические показатели дизелей	12	2	1	1		10		
Тема 3.3. Рабочие процессы в цилиндре	25	5	2	3		20		
Раздел 4. Основы математического моделирования рабочих процессов дизелей	14	4	2	2		10		
Раздел 5. Процессы топливоподачи, смесеобразования и сгорания топлива	14	2	2			10		
Экзамен						9		9
Всего	144	28	14	14	-	107		9
<i>4 курс</i>								
Раздел 6. Процессы газообмена	22	2	2	2	2	24		

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 7. Наддув дизелей	24	4	4	2	2	30		
Раздел 8. Динамика судовых дизелей	68	6	5	6	6	58		
Тема 8.1. Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля	24	4	2	4		40		
Тема 8.2. Неравномерность вращения коленчатого вала	16	4	2	2		10		
Тема 4.3. Неуравновешенность дизелей	19	2	1			8		
Раздел 9. Крутильные и продольные колебания коленчатых валов	12		1		2	22		
Экзамен						19		9
Всего	216	36	12	12	10	173		

ПЗ — практическое занятие

Описание содержания дисциплины по разделам и темам

Раздел 1. Конструктивные схемы и принцип действия судовых дизелей

Тема 1.1. Общие сведения о судовых дизелях

Лекция 1.1.1.

Рассматриваемые вопросы:

Введение. История развития ДВС, роль отечественной науки и техники в их развитии. ДВС - наиболее экономичный тип современных двигателей.

Практическое занятие 1. Принцип действия судового двигателя (2 часа).

Лекция 1.1.2.

Рассматриваемые вопросы:

Термодинамические циклы ДВС. Изображение циклов в диаграммах P-V и T-S, термический КПД циклов. Отличия реального цикла ДВС от идеального.

Практическое занятие 2. Общая компоновка судового дизеля.

Тема 1.2. Конструктивные схемы, принцип действия. Классификация

Лекция 1.2.1.

Рассматриваемые вопросы:

Общие сведения о судовых ДВС. Принцип действия и основы конструкции СДВС. Основные параметры и показатели работы судовых ДВС. Маркировка ДВС, требования к судовым ДВС.

Практическое занятие 3. Конструкция деталей остова судовых дизелей (6 часов)

Лекция 1.2.2.

Рассматриваемые вопросы:

Схемы работы ДВС. Индикаторные и круговые диаграммы судовых двигателей. Фазы газораспределения четырехтактных и двухтактных ДВС.

Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)

1. Проработка учебного материала по конспекту — 8 часов.
2. Подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ — 12 часов.

Итого по разделу: ЛК — 8, ПЗ — 4, ЛБ — 4, СРС — 22 часа.

Литература [1, 2].

Раздел 2. Конструкции судовых дизелей

Тема 2.1. Принципы компоновки дизелей

Лекция 2.1.1.

Конструкция судовых ДВС. Схемы тронковых и крейцкопфных дизелей. Основные конструктивные узлы. Механизмы и системы дизелей.

Тема 2.2. Конструкция деталей остова

Лекция 2.2.1.

Рассматриваемые вопросы:

Конструкция остова судовых ДВС, цилиндры, крышки цилиндров. Основные конструктивные узлы. Схемы остовов тронковых и крейцкопфных дизелей. Фундаментные рамы, станины. Материалы, применяемые для изготовления деталей остова судовых ДВС

Предохранительные клапаны картера. Предотвращение взрыва масляных паров в картере. Разделительные диафрагмы, контроль масляного тумана в подпоршневых пространствах судовых дизелей и их устранение.

Конструкция рамовых и мотылёвых подшипников. Анкерные связи, их назначение. Контроль затяжки анкерных связей в эксплуатации.

Практическое занятие 5. Тема Расчёт на прочность деталей остова (4 часа).

Лекция 2.2.2.

Рассматриваемые вопросы:

Цилиндровая втулка. Конструкция цилиндрических втулок четырехтактных и двухтактных дизелей, сопряжение с блоком и крышкой цилиндра, уплотнение посадочных поясов и упорное охлаждение верхних и нижних поясов и смычек выпускных окон. Конструкция цилиндрических втулок с внутриканальным охлаждением. Мероприятия по снижению теплонапряженности втулок. Смазывание цилиндрических втулок, расположение и конструкция штуцеров подвода масла и маслораспределительных канавок. Контроль за смазыванием, охлаждением, температурами и износом втулок. Причины и предупреждение интенсивных износов. Основы расчёта неподвижных деталей на прочность.

Практическое занятие 7. Расчёт на прочность цилиндрической крышки.

Лекция 2.2.3.

Рассматриваемые вопросы:

Крышка рабочего цилиндра, условия работы и материал, крепление крышки и сопряжение с цилиндрической втулкой. Обеспечение плотности газового стыка.

Размещение клапанов и форсунок. Особенности конструкции колпачковых и составных крышек. Подвод охлаждающей воды и ее распределение в полости охлаждения, поверхностях теплообмена. Характерные повреждения крышек и методы обнаружения трещин в эксплуатации. Пути снижения теплонапряженности крышек.

Практическое занятие 5. Тема Конструкция деталей движения судовых дизелей

Тема 2.3. Конструкция деталей движения судовых дизелей

Лекция 2.3.1.

Рассматриваемые вопросы:

Конструкция деталей движения. Кривошипно-шатунный механизм Конструкция поршней, штоков, поршневых пальцев, колец, шатунов, крейцкопфов. Материалы, основы расчёта на прочность. Шатуны. Главные и прицепные шатуны V- образных двигателей. Конструкция стержня, верхних и нижних головок шатуна. Материал заливки вкладышей и корпусов подшипников шатуна. Особенности смазывания и подвода масла к подшипникам верхней головки шатуна.

Практическое занятие 9. Конструкция деталей движения судовых дизелей

Лекция 2.3.2.

Рассматриваемые вопросы:

Поршень рабочего цилиндра. Особенности конструкции поршней тронковых и крейцкопфных дизелей. Соединение поршня с шатуном или поршневым штоком. Механические и тепловые нагрузки, воспринимаемые поршнем. Цельные и составные поршни. Конструкции головки и тронка поршня. Способы охлаждения и снижения теплонапряженности поршней. Расположение уплотнительных и маслосъемных колец, условия работы и материал колец. Характерные повреждения поршней и колец. Контроль за состоянием и износом поршней и колец в эксплуатации, проверка тепловых зазоров и плотности прилегания колец. Предотвращение задиров поршней. Телескопические и шарнирные устройства подвода охлаждающей жидкости к поршням крейцкопфных двигателей

Практическое занятие 10. Тема Конструкция деталей движения судовых дизелей.

Лекция 2.3.3.

Рассматриваемые вопросы:

Конструкция коленчатых валов. Способы изготовления и материал. Цельные, полусоставные и составные коленчатые валы. Противовесы и уравнивание вращающихся масс колена. Мероприятия по повышению износостойкости и усталостной прочности вала. Рамовые подшипники. Подвесные коленчатые валы. Крепление маховика, его разметка. Материалы, применяемые для изготовления деталей движения судовых ДВС. Основы расчёта деталей движения на прочность. Установочный и упорный подшипник вала. Конструкция рамовых подшипников и материалов его деталей. Смазывание подшипников, удельные давления и особенности монтажа. Конструкция рамовых подшипников. Смазывание подшипников, удельные давления и особенности монтажа. Контроль за температурой и износом подшипников.

Практическое занятие 2.8. Расчёт на прочность коленчатого вала.

Тема 2.4. Системы судовых дизелей

Лекция 2.4.1.

Рассматриваемые вопросы:

Механизм газораспределения и приводы. Принцип действия механизма газораспределения. Распределительные приводы, толкатели, штанги, коромысла, клапаны, направляющие. Конструкция, материалы, основы расчёта на прочность, понятие о профилировании КШМ.

Практическое занятие 11. Тема Конструкция механизма газораспределения (4 часа).

Лабораторная работа 1. Тема Регулирование объема камеры сгорания судового дизеля.

Лекция 2.4.2.

Рассматриваемые вопросы:

Системы ДВС. Система топливная. Конструкция, принцип действия. Система смазки. Конструкция, принцип действия. Системы смазки с «сухим» и «мокрым» картером. Система смазки цилиндров двухтактных двигателей.

Практическое занятие 3.3. Конструкция ТНВД золотникового типа

Лабораторная работа 3.3. Проверка и регулирование форсунок

Лекция 2.4.3.

Рассматриваемые вопросы:

Системы ДВС. Система охлаждения. Конструкция, принцип действия. Системы пуска и реверса. Конструкция, принцип действия. Условия пуска судовых ДВС, способы запуска. Пусковые клапаны, главный пусковой клапан, воздухораспределители, пусковые клапаны, воздухопроводы и предохранительные клапаны. Блокировка пусковой системы по положению валоповоротного устройства, направлению вращения, положению машинного телеграфа и механизма реверсирования. Система реверсирования. Механизм реверсирования, способы перестановки распределительных органов, блокировка системы реверсирования с машинным телеграфом и системой пуска.

Практическое занятие 3.4. Конструкция форсунок

Лабораторная работа 3.4. Проверка плунжерных пар на плотность

Лабораторная работа 34.5. Статическая регулировка топливной аппаратуры (4 часа).

Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)

1. Проработка учебного материала по конспекту — 8 часов.
2. Подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ — 12 часов.

Итого по разделу: ЛК — 20, ПЗ — 14, ЛБ — 20, СРС — 20 часов.

Литература [1, 2].

Раздел 3. Рабочие процессы в судовых дизелях

Тема 3.1. Теоретические, рабочие и расчетные циклы ДВС

Лекция 3.1.1.

Рассматриваемые вопросы:

Теоретические циклы ДВС, основные понятия и определения. Теоретические циклы ДВС с наддувом. Показатели эффективности и экономичности теоретических циклов: среднее давление цикла и теоретический (термический) КПД. Сравнение теоретических циклов при различных способах подвода теплоты, различных степенях сжатия.

Практическое занятие 3.1. Расчет рабочего процесса судовых дизелей (6 часов).

Лекция 3.1.2.

Рассматриваемые вопросы:

Понятие о рабочих и расчетных циклах двух- и четырехтактных ДВС, рабочих процессах в цилиндре: сжатия, смесеобразования, сгорания и газообмена. Понятие о тепловой и механической напряженности ДВС.

Лекция 3.1.3.

Рассматриваемые вопросы:

Свернутые и развернутые индикаторные диаграммы действительных и расчетных циклов. Понятие о процессах впрыскивании и фазах сгорания топлива.

Практическое занятие 3.1. Расчет рабочего процесса судовых дизелей.

Тема 3.2 Энергетические и экономические показатели дизелей

Лекция 3.2.1.

Рассматриваемые вопросы:

Индикаторные показатели работы ДВС. Индикаторные диаграммы. Индикаторная диаграмма рабочего цикла четырехтактного и двухтактного дизеля. Диаграмма насосных ходов. Развернутая диаграмма. Диаграмма расчетного цикла. Коэффициент скругления индикаторной диаграммы.

Индикаторные показатели. Работа цикла. Среднее индикаторное давление. Способы определения среднего индикаторного давления. Среднее давление по времени. Индикаторная мощность дизеля. Контроль распределения мощности многоцилиндрового дизеля. Индикаторный КПД. Удельный индикаторный расход топлива. Эффективные показатели. Эффективная мощность дизеля. Крутящий момент. Механический КПД. Среднее эффективное давление. Эффективный КПД. Удельный эффективный расход топлива. Связь между индикаторными и эффективными показателями. Факторы, влияющие на мощность и экономичность судовых дизелей. Мощность. КПД. Уравнение мощности ДВС в общем виде.

Практическое занятие 3.1. Расчет индикаторных и эффективных показателей дизелей.

Тема 3.3. Рабочие процессы в цилиндре

Лекция 3.3.1.

Рассматриваемые вопросы:

Действительные условия протекания рабочего процесса в цилиндре двигателя. Процесс газообмена. Насосные потери и их связь со средней скоростью поршня. Коэффициент остаточных газов.

Организация газообмена в четырехтактном и двухтактном дизелях. Определение массы свежего воздуха и массы заряда в цилиндре в конце наполнения. Коэффициенты наполнения и остаточных газов, выражение коэффициента наполнения, анализа потерь при наполнении. Влияние влажности атмосферного воздуха. Определение параметров заряда цилиндра в конце наполнения.

Практическое занятие 3.5. Построение индикаторной диаграммы двигателя (8 часов)

Лекция 3.3.2.

Рассматриваемые вопросы:

Давление и температура газов в начале сжатия и их влияние на мощность двигателя. Коэффициент наполнения. Его аналитическое выражение в общем виде. Влияние различных факторов на величину коэффициента наполнения.

Процесс сжатия. Теплообмен в процессе сжатия. Оценка показателя политропы сжатия. Параметры состояния рабочего тела в конце сжатия.

Анализ степени сжатия для двигателей различных типов. Действительная и условная степени сжатия. Действительная и геометрическая степень сжатия. Влияние наддува, конструкции камеры сгорания, состояние деталей цилиндропоршневой группы и эксплуатационных факторов на параметры заряда в конце сжатия. Протекание процесса сжатия при пуске холодного двигателя.

Практическое занятие 4.6. Тема Топливная система судового двигателя

Лекция 3.3.3.

Рассматриваемые вопросы:

Определение теоретически необходимого количества воздуха для сгорания 1 кг топлива. Коэффициент избытка воздуха при сгорании

Термодинамические основы процесса сгорания. Схематизация процесса сгорания в расчетном цикле. Коэффициент избытка воздуха при сгорании. Состав продуктов сгорания. Молекулярные изменения рабочего тела в процессе сгорания. Степень повышения давления и выбор максимального давления цикла.

Тепловыделение и использование теплоты в процессе сгорания. Химический и действительный коэффициенты молекулярного изменения. Коэффициенты «выделения» и «использования» тепла. Их численные значения. Определение максимальной температуры цикла. Уравнение сгорания для смешанного цикла и для циклов с подводом тепла при $V=\text{const}$ и $P=\text{const}$. Общие связи параметров, входящих в уравнение сгорания. Уравнение сгорания Гриневецкого-Мазинга. Степень предварительного расширения. Коэффициент использования теплоты и коэффициент выделения теплоты. Термодинамика процесса сгорания. Параметры цикла в точке максимального давления. Процесс расширения и выпуска. Показатель политропы расширения. Параметры продуктов сгорания в конце процесса расширения. Выпуск газа.

Раздел 4. Математическое моделирование рабочих процессов в судовых дизелях

Лекция 4.1.1.

Рассматриваемые вопросы:

Цели и задачи математического моделирования. Применение математического моделирования для целей диагностирования и оптимизации рабочих процессов дизелей. Основы расчетов параметров рабочих процессов, эффективных, экономических и экологических показателей дизеля на ЭВМ. Математическое моделирование рабочих процессов в цилиндре дизеля.

Практическое занятие 5.6 Тема Моделирование рабочего процесса на ЭВМ

Лабораторная работа 4.6. Тема Подготовка и запуск дизель-генератора

Тема 5. Процессы топливоподачи, смесеобразования и сгорания топлива

Тема 5.1. Система топливоподачи

Лекция 5.1.1.

Рассматриваемые вопросы:

Основные виды и свойства моторных топлив. Состав и структура жидких топлив. Физические и химические свойства жидких топлив. Моторные качества топлива.

Система топливоподачи. Общая характеристика системы. Основные элементы системы.

Конструкция, принцип действия, способы регулирования и эксплуатационные характеристики топливных насосов и форсунок.

Тема 5.2. Распыливание топлива, топливоподача.

Лекция 5.2.1.

Рассматриваемые вопросы:

Процессы топливоподачи и впрыскивания топлива. Гидродинамические явления в топливных насосах, трубопроводах и форсунках. Коэффициент подачи. Фазы процессов подачи и впрыскивания. Закон впрыскивания топлива. Процессы топливоподготовки. Воспламенение и сгорание топлива. Механизм самовоспламенения и сгорания топлива. Общая характеристика процесса сгорания и периода задержки самовоспламенения.

Основные требования, предъявляемые к качеству смеси. Микроструктура и макроструктура. Динамика распада топливной струи. Форма и длина факела при распыливании. Распыливание топлива и факторы, влияющие на качество смеси. Понятие о «жесткой» работе двигателя. Ступенчатый впрыск двигателя.

Регулирование топливной системы высокого давления. Распыливание топлива. Механизм развития и характеристики топливного факела. Испарение распыленного топлива. Топливный факел. Характеристики распыливания. Качество распыливания топлива. Факторы, влияющие на качество распыливания топлива. Требования к процессам топливоподачи и впрыскивания, к распыливанию топлива в цилиндре и топливной аппаратуре.

Способы смесеобразования и типы камер сгорания. Факел распыленного топлива. Характеристики факела и их связь с работой форсунки и насоса. Качество смесеобразования и его связь с характеристиками факела, типом, формой и размерами камеры сгорания. Факторы, влияющие на характеристики факела и качество смесеобразования.

Формы камер сгорания при объемном способе смесеобразования. Объемно-пленочное, предкамерное и вихрекамерное смесеобразование. Преимущества и недостатки различных способов смесеобразования. Особенности процесса смесеобразования и сгорания топлива в различных камерах сгорания.

Объемный, объемно-пленочный и пленочный способы смесеобразования в ДВС. Камеры сгорания в ДВС, их конструкции, достоинства и недостатки.

Камеры сгорания и способы смесеобразования. Формы камер сгорания при объемном способе смесеобразования. Объемно-пленочное смесеобразование. Предкамерное и вихрекамерное смесеобразование. Преимущества и недостатки различных способов смесеобразования.

Практическое занятие 2.4. Расчет энергетического и массового баланса системы наддува

Лабораторная работа 2.4. Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допустимых эксплуатацией.

Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)

1. Проработка учебного материала по конспектам и литературе — 6 часов.
2. Выполнение и подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ — 6 часов.

Итого: ЛК — 4, ПР — 4, ЛБ — 12, СРС — 12 часов.

Литература: [1, 2, 4].

Тема 6. Процессы газообмена

Тема 6.1. Процессы газообмена четырехтактных дизелей

Схема массового баланса газа в процессе газообмена в цилиндре. Определение показателей качества газообмена: коэффициентов остаточных газов, наполнения, продувки, суммарного коэффициента избытка воздуха.

Влияние загрязнения трактов и других эксплуатационных факторов на качество газообмена. Влияние качества газообмена на энергетические и экономические показатели дизеля.

Тема 6.2. Процессы газообмена двухтактных дизелей

Процессы газообмена двухтактных дизелей. Принципиальные схемы газообмена. Время сечения свободного выпуска. Дозарядка цилиндра. Оценка качества газообмена. Колебания давления в цилиндре и выпускном трубопроводе. Влияние газообмена на работу двигателя

Тема 7. Наддув дизелей

Лекция 7.1.1.

Рассматриваемые вопросы:

Анализ возможных путей повышения мощности двигателя. Наддув, сущность и пути реализации. Совмещенная теоретическая индикаторная диаграмма.

Рабочий процесс двигателя при наддуве. Пути сохранения тепловой и механической напряженности двигателя с введением наддува. Продувка цилиндров и разделение выпускных коллекторов на отдельные группы. Промежуточное охлаждение воздуха.

Влияние наддува на параметры рабочего цикла, показатели эффективности, экономичности и напряженности. Способы и схемы наддува. Газотурбинный и комбинированный наддув. Совместная работа двигателя, компрессора и турбины. Энергетический баланс системы наддува.

Конструктивные схемы и ряды турбокомпрессоров наддува. Отличительные особенности турбокомпрессоров наддува ДВС ведущих фирм мира.

Наддув четырехтактных дизелей. Особенности наддува четырехтактных дизелей. Схемы систем наддува четырехтактных дизелей. Схемы выпускных коллекторов многоцилиндровых дизелей.

Наддув двухтактных дизелей. Особенности наддува двухтактных дизелей. Схемы систем наддува. Схемы систем газотурбинного и комбинированного наддува двухтактных судовых дизелей. Принцип использования сжатия воздуха в подпоршневых полостях цилиндров.

Практическое занятие 2.1. Тема Масляная система судового двигателя

Лабораторная работа 2.4. Подготовка и запуск главного двигателя

Лекция 7.2.1.

Рассматриваемые вопросы:

Энергетический баланс системы наддува. Подача компрессора. Мощность, развиваемая турбиной. Давление газов перед газовой турбиной.

Особенности расчета рабочего процесса двигателей с наддувом. Подбор турбокомпрессора. Принципы использования энергии газов в газовых турбинах турбокомпрессоров. Импульсный и изобарный наддув. Охлаждение наддувочного воздуха.

Совместная работа двигателя, компрессора и турбины. Энергетический баланс системы наддува. Конструктивные схемы и ряды турбокомпрессоров наддува. Отличительные особенности турбокомпрессоров наддува ДВС ведущих фирм мира. Подбор турбокомпрессора.

Принципы использования энергии газов в газовых турбинах турбокомпрессоров и в силовых турбокомпаундных системах.

Практическое занятие 2.2. Тема Система охлаждения судового двигателя

Лабораторная работа 2.4. Подготовка и запуск главного двигателя

Практическое занятие 2.3. Тема Расчет энергетического и массового баланса системы наддува
Лабораторная работа 2.4. Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией

Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)

1. Проработка учебного материала по конспекту — 4 часа.
2. Выполнение и подготовка к защите практических занятий 1-4 — 12 часа.
3. Подготовка отчета по практическому занятию 1-4 — 6 час.

Раздел 8. Динамика судовых дизелей

Тема 8.1. Силы и моменты, действующие в КШМ дизеля

Лекция 8.1.

Рассматриваемые вопросы:

Силы и моменты, действующие в КШМ. Силы давления газов. Силы тяжести поступательно движущихся масс. Силы инерции поступательно движущихся масс. Центробежные силы инерции неуравновешенных вращающихся масс. Движущая сила, действующая на поршень.

Практическое занятие 6.1. Тема Кинематика двигателя (4 часа)

Тема 8.2. Неравномерность вращения коленчатого вала

Лекция 8.2.

Рассматриваемые вопросы:

Диаграммы динамики ДВС. Диаграммы мы сил, действующих в одном цилиндре дизеля. Нормальная сила. Касательная сила. Вращающий и опрокидывающий момент. Диаграмма суммарных касательных сил многоцилиндрового рядного и V-образного дизелей.

Неравномерность вращения коленчатого вала дизеля. Степень неравномерности вращения вала. Маховик. Радиальная сила и ее действие на подшипники.

Практическое занятие 6.2. Тема Кинематика КШМ (4 часа)

Лабораторная работа 6.2. Тема Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией

Тема 8.3. Неуравновешенность дизелей

Анализ неуравновешенности судовых ДВС Условия уравновешенности двигателя. Основные положения расчета уравновешивания сил и моментов инерции движущихся масс. Плоскость симметрии. Влияние маховика на уравновешенность двигателя. Пути уравновешивания центробежных сил инерции, сил I и II порядков и их моментов.

Влияние дополнительных масс вала на уравновешенность двигателя.

Действие неуравновешенных сил и их моментов на фундамент и корпус судна. Устройство амортизаторов и эластичных подвесок.

Тема 9. Крутильные колебания системы коленчатый вал- валопровод

Лекция 9.1.

Рассматриваемые вопросы:

Общие сведения о колебаниях. Свободные колебания вала. Приведение длин и масс системы валопровода к теоретической эквивалентной схеме. Метод приближенных вычислений частот свободных колебаний двух- и трехмассовой крутильной системы, Вынужденные колебания. Возбуждающие моменты и разложение их на гармонические составляющие. Работа возбуждающих гармонических моментов при резонансе. Работа сил демпфирующего сопротивления.

Крутильные и осевые колебания валопроводов. Упругие крутильные колебания валопроводов и влияние их на механическую напряженность коленчатого вала. Свободные крутильные колебания валопроводов. Вынужденные и резонансные колебания валопроводов. Определение резонансных частот вращения.

Резонанс. Критические числа оборотов. Амплитуды колебаний при резонансе и дополнительные резонансные и нерезонансные напряжения.

Способы устранения опасных крутильных колебаний. Антивибраторы и демпферы, их назначение и устройство.

Экспериментальное исследование крутильных колебаний валопроводов. Требования Регистра к ограничениям крутильных колебаний валопроводов. Определение зон запретных частот вращения вала дизеля. Способы устранения опасных крутильных колебаний. Демпферы крутильных колебаний и антивибраторы. Осевые колебания коленчатых валов. Демпферы осевых колебаний. Устранение опасных крутильных колебаний. Экспериментальные исследования крутильных колебаний.

Вибрация и шум ДВС. Характеристики шума и вибрации. Средства снижения шума и вибрации ДВС. Перспективы развития ДВС.

Практическое занятие 6.5. Тема Способы утилизации тепловых потерь

Лабораторная работа 6.5. Тема Контроль за работой двигателя, определение параметров цикла и поддержание их, в пределах допускаемых эксплуатацией.

Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)

1. Проработка учебного материала по конспектам и литературе — 12 часов.
2. Выполнение и подготовка к защите практических занятий и лабораторных работ — 18 часов.
3. Подготовка к итоговой аттестации по дисциплине — 10 часов.

Итого: ЛК — 2, ПР — 10, ЛБ — 10, СРС — 40 часов.

Литература: [1, 2, 4].

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа учащегося по дисциплине включает такие виды работы как:

- 1) изучение материалов, законспектированных в ходе лекций;
- 2) изучение литературы, проработка и конспектирование источников;
- 3) подготовка к защите практического занятия;
- 4) подготовка к промежуточной аттестации.

Перечень методических указаний для самостоятельной работы:

1. Жуков С. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Методические указания к практическим занятиям для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной формы обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. — 96 с.

2. Жуков С. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Методические указания к лабораторным работам для курсантов и студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. — 45 с.

3. Жуков С. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Курсовое проектирование: методические указания для курсантов специальности 25.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной формы обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2015. — 108 с.

4. Жуков С. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Курсовое проектирование: методические указания для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» заочной формы обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2015. — 87 с.

4. Жуков С. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Методические указания по изучению дисциплины для курсантов и студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. — 23 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. Каковы преимущества ДВС по сравнению с другими тепловыми двигателями?
2. Что понимают под теоретическим (термодинамическим, идеальным) циклом? Можно ли осуществить работу ДВС по теоретическому циклу? Если нет, то почему?
3. Какое влияние оказывают на величину η_i значения λ , ρ и ε ?
4. Что называют степенью повышения давления? Степенью предварительного расширения? Степенью сжатия?
5. Изобразите схему теоретического цикла комбинированного двигателя и назовите все составляющие его процессы.
6. Каково общее устройство двигателя?
7. Расскажите о принципе работы четырехтактного двигателя.
8. Поясните схему работы двухтактного двигателя.
9. Что такое фазы газораспределения двигателя? Выполните на бумаге примеры круговых диаграмм фаз газораспределения четырёх- и двухтактного дизелей.
10. По каким характерным признакам выполнена классификация двигателей?
11. Как расшифровывается стандартная маркировка отечественных дизелей по ГОСТ 4393—82? Расшифруйте марку дизеля 6ДКРН 74/160-3.
12. Из каких деталей и узлов состоит остов МОД?
13. Каково назначение анкерных связей?

14. Какую роль выполняет опорно-упорный рамовый подшипник?
15. Каково назначение параллелей у крейцкопфного дизеля?
16. Каким образом втулка цилиндра соединяется с блоком (рубашкой)? Каким образом обеспечивается уплотнение соединения?
17. Какая аппаратура размещена в крышке цилиндра? Чем и каким образом обеспечивается охлаждение втулки и крышки цилиндра?
18. Каковы особенности конструкции МОД МАН— «Бурмейстер и Вайн», Зульцер?
19. Каковы преимущества длинноходных дизелей?
20. Каково назначение компрессионных прокладок между пяткой шатуна и мотылевым подшипником и в диаметральной разъемке подшипников?
21. Чем различаются системы охлаждения поршней МОД МАН Бурмейстер и Вайн и Зульцер?
22. Какие механизмы привода выпускных клапанов применяют в МОД?
23. Какие типы передач от коленчатого вала к распределительному применяют в судовых дизелях?
24. В каких пределах находятся диаметр цилиндра и частота вращения у СОД?
25. Каковы преимущества СОД по сравнению с МОД?
26. Какова особенность остова СОД СЕМТ Пилстик?
27. Какие способы соединения шатунов с коленчатым валом применяют в V-образных СОД?
28. Каким образом конструктивно обеспечивают снижение теплонапряженности выпускных клапанов СОД?
29. Какова особенность поршней СОД СЕМТ Пилстик и МАН? Чем и каким образом обеспечивается охлаждение поршней СОД?
30. Какова особенность соединения поршня с шатуном у СОД Зульцер?
31. Каким образом обеспечивается интенсификация охлаждения верхней части втулки у СОД и МОД Зульцер?
32. Какие факторы ухудшают процесс наполнения цилиндра воздухом?
33. Что представляет собой коэффициент наполнения и каков характер его изменения в зависимости от частоты вращения?
34. Какое значение имеет процесс сжатия в рабочем цикле дизеля?
35. От каких факторов зависит температура заряда в конце сжатия?
36. Что называется действительной и теоретической степенями сжатия?
37. Что понимают под коэффициентом выделения и использования теплоты?
38. Что представляет собой степень повышения давления?
39. Каким образом в расчетах определяют максимальную температуру цикла?
40. К каким последствиям может привести превышение предельно допустимого значения максимального давления цикла?
41. Каким образом при эксплуатации дизеля может быть изменено максимальное давление цикла при неизменной нагрузке цилиндра?
42. Как влияет продолжительность догорания топлива на показатель политропы расширения, экономичность цикла и параметры газов в конце процесса расширения в цилиндре?
43. Что представляет собой индикаторная диаграмма?
44. Что такое среднее индикаторное давление и как его определяют с помощью индикаторной диаграммы?
45. Как определяют индикаторную мощность многоцилиндрового дизеля?
46. Что такое индикаторный КПД и как его определяют по данным замеров расхода топлива?
47. Как определяют удельный индикаторный расход топлива?
48. Какие существуют способы измерения расхода топлива?
49. Что такое эффективная мощность дизеля и. как ее определяют?
50. Как определяют крутящий момент судовых дизелей, работающих на винт?
51. Какие потери относятся к механическим?
52. Что такое механический КПД?
53. Что такое среднее эффективное давление и как его определяют?

54. Что такое эффективный КПД и какие потери он учитывает?
55. Как определяют удельный эффективный расход топлива?
56. Как определяют часовой расход топлива дизелем?
57. Из каких элементов состоит система топливоподачи непосредственного действия?
58. Какие способы регулирования ТНВД применяют в судовых дизелях?
59. Каковы преимущества дизелей, оборудованных топливными насосами с комбинированным регулированием?
60. Из каких частей состоит топливный насос клапанного типа?
61. Чем различаются топливные насосы золотникового и клапанного типов?
62. Каким образом достигается изменение цикловой подачи топлива у топливных насосов золотникового типа?
63. Что означает «нулевая подача», и с какой целью ее предусматривают при настройке ТНВД?
64. Каков принцип действия форсунки закрытого типа?
65. Каким образом регулируют давление подъема иглы форсунки?
66. С какой целью и чем охлаждают форсунки?
67. Каковы возможные причины разрывов нагнетательного трубопровода?
68. От чего зависит характер изменения давления впрыскивания?
69. Что такое характеристика впрыскивания (закон подачи)?
70. Какое влияние оказывает длина нагнетательного трубопровода на фазы подачи топлива насосом и форсункой?
71. Что представляет собой явление подвпрыскивания, чем оно вредно и каким образом может быть предотвращено?
72. Какими показателями характеризуется динамика тепловыделения при сгорании топлива в цилиндре?
73. Как изменяются основные параметры и показатели рабочего процесса дизеля при использовании ВТЭ? Благодаря чему повышается экономичность дизеля при использовании ВТЭ?
74. Вследствие какого физического процесса понижается теплонпряжённость дизеля при использовании ВТЭ?
75. По каким показателям оценивают качество распыливания топлива в дизеле? Какие факторы влияют на него?
76. Как влияет диаметр сопла форсунки на качество распыливания, дальнобойность факела и качество смесеобразования?
78. Как влияет температура подогрева тяжелого топлива на вязкость, качество распыливания топлива и экономичность работы дизеля?
79. Какие способы смесеобразования применяют в судовых дизелях?
80. Каковы преимущества и недостатки объемного способа смесеобразования? По какой причине объемное смесеобразование не применяют в дизелях с малыми диаметрами цилиндров?
81. Каковы преимущества объемно-пленочного смесеобразования перед предкамерным и вихрекамерным?
82. На какие фазы разделяют процесс сгорания топлива в цилиндре дизеля при анализе процесса сгорания по развернутой диаграмме?
83. Какие факторы, и каким образом влияют на продолжительность периода задержки самовоспламенения?
84. Какими показателями оценивают динамичность рабочего процесса дизеля? Что представляет собой фактор динамичности и как он влияет на динамичность рабочего процесса?
85. Что называют массовым коэффициентом избытка продувочного воздуха? Суммарным коэффициентом избытка воздуха?
86. С какой целью предусматривается подача в цилиндр за цикл большей массы воздуха, чем требуется для сгорания топлива?

87. На какие фазы газообмена условно подразделяют период газообмена четырехтактных дизелей?
88. С какой целью предусматривается опережение открытия и запаздывание закрытия клапанов у четырехтактных дизелей?
89. Каким моментам соответствуют начало и окончание свободного выпуска и продувки у двухтактных дизелей?
90. Какие схемы газообмена применяют в двухтактных дизелях?
91. Что называют долей потерянного хода у двухтактных дизелей?
92. Какое уравнение является исходным для расчета теоретически необходимого время — сечения? В зависимости, от каких величин определяют располагаемое время — сечение?
93. Какова зависимость располагаемого время — сечения от частоты вращения дизеля?
94. По каким показателям оценивают пропускную способность органов газообмена двухтактных дизелей? Почему прямоточные схемы газообмена считаются наиболее совершенными?
95. Что называют наддувом дизелей? Какие способы наддува применяют в судовых дизелях?
96. Каковы особенности наддува четырехтактного и двухтактного дизелей?
97. Какие существуют системы наддува с точки зрения использования энергии газов в газовых турбинах турбокомпрессоров?
99. Что понимают под кинематикой КШМ? Запишите уравнения перемещения поршня, его скорости и ускорения.
100. Какие силы действуют в КШМ, каково их воздействие на фундамент
101. Что такое движущая (суммарная) сила, какие силы и моменты сил она порождает своим действием в КШМ?
102. Какова методика построения диаграммы движущих сил, диаграммы касательных сил? В каких расчетах используют эти диаграммы?

7. Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература.

1. Возницкий И.В., Пунда А.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 1. С.-Пб. - ООО «Моркнига». – 2008., 282 с.
2. Возницкий И.В., Пунда А.С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. С.-Пб. - ООО «Моркнига». – 2008, 470 с.
3. Волков М.М. Конспект лекций по ДВС. Уч. - Пособие. КамчатГТУ 2006.

5.2. Дополнительная литература.

1. Ваншейдт В.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания – Л.: Судостроение, 1977.
2. Ваншейдт В.А. Конструирование и расчёты на прочность судовых двигателей внутреннего сгорания – Л.: Судостроение, 1969.
3. Возницкий И.В. Техническая эксплуатация ДВС промышленных судов. – М.: Пищевая промышленность, 1998.
4. Самсонов В.И., Худов Н.И. Судовые двигатели внутреннего сгорания – М.: Транспорт, 1981.
5. Возницкий И.В. Судовые среднеоборотные ДВС. – М.: Пищевая промышленность, 2005.
6. Возницкий И.В., Михеев Е.Г. Судовые дизельные установки, - М.: Транспорт, 1985,
7. Возницкий И.В., Иванов Л.А. Предупреждение аварий СДВС, - М.: Транспорт 1971.

8. Гаврилов В.С., Камкин С.В. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок. – М.: Транспорт, 1985.
9. Иванов Л.А. Теплонапряжённость и эксплуатационная надёжность ЦПГ судового дизеля. – Мурманск: кн. Изд – во, 1974.
10. Возницкий И.В., Камкин С.В. рабочие процессы СДВС. – М.: Транспорт 1979.
11. Правила технической эксплуатации дизелей на судах ФРП СССР. – Л.: Транспорт, 1979.

8. Методические указания, для обучающихся, по освоению дисциплины

В рамках освоения учебной дисциплины «СДВС» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекции;
 - практические занятия;
 - лабораторные работы;
 - самостоятельная работа;
 - групповые и индивидуальные консультации,
- а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

На практических занятиях и лабораторных работах обучающиеся выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы; решение практических заданий.

Самостоятельная работа под руководством преподавателя. В ходе групповых и индивидуальных консультаций обучающиеся имеют возможность получить квалифицированные советы по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у них опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов, решения учебных задач, для подготовки к практическим занятиям, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой аттестации; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

9. Курсовой проект

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

10.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- библиотека Либертариума. Код доступа: [http:// www.libertarium.ru/library/](http://www.libertarium.ru/library/).
- сайт журнала «Судостроение». Код доступа: [http:// www.ssts.spb.ru/](http://www.ssts.spb.ru/).
- сайт журнала «Теплоэнергетика». Код доступа: [http:// www.energetik.energy-journals.ru/](http://www.energetik.energy-journals.ru/).
- обучающая программа тренажерного комплекса «Дизельсим» (тренажерный центр, аудитория 1-201).
- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 данной рабочей программы;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты;
- работа с обучающимися в ЭИОС ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

10.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы AstraLinux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

10.3 Перечень информационно-справочных систем

- обучающая программа тренажерного комплекса «Дельта-судомеханик» (компьютерный класс, аудитория 3-217).

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации– учебная аудитория 3-103 с комплектом учебной мебели согласно паспорту аудитории;
- для самостоятельной работы обучающихся – кабинет самостоятельной работы 3-217, оборудованный рабочими станциями с доступом к сети «Интернет», и комплектом учебной мебели (согласно паспорту кабинета);
- доска аудиторная;
- мультимедийное оборудование (компьютер, проектор).
- макет дизеля 4ЧСП-17,5/24 (НВД-24) с навешенным оборудованием

- стенд «Крышки цилиндров судовых дизелей»
- стенд «Поршни, поршневые кольца судовых дизелей»
- стенд «Шатуны, вкладыши шатунов судовых дизелей»
- стенд система управления дизеля «MAN»
- макеты топливной аппаратуры и топливных насосов высокого давления
- комплект плакатов по разделам дисциплины — 20 шт.