

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 31.05.2024 19:35:41
 Уникальный программный ключ:
 cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.В.19

Судовые котельные и паропроизводящие установки рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Судовых энергетических установок
Образовательная программа	26.05.05 Специальность "Судовождение" Специализация "Судовождение на внутренних водных путях и в прибрежном плавании с правом эксплуатации судовых энергетических установок" год начала подготовки 2022
Квалификация	инженер-судоводитель
Форма обучения	заочная
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ

Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	12
самостоятельная работа	74
часов на контроль	18

Виды контроля на курсах:
 экзамены 5

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	уп	ип		
Лекции	8	6	8	6
Лабораторные	4	4	4	4
Иная контактная работа	4	4	4	4
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	108	108	108	108

Рабочая программа дисциплины

Судовые котельные и паропроизводящие установки

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 26.05.05 Судовождение (приказ Минобрнауки России от 15.01.2018 г. № 192)

составлена на основании учебного плана образовательной программы:

26.05.05 Специальность "Судовождение"

Специализация "Судовождение на внутренних водных путях и в прибрежном плавании с правом эксплуатации судовых энергетических установок"

год начала подготовки 2022

Рабочую программу составил(и):

к.т.н., Доцент, Пушин В.П.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Судовых энергетических установок**

Заведующий кафедрой Лебедев Борис Олегович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цели дисциплины – дать необходимые знания по устройству, назначению, принципу действия и эксплуатационным показателям судовых паровых и водогрейных котлов, процессам горения и теплообмена в котлах, водному режиму и водоподготовке, газодинамическим процессам и циркуляции в котлах.
1.2	Задача дисциплины – дать студенту навыки теплового расчета котлов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Судовые вспомогательные механизмы, системы и устройства	
2.1.2	Гидромеханика	
2.1.3	Детали машин и основы конструирования	
2.1.4	Общая электротехника и электроника	
2.1.5	Сопротивление материалов	
2.1.6	Теоретическая механика	
2.1.7	Теория механизмов машин	
2.1.8	Техническая термодинамика и теплопередача	
2.1.9	Метрология, стандартизация и сертификация	
2.1.10	Теоретические основы электротехники	
2.1.11	Физика	
2.1.12	Математика	
2.1.13	Материаловедение. Технология конструкционных материалов	
2.1.14	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.1.15	Химия	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Судовые двигатели внутреннего сгорания	
2.2.2	Судовые турбомашины	
2.2.3	Судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха	
2.2.4	Технология технического обслуживания и ремонта судов	
2.2.5	Основы автоматики и теории управления техническими системами	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
3.3	Владеть:

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	Раздел 1.				
Лек	Котельная установка судна. Паропроизводящая установка /Лек/	5	2	Л1.1	0
Ср	Котельная установка судна. Паропроизводящая установка /Ср/	5	12	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Сжигание жидких топлив в судовых котлах /Лек/	5	0	Л1.1	0
Лаб	Сжигание жидких топлив в судовых котлах /Лаб/	5	4	Л3.1	0
Ср	Сжигание жидких топлив в судовых котлах /Ср/	5	12	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Теплообмен в котлах /Лек/	5	2	Л1.1	0
Пр	Теплообмен в котлах /Пр/	5	2	Л3.2	0
Ср	Теплообмен в котлах /Ср/	5	14	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Водный режим и водоподготовка /Лек/	5	2	Л1.1	0
Ср	Водный режим и водоподготовка /Ср/	5	12	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Газодинамические процессы в котлах. Циркуляция /Лек/	5	0	Л1.1	0

Ср	Газодинамические процессы в котлах. Циркуляция /Ср/	5	12	Л2.1 Л2.2	0
Лек	Конструкции паровых и водогрейных котлов и их элементов. Эксплуатация котлов /Лек/	5	0	Л1.1	0
Ср	Конструкции паровых и водогрейных котлов и их элементов. Эксплуатация котлов /Ср/	5	12	Л2.1 Л2.2	0
ИКР	Текущий контроль /ИКР/	5	4		0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1 Котельная установка судна. Паропроизводящая установка

Тема 1.1 Назначение котельной установки, общие сведения. Классификация и характеристики котлов

Исторические сведения по промышленному использованию энергии пара. Устройство и принцип действия цилиндрического газотрубного оборотного (шотландского) котла. Общие сведения о вспомогательных котельных установках, судовые потребители пара и горячей воды. Упрощенная принципиальная схема водогрейной КУ.

Классификация паровых котлов по назначению, источнику теплоты, главному конструктивному признаку, движению воды и пароводяной смеси. Основные характеристики паровых и водогрейных котлов.

Тема 1.2 Устройство и принцип действия водотрубного парового котла и установки

Рассмотрение схемы водотрубного парового котла, производящего перегретый пар с экономайзером и воздухоподогревателем совместно с обслуживающими его системами. Рассмотрение функциональной схемы котельной установки с автономным котлом для теплоснабжения и утилизационным котлом для электроснабжения с основными паровыми и водяными трубопроводами.

Тема 1.3 Паропроизводящие установки

Принцип действия испарительных установок («грязных» конденсаторов и водоопреснительных). Устройство агрегата утилизационной водоопреснительной установки, особенности эксплуатации установок.

Раздел 2 Сжигание жидких топлив в судовых котлах

Тема 2.1 Характеристики жидких топлив

Элементарный состав топлива по рабочей и горючей массе. Высшая и низшая теплота сгорания топлива и методы их определения. Виды котельных топлив. Характеристики жидких топлив (вязкость, плотность, температура застывания, температура вспышки). Понятия, приборы и методы определения. Подогрев тяжелого топлива судовой котельной установки.

Тема 2.2 Материальный баланс процесса горения

Реакции горения горючих элементов топлива. Теоретическое и действительное количество воздуха, необходимое для сжигания топлива. Определение коэффициента избытка воздуха с использованием газоанализаторов. Объем продуктов сгорания. Диаграмма «энтальпия продуктов сгорания – температура».

Тема 2.3 Топочные устройства и процессы

Процесс активации и его результаты. Схема цикла цепной разветвленной реакции горения водорода. Понятие топочного устройства. Агрегатированные топочные устройства. Классификация форсунок. Конструкции форсунок. Организация топочного процесса.

Тема 2.4 Тепловой баланс котла

Уравнение теплового баланса в абсолютном и относительном виде. Подведенная теплота. Потери теплоты с уходящими газами, от химической неполноты сгорания и в окружающую среду и их зависимость от нагрузки. Определение КПД парового и водогрейного котлов. Определение коэффициента использования теплоты выпускных газов в утилизационных котлах.

Раздел 3 Теплообмен в котлах

Тема 3.1 Основные понятия о процессах теплообмена в котле. Теплообмен в топке

Лучевоспринимающие и конвективные поверхности нагрева. Суммарная теплота, полученная водой через эти поверхности. Ослабление луча сажистыми частицами и трехатомными газами. Понятие толщины излучающего слоя. Тепловое напряжение топочного объема и размеры топки. Тепловая мощность лучевоспринимающих поверхностей. Энтальпия в адиабатной топке. Определение безразмерной температуры на выходе из топки. Понятие степени экранирования топки.

Тема 3.2 Теплообмен в пучке парообразующих труб

Определение числа труб в ряду. Живое сечение для прохода газов. Средняя скорость газов в пучке. Тепловая мощность конвективных поверхностей. Энтальпия газов на выходе из пучка. Поверхность нагрева притопочного пучка. Число рядов труб. Графики зависимости характеристик водотрубного вспомогательного котла от нагрузки.

Тема 3.3 Теплопередача в поверхностях нагрева утилизационных котлов

Расчетный режим. Особенности теплового расчета утилизационных котлов систем обычной утилизации.

Раздел 4 Водный режим и водоподготовка

Тема 4.1 Показатели качества воды. Докотловая обработка

Основные ионы соли в воде. Жесткость и соленость воды. Щелочное, фосфатное и нитратное число. Требования к питательной воде. Очистка от нефтепродуктов. Снижение общей жесткости. Химическая и термическая деаэрация. Устройство деаэратора.

Тема 4.2 Накипе- и шламообразование. Водный режим

Слаборастворимые соединения в котловой воде и их выпадение в виде накипи или шлама. Вводимые химические реагенты. Фосфатно-нитратный режим обработки. Верхняя и нижняя продувка.

Тема 4.3 Загрязнение пара и методы получения чистого пара

Нагрузка зеркала испарения. Механизм уноса паром влаги. Зависимость влажности пара от высоты парового пространства и нагрузки котла. Внутрикотельные сепарационные устройства.

Раздел 5 Газодинамические процессы в котлах. Циркуляция

Тема 5.1 Газодинамические процессы в котлах

Сопротивление воздушно-газового тракта и самотяга. Характеристика воздушно-газового тракта. Расчетные параметры вентилятора. Регулирование подачи воздуха.

Тема 5.2 Процесс естественной циркуляции в котлах

Основы теории естественной циркуляции. Надежность естественной циркуляции.

Раздел 6 Конструкции паровых и водогрейных котлов и их элементов. Эксплуатация котлов

Тема 6.1 Водотрубные судовые котлы

Главные котлы с пароперегревателем, расположенным между конвективными пучками и за конвективным пучком, а также ГПК с полностью экранированной топкой. Вспомогательные котлы без хвостовых и с хвостовыми поверхностями нагрева, без пароперегревателя и с пароперегревателем.

Тема 6.2 Огнетрубные и огнетрубно-водотрубные судовые котлы

Огнетрубный горизонтальный оборотный и вертикальные котлы. Огнетрубно-водотрубные котлы с различным исполнением пучков.

Тема 6.3 Утилизационные и комбинированные судовые котлы

Утилизационные котлы с естественной циркуляцией. Утилизационные водотрубные котлы обычной утилизации с принудительной циркуляцией с цилиндрической формой кожуха и подключение к ним сепаратора пара. Устройство сепараторов пара. Котлы с глубокой утилизацией теплоты. Принципиальная схема и общий вид котла цилиндрической компоновки с пароперегревателем. Комбинированные вертикальный огнетрубный и огнетрубно-водотрубный котлы. Котел инсинератор.

Тема 6.4 Водогрейные автономные и утилизационные котлы и установки. Термомасляные котлы

Автономный водогрейный газотрубный оборотный котел. Утилизационные водогрейные газотрубные котлы с внешним и внутренним обводным каналом. Состав и принцип работы водогрейной котельной установки. Оценка и область применения органического теплоносителя. Термомасляный автономный котел.

Тема 6.5 Котельная арматура. Материалы котлов. Эксплуатация котлов

Назначение и устройство стопорного клапана, водоуказателя, питательного клапана, главного и импульсного предохранительных клапанов. Расположение арматуры парового котла. Требования к сталям, используемым в котлах, и применяемые стали. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы.

Последовательность операций при подготовке судовых паровых котлов к действию. Ввод в действие и техника безопасности при растопке и подъеме пара. Техника обслуживания паровых котлов в действии: контролируемые параметры, поддержание уровня воды в котле, контроль работы питательной и топливной систем, другие операции. Техника вывод котла из действия при нормальных режимах работы, «мокрое» и «сухое» хранение. Аварийные режимы работы. Упуск воды: признаки, действие обслуживающего персонала. Причины пожаров в газоходах автономных и утилизационных котлов и действия при их возникновении. Особенности обслуживания утилизационных котлов. Техника безопасности при эксплуатации котлов.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к экзамену

6.2. Темы письменных работ

6.3. Контрольные вопросы и задания

Вопросы к экзамену:

1. Судовые потребители пара
2. Классификация паровых котлов
3. Характеристики котлов
4. Топливо СПК. Требования к топливу СПК
5. Топливо СПК. Состав топлива. Массы топлива
6. Основы теории горения топлива. Скорость горения и факторы ее определяющие
7. Материальный баланс процесса горения. Энтальпия продуктов сгорания топлива
8. Признаки качественного горения топлива
9. Основные положения теории топочных процессов. Требования к топкам СПК
10. Тепловой баланс СПК
11. Уравнение теплового баланса
12. Тепловые потери и способы их уменьшения
13. КПД котла
14. Форсунки СПК

15. Коэффициент полезного действия СПК по прямому и обратному тепловому балансу
16. Принцип работы огнетрубных котлов
17. Водотрубные судовые паровые котлы, область применения, достоинства и особенности компоновки
18. Методика расчета теплообмена в топке СПК
19. Коэффициент загрязнения поверхностей
20. Судовые паровые котлы с принудительной циркуляцией. Особенности конструкции и область применения
21. Надежность естественной циркуляции СПК
22. Основные уравнения для расчета конвективного теплообмена в СПК
23. Основы теории горения
24. «Шахтные» судовые паровые котлы. Особенности конструкции
25. Аэродинамический расчет СПК
26. Сопротивление сети. Смотага СПК и УПК
27. Способы регулирования подачи воздуха
28. Основы теории естественной циркуляции. Критерии надежности естественной циркуляции
29. Оценка надежности циркуляции СПК. Причины, вызывающие застой и опрокидывание циркуляции
30. Основы теории естественной циркуляции. Предельная кратность циркуляции
31. Утилизационные котлы с принудительной циркуляцией, их характеристики и область применения
32. Опоры судовых паровых котлов. Конструкция и работа
33. Основные положения теории естественной циркуляции. Кратность циркуляции. Скорость циркуляции. Движущий напор и полезный напор циркуляции
34. Комбинированные котлы
35. Арматура СПК, конструкция, работа и размещение на СПК
36. Обмуровка СПК. Уход за кирпичной кладкой
37. Конвективный теплообмен в СПК
38. Лучистый теплообмен в СПК
39. Расчет на прочность элементов СПК
40. Материалы, применяемые в котлостроении. Металлы поверхностей нагрева, коллекторов и арматуры

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Методика оценки экзамена

Экзамен проводится по билетам, установленным кафедрой, в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины после защиты лабораторных работ и курсовой работы. Каждый билет предусматривает три вопроса. Для получения оценки «удовлетворительно» студент должен ответить не менее чем на два вопроса. При ответе менее чем на два вопроса ставится оценка «неудовлетворительно». Оценки «хорошо» и «отлично» выставляются при условии ответа на все три вопроса. При полном ответе на них и отсутствии неточностей ставится оценка «отлично». При неполном ответе или некоторой неточности ответа хотя бы по одному из вопросов ставится оценка «хорошо».

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	РѲРμPSCЪ Р. Р.	РѲCfPpPSC<Pμ PpSc, PμP>CЪPSC<Pμ Pp Pp° CЪPpPSCЪPpP- PpPpCЦC%PpPμ CfCfC, P°PSPpPpPp: PъCfCЪCf P>PμPpC†PpP№	P°P>P° PpPpPpCfC, PpPp: PъP°Pj PpPj. P°Ppj. P°P. PpPμPpPμP>CЪCfPpPpP iPp, 2011

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Харин Владимир Митрофанович, Занько Олег Николаевич, Дёкин Борис Григорьевич, Писклов Виктор Тимофеевич, Харин Владимир Митрофанович	Судовые машины, установки, устройства и системы: учебник для высш. мор. учеб. заведений	Москва: Транслит [и др.], 2010
Л2.2	Енин В. И., Денисенко Н. И., Костылев И. И.	Судовые котельные установки: учебник	Москва: Транспорт, 1993

7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Пушнин Валерий Петрович, Егоров Георгий Леонидович	Вязкость топлива и температура его подогрева: метод. указ. по выполнению лаб.-практ. работы по дисц. " Судовые котельные и паропроизводящие установки"	Новосибирск: НГАВТ, 2009
ЛЗ.2	Пушнин Валерий Петрович	Тепловой расчёт водотрубного вспомогательного парового котла: метод. указ. по вып. курсовой работы по дисциплине "Судовые котельные и паропроизводящие установки"	Новосибирск: СГУВТ, 2016

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Учебная аудитория для проведения занятий практических занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные установки: Насосная установка с центробежным насосом, Насосная установка с вихревым самовсасывающим насосом 1,0 ВС-0,9М, Вентиляционная установка с двумя центробежными вентиляторами, Калориметр В-08МА для определения теплоты сгорания топлива, Вискозиметр типа ВУ (Энглера) для определения вязкости топлива, Прибор Мартенс-Пенского для определения температур вспышки и воспламенения топлива, Компрессорная установка с компрессором КВД-Г; Макеты: Рулевая плунжерная машина, Котлоагрегат КОАВ 63, Газотурбинная установка, Стенд вертолетной газотурбинной установки М601-Б, Рулевая реечно-плунжерная машина; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовое вспомогательное энергетическое оборудование, Судовые котельные и паропроизводящие установки, Судовые турбомашины, Теплотехника и теплопередача, Гидравлические и пневматические системы, Теплотехника
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные установки: Насосная установка с центробежным насосом, Насосная установка с вихревым самовсасывающим насосом 1,0 ВС-0,9М, Вентиляционная установка с двумя центробежными вентиляторами, Калориметр В-08МА для определения теплоты сгорания топлива, Вискозиметр типа ВУ (Энглера) для определения вязкости топлива, Прибор Мартенс-Пенского для определения температур вспышки и воспламенения топлива, Компрессорная установка с компрессором КВД-Г; Макеты: Рулевая плунжерная машина, Котлоагрегат КОАВ 63, Газотурбинная установка, Стенд вертолетной газотурбинной установки М601-Б, Рулевая реечно-плунжерная машина; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовое вспомогательное энергетическое оборудование, Судовые котельные и паропроизводящие установки, Судовые турбомашины, Теплотехника и теплопередача, Гидравлические и пневматические системы, Теплотехника
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные установки: Насосная установка с центробежным насосом, Насосная установка с вихревым самовсасывающим насосом 1,0 ВС-0,9М, Вентиляционная установка с двумя центробежными вентиляторами, Калориметр В-08МА для определения теплоты сгорания топлива, Вискозиметр типа ВУ (Энглера) для определения вязкости топлива, Прибор Мартенс-Пенского для определения температур вспышки и воспламенения топлива, Компрессорная установка с компрессором КВД-Г; Макеты: Рулевая плунжерная машина, Котлоагрегат КОАВ 63, Газотурбинная установка, Стенд вертолетной газотурбинной установки М601-Б, Рулевая реечно-плунжерная машина; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовое вспомогательное энергетическое оборудование, Судовые котельные и паропроизводящие установки, Судовые турбомашины, Теплотехника и теплопередача, Гидравлические и пневматические системы, Теплотехника
Лаборатория Судовых энергетических установок - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные установки: Насосная установка с центробежным насосом, Насосная установка с вихревым самовсасывающим насосом 1,0 ВС-0,9М, Вентиляционная установка с двумя центробежными вентиляторами, Калориметр В-08МА для определения теплоты сгорания топлива, Вискозиметр типа ВУ (Энглера) для определения вязкости топлива, Прибор Мартенс-Пенского для определения температур вспышки и воспламенения топлива, Компрессорная установка с компрессором КВД-Г; Макеты: Рулевая плунжерная машина, Котлоагрегат КОАВ 63, Газотурбинная установка, Стенд вертолетной газотурбинной установки М601-Б, Рулевая реечно-плунжерная машина; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовое вспомогательное энергетическое оборудование, Судовые котельные и паропроизводящие установки, Судовые турбомашины, Теплотехника и теплопередача, Гидравлические и пневматические системы, Теплотехника
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Лабораторные установки: Насосная установка с центробежным насосом, Насосная установка с вихревым самовсасывающим насосом 1,0 ВС-0,9М, Вентиляционная установка с двумя центробежными вентиляторами, Калориметр В-08МА для определения теплоты сгорания топлива, Вискозиметр типа ВУ (Энглера) для определения вязкости топлива, Прибор Мартенс-Пенского для определения температур вспышки и воспламенения топлива, Компрессорная установка с компрессором КВД-Г; Макеты: Рулевая плунжерная машина, Котлоагрегат КОАВ 63, Газотурбинная

	установка, Стенд вертолетной газотурбинной установки М601-Б, Рулевая реечно-плунжерная машина; Комплекты учебно-наглядных пособий по дисциплинам: Судовое вспомогательное энергетическое оборудование, Судовые котельные и паропроизводящие установки, Судовые турбомашины, Теплотехника и теплопередача, Гидравлические и пневматические системы, Теплотехника
--	---