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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.О.Д28 Судовые котельные и паропроизводящие установки

Профиль	Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания
Институт	Пермский филиал
	Отделение высшего образования
Специальность	26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы
		3
Лекции	9 Часы	9
Лабораторные работы	9 Часы	9
Практические занятия	5 Часы	5
СРС	110 Часы	110
Контактная самостоятельная работа	2 Часы	2
Экзамен	9 Часы	9

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.О.28	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	4

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	СРС	Контактная самостоятельная работа	Экзамен	Всего
1	Раздел 1. Введение. Котельные установки на транспорте							
1,1	Тема 1.1. Потребители пара на транспортных объектах: назначение, классификация. Выбор параметров теплоносителей.	2 Часы	1 Часы	1 Часы	7 Часы			11 Часы
1,2	Тема 1.2. Принцип действия, состав и основные системы котельной установки.				10 Часы			10 Часы
1,3	Тема 1.3. Понятие о судовом котле: основные элементы котла, принцип его действия классификация котлов. Требования к судовым котлам. Показатели назначения, экономичности, надежности.							
2	Раздел 2. Топливо для судовых котлов. Основы теории топочных процессов							
2,1	Тема 2.1. Виды и характеристика топлива, классификация и марки жидких котельных топлив.	2 Часы	1 Часы		5 Часы			8 Часы
2,2	Тема 2.2. Элементарный состав топлива, его характеристики. Теплота сгорания. Материальный баланс процесса горения топлива.				10 Часы			10 Часы
2,3	Тема 2.3. Основы теории топочных процессов: химическое равновесие и закон действующих масс, зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, цепные реакции, кинетическое и диффузионное горение.							
3	Раздел 3. Топочные устройства котлов	2 Часы	1 Часы	1 Часы	6 Часы			10 Часы
3,1	Тема 3.1. Сжигание жидких топлив в топках котла. Механизм выгорания капли жидкого топлива. Сжигание жидкого топлива в факеле.							
3,2	Тема 3.2. Классификация, конструктивные особенности и характеристики топочных устройств.							
3,3	Тема 3.3. Распыление жидких топлив. Принцип действия и характеристики форсунок.							
3,4	Тема 3.4. Агрегатированные топочные устройства. Методы интенсификации процесса сгорания топлива. Сжигание водотопливных эмульсий в судовых котлах.							
4	Раздел 4. Тепловой баланс судового котла		1 Часы		9 Часы			10 Часы

4,1	Тема 4.1. Уравнение прямого и обратного теплового баланса. Полезно используемая теплота, коэффициент полезного действия и расход топлива.							
4,2	Тема 4.2. Потери теплоты. Факторы, влияющие на величину тепловых потерь. Температура точки росы. Определение тепловых потерь. Пути снижения тепловых потерь. Уравнения теплового баланса утилизационного котла.							
5	Раздел 5. Теплообмен в судовых котлах	2 Часы	1 Часы		7 Часы			10 Часы
5,1	Тема 5.1. Теплообмен в топке судового котла. Использование законов лучистого теплообмена и теории подобия для расчета теплообмена в топке. Тепловое напряжение топочного объема. Полезное тепловыделение в топке.							
5,2	Тема 5.2. Излучающая способность продуктов сгорания. Эффективная толщина излучающего слоя и коэффициент ослабления лучей.							
5,3	Тема 5.3. Степень черноты факела и топки. Средняя теплоемкость продуктов сгорания. Теплопередача в поверхностях нагрева котла. Теплообмен в утилизационных котлах.							
6	Раздел 6. Конструкции котлов и их элементов		1 Часы	1 Часы	8 Часы			10 Часы
6,1	Тема 6.1. Основные сведения о количественном и качественном составе судовых котельных установок. Главные водотрубные котлы.							
6,2	Тема 6.2. Влияние паропроизводительности и параметров пара на конструктивные особенности котлов. Конструкции отечественных и зарубежных судовых котлов. Вспомогательные котлы отечественной и зарубежной постройки: водотрубные, огнетрубные и огнетрубно-водотрубные.							
6,3	Тема 6.3. Комбинированные судовые котлы. Котлы систем с органическим теплоносителем. Котлы в системах термического удаления судовых отходов. Конструкции и характеристики современных утилизационных котлов. Арматура и другие элементы котла.							
6,4	Тема 6.4. Конструктивные особенности клапанов: главных стопорных, питательных, предохранительных и других. Водоуказательные приборы, контрольно-измерительные приборы. Опоры, каркас и обшивка котла. Тепловая изоляция. Системы обдувки поверхностей нагрева котлов.							
7	Раздел 7. Гидродинамические характеристики судовых котлов	1 Часы	1 Часы	1 Часы	8 Часы			11 Часы
7,1	Тема 7.1. Процесс парообразования. Кипение в большом объеме и при вынужденном течении в трубах. Режимы течения пароводяной смеси в трубах. Процесс естественной циркуляции. Движущий и полезный напоры, скорость и кратность циркуляции. Явления застоя и опрокидывания циркуляции, кавитации. Расчет циркуляции.							
7,2	Тема 7.2. Определение гидродинамических сопротивлений водяного и парового трактов котлов. Процесс принудительной циркуляции. Тепловая и гидравлическая неравномерности.							
7,3	Тема 7.3. Аэродинамические и газодинамические характеристики котлов. Самотяга в газоходах котла. Сопротивления в воздушном и газовом трактах.							
7,4	Тема 7.4. Сопротивления при поперечном омывании трубных поверхностей. Местные сопротивления. Суммарное сопротивление воздушногазового тракта.							
8	Раздел 8. Материалы для постройки и ремонта котлов. Расчет прочности. Требования Российского Морского Регистра		2 Часы	1 Часы	7 Часы			10 Часы
8,1	Тема 8.1. Основные характеристики материалов, изменение свойств материалов в процессе работы. Марки сталей, используемых в котлостроении. Расчет на прочность основных элементов котла. Виды освидетельствования котлов Российским Морским регистром судоходства.							
9	Раздел 9. Основные сведения об автоматизации котельных установок							
9,1	Тема 9.1. Режимы работы котлов. Нестационарные процессы и динамические характеристики котлов. Регулируемые параметры.				10 Часы			10 Часы
9,2	Тема 9.2. Системы автоматического регулирования процесса питания главных, вспомогательных и утилизационных котлов.				10 Часы			10 Часы

9,3	Тема 9.3. Системы автоматического регулирования процесса горения и регулирования температуры пара.				7 Часы			7 Часы
9,4	Тема 9.4. Системы сигнализации и защиты котлов. Способы обнаружения неисправности и меры, необходимые для предотвращения повреждений элементов котлов и обслуживающих механизмов.				4 Часы			4 Часы
10	Раздел 10. Консультирование, проверка и защита курсовой работы				2 Часы	2 Часы		4 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции			
1	Раздел 1. Введение. Котельные установки на транспорте				
1,1	Тема 1.1. Потребители пара на транспортных объектах: назначение, классификация. Выбор параметров теплоносителей.	ПК-63.(ИДК: ПК-63.3.1;)			
1,2	Тема 1.2. Принцип действия, состав и основные системы котельной установки.	ПК-63.(ИДК: ПК-63.3.1;ПК-63.У.1;ПК-63.В.1;)			
1,3	Тема 1.3. Понятие о судовом котле: основные элементы котла, принцип его действия классификация котлов. Требования к судовым котлам. Показатели назначения, экономичности, надежности.				
2	Раздел 2. Топливо для судовых котлов. Основы теории топочных процессов				
2,1	Тема 2.1. Виды и характеристика топлива, классификация и марки жидких котельных топлив.	ПК-63.(ИДК: ПК-63.3.1;)			
2,2	Тема 2.2. Элементарный состав топлива, его характеристики. Теплота сгорания. Материальный баланс процесса горения топлива.	ПК-63.(ИДК: ПК-63.3.1;ПК-63.У.1;ПК-63.В.1;)			
2,3	Тема 2.3. Основы теории топочных процессов: химическое равновесие и закон действующих масс, зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, цепные реакции, кинетическое и диффузионное горение.				
3	Раздел 3. Топочные устройства котлов	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;)			
3,1	Тема 3.1. Сжигание жидких топлив в топках котла. Механизм выгорания капли жидкого топлива. Сжигание жидкого топлива в факеле.				
3,2	Тема 3.2. Классификация, конструктивные особенности и характеристики топочных устройств.				
3,3	Тема 3.3. Распыление жидких топлив. Принцип действия и характеристики форсунок.				
3,4	Тема 3.4. Агрегатированные топочные устройства. Методы интенсификации процесса сгорания топлива. Сжигание водотопливных эмульсий в судовых котлах.				
4	Раздел 4. Тепловой баланс судового котла	ПК-36.(ИДК: ПК-36.У.1;ПК-36.В.1;)			
4,1	Тема 4.1. Уравнение прямого и обратного теплового баланса. Полезно используемая теплота, коэффициент полезного действия и расход топлива.				
4,2	Тема 4.2. Потери теплоты. Факторы, влияющие на величину тепловых потерь. Температура точки росы. Определение тепловых потерь. Пути снижения тепловых потерь. Уравнения теплового баланса утилизационного котла.				
5	Раздел 5. Теплообмен в судовых котлах	ПК-36.(ИДК: ПК-36.3.1;)			
5,1	Тема 5.1. Теплообмен в топке судового котла. Использование законов лучистого теплообмена и теории подобия для расчета теплообмена в топке. Тепловое напряжение топочного объема. Полезное тепловыделение в топке.				
5,2	Тема 5.2. Излучающая способность продуктов сгорания. Эффективная толщина излучающего слоя и коэффициент ослабления лучей.				
5,3	Тема 5.3. Степень черноты факела и топки. Средняя теплоемкость продуктов сгорания. Теплопередача в поверхностях нагрева котла. Теплообмен в утилизационных котлах.				
6	Раздел 6. Конструкции котлов и их элементов	ПК-36.(ИДК: ПК-36.У.1;ПК-36.В.1;)			
6,1	Тема 6.1. Основные сведения о количественном и качественном составе судовых котельных установок. Главные водотрубные котлы.				

6,2	Тема 6.2. Влияние паропроизводительности и параметров пара на конструктивные особенности котлов. Конструкции отечественных и зарубежных судовых котлов. Вспомогательные котлы отечественной и зарубежной постройки: водотрубные, огнетрубные и огнетрубно-водотрубные.				
6,3	Тема 6.3. Комбинированные судовые котлы. Котлы систем с органическим теплоносителем. Котлы в системах термического удаления судовых отходов. Конструкции и характеристики современных утилизационных котлов. Арматура и другие элементы котла.				
6,4	Тема 6.4. Конструктивные особенности клапанов: главных стопорных, питательных, предохранительных и других. Водоуказательные приборы, контрольно-измерительные приборы. Опоры, каркас и обшивка котла. Тепловая изоляция. Системы обдувки поверхностей нагрева котлов.				
7	Раздел 7. Гидродинамические характеристики судовых котлов	ПК-6.(ИДК: ПК-6.3.1;)			
7,1	Тема 7.1. Процесс парообразования. Кипение в большом объеме и при вынужденном течении в трубах. Режимы течения пароводяной смеси в трубах. Процесс естественной циркуляции. Движущий и полезный напоры, скорость и кратность циркуляции. Явления застоя и опрокидывания циркуляции, кавитации. Расчет циркуляции.				
7,2	Тема 7.2. Определение гидродинамических сопротивлений водяного и парового трактов котлов. Процесс принудительной циркуляции. Тепловая и гидравлическая неравномерности.				
7,3	Тема 7.3. Аэродинамические и газодинамические характеристики котлов. Самотяга в газоходах котла. Сопротивления в воздушном и газовом трактах.				
7,4	Тема 7.4. Сопротивления при поперечном омывании трубных поверхностей. Местные сопротивления. Суммарное сопротивление воздушногазового тракта.				
8	Раздел 8. Материалы для постройки и ремонта котлов. Расчет прочности. Требования Российского Морского Регистра	ПК-6.(ИДК: ПК-6.У.1;ПК-6.В.1;)			
8,1	Тема 8.1. Основные характеристики материалов, изменение свойств материалов в процессе работы. Марки сталей, используемых в котлостроении. Расчет на прочность основных элементов котла. Виды освидетельствования котлов Российским Морским регистром судоходства.				
9	Раздел 9. Основные сведения об автоматизации котельных установок				
9,1	Тема 9.1. Режимы работы котлов. Нестационарные процессы и динамические характеристики котлов. Регулируемые параметры.	ПК-6.(ИДК: ПК-6.3.1;ПК-6.У.1;ПК-6.В.1;)			
9,2	Тема 9.2. Системы автоматического регулирования процесса питания главных, вспомогательных и утилизационных котлов.	ПК-6.(ИДК: ПК-6.3.1;ПК-6.У.1;ПК-6.В.1;)			
9,3	Тема 9.3. Системы автоматического регулирования процесса горения и регулирования температуры пара.	ПК-6.(ИДК: ПК-6.3.1;ПК-6.У.1;ПК-6.В.1;)			
9,4	Тема 9.4. Системы сигнализации и защиты котлов. Способы обнаружения неисправности и меры, необходимые для предотвращения повреждений элементов котлов и обслуживающих механизмов.	ПК-6.(ИДК: ПК-6.3.1;ПК-6.У.1;ПК-6.В.1;)			
10	Раздел 10. Консультирование, проверка и защита курсовой работы	ОПК-2.(ИДК: ОПК-2.3.1;ОПК-2.У.1;ОПК-2.В.1;)			

5. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.3.1 Естественнонаучные и общеинженерные, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.У.1 Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.В.1 Естественнонаучными и общеинженерными знаниями, аналитическими методами в профессиональной деятельности

2	Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ПК-36.З.1 Оборудование, элементы и сестемы оборудования для замены в процессе эксплуатации судов	ПК-36.У.1 Осуществлять выбор оборудования, элементов и сестем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов	ПК-36.В.1 Навыками выбора оборудования, элементов и сестем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов
3	Способен осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов	ПК-6.З.1 Подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: ГД, ДГ, ПК, и другие вспомогательные механизмы	ПК-6.У.1 Осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: ГД, ДГ, ПК, и другие вспомогательные механизмы	ПК-6.В.1 Навыками осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: ГД, ДГ, ПК, и другие вспомогательные механизмы
4	Способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и Способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению	ПК-63.З.1 Причины отказов судового оборудования, определять и способен устанавливать причины отказов судового оборудовани, определять и осуществлять мероприятия по их предотваращению	ПК-63.У.1 Определять причины отказов судового оборудования, определять и способен устанавливать причины отказов судового оборудовани, определять и осуществлять мероприятия по их предотваращению	ПК-63.В.1 Методами определения причины отказов судового оборудования, определять и способен устанавливать причины отказов судового оборудовани, определять и осуществлять мероприятия по их предотваращению

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих требуемых Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года стандартов компетентности:

№ п/п	Таблица	Функция	Сфера компетентности
1		A-III/1-1. Судовые механические установки на уровне эксплуатации	A-III/1-1.4. Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления
2		A-III/2-3. Техническое обслуживание и ремонт на уровне управления	A-III/2-3.2. Обнаружение и выявление причин неисправной работы механизмов и устранение неисправностей
3		A-III/4-1. Судовые механические установки на вспомогательном уровне	A-III/4-1.2. Для несения вахты в котельном отделении: Поддержание надлежащего уровня воды и давления пара

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

6.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Стул (45 ед.); Стол аудиторный (2 ед.); Дизель-генератор ДГА 50/9 (1 ед.); Дизель-генератор АСДА2-12/Т (1 ед.); Котел КГВ 0.25/3 (1 ед.); Котел КВС – 200 (1 ед.); Котел КОАВ – 68 (1 ед.); мультимедийное оборудование (1 ед.); телевизор (1 ед.); видео магнитофон (1 ед.) (1))	1
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	1

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

6.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров

1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Садеков, М.Х.;Судовые котельные установки;атлас конструкций:метод.пособие;Садеков, М.Х.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 011	Текст	8
3	Пискунов, В.А.;Судовые вспомогательные котельные установки и их эксплуатация;лабор.практикум для студ.спец.180403 очн.и заочн.обучения;Пискунов, В.А.Садеков, М.Х.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 006	Текст	177
4	Денисенко, Н.И.;Судовые котельные установки;учебник;Денисенко, Н.И.Костылев, И.И.-СПб.,Элмор; <null> ;	2 005	Текст	71
5	Садеков, М.Х.;Судовые котельные установки: описание конструкций;прилож.к атласу для студ.очн.и заочн.обучения спец.180405;Садеков, М.Х.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	30
6	Колыванов, В.В.;Тепловой расчет вспомогательного автономного парового котлоагрегата;метод.указания к выполн.курс.работы для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403, 180405;Колыванов, В.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 013	Текст	169
7	Колыванов, В.В.;Тепловой расчет вспомогательного автономного парового котлоагрегата;метод.указания к выполн.курс.работы для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403, 180405;Колыванов, В.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 013	Электронный ресурс	0
8	Садеков, М.Х.;Судовые котельные установки: описание конструкций;прилож.к атласу для студ.очн.и заочн.обучения спец.180405;Садеков, М.Х.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	Электронный ресурс	0
9	Садеков, М.Х.;Расчет механической форсунки;метод.указания к выполн.контр.заданий для студ.заочн.обучения спец.180403;Садеков, М.Х.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	Электронный ресурс	0
10	Сень, Л.И.;Судовые котельные и паропроизводящие установки;курс лекций:учеб.пособие;Сень, Л.И.-Владивосток,МГУ им.адм.Г.И.Невельского; URL: https://e.lanbook.com/book/20158 ;<null>	2 011	Электронный ресурс	0
11	Варечкин, Ю.В.;Судовые котельные паропроизводящие установки;конспект лекций для студентов: [по направлению подготовки 26.05.06];Варечкин, Ю.В.Матвеев, Ю.И.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 020	Электронный ресурс	0
12	Варечкин, Ю.В.;Судовые котельные и паропроизводящие установки;конспект лекций для студентов: [по направлениям подготовки 26.05.06];Варечкин, Ю.В.Матвеев, Ю.И.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 020	Текст	50
13	Храмов, М.Ю.;Лабораторный практикум: Судовые котельные паропроизводящие установки;для студентов: [по направлению подготовки 26.05.06];Колыванов, В.В.Матвеев, Ю.И.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 021	Электронный ресурс	0
14	Храмов, М.Ю.;Лабораторый практикум: Судовые котельные и паропроизводящие установки;для студентов: [по направлению подготовки 26.05.06];Колыванов, В.В.Матвеев, Ю.И.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 021	Текст	50
15	Очеретяный, В.А.;Расчеты судового парового котла;учебное пособие для курсового и дипломного проектирования;Очеретяный, В.А.-Севастополь,СевГУ; URL: https://reader.lanbook.com/book/221543 (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 021	Электронный ресурс	0

16	Крылов, В.И.;Котельные установки;учебное пособие;Крылов, В.И.Крылов, Д.В.-Санкт-Петербург,ПГУПС; URL: https://reader.lanbook.com/book/49123 (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 014	Электронный ресурс	0
17	Елистратов, С.Л.;Котельные установки и парогенераторы;учебное пособие;Елистратов, С.Л.Шаров, Ю.И.-Новосибирск,<null>; URL: https://reader.lanbook.com/book/118136 (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 017	Электронный ресурс	0
18	Акладная, Г.С.;Методика теплового расчета вертикального водотрубного парового котла;учебное пособие;Акладная, Г.С.Романов, Р.Н.-Москва,Альтаир; URL: https://reader.lanbook.com/book/188173 (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 005	Электронный ресурс	0

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.
Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: http://www.eios.vsuwt.ru/.

6.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

6.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

7. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Сфера компетентности (МК ПДНВ)	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
				Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ПК-63.З.1, ПК-63.У.1, ПК-63.В.1	A-III/1-1.4.,A-III/2-3.2.	1, 2	Текущий контроль	Опрос	Предлагается 5 вопросов. На подготовку 10 минут	Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает нелогичное и непоследовательное изложение материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, способен быстро реагировать на уточняющие вопросы
2	ОПК-2.З.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1	A-III/1-1.4.,A-III/2-3.2.,A-III/4-1.2.	3	Текущий контроль	Опрос	Предлагается 5 вопросов. На подготовку 10 минут	Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает нелогичное и непоследовательное изложение материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, способен быстро реагировать на уточняющие вопросы
3	ПК-36.З.1, ПК-36.У.1, ПК-36.В.1	A-III/1-1.4.,A-III/2-3.2.,A-III/4-1.2.	4, 5, 6	Текущий контроль	Опрос	Предлагается 5 вопросов. На подготовку 10 минут	Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает нелогичное и непоследовательное изложение материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, способен быстро реагировать на уточняющие вопросы

4	ПК-6.3.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1	А-III/1-1.4.,А-III/2-3.2.,А-III/4-1.2.	7, 8, 9	Текущий контроль	Опрос	Предлагается 5 вопросов. На подготовку 10 минут	Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает нелогичное и непоследовательное изложение материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, способен быстро реагировать на уточняющие вопросы
5	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-36.3.1, ПК-36.У.1, ПК-36.В.1, ПК-6.3.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1,ПК-6 3.3.1,ПК-6 3.У.1,ПК-6 3.В.1	А-III/1-1.4.,А-III/2-3.2.,А-III/4-1.2.	10	Промежуточная аттестация	Курсовая работа	Защита	Работа не выполнена или содержание не соответствует заданию, допущены грубые теоретические ошибки; обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или не отвечает на них	Работа выполнена правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения	Работа выполнена в полном объеме; проработаны все разделы содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; обучающийся твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обоснованно	Работа выполнена в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения
6	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-36.3.1, ПК-36.У.1, ПК-36.В.1, ПК-6.3.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1,ПК-6 3.3.1,ПК-6 3.У.1,ПК-6 3.В.1	А-III/1-1.4.,А-III/4-1.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	Промежуточная аттестация	Экзамен	Экзамен по билетам	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию
7	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1, ПК-36.3.1, ПК-36.У.1, ПК-36.В.1, ПК-6.3.1,ПК-6.У.1,ПК-6.В.1,ПК-6 3.3.1,ПК-6 3.У.1,ПК-6 3.В.1	А-III/1-1.4.,А-III/4-1.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Экзамен в виде тестов	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов

Опрос по дисциплине
«Судовые котельные и паропроизводящие установки»

1. Оценка полноты горения топлива по результатам анализа газов.
2. Выбор температуры подогрева топлива перед форсункой.
3. Размещение котлов на судне Конструкция опор котла.
4. Условия, определяющие величину теплового напряжения топочного объема.
5. Понятие о коэффициентах прочности и запаса прочности.
6. Определение величины самотяги. Ее мощности, влияние на мощности вентилятора.
7. Теоретическое и действительное количество воздуха, необходимое для сгорания топлива.
8. Понятие о подъемных и опускных трубах циркуляционного контура. Расположение опускных труб, их размеры.
9. Способы регулирования производительности утилизационных котлов.
10. Требования, предъявляемые к топливу, используемому для морских котлов.
11. Анализ тепловых потерь при изменении нагрузки котла.
12. Методы учета загрязнения и неполноты смывания поверхностей нагрева.
13. Общие принципы выбора материалов для постройки судовых котлов. Наиболее распространенные марки сталей.
14. Принципиальная схема систем автоматического регулирования питания котлов.
15. Средний температурный напор. Методика его определения.
16. Кратность циркуляции главных котлов, понятия и числовые значения.
17. Уравнение КПД по обратному тепловому балансу. Величина тепловых потерь

Опрос по дисциплине
«Судовые котельные и паропроизводящие установки»

1. Принцип распыления топлива механической форсунки.
2. Уравнение для КПД по прямому тепловому балансу.
3. Теплота сгорания топлива: высшая и низшая.
4. Конструкция котлов со смешанной поверхностью.
5. Средства борьбы с сернистой коррозией.
6. Паромеханические форсунки: их конструкция, преимущества.
7. Анализ показателей рабочего процесса. График эксплуатационных характеристик котла.
8. Определение коэффициента теплоотдачи от газов к стенке труб.
9. Особенности конструкции утилизационных котлов.
10. Методы регулирования температуры перегретого пара.
11. Определение величины недогрева до кипения в пароводяном барабане.
12. Аэродинамическое сопротивление. Цель расчета и методика.
13. Система автоматической защиты котлов.

Опрос по дисциплине
«Судовые котельные и паропроизводящие установки»

1. Понятие о процессе естественной циркуляции.
2. Процесс теплообмена в топке. Цель и методика расчета.
3. Уравнение коэффициента теплопередачи и его анализа.
4. Сажеобдувка; назначение, оборудование, периодичность, порядок выполнения.
5. Типы и принцип действия предохранительных клапанов, их регулирование.
6. Классификация котлов.
7. Расчетные уравнения, характеризующие теплообмен в утилизационных котлах.
8. Величины коэффициентов избытка воздуха в современных котлах и их роль в рабочем процессе.
9. Причины, вызывающие тепловые потери от химической неполноты горения.
10. Уравнения, характеризующие теплообмен в пароперегревателе.
11. Зависимости для определения тепловых потерь, анализ факторов, определяющих величину потерь.
12. Схема котлов типа КАВ.
13. Явление кавитация в опускных трубах и способ его предотвращения.
14. Типы воздухоподогревателей, их конструктивные особенности. Влияние температуры на процесс горения.
15. Основные требования, предъявляемые к автоматизации судовых котлов.

Опрос по дисциплине
«Судовые котельные и паропроизводящие установки»

1. Выбор допускаемых напряжений при расчете прочности элементов.
2. Уравнения, характеризующие процесс теплообмена в пучке труб парообразующей поверхности.
3. Уравнения, характеризующие теплообмен в водяном экономайзере.
4. Основная документация по котельной установке на судне.
5. Энтальпия дымовых газов, метод расчета, построение диаграммы «I-t».
6. Виды освидетельствований котлов Морским Регистром судоходства.
7. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. Требования, предъявляемые к ним, размещение и крепление.
8. Типы воздухонаправляющих устройств. Регулировка количества воздуха.
9. Принципиальная схема котельной установки с глубокой утилизацией тепла. Параметры пара.
10. Назначение пароохладителей. Компоновка их в котлах.
11. Устройства для сепарации пара, их назначение и размещение.
12. Автоматизация процесса горения. Принципиальная схема.
13. Элементарный состав и характеристики топлива для судовых котлов.
14. Схема утилизационной установки обычной утилизации тепла.
15. Конструкция и принцип действия форсунки с вращающимся распылителем.
16. Уравнения, характеризующие конвективный теплообмен.
17. Основные понятия и определения процесса теплопередачи.
18. Схема топливной системы. Основные критерии выбора температуры подогрева топлива.
19. Конструкция водоуказательных приборов и их обслуживания.

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волжская государственная академия водного транспорта»

Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок

Тепловой расчёт вспомогательного автономного парового котлоагрегата

Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов очного и заочного обучения
специальности «Эксплуатация судовых
энергетических установок» (26.05.06)

Составитель – В.В. Колыванов

Нижний Новгород
Издательство ФГБОУ ВО
«ВГУВТ» 2018

УДК 621.18
Т34

Р е ц е н з е н т – доц., канд. техн. наук М.Х. Садеков

Тепловой расчёт вспомогательного автономного парового котлоагрегата : метод. указ. к выполн. курс. проекта для студ. оч. и заоч. обуч. / сост. – В.В. Колыванов. – Н. Новгород : Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2018. – 24 с.

Рассмотрены общие вопросы выполнения курсового проекта по дисциплине «Судовые вспомогательные котельные установки». Дана методика теплового расчета судового вспомогательного котла. Приведены необходимые справочные данные, а также рекомендации по выбору основных геометрических и теплотехнических характеристик котлов.

Для студентов очного и заочного обучения специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок».

Работа рекомендована к изданию кафедрой эксплуатации судовых энергетических установок (протокол № 6 от 13.03.2018 г.).

© ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,2018

1. Цель и задачи курсового проекта

Целью выполнения курсового проекта является закрепление и углубление лекционного материала, приобретение навыков теплового расчета и проектирования современного вспомогательного судового котла.

В процессе выполнения курсового проекта студент решает ряд практически важных задач, приобретая необходимый опыт будущей инженерной работы:

обоснование выбранной схемы котла и компоновка теплообменных поверхностей;

оценка тепловых потерь и коэффициента полезного действия котла;

освоение методов расчета теплообмена в топке и трубных пучках.

При выполнении работы необходимо проявить самостоятельность и умение пользоваться современной учебной и научно-технической литературой.

2. Задание на курсовую работу

Задание на курсовую работу включает следующие данные: вид топлива, паропроизводительность (D); параметры пара – давление пара ($P_{\text{н.п.}}$) в пароводяном барабане; массовое паросодержание на выходе из котла (X); температура питательной воды ($t_{\text{п.в.}}$); температура уходящих газов ($t_{\text{ух.}}$), диаметр трубок (d), шаг (s_1, s_2).

Все варианты задания предполагают расчет вертикального водотрубного котла с экономайзером, производящего насыщенный пар.

Выбор задания выполняется по номеру группы студента и последней цифре шифра студенческого билета. Номер группы устанавливается в зависимости от начальной буквы фамилии студента:

А, В, Е, Ж, Л, М, Э – 1 группа
Г, Д, З, И, Р, С, Щ – 2 группа
Б, Н, О, Т, У, Ю, Я – 3 группа
К, П, Ф, Х, Ц, Ч, Ш – 4 группа

Численные значения исходных данных для расчета по каждому варианту представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. **Исходные данные к тепловому расчету котла**

Парам.	Группа	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D, кг/с	1, 2 3, 4	0,5 1,4	0,6 1,5	0,7 1,6	0,8 1,7	0,9 1,8	1,0 1,9	1,1 2,0	1,2 2,1	1,3 2,2	1,2 2,1
$P_{\text{н.п.}}$, МПа	1, 3 2, 4	1 0,5	0,5 1	0,5 0,5	1 0,5	1 1	0,5 1	1 1	1,0 0,5	0,5 1,0	0,5 0,5
X	1, 4 2, 3	0,98 0,97	0,99 0,98	0,98 0,97	0,99 0,98	0,98 0,97	0,99 0,98	0,98 0,97	0,99 0,98	0,98 0,97	0,99 0,98
$t_{\text{п.в.}}$, °С	1, 2 3, 4	56 55	57 56	58 57	59 58	60 59	61 60	62 61	63 62	64 63	65 64
$t_{\text{ух.}}$, °С	1, 3 2, 4	280 360	355 285	290 350	345 295	300 340	335 305	310 330	325 315	320 290	340 330
d,м	1, 4	0,029	0,038	0,029	0,038	0,029	0,038	0,029	0,029	0,038	0,029
dв, м	1, 4	0,024	0,032	0,024	0,032	0,024	0,032	0,024	0,024	0,032	0,024
d,м	2, 3	0,038	0,029	0,029	0,038	0,029	0,029	0,038	0,038	0,029	0,029
dв, м	2, 3	0,032	0,024	0,024	0,032	0,024	0,024	0,032	0,032	0,024	0,024
s_1	1, 4	0,04	0,055	0,04	0,055	0,04	0,055	0,04	0,04	0,055	0,04
s_2	1, 4	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05
s_1	2, 3	0,055	0,04	0,04	0,055	0,04	0,04	0,055	0,055	0,04	0,04
s_2	2, 3	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05
Вид топл.	1, 2 3, 4	Моторное									

Таблица 2. **Арматура котлоагрегата (варианты)**

1	Невозвратный питательный клапан
2	Сдвоенный прямодействующий предохранительный клапан
3	Главный стопорный клапан
4	Запорно-питательный клапан
5	Форсунка
6	Паромеханическая форсунка
7	Форсунка, регулируемая обратным сливом топлива
8	Одинарный прямодействующий предохранительный клапан
9	Клапан верхнего и нижнего продувания
10	Водомерная колонка

3. Содержание пояснительной записки курсового проекта

Пояснительная записка включает описательную и расчетную части. В описательной части должны найти отражение следующие вопросы:

- краткое описание конструкции и принципа действия парового котлоагрегата;
- преимущества и недостатки котлов выбранной схемы;
- эскиз топки и трубных пучков расчетного варианта котла;
- требования РРР, предъявляемые к арматуре котлоагрегата (по варианту, см. табл. 2).

Расчетная часть содержит методику теплового расчета и результаты вычислений, представленные в табличной форме (табл. 3) и в приложении.

Таблица 3. **Тепловой расчет вспомогательного парового котла**

Величина	Формула или обоснование	Численное значение
1. Задание на проектирование и исходные данные по пароводяному тракту		
Полная паропроизводительность D, кг/с	Задано	
Давление (избыточное), МПа, пара в пароводяном барабане $P_{н.п.}$	Задано	
Температура, °С:		
питательной воды, $t_{п.в.}$	Задано	
насыщения, t_s	Табл. 4*	
на выходе из экономайзера, $t_{эк}$	Принимаем	190
Массовое паросодержание при выходе из пароводяного барабана X	Задано	
Энтальпия, кДж/кг:		
кипящей воды при $P_{н.п.}$ – h'	Табл. 4	
сухого пара при $P_{н.п.}$ – h''	Табл. 4	
насыщенного пара при выходе из пароводяного барабана – $h_{н.п.}$	Формула [1]	
питательной воды – $h_{н.п.}$	Табл. 5	
воды при выходе из экономайзера – $h_{эк}$	Принимаем	807,6
Удельный объем, м^3/кг:	Табл. 5	
питательной воды – $V_{п.в.}$	Табл. 5	

* Табл. 4–9, а также формулы и рисунки – см. Приложение.

Величина	Формула или обоснование	Численное значение
воды при выходе из экономайзера – $V_{эк}$	Табл. 4	
кипящей воды при $P_{п.}$ – V'	Табл. 4	
сухого пара при $P_{п.}$ – V''	Формула [2]	
насыщенного пара $V_{н.п.}$		
2. Предварительный тепловой баланс и определение расхода топлива		
Температура, °С:		
уходящих газов, $t_{ух.}$	Задано	
холодного воздуха, $t_{х.в.}$	Принимаем	30
горячего воздуха, $t_{г.в.}$	-//-	150
подогрева топлива, $t_{тл}$	-//-	115
Теплоемкость при $t_{х.в.}$, кДж/(м^3·К):		
сухого воздуха $C_{с.в.}$	Табл. 6	
водяных паров C_{H_2O}	-//-	
Коэффициент избытка воздуха α	Принимаем	1,1
Энтальпия, кДж/кг:		
холодного воздуха $h_{х.в.}$	Формула [3]	
уходящих газов $h_{ух.}$	Диаграмма h–t Рис. 1	
Тепловая потеря с уходящими газами Q_2, кДж/кг	Формула [5]	
Располагаемая теплота: $Q_р^р = Q_н^р$	Табл. 7	
Относительные тепловые потери:		
с уходящими газами q_2	Формула [6]	
от химической неполноты сгорания q_3	Принимаем	0,005
в окружающую среду q_5	Принимаем	0,04
КПД котла η	Формула [7]	
Коэффициент сохранения теплоты φ	Формула [8]	
Расчетный расход топлива B, кг/с	Формула [9]	
3. Данные к расчету теплообмена в топке и построению ее компоновочного эскиза		
Удельная мощность топки $q_т$, кВт/м^3	Принимаем	900
Объем топки $V_т$, м^3	Формула [10]	
Число форсунок N	Принимаем	1
Расчетная производительность одной форсунки $B_ф$, кг/с	Формула [11]	
Расчетная длина топки $L_т$, м	Формула [12]	
Расход воздуха через отверстие фурмы $V_ф$, м^3/с	Формула [13]	
Скорость воздуха в отверстии фурмы $W'_ф$, м/с	Принимаем	40
Живое сечение фурмы f', м^2	Формула [14]	
Расчетный диаметр фурмы $d'_ф$, м	Формула [15]	
Принятый диаметр фурмы $d_ф$, м	Округляем	

Величина	Формула или обоснование	Численное значение
Принятое живое сечение фурмы f, м^2	Формула [16]	
Действительная скорость воздуха в отверстии фурмы $W_ф$, м/с	Формула [17]	
Паровая нагрузка зеркала испарения $R_{з.и.}$, кг/(м^2·с)	Принимаем	0,9
Внутренний диаметр, м:		
пароводяного коллектора $d_{п.к.}$	Формула [18]	
водяного коллектора $d_{в.к.}$	Принимаем	0,5
Площадь поперечного сечения топки $F_т$, м^2	Формула [19]	
Освещенная длина участков лучевоспринимающих труб, м:		
экрана, $l_э$	Формула [61]	
первого ряда притопочного пучка, $l_п$	Формула [62]	
Условная лучевоспринимающая поверхность топки $H_л$, м^2	Формула [20]	
Полная площадь поверхности стен топки $F_{ст}$, м^2	Формула [21]	
Степень экранирования топки, ψ	Формула [22]	
Эффективная толщина излучающего слоя топки S, м	Формула [23]	
4. Расчет теплообмена в топке		
Теплоемкость при $t_{гв}$, кДж/(м^3·К):		
сухого воздуха, $C_{с.в.}$	Табл. 6	
водяных паров, C_{H_2O}	Табл. 6	
Энтальпия, кДж/кг:		
воздуха при $t_{гв}$, $h_{гвt}$	Формула [24]	
газов (продуктов сгорания) при адиабатной температуре h_a	Формула [25]	
Адиабатная температура газов $t_а$, °С	Диаграмма h – t (рис. 1)	
Адиабатная температура газов $T_а$, К	Формула [26]	
Температура газов на выходе из топки $t_т$, °С	Принимаем	1300
Температура газов на выходе из топки $T_т^{`}$, К	Формула [27]	
Энтальпия газов на выходе из топки $h_т$, кДж/кг	Диаграмма $h-t$ Рис. 1	
Средняя суммарная теплоемкость газов $\sum(V_C)$, кДж/(кг·К)	Формула [28]	
Коэффициент ослабления лучей, 1/(м·МПа):		
сажистыми частицами $k_с$	Формула [29]	

Величина	Формула или обоснование	Численное значение
трехатомными газами k	Формула [30]	
Степень черноты:		
трехатомных газов $a_г$	Формула [31]	
светящегося пламени $a_{св}$	Формула [32]	
Коэффициент усреднения m	Принимаем	0,846
Эффективность степени черноты факела $a_ф$	Формула [33]	
Коэффициент загрязнения экранных труб ξ	Принимаем	0,4
Степень черноты топки $a_т$	Формула [34]	
Критерий Больцмана B_o	Формула [35]	
Температура газов на выходе из топки:		
безразмерная Θ	Формула [36]	
искомая $\Theta_т$, °С	Формула [37]	
Энтальпия газов на выходе из топки $h_т$, кДж/кг	Диаграмма h–t (рис. 1)	
Тепловая мощность лучевоспринимающей поверхности нагрева топки $Q_л$, кВт	Формула [38]	
5. Конструктивный расчет парообразующего притопочного пучка		
Наружный диаметр труб, d, м	Задано	
Шаг, м:		
поперечный, s_1	Задано	
продольный, s_2	Задано	
Число труб в одном ряду, z_1	Формула [39]	
Полная длина труб среднего ряда пучка, $l = L_т \cdot 2{,}09$, м	Рис. 2	
Коэффициент свободного прохода газов ω	Формула [40]	
Живое сечение для прохода газов $F_г$, м^2	Формула [41]	
Поверхность нагрева одного ряда $H_р$, м^2	Формула [42]	
Тепловая мощность параобразуюшего притопочного пучка $Q_п$, кВт	Формула [43]	
Энтальпия газов при выходе из пучка h_1, кДж/кг	Формула [44]	
Температура газов при выходе из пучка Θ_1, °С	Диаграмма h–t Рис. 1	
Средняя температура газов в пучке $\Theta_п$, °С	Формула [45]	
Средняя температура газов в пучке $T_п$, К	Формула [46]	
Теоретический объем:		
сухого воздуха V^o	Табл. 7	
газов $V_г^o$	Табл. 7	

Величина	Формула или обоснование	Численное значение
продуктов сгорания $V_г$	Формула [30]	
Средняя скорость газов $W_г$, м/с	Формула [47]	
Коэффициент теплопроводности газов λ, Вт/(м К)	Табл. 9	
Коэффициент кинематической вязкости газов ν, м^2/с	-//-	
Критерий Прандтля газов P_r	-//-	
Коэффициент теплоотдачи конвекцией $\alpha_к$, Вт/(м^2 К)	Формула [48]	
Плотность теплового потока поверхности нагрева пучка $q_п$, Вт/м^2	Принимаем	
Коэффициент загрязнения труб ε, м^2·К/Вт	Принимаем (рис. 4)	$20 \cdot 10^3$
Температура наружной поверхности загрязняющего слоя $t_з$, °С	Формула [49]	
Температура наружной поверхности загрязняющего слоя $T_з$, К	Формула [50]	
Эффективная толщина излучающего слоя s, м	Формула [51]	
Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами κ, 1/(м·МПа)	Формула [52]	
Степень черноты трехатомных газов, $a_г$	Формула [53]	
Коэффициент, Вт/(м^2 К):		
теплоотдачи излучением трехатомных газов $\alpha_л$	Формула [54]	
от газов к стенке α_1	Формула [55]	
тепловой эффективности, ψ	Табл. 8	
теплопередачи, k, Вт/(м^2 К)	Формула [56]	
Температурный напор, δt	Формула [57]	
Расчет поверхности нагрева парообразующего притопочного пучка, $H_п$, м^2	Формула [58]	
Расчетное число рядов труб в пучке, z_2*	Формула [59]	
Принятое число рядов в пучке, z_2*	Округляем	
Принятая площадь поверхности нагрева, H*$_п$	Формула [60]	
6. Конструктивный расчет экономайзера		
Диаметр, м:		
наружный d	Задано	
внутренний $d_в$	Задано	

Величина	Формула или обоснование	Численное значение
Шаг, м:		
поперечный s_1	Задано	
продольный s_2	Задано	
Ширина газохода b, м	Рис. 2.1	
Длина труб l, м	$L = L_т$	
Число труб в одном ряду z_1	Формула [63]	
Поверхность нагрева 1-го ряда $H_п$, м^2	Формула [64]	
Скорость воды при 1-ходовом змеевике $\omega_в^{ох}$, м/с	Формула [65]	
Число заходов змеевика $n_з$	Принимаем	3
Действительная скорость воды в трубах $\omega_в$, м/с	Формула [66]	
Живое сечение для прохода газов $F_г$, м^2	Формула [67]	
Мощность экономайзера $Q_эк$, кВт	Формула [68]	
Энтальпия газов при выходе из экономайзера h_3, кДж/кг	Формула [69]	
Температура газов при выходе из экономайзера Θ_3, °С	Диаграмма h-t	
Средняя температура газов в пучке $t'_{эк}$, °С	Формула [70]	
Средняя температура газов в пучке $T'_{эк}$, К	Формула [71]	
Средняя скорость газов $\omega_г$, м/с	Формула [72]	
Коэффициент теплопроводности газов λ, Вт/(м·К)	Табл.9	
Коэффициент кинематической вязкости газов, ν, м^2/с	Табл.9	
Критерий Прандтля газов P_r	Табл.9	
Коэффициент теплоотдачи конвекцией $\alpha_к$, Вт/(м^2·К)	Формула [48]	
Средняя температура воды в экономайзере $t_{эк.ср}$, °С	Формула [73]	
Температура наружной поверхности загрязняющего слоя $t_з$, °С	Формула [74]	
Температура наружной поверхности загрязняющего слоя $T_З$, К	Формула [75]	
Эффективная толщина излучающего слоя s, м	Формула [51]	
Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами κ, 1/(м·МПа)	Формула [76]	
Степень черноты трехатомных газов $a_г$	Формула [53]	
Коэффициент, Вт/(м^2·К):		
теплоотдачи излучением трехатомных газов $\alpha_л$	Формула [54]	

Величина	Формула или обоснование	Численное значение
от газов к стенке α_1	Формула [55]	
тепловой эффективности ψ	Табл. 8	
теплопередачи k, Вт/(м^2·К)	Формула [56]	
Примечание: *вместо $T_п$ подставлять $T_эк$*		
Температурный напор δ_t	Формула [77]	
Расчетная поверхность нагрева экономайзера $H_эк$, м^2	Формула [78]	
Расчетное число рядов труб в пучке z_2^*	Формула [79]	
Принятое число рядов в пучке z_2*	Округляем	
Принятая площадь поверхности нагрева $H_эк$*	Формула [80]	

4. Требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка должна быть написана автором четко и разборчиво или набрана и распечатана на ПК на листах формата А4 согласно [1].

В пояснительной записке, кроме расчетного материала, должно быть указанно ее содержание, приведен список используемой литературы, страницы должны быть пронумерованы. На титульном листе указывается наименование ВУЗа, факультет, группа, шифр, тема работы и фамилия автора.

Графическая часть работы состоит из чертежа общего вида котлоагрегата с необходимыми для понимания его устройства разрезами (формат А1), арматуры котлоагрегата (см. табл. 2) и спецификаций. В качестве источника информации можно использовать «Атлас конструкций судовых котельных установок» [2].

Законченный курсовой проект сдается на проверку. Преподаватель проверяет его и дает рекомендации по устранению ошибок и неточностей. Готовая работа подписывается преподавателем и назначается дата ее защиты.

Библиографический список

1. **Борисов, Н.Н.** Основные требования к оформлению дипломных и курсовых проектов (работ) : метод. указания к оформл. дипл. и курс. проектов (работ), а также отчётов о науч.-исслед. работе, выполняемых студ. электромех. фак-та / Н.Н. Борисов, В.А. Пискунов, Н.А. Пономарёв, М.Х. Садеков. – Н. Новгород : Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2005. – 66 с.

2. **Садеков, М.Х.** Судовые котельные установки. Атлас конструкций : метод. пособие по самост. изучению конструкций соврем. судовых котельных уст. / М.Х. Садеков, М.Ю. Храмов. – Н. Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – 53 с.

3. **Садеков, М.Х.** Судовые котельные установки: описание конструкций : приложение к атласу / М.Х. Садеков, М.Ю. Храмов. – Н. Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 60 с.

4. **Хряпченков, А.С.** Судовые вспомогательные и утилизационные котлы : учебное пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. / А.С. Хряпченков. – Л. : Судостроение, 1988. – 296 с.

5. **Федоренко, В.М.** «Эксплуатация судовых котельных установок» : учеб. для высш. инж. мор. уч-щ / В.М. Федоренко, В.М. Залетов, В.П. Рудеико, И.Г. Беляев. – М. : Транспорт, 1991. – 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочные данные к расчету

$$h_{\text{н.п.}} = h'(1-x) + h''x \quad [1]$$

$$V_{\text{н.п}} = V'(1-x) + V''x \quad [2]$$

$$h_{\text{х.в.}} = \alpha \cdot V^o \cdot (C_{\text{с.в.}} + 1{,}6 \cdot d_1 \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot t_{\text{х.в.}},\ d_1 = 0{,}01 \quad [3]$$

$$z_2 = L_{\text{т.}}/S_2 \quad [4]$$

$$Q_2 = h_{\text{у.х.}} - h_{\text{х.в.}} \quad [5]$$

$$q_2 = Q_2/Q_{\text{н}}^{\text{р}} \quad [6]$$

$$\eta = 1 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5),\ q_4 = 0 \quad [7]$$

$$\varphi = 1 - \frac{q_5}{q_1 + q_5},\ q_1 = \eta \quad [8]$$

$$B = D \cdot (h_{\text{н.п.}} - h_{\text{п.в.}})/(\eta \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}) \quad [9]$$

$$V_{\text{т}} = B \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}/q_{\text{т}} \quad [10]$$

$$B_{\text{ф}} = B/N \quad [11]$$

$$L_{\text{т}} = A\sqrt{B}_{\text{ф}},\ A = 4{,}8 \quad [12]$$

$$V_{\text{ф}} = \frac{\alpha V^{\text{o}} B_{\text{ф}} (t_{\text{г.в.}} + 273)}{273} \quad [13]$$

$$f' = V_{\text{ф}}/W_{\text{ф}}^{`} \quad [14]$$

$$d_{\phi}^{`} = \sqrt{\text{f}'/0{,}785} \quad [15]$$

$$f = 0{,}785 \cdot d_{\text{ф}}^2 \quad [16]$$

$$W_{\text{ф}} = V_{\text{ф}}/f \quad [17]$$

$$d_{\text{п.к.}} = D/(R_{\text{з.и.}} \cdot L_{\text{т}}) \quad [18]$$

$$F_{\text{т}} = V_{\text{т}}/L_{\text{т}} \quad [19]$$

$$H_{\text{л}} = H_{\text{л}}^{\text{з}} + H_{\text{л}}^{\text{п}} = (l_{\text{э}} + l_{\text{п}}) \cdot L_{\text{т}} \quad [20]$$

$$F_{\text{ст}} = H_{\text{л}} + 2F_{\text{т}} \quad [21]$$

$$\psi = H_{\text{л}}/F_{\text{ст}} \quad [22]$$

$$S = 3{,}6(V_{\text{т}}/F_{\text{ст}}) \quad [23]$$

$$h_{\text{г.в.}} = \alpha \cdot V^o (C_{\text{с.в.}} + 1{,}6 \cdot d_1 \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}) t_{\text{г.в.}}, d_1 = 0{,}01 \quad [24]$$

$$h_{\text{а}} = Q_{\text{н}}^{\text{р}}(1 - q_3) + h_{\text{г.в.}} \quad [25]$$

$$T_{\text{а}} = t_{\text{а}} + 273 \quad [26]$$

$$T_{\text{т}}^{`} = t_{\text{т}}^{`} + 273 \quad [27]$$

$$\sum (V_{\text{с}})_i = (h_{\text{а}} - h_{\text{т}})/(T_{\text{а}} - T_{\text{т}}) \quad [28]$$

$$k_c = 0{,}3 \cdot (2 - \alpha)\left(\frac{1{,}6 \cdot T_{\text{т}}}{1000} - 0{,}5\right)\frac{C^p}{H^p} \quad [29]$$

$$k = k_{\text{г}} \cdot r_{\text{п}} = \left(\frac{2{,}47 + 5{,}06 \cdot r_{\text{H}_2\text{O}}}{\sqrt{p \cdot r_{\text{п}} \cdot S}} - 1\right) \cdot \left(1 - \frac{0{,}37 \cdot T_{\text{Т}}}{1000}\right) \cdot r_n, \quad [30]$$

где p – давление в топке; $p = 0{,}1$ МПа

$$r_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{H}_2\text{O}}/V_r$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0{,}111 \cdot H^p + 0{,}0124 \cdot W^p + 1{,}6 \cdot d^1 \cdot V^o,\ d^1 = 0{,}01$$

$$r_n = r_{\text{RO}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$r_{\text{RO}_2} = V_{\text{RO}_2}/V_{\text{г}}$$

$$V_{\text{г}} = V_{\text{г}}^o + (1 + 1{,}6 \cdot d^l) \cdot (\alpha - 1) \cdot V^o$$

$$V_{\text{RO}_2} = 0{,}0187 \cdot (C^p + 0{,}375 \cdot S_{\text{л}}^{\text{р}})$$

$$a_{\text{г}} = 1 - e^{-k \cdot r_n \cdot p \cdot s}, \quad [31]$$

где e – основание натуральных логарифмов

$$a_{\text{св}} = 1 - e^{-(k \cdot r_n + k_c) p \cdot s},\ \text{где}\ k_c\ \text{– по формуле [29]} \quad [32]$$

$$a_{\text{ф}} = m \cdot a_{\text{с.в}} + (1 - m) \cdot a_{\text{г}} \quad [33]$$

$$a_{\text{т}} = a_{\text{ф}}/(a_{\text{ф}} + (1 - a_{\text{ф}}) \cdot \psi \cdot \xi) \quad [34]$$

$$B_o = \frac{\varphi \cdot B \cdot \sum (Vc)_i}{5{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \xi \cdot H_{\text{л}} \cdot T_a^3} \quad [35]$$

$$\Theta = \frac{B_0^{0,6}}{0,69 \cdot a_т^{0,6} + 1,03 \cdot B_0^{0,6}} \quad [36]$$

$$\Theta_т = \Theta \cdot T_а - 273 \quad [37]$$

$$Q_л = \varphi \cdot (h_а - h_т) \cdot B \quad [38]$$

$$z_1 = \frac{L_т}{S_1} - 0,5 \quad [39]$$

$$\omega = (s_1 - d)/s_1 \quad [40]$$

$$F_г = l \cdot (L_т - z_1 \cdot d), \quad [41]$$

$$H_p = \pi \cdot d \cdot l \cdot z_1 \quad [42]$$

$$Q_п = D \cdot (h_{н.п.} - h_{э.к.}) - Q_л \quad [43]$$

$$h_1 = h_т - \frac{Q_п}{\varphi \cdot B} \quad [44]$$

$$\Theta_п = \frac{\Theta_т + \Theta_1}{2} \quad [45]$$

$$T_п = \Theta_п + 273 \quad [46]$$

$$W_г = \frac{B \cdot V_г \cdot T_п}{273 \cdot F_г} \quad [47]$$

$$\alpha_к = \frac{\lambda}{d} \cdot \left(\frac{W_г \cdot d}{\nu}\right)^{0,6} \cdot P_г^{0,33} \cdot C_z \cdot C_s \quad [48]$$

$C_s = 0,34 \cdot \varphi_\sigma^{\,0,1}$ при $0,1 < \varphi_\sigma \le 1,7$

$C_s = 0,275 \cdot \varphi_\sigma^{\,0,1}$ при $1,7 < \varphi_\sigma \le 4,5$ для $\sigma_1 < 3$

$C_s = 0,34 \cdot \varphi_\sigma^{\,0,1}$ при $1,7 < \varphi_\sigma \le 4,5$ для $\sigma_1 >= 3$

$C_z = 3,12 \cdot z_2^{\,0,05} - 2,5$ при $z_2 < 10$ и $\sigma_1 < 3$

$C_z = 4 \cdot z_2^{\,0,02} - 3,2$ при $z_2 < 10$ и $\sigma_1 >= 3$

$C_z = 1$ при $z_2 >= 10$

$$\left[\varphi_\sigma = \frac{G_1 - 1}{G_2 - 1}, \quad \text{где} \quad G_2 = \frac{s_2}{d} = \sqrt{\frac{G_1^2}{4} + G_2^2}\right]$$

$$G_1 = s_1/d \qquad G_2 = s_2/d$$

$$t_3 = t_s + \varepsilon q_п \quad [49]$$

$$T_3 = t_3 + 273 \quad [50]$$

$$s = 0,9d\left(\frac{4 s_1 s_2}{\pi \cdot d^2} - 1\right) \quad [51]$$

$$k = k_r \cdot r_п = \left(\frac{2,47 + 5,06 \cdot r_{H_2O}}{\sqrt{p \cdot r_п \cdot s}} - 1\right) \cdot \left(1 - \frac{0,37 \cdot T_п}{1000}\right) \cdot r_п, \quad p = 0,1 \quad [52]$$

$$r_п = r_{RO_2} + r_{H_2O}$$

$$r_{RO_2} = V_{RO_2}/V_г$$

$$r_{H_2O} = V_{H_2O}/V_г$$

$$V_{RO_2} = 0,0187 \cdot (C^p + 0,375 S_л^p)$$

$$V_{H_2O} = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 1,6 \cdot d \cdot V^o$$

$$a_г = 1 - e^{-k \cdot p \cdot s} \quad [53]$$

$$\alpha_л = 5,1 \cdot 10^{-8} a_г \cdot T_п^3 \cdot \frac{1 - (T_3/T_п)^{3,6}}{1 - T_3/T_п} \quad [54]$$

$$\alpha_1 = \alpha_к + \alpha_л \quad [55]$$

$$k = \psi \cdot (\alpha_к + \alpha_л) \quad [56]$$

$$\delta t = (\Theta_т - \Theta_1)/\ln\left[\left(\frac{\Theta_т - t_s}{\Theta_1 - t_s}\right)\right] \quad [57]$$

$$H_п = Q_п \cdot 10^3/(k \cdot \delta t) \quad [58]$$

$$Z_2^* = H_п/H_р \quad [59]$$

$$H_п = H_р \cdot z_2 \quad [60]$$

$$l_э = 2,37 \cdot L_т \quad [61]$$

$$l_п = 1,22 \cdot L_т \quad [62]$$

$$z_1 = b/s_1 \quad [63]$$

$$H_n = \pi \cdot d \cdot l \cdot z_1 \quad [64]$$

$$\omega_в^{ох} = D\cdot(V_{п.в.} + V_{эк})/(1{,}57\cdot d_в^2\cdot z_1) \quad [65]$$

$$\omega_в = \omega_в^{ох}\cdot n_з \quad [66]$$

$$F_г = L_т\cdot b - l\cdot z_1\cdot d \quad [67]$$

$$Q_{эк} = D\cdot(h_{эк} - h_{п.в.}) \quad [68]$$

$$H_з = h_1 - Q_{эк}/(\varphi\cdot B) \quad [69]$$

$$t'_{эк} = 0{,}5\cdot(\Theta_1 + \Theta_3) \quad [70]$$

$$T'_{эк} = t'_{эк} + 273 \quad [71]$$

$$\omega_г = B\cdot V_г\cdot T_п/(273\cdot F_г) \quad [72]$$

$$t_{эк.ср} = 0{,}5\cdot(t_{п.в} + t_{эк}) \quad [73]$$

$$t_З = t_{эк.ср} + 60 \quad [74]$$

$$T_З = t_З + 273 \quad [75]$$

$$k = k_r\cdot r_п = \left(\frac{2{,}47 + 5{,}06\cdot r_{H_2O}}{\sqrt{P_{н.п}\cdot r_п\cdot s}} - 1\right)\cdot\left(1 - \frac{0{,}37\cdot T_{эк}}{1000}\right)\cdot r_п \quad [76]$$

$$\delta t = \frac{(\Theta_1 - t_{п.в}) - (\Theta_3 - t_{эк})}{\ln\left[(\Theta_1 - t_{п.в})/(\Theta_3 - t_{эк})\right]} \quad [77]$$

$$H_{эк} = Q_{эк}\cdot 10^3/(k\cdot\delta t) \quad [78]$$

$$z_2^* = H_{эк}/H_р \quad [79]$$

$$H_{эк}^* = H_р\cdot z_2 \quad [80]$$

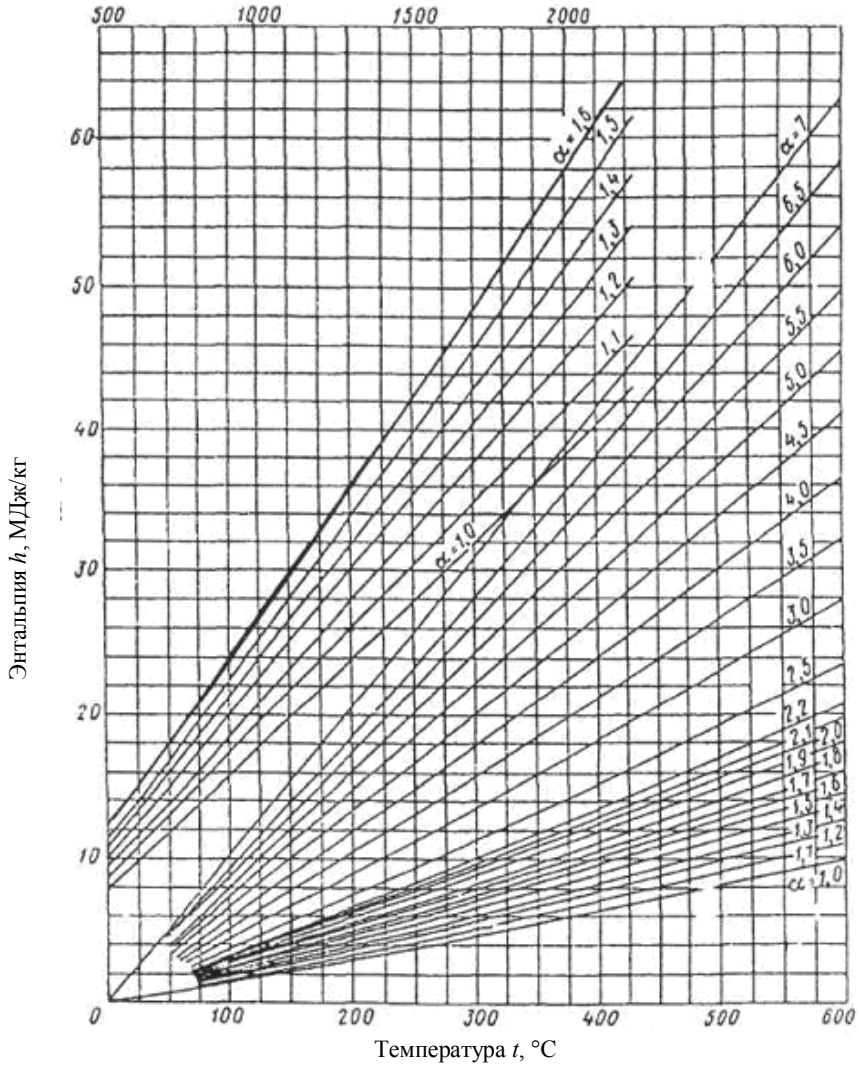
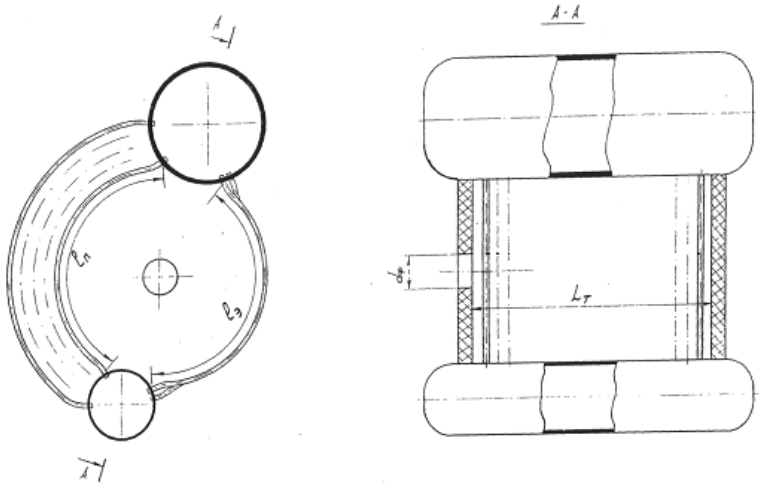
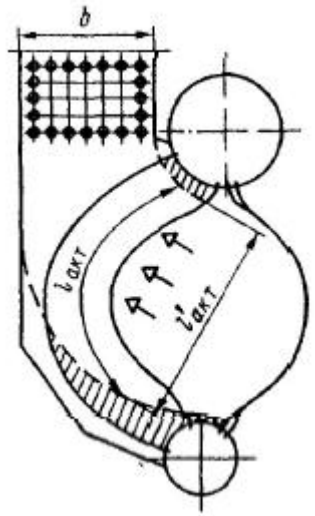


Рис. 1. Диаграмма $h - t$ для моторного топлива стандартного состава при различных значениях коэффициента избытка воздуха α



а



б

Рис. 2. К расчету теплообмена в топке (*а*) и экономайзера (*б*)

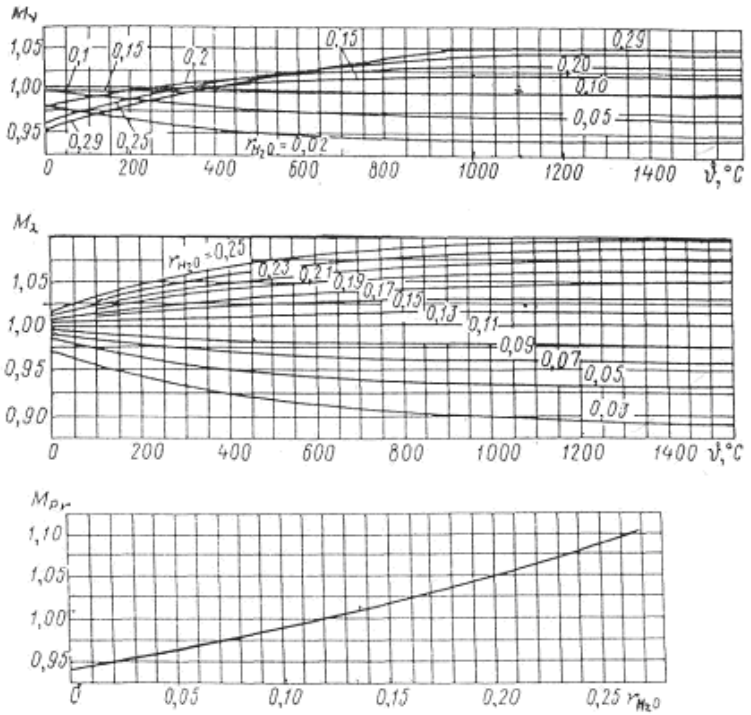


Рис. 3. Графики для определения поправочных коэффициентов M_v, M_λ, M_{pr}

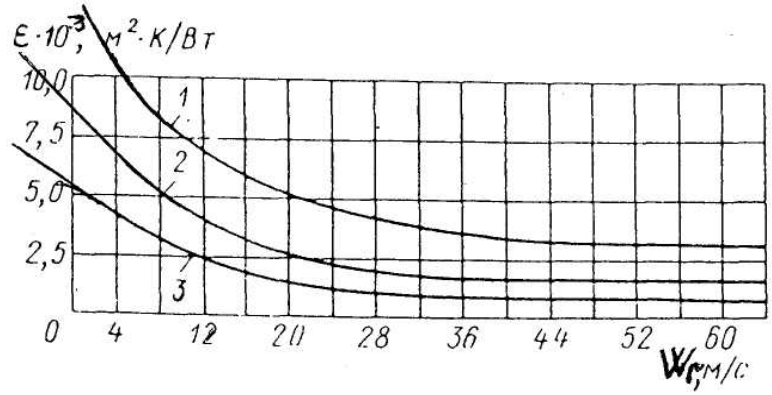


Рис. 4. Зависимость коэффициента загрязнения ε от скорости $W_г$ при поперечном омывании шахматных пучков труб: *1* – парообразующие пучки труб; *2* – гладкотрубные экономайзеры; *3* – пароперегреватели

Таблица 4. **Давление P, МПа, температура t, °С, удельный объем V, м^3/кг, энтальпия h, кДж/кг, коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м К) и кинематической вязкости ν, м^2/с, критерий физических свойств P_r для воды и пара на линии насыщения**

p	t_s	Вода					Пар				
		$V' \cdot 10^3$	h'	$\lambda \cdot 10^2$	$\nu \cdot 10^6$	P_r	$V'' \cdot 10^3$	h''	$\lambda \cdot 10^2$	$\nu \cdot 10^6$	P_r
0,1	99,6	1,043	417,5	67,86	0,298	1,75	1,695	2675,7	2,51	21,00	0,995
0,2	120,2	1,061	504,7	68,31	0,246	1,44	0,886	2706,9	2,75	11,54	1,00
0,3	133,5	1,074	561,4	68,32	0,223	1,33	0,606	2725,5	2,92	8,30	1,013
0,4	143,5	1,084	604,7	68,25	0,207	1,20	0,462	2738,5	3,06	6,50	1,023
0,5	151,9	1,093	640,1	68,15	0,197	1,14	0,375	2748,5	3,19	5,38	1,031
0,55	155,5	1,097	655,8	68,06	0,192	1,10	0,343	2752,7	3,23	4,95	1,035
0,60	158,5	1,101	670,4	68,00	0,189	1,09	0,316	2756,4	3,28	4,65	1,039
0,65	162,0	1,105	684,2	67,93	0,186	1,07	0,293	2759,9	3,34	4,32	1,042
0,70	164,9	1,108	697,1	67,80	0,184	1,06	0,273	2762,9	3,38	4,05	1,05
0,75	167,8	1,112	709,3	67,73	0,180	1,04	0,255	2765,8	3,43	3,84	1,054
0,8	170,4	1,115	720,9	67,68	0,177	1,03	0,240	2768,4	3,47	3,62	1,060
0,85	173,0	1,118	732,0	67,59	0,175	1,02	0,227	2770,8	3,51	3,34	1,064
0,90	175,4	1,121	742,6	67,48	0,173	1,005	0,215	2773,0	3,57	3,19	1,070
0,95	177,7	1,124	752,8	67,42	0,170	0,985	0,204	2775,1	3,61	3,08	1,074
1,0	179,9	1,127	762,6	67,34	0,168	0,97	0,194	2777,0	3,63	2,99	1,079
1,5	198,3	1,154	844,7	66,97	0,162	0,92	0,132	2790,4	3,99	2,12	1,127
2,0	212,4	1,177	908,6	65,13	0,148	0,875	0,0995	2797,4	4,25	1,64	1,18
2,5	223,9	1,197	962,0	64,65	0,143	0,855	0,0799	2800,8	4,49	1,38	1,23
3,0	233,8	1,216	1008,4	63,81	0,139	0,840	0,0666	2801,9	4,71	1,15	1,26

Таблица 5. **Давление p, МПа, температура t, °С, удельный объем V, м^3/кг, энтальпия h, кДж/кг, коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К), и кинематической вязкости ν, м^2/с, для воды и перегретого пара**

p	t	$V \cdot 10^3$	h	$\lambda \cdot 10^3$	$\nu \cdot 10^3$
0,5	20	1,002	84,3	59,87	1,0050
	60	1,017	251,5	65,46	0,4749
	100	1,044	419,4	67,90	0,2946
	160	383,6	2767,4	3,22	5,5277
	200	425,0	2855,4	3,49	6,8298
	240	464,6	2939,9	3,82	8,2374
	280	503,4	3022,8	4,20	9,7710
	320	541,6	3105,5	4,61	11,4169
1	20	1,001	84,8	59,9	1,0033
	60	1,017	251,9	65,48	0,4748
	100	1,043	419,7	67,93	0,2946
	140	1,080	589,5	68,34	0,2119
	200	205,9	2827,5	3,72	3,2800
	240	227,5	2920,5	3,97	4,0131
	280	248,0	3008,3	4,31	4,7963
	320	267,8	3094,0	4,69	5,6345
1,5	190	1,141	807,6	66,93	0,1610
	220	140,6	2849,2	4,05	2,3438
	240	148,3	2899,3	4,14	2,6027
	280	162,7	2993,0	4,42	3,1369
	320	176,5	3082,1	4,77	3,7083
	360	189,9	3169,3	5,18	4,3136
2	200	1,156	852,6	66,37	0,1530
	240	108,0	2876,3	4,31	1,8860
	280	120,0	2976,9	4,53	2,3060
	320	130,8	3069,8	4,85	2,7430
	360	141,0	3159,5	5,24	3,1990
	400	151,2	3248,1	5,66	3,6748
2,5	200	1,156	852,8	66,41	0,1530
	240	84,0	2851,0	4,51	1,4600
	280	94,0	2959,8	4,65	1,8100
	320	103,0	3057,1	4,94	2,1600
	360	112,0	3149,6	5,30	2,5400
	400	120,0	3239,9	5,78	2,9300

Примечание. Цифры, расположенные выше жирной линии относятся к воде, ниже – к перегретому пару.

Таблица 6. **Средние изобарные объемные теплоемкости газов и воздуха, кДж/(м^3·К)**

Температура, °С,	Газы		Водяной пар	Воздух	
	C_{CO_2}	C_{N_2}	C_{H_2O}	сухой $C_{с.в.}$	влажный $C_в$ при $d = 0{,}01$
0	1,60	1,30	1,50	1,30	1,32
200	1,79	1,30	1,52	1,31	1,33
400	1,93	1,32	1,57	1,33	1,35
600	2,04	1,34	1,62	1,36	1,38
1000	2,20	1,40	1,72	1,41	1,44
1400	2,31	1,44	1,83	1,45	1,48
1800	2,39	1,47	1,92	1,49	1,52
2200	2,45	1,50	2,00	1,51	1,55

Таблица 7. **Основные характеристики топлив**

Теоретический объем, м^3/кг		Вид, марка и ГОСТ топлива	Элементарный состав рабочей массы топлива, %							Удельная теплота сгорания низшая в рабочей массе топлива $Q_н^р$, кДж/кг
сухого воздуха V^o	продуктов полного сгорания, $V_г^o$		$C^р$	$H^р$	$S_л^р$	$N^р$	$O^р$	$A^р$	$W^р$	
10,85	11,73	Моторное ДТ ГОСТ 1667–68	85,16	12,40	0,40	0,24	0,25	0,05	1,50	41594

Таблица 8. **Значение коэффициентов тепловой эффективности конвективных поверхностей нагрева вспомогательных котлов**

Поверхность нагрева	Тип котла	Коэффициент тепловой эффективности ψ
Парообразующая	Автономный водотрубный вертикальный (см. рис. 1.1)	0,49 – 0,56
Пароперегревательная:		
вертикального типа	То же	0,68 – 0,72
змеевикового типа	-//-	0,80 – 0,88
Экономайзерная	-//-	0,55 – 0,70
Воздухоподогревательная	-//-	0,75 – 0,85
Парообразующая	автономный газотрубный	0,60 – 0,65
-//-	утилизационный газотрубный	0,70 – 0,75
Любая из указанных выше	утилизационный газотрубный	0,60 – 0,65

Таблица 9. **Физические характеристики воздуха (числитель) и продуктов сгорания (знаменатель) среднего состава** ($r_{H_2O} = 0{,}11$; $r_{RO_2} = 0{,}13$) **при p = 0,0981 МПа (1 кгс/см^2)**

$\Theta_п$, °С	$\nu \cdot 10^6$, м^2/с	$\lambda \cdot 10^2$, Вт/(м·К)	P_r	$\Theta_п$, °С	$\nu \cdot 10^6$, м^2/с	$\lambda \cdot 10^2$, Вт/(м·К)	P_r
0	13,2 11,9	2,43 2,28	0,70 0,74	1100	200 188	8,46 11,75	0,72 0,57
100	23,8 20,8	3,19 3,13	0,69 0,67	1200	223 211	8,87 12,56	0,73 0,56
200	34,8 31,6	3,87 4,12	0,69 0,67	1300	247 234	9,27 13,49	0,73 0,55
300	48,2 43,9	4,48 4,84	0,69 0,65	1400	247 234	9,27 13,49	0,73 0,55
400	62,9 57,8	5,05 5,70	0,70 0,64	1500	300 282	1,02 15,35	0,73 0,53
500	79,3 73.0	5,62 6,56	0,70 0,62	1600	327 307	10,38 16,28	0,74 0,52
600	96.7 89,4	6,15 7,42	0,71 0,61	1700	355 333	10,75 17,33	0,74 0,51
700	115,0 107,0	6,66 8,27	0,71 0,60	1800	384 361	11,11 18,14	0,74 0,50
800	135,0 126,0	7,14 9,15	0,72 0,59	1900	415 389	11,45 18,96	0,74 0,49
900	155,0 144,0	7,16 10,01	0,72 0,58	2000	448 419	11,86 19,69	0,74 0,49
1000	177,0 167,0	8,05 10,9	0,72 0,58	2100	478 450	12,09 20,07	0,75 0,48

Для продуктов сгорания иного состава значения этих параметров надо умножить на соответствующие коэффициенты M_ν, M_λ, M_{pr}, значение которых приведены на рис. 3.

Оглавление

1.Цель и задачи курсового проекта……... 3
2.Задание на курсовой проект……. 3
3. Содержание пояснительной записки курсового проекта... 5
4. Требования к оформлению пояснительной записки…….. 11
Библиографический список……... 12
Приложение…… 13

Колыванов Владимир Викторович

Тепловой расчёт вспомогательного автономного парового котлоагрегата

Методические указания

Редактор *Н.С. Алёшина*
Корректура и вёрстка *Д.В. Богданов*

Подписано в печать 26.08.13.
Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,5.
Тираж 280 экз. Заказ 180.

Издательско-полиграфический комплекс ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5а

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **1**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1.Основные характеристики вспомогательных котлоагрегатов.
2.Техническая эксплуатация вспомогательных автономных и утилизационных котлов и технический надзор за их эксплуатацией.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № 2
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Основные показатели качества питательной и котловой воды, контролируемые в процессе эксплуатации.
2. Правила технической эксплуатации судовых котельных установок

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № 3
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Техническая эксплуатация вспомогательных автономных и утилизационных котлов и технический надзор за их эксплуатацией.
2. Определение суммарного объема дымовых газов при полном горении.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № 4
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Тепловой баланс для вспомогательного автономного парового котлоагрегата.
2. Причины изменения технического состояния элементов котельных установок.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № 5
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Параметры и контроль горения топки автономного котлоагрегата, при наличии газоанализатора и при его отсутствии.
2. Состав, назначение, требования к топочным устройствам котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № 6
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Упуск воды. Причины вызывающие упуск воды и его последствия.
2. Принцип действия котлоагрегата.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № 7

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Котельный агрегат, котельная установка и система теплоснабжения
2. Основные понятия и определения. Классификация котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № 8

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Котельный агрегат, котельная установка и система теплоснабжения.
2. Причины аварий судовых котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **9**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Основные потребители теплового потока, вырабатываемого котельной установкой.
2. Причины аварий судовых котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **10**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1 Тепловой баланс для вспомогательного автономного парового котлоагрегата
2. Элементы котла и их устройство.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **11**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Порядок вывода автономных паровых и водогрейных котлов из действия.
2. Физико-химические характеристики топлива. Что понимают под плотностью топлива ρ_4^{20} и как рассчитывается плотность при температуре испытаний.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **12**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Тепловой баланс для вспомогательного автономного водогрейного котлоагрегата.
2. Правила технической эксплуатации судовых котельных установок.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **13**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Способы регулирования производительности утилизационных установок
2. Способы регулирования производительности автономных котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **14**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Схемы установки утилизационных и автономных котлоагрегатов
2. Основные ремонтные работы по вспомогательным котлоагрегатам.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **15**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Физико-химические характеристики топлива. Марки топлив. Элементарный состав и теплота сгорания топлива.
2. Водный режим вспомогательных и утилизационных котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **16**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Коэффициент избытка воздуха и его определение по анализу продуктов сгорания при полном и неполном горении топлива.
2. Водный режим вспомогательных и утилизационных котлоагрегатов..

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **17**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Основные характеристики вспомогательных котлоагрегатов.
2. Основные потребители теплового потока, вырабатываемого котельной установкой.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **18**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Устройство и принцип действия парового и водогрейного котлоагрегатов.
2 Способы регулирования производительности автономных котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **19**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Устройство и принцип действия парового и водогрейного котлоагрегатов.
2. Основные ремонтные работы по вспомогательным котлоагрегатам.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **20**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Методика расчета норм расхода топлива вспомогательными автономными котлоагрегатами.
2 Топочные устройства. Назначение, состав, основные неисправности. Процесс сжигания жидкого топлива. Форсунки котлоагрегатов. Классификация и принцип работы.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **21**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Процессы теплообмена в котле.
2. Основные показатели качества питательной и котловой воды.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **22**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Процессы циркуляции в котле.
2. Определение суммарного объема дымовых газов при полном горении.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **23**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Процессы тяги в котле.
2 Причины аварий судовых котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **24**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Элементы котла и их устройство.
2. Правила РРР по техническому обслуживанию вспомогательных котлоагрегатов..

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **25**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Тепловой баланс для вспомогательного автономного парового котлоагрегата.
2. Конструкция котлоагрегатов. Водоуказательные приборы. Манометры и термометры.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **26**

по дисциплине по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Тепловой баланс для водогрейного котлоагрегата.
2 Основные показатели качества питательной и котловой воды.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **27**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Процессы теплообмена в котле
2. Основные ремонтные работы по вспомогательным котлоагрегатам.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____
3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **28**
по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Физико-химические характеристики топлива. Элементарный состав и теплота сгорания топлива.
2. Форсунки котлоагрегатов. Классификация и принцип работы.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **29**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1 Тепловой баланс для вспомогательного автономного парового котлоагрегата.

2.Водный режим вспомогательных котлоагрегатов.

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра _ЭСЭУ_____

3 курса 20___/20___ учебного года

Экзаменационный билет № **30**

по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки и их эксплуатация»

1. Физико-химические характеристики топлива. Что понимают под плотностью топлива ρ_4^{20}

2. Основные характеристики утилизационных котлоагрегатов

Зав. Кафедрой ЭСЭУ _____ Матвеев Ю.И.

Чичурин Александр Геннадьевич

Дисциплина

Б.1.О.Д28	Судовые котельные и паропроизводящие установки

ОПК-2.	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	1. Судовые котельные и паропроизводящие установки
ПК-6.	Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	1. Судовые котельные и паропроизводящие установки
ПК-63.	Способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и Способен устанавливать причины отказов судового оборудования, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению	1. Судовые котельные и паропроизводящие установки
ПК-36.	Способен осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов	1. Судовые котельные и паропроизводящие установки

2.Тестовые вопросы по дисциплине «Судовые котельные и паропроизводящие установки»

Задание ОПК-2-1

Прочитайте текст и выберите правильный ответ

Верхний продувочный клапан закрывается:

1. После наполнения котла водой

2. Перед наполнением котла водой

3. После начала кипения воды в котле

4.После проверки работоспособности предохранительного клапана

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ОПК-2-2

Прочитайте текст и установите соответствие

Коэффициент избытка воздуха при работе котельной установки находится в пределах:

1. 1.05-1.2
2. 1.8-2.2
3. 1.3-1.7

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ОПК-2-3

Прочитайте текс, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Нарушение солевого режима в котле скажется:

1. На температуре дымовых газов

2. На влажности пара

3. На долговечности дымогарных труб

4.На расход топлива

5.На температуре пара

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ОПК-2-4

Прочитайте текст и установите последовательность действий.

Порядок действий при возникновении неисправности дымогарной трубы (прохудилась)

1.Уменьшить подачу топлива

2.Снизить подачу воздуха в топку

3. Снизить давление пара

4.Прекратить подачу топлива

5. Можно продолжить работу

6. Сбросить давление пара

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-6-1

Прочитайте текст и выберите правильный ответ

Назначение экономайзера котла:

1.Предварительный подогрев воды

2.Предварительный подогрев воздуха

3.Предварительный подогрев топлива

4,Нагрев воды до кипения

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-6-2

Прочитайте текст и установите соответствие

КПД вспомогательного парового котла ближе всего к:

1. 40%
2. 80%
3. 98%
4. 50%

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-6-3

Прочитайте текст и установите соответствие

Вредные выбросы при работе котла:

1. NOx, CH, CO

2. H_2O, CO_2, O_2, N_2

3. NO, CH, CO

4. NO_2, C_3H_4, CO

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-6-4

Прочитайте текст и установите последовательность действий.

Какую последовательность действий надо произвести при вводе котла в эксплуатацию:

1Продувка топки котла.

2. Наполнение котла водой

3. Подключить к котлу топливо

4.Розжиг котла

5. Открыть верхний продувочный клапан

6. Внешний осмотр

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-63-1

Прочитайте текст и выберите правильный ответ

Основной механизм передачи тепла от продуктов сгорания к стенкам труб в утилизационном котле:

1.Излучением

2.Теплопроводностью

3.Конвенктивный

4. Сложный теплообмен

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-63-2

Прочитайте текст и установить соответствие

Температура уходящих газов вспомогательного котла в рабочем режиме должна быть порядка, ^{0}С.

1.100

2.120

3. 200

4.230

5. 300

6.310

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-63-3

Прочитайте текс, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие химические элементы относятся к горючим элементам топлива

1 CO

2. C

3. O_2

4. CO_2

5. N_2

6. H

7. S

8. O_2

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-63-4

Прочитайте текст и установите последовательность действий.

При неплотной посадке предохранительного клапана необходимо:

1. Отремонтировать предохранительный клапан

2.Открыть верхний продувочный клапан

3.Прекратить подачу топлива

4. Прекратить подачу воздуха в топку

5.Остудить котел

6. Обеспечить подачу воздуха в топку (продувку)

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-36.3.1

Прочитайте текст и выберите правильный ответ

Какое из перечисленных утверждений является истинным?

Опускные трубы в паровом котле обеспечивают

1.Снабжение водой водяного коллектора

2. Снабжение водой сепаратора пара

3.Подвод пара к пароперегревателю

4.Отвод излишка воды из сепаратора пара

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-36.У.1

Прочитайте текст и установить соответствие

2. Основной механизм передачи тепла от продуктов сгорания к экранным трубам в котле

а) излучением

б) теплопроводностью;

в) конвенктивный

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*

Задание ПК-36.В.1

Прочитайте текст и выберите правильный ответ

Перед пароперегревателем пар должен быть:

а) сухим;

б) влажным:

в) насыщенным;

Ответ:

Обоснование выбора ответа*:*