

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета \_\_\_\_\_ Бурковский А.В.  
«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«Котельные установки и парогенераторы»**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль

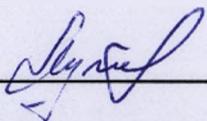
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

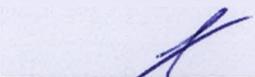
Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

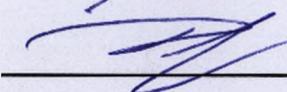
Автор программы

  
\_\_\_\_\_/Лукияненко В.И./

Заведующий кафедрой Теоретической и промышленной теплоэнергетики

  
\_\_\_\_\_/Портнов В.В./

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_/Дахин С.В./

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

расчётов ознакомление студентов с теоретическими основами процессов, происходящих в барабанных и прямоточных теплогенерирующих установках, конструкциями и принципами действия котлов различных типов, с вопросами охраны окружающей среды и экономии топливно-энергетических ресурсов, развитие навыков теплогидравлических котлоагрегатов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

1.2.1. Изучение особенностей технологических процессов, протекающих в топливном, пароводяном и газозвоздушном трактах котельных установок;

1.2.2. Изучение конструкций и принципа работы котельных агрегатов ТЭС и их вспомогательного оборудования;

1.2.3. Ознакомление с этапами и принципами проектирования котельного оборудования;

1.2.4. Изучение современных инженерных методик, положенных в основу расчета котельных установок ТЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен проводить расчеты энергетического и теплотехнического оборудования по типовым методикам

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать: основы конструкции и принципа работы современных котельных агрегатов, процессов, протекающих в отдельных элементах парового котла; методики выполнения теплового, аэродинамического, гидравлического и прочностного расчетов, а также прикладные методики определения технических и теплофизических характеристик органического топлива; методики выполнения поверочных и конструкторских расчетов паровых котлов; уметь: производить тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчеты котельного агрегата; производить поверочные и конструкторские расчеты котлов; свободно ориентироваться в конструк-

	<p>циях и технологиях современных котельных агрегатов</p> <p>владеть: навыками анализа поставленной задачи с целью определения состава и структуры данных, ограничений на них и выбор способа решения, возникающих при проектировании и эксплуатации котельных установок ТЭС; навыками по управлению технологическими процессами котельных установок тепловых электростанций; навыками использования специальной литературы, справочников, каталогов, стандартов, руководящих указаний, правил и норм.</p>
--	--

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	54	36	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	-	18
<b>Самостоятельная работа</b>	144	36	108
<b>Курсовой проект</b>	+	+	
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	324	108	216
зач.ед.	9	3	6

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	30	10	20
В том числе:			
Лекции	10	4	6
Практические занятия (ПЗ)	12	4	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	2	6
<b>Самостоятельная работа</b>	281	130	151
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	13	4	9

Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	324	144	180
зач.ед.	9	4	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Схемы и основные элементы котлов	Состояние и развитие котельных установок в России и за рубежом. Особенности топливной базы промышленных котлов. Общая схема, рабочие вещества и основные элементы современных котлов. Характеристика основных процессов. Роль отечественных учёных и организаций в развитии котельной техники. Задачи, содержание и особенности курса. Последовательность изложения. Связь с другими дисциплинами. Т-S – диаграмма процессов генерации пара.	12	8	4	24	48
2-3	Рабочие вещества	Топливо. Значение топлива и особенности его использования на промышленных предприятиях. Классификация топлив. Химическое строение и элементарный состав топлив. Рабочая, сухая и горючая масса топлива. Физические свойства топлив. Теплотехническая оценка отдельных составляющих топлива. Классификация твёрдых, жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и методы её определения. Приведённые характеристики топлива. Теплотехническая характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Низшая рабочая и располагаемая теплота сгорания. Вода и водоподготовка. Вода, как исходное технологическое сырьё, теплоноситель и охлаждающая среда котла. Технологические показатели качества сырой воды. Требования к расчёту питательной воды котла. Методы обработки питьевой воды. Удаление из воды грубодисперсных коллоидных примесей. Умягчение из воды коррозионноактивных газов. Защита от коррозии теплосилового оборудования. Характеристика питательной воды.	12	8	4	24	48
4-8	Материальный и тепловой баланс	Материальный баланс процесса горения. Общее представление о процессе горения. Основные стехиометрические уравнения полного и неполного горения. Определение расхода кислорода, воздуха и выхода продуктов сгорания при переменных концентрациях кислорода в дутье. Теоретическое и действительное количество кислорода и воздуха, необходимое для горения. Коэффициент избытка воздуха. Состав и объём продуктов сгорания. Определение избытка воздуха по	12	8	4	24	48

		<p>составу газов. Расчёт продуктов горения для смесей топлива. Теплоёмкость и энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. Н-t –диаграмма. Схема материальных балансов рабочих веществ в котле. Теплофизические свойства веществ.</p> <p>Тепловой баланс парогенератора. Понятие о тепловом балансе. Уравнение теплового баланса и определение величин, входящих в него. Определение КПД котла. Изменение КПД котла при переменных нагрузках. Понятие об эксергетическом балансе и КПД. Основные пути повышения КПД. Основные термины и определения. Система КПД</p>					
9-14	Сжигание топлива и топочные устройства	<p>Теоретические основы и техника сжигания газа. Кинетика и система горения простейших газов. Цепные реакции. Механизм горения углеводородных газов.Смесеобразование. Воспламенение горючей смеси. Распространение и стабилизация пламени. Классификация газовых горелок. Особенности сжигания низкокалорийного газа. Короткофакельное сжигание газа. Основы расчёта газовых горелок. Схемы топочных устройств для сжигания газа. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Сжигание жидкого топлива. Основные стадии и 12 10 2 24 48</p> <p>механизм горения жидкого топлива. Тепло- и массообмен при сжигании жидкого топлива. Классификация и типы мазутных форсунок. Сравнительная оценка форсунок с механическим, паровым и воздушным распыливанием. Особенности сжигания мазута с сернистым и ванадиевыми примесями. Мазутоснабжение. Требование к качеству регулирования горения. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Общее представление о горении твёрдого топлива. Схемы горения углевода. Диффузорная и кинетическая области горения. Особенности сжигания натурального топлива. Схемы организации топочного процесса: слоевой, в кипящем слое, факельный, циклонный. Основные термины и понятия. Химические реакции твёрдых топлив. Сжигание твёрдого топлива в слое. Особенности и классификация топочных устройств для слоевого сжигания на промпредприятиях.</p> <p>Характеристика процессов горения топлива в слое. Особенности рабочего процесса, недостатки и область применения слоевых и факельно-слоевых топок. Основы расчёта слоевых топок. Конструкции слоевых топок. Основные термины и определения. Химические реакции процесса горения. Приготовление угольной пыли. Сжигание топлива в пылевидном состоянии. Основные схемы пылеприготовления. Характеристика основных процессов: размол, подсушка, сепарация пыли, транспортировка. Классификация систем пылеприготов-</p>	12	10	2	24	48

		ления. Углеразмольные установки, их классификация, конструкционные схемы и технико-экономические показатели. Экономически наивыгоднейшая техника помола. Основные правила безопасности пылеугольных установок. Основы теплового и аэродинамического расчётов систем пылеприготовления и выбор мельниц. Основные термины и понятия. Оборудование для сушки и размола угля. Сжигание угольной пыли. Скоростные топочные процессы. Возможности интенсификации топочного процесса. Особенности горения топлива в пылевидном состоянии тепло- и массообмен в пылеугольном факеле. Классификация и конструктивные схемы топок для сжигания угольной пыли с гранулированным и жидким шлакоудалением. Конструкции пылеугольных горелок и растопочных устройств. Особенности совместного сжигания газа и угольной пыли. Влияние подогрева воздуха и газа. Расчётные параметры пылеугольных топок. Основы организации скоростного горения твёрдого топлива. Топки с зажатым слоем. Топки с кипящим слоем. Циклонные топки, их применение в промышленности и перспективы развития. Основные процессы в топках с кипящим слоем.					
15-18	Организация рабочих процессов в котлоагрегатах (5 семестр)	Теплопередача в элементах котла. Тепловой баланс и температурный уровень топки. Температура горения, возможность её повышения. Радиационный теплообмен и выбор конечного охлаждения газов в топке. Конструктивные схемы топочных экранов. Анализ методов расчёта радиационного теплообмена. Классификация радиационной теплоотдачи. Теплоотдача в конвективных элементах котлов, уравнение теплового баланса и теплоотдачи для конвективных элементов. Понятие об экономически наивыгоднейшей и технически допустимой скорости газов. Коэффициент теплопередачи и температурный напор. Методы интенсификации теплообмена в элементах котла. Техничко-экономический выбор температуры уходящих газов. Конструкторский и поверочный тепловой расчёт котла. Методика поверочного теплового расчёта. Применение вычислительной техники в тепловом расчёте котла. Основные термины и понятия. Основы радиационного и конвективного теплообмена.	12	10	2	24	48
23-28	Организация рабочих процессов в котлоагрегатах (6 семестр)	Гидродинамика воды, пара и пароводяной смеси в элементах котла. Условия надёжной работы поверхностей нагрева. Общее уравнение движения паровой смеси. Принципиальные схемы испарительных систем с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего вещества. Анализ гидродинамики пароводяной системы при естественной циркуляции. Общая схема расчёта циркуляции	12	10	2	24	48

		<p>естественной циркуляции. Гидродинамика принудительного движения рабочего вещества по нагревательным элементам. Регулирование и уравнительное шайбование. Гидродинамическая и тепловая неустойчивость. Особенности работы испарительных элементов в условиях больших тепловых и переменных нагрузок, характерных для огнетехнических промышленных агрегатов. Методика расчёта циркуляции в котлах с естественной циркуляцией. Выбор питательных насосов. Основные термины и понятия. Уравнение Навье-Стокса, Бернулли. Водный режим котлов и повышение качества пара. Требования к качеству котловой воды и пару. Коррозия металла. Внутрикотловая обработка воды, периодическая продувка котла. Методы повышения качества пара. Ступенчатое испарение. Сепарация промывка пара. Расчёт паросепарирующих устройств. Основные термины и понятия. Виды коррозии металла. Аэродинамика газового и воздушного тракта котла. Газовые и воздушное сопротивление системы. Расчёт и способы преодоления. Самотяга газоходов и дымовой трубы. Принудительная тяга, способы осуществления. Аэродинамический расчёт котельных установок. Выбор дымососов и дутьевых вентиляторов. Методы регулирования тяги и дутья. Основные понятия и определения. Коэффициенты линейного и местного сопротивления. Заполните содержание раздела</p>					
29-34		<p>Паровые котлы с естественной циркуляцией. Классификация паровых котлов. Последовательность развития. Модернизация старых установок. Современные котлы и тенденции их развития. Принципиальные компоновки современных паровых котлов на промпредприятиях. Основные термины и понятия. Расположение элементов в парогенераторах. Котлы с принудительным движением пароводяной смеси. Основные типы и последовательность развития прямоточных котлов. Котлы с многократной принудительной циркуляцией. Их применение в промышленной энергетике для использования тепла отходящих газов. Основные термины. Понятие о кратности циркуляции. Котлы на отходящих производственных газах. Их применение на заводах чёрной и цветной металлургии, химической промышленности и др. Водогрейные котлы промпредприятия. Котлы под наддувом. Основные термины и понятия. Достоинство котлов, работающих под разрежением. Пароперегреватели. Классификация и конструктивное исполнение пароперегревателей. Методы регулирования температуры пара. Арматура пароперегревателей, их конструктивное оформление. Основные термины и понятия. Назначение пароперегревателей. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Назначение во-</p>					

		<p>дных экономайзеров, воздухо- и газоподогревателей. Последовательность включения. Техничко-экономические пределы подогрева воды, воздуха и газа. Влияние подогрева воздуха и газа на КПД котлов. Конструктивные схемы экономайзеров. Основные конструктивные схемы воздухоподогревателей. Регенеративные воздухонагреватели, особенности их расчёта. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева и борьба с ней. Основные термины и понятия. Расположение экономайзеров и воздухоподогревателей в газовом тракте.</p>					
35-40	<p>Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов</p>	<p>Котельные стали и расчёт на прочность элементов котла. Влияние условий изготовления и работы на прочность элементов. Характеристика прочности стали. Стали, применяемые в котле. Критерии прочности. Допускаемые напряжения и методика расчёта на прочность элементов котла. Основные термины и понятия. Условия работы металла. Каркас и обмуровка котла. Назначение и основные типы каркасов. Фундаменты. Основные обмуровочные и изоляционные материалы, типы обмуровок. Тепловой расчёт обмуровки. Трубопроводы, арматура, обдувочные устройства и гарнитура котлов. Арматура котлов. Характеристики трубопроводов. Основные схемы подсоединения котлов к трубопроводам. Обдувочные устройства, обдувка паровая, воздушная водяная. Котельная гарнитура. Основные термины и понятия. Обслуживание и система управления. КПД и автоматизация котлов. Правила надзора и ремонт. Очистка дымовых газов от летучей золы, оксидов серы и азота. Золоудаление. Техничко-экономические показатели. Работы котлов. Вопросы охраны окружающей среды при работе котельных установок. Основные термины и определения. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.</p>					
<b>Итого</b>			<b>72</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>144</b>	<b>288</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Схемы и основные элементы котлов	<p>Состояние и развитие котельных установок в России и за рубежом. Особенности топливной базы промышленных котлов. Общая схема, рабочие вещества и основные элементы современных котлов. Характеристика основных процессов. Роль отечественных учёных и организаций в развитии котельной техники. Задачи, содержание и особенности курса. Последовательность изложения. Связь с другими дисциплинами. T-S – диаграмма процессов генерации пара.</p>	2	2	2	46	52
2-3	Рабочие вещества	<p>Топливо. Значение топлива и особенности его использования на промышленных предприятиях. Классификация топлив. Химическое строение и элементарный состав топлив. Рабочая, сухая и горючая масса топлива. Физические свойства</p>	2	2	2	46	52

		<p>топлив. Теплотехническая оценка отдельных составляющих топлива. Классификация твёрдых, жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и методы её определения. Приведённые характеристики топлива. Теплотехническая характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Низшая рабочая и располагаемая теплота сгорания. Вода и водоподготовка. Вода, как исходное технологическое сырьё, теплоноситель и охлаждающая среда котла.</p> <p>Технологические показатели качества сырой воды. Требования к расчёту питательной воды котла. Методы обработки питьевой воды. Удаление из воды грубодисперсных коллоидных примесей. Умягчение из воды коррозионноактивных газов. Защита от коррозии теплосилового оборудования. Характеристика питательной воды.</p>					
4-8	Материальный и тепловой баланс	<p>Материальный баланс процесса горения. Общее представление о процессе горения. Основные стехиометрические уравнения полного и неполного горения. Определение расхода кислорода, воздуха и выхода продуктов сгорания при переменных концентрациях кислорода в дутье. Теоретическое и действительное количество кислорода и воздуха, необходимое для горения. Коэффициент избытка воздуха. Состав и объём продуктов сгорания. Определение избытка воздуха по составу газов. Расчёт продуктов горения для смесей топлива. Теплоёмкость и энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. Н-t –диаграмма. Схема материальных балансов рабочих веществ в котле. Теплофизические свойства веществ.</p> <p>Тепловой баланс парогенератора. Понятие о тепловом балансе. Уравнение теплового баланса и определение величин, входящих в него. Определение КПД котла. Изменение КПД котла при переменных нагрузках. Понятие об эксергетическом балансе и КПД. Основные пути повышения КПД. Основные термины и определения. Система КПД</p>	2	2	2	46	52
9-14	Сжигание топлива и топочные устройства	<p>Теоретические основы и техника сжигания газа. Кинетика и система горения простейших газов. Цепные реакции. Механизм горения углеводородных газов. Смесеобразование. Воспламенение горючей смеси. Распространение и стабилизация пламени. Классификация газовых горелок. Особенности сжигания низкокалорийного газа. Короткофакельное сжигание газа. Основы расчёта газовых горелок. Схемы топочных устройств для сжигания газа. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Сжигание жидкого топлива. Основные стадии и механизм горения жидкого топлива. Тепло- и массообмен при сжигании жидкого топлива. Классификация и типы мазутных форсунок. Сравнительная</p>	2	2	2	48	54

		<p>оценка форсунок с механическим, паровым и воздушным распыливанием. Особенности сжигания мазута с сернистым и ванадиевыми примесями. Мазутоснабжение. Требование к качеству регулирования горения. Основные термины и определения. Химические реакции процессов горения. Общее представление о горении твёрдого топлива. Схемы горения углевода. Диффузорная и кинетическая области горения. Особенности сжигания натурального топлива. Схемы организации топочного процесса: слоевой, в кипящем слое, факельный, циклонный. Основные термины и понятия. Химические реакции твёрдых топлив. Сжигание твёрдого топлива в слое. Особенности и классификация топочных устройств для слоевого сжигания на промпредприятиях. Характеристика процессов горения топлива в слое. Особенности рабочего процесса, недостатки и область применения слоевых и факельно-слоевых топок. Основы расчёта слоевых топок. Конструкции слоевых топок. Основные термины и определения. Химические реакции процесса горения. Приготовление угольной пыли. Сжигание топлива в пылевидном состоянии. Основные схемы пылеприготовления. Характеристика основных процессов: размол, подсушка, сепарация пыли, транспортировка. Классификация систем пылеприготовления. Углеразмольные установки, их классификация, конструкционные схемы и технико-экономические показатели. Экономически наиболее выгодная техника помола. Основные правила безопасности пылеугольных установок. Основы теплового и аэродинамического расчётов систем пылеприготовления и выбор мельниц. Основные термины и понятия. Оборудование для сушки и размола угля. Сжигание угольной пыли. Скоростные топочные процессы. Возможности интенсификации топочного процесса. Особенности горения топлива в пылевидном состоянии тепло- и массообмен в пылеугольном факеле. Классификация и конструктивные схемы топок для сжигания угольной пыли с гранулированным и жидким шлакоудалением. Конструкции пылеугольных горелок и растопочных устройств. Особенности совместного сжигания газа и угольной пыли. Влияние подогрева воздуха и газа. Расчётные параметры пылеугольных топок. Основы организации скоростного горения твёрдого топлива. Топки с зажатым слоем. Топки с кипящим слоем. Циклонные топки, их применение в промышленности и перспективы развития. Основные процессы в топках с кипящим слоем.</p>					
15-18	Организация рабочих процессов в котлоагрегатах (5 семестр)	Теплопередача в элементах котла. Тепловой баланс и температурный уровень топки. Температура горения, возможность её повышения. Радиационный теплообмен и выбор конечного охла-	2	2	-	48	52

		<p>ждения газов в топке. Конструктивные схемы топочных экранов. Анализ методов расчёта радиационного теплообмена. Классификация радиационной теплоотдачи. Теплоотдача в конвективных элементах котлов, уравнение теплового баланса и теплоотдачи для конвективных элементов. Понятие об экономически наиболее выгодной и технически допустимой скорости газов. Коэффициент теплопередачи и температурный напор. Методы интенсификации теплообмена в элементах котла. Техно-экономический выбор температуры уходящих газов. Конструкторский и поверочный тепловой расчёт котла. Методика поверочного теплового расчёта. Применение вычислительной техники в тепловом расчёте котла. Основные термины и понятия. Основы радиационного и конвективного теплообмена.</p>					
23-28	<p>Организация рабочих процессов в котлоагрегатах (6 семестр)</p>	<p>Гидродинамика воды, пара и пароводяной смеси в элементах котла. Условия надёжной работы поверхностей нагрева. Общее уравнение движения паровой смеси.</p> <p>Принципиальные схемы испарительных систем с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего вещества. Анализ гидродинамики пароводяной системы при естественной циркуляции. Общая схема расчёта циркуляции 12 10 2 24 48 параллельно включённых контуров. Критерии надёжности естественной циркуляции. Гидродинамика принудительного движения рабочего вещества по нагревательным элементам. Регулирование и уравнивающее шайбование. Гидродинамическая и тепловая неустойчивость. Особенности работы испарительных элементов в условиях больших тепловых и переменных нагрузок, характерных для огнетехнических промышленных агрегатов. Методика расчёта циркуляции в котлах с естественной циркуляцией. Выбор питательных насосов. Основные термины и понятия. Уравнение Навье-Стокса, Бернулли. Водный режим котлов и повышение качества пара. Требования к качеству котловой воды и пару. Коррозия металла. Внутрикотловая обработка воды, периодическая продувка котла. Методы повышения качества пара. Ступенчатое испарение. Сепарация промывка пара. Расчёт паросепарирующих устройств. Основные термины и понятия. Виды коррозии металла. Аэродинамика газового и воздушного тракта котла. Газовые и воздушное сопротивление системы. Расчёт и способы преодоления. Самотяга газоходов и дымовой трубы. Принудительная тяга, способы осуществления. Аэродинамический расчёт котельных установок. Выбор дымососов и дутьевых вентиляторов. Методы регулирования тяги и дутья. Основные понятия и определения. Коэффициенты линейного и местного сопротивления. Заполните содержание раздела</p>	-	2	-	47	49



тенция	характеризующие сформированность компетенции	оценивания		
ПК-3	Знать основы конструкции и принципа работы современных котельных агрегатов, процессов, протекающих в отдельных элементах парового котла; методики выполнения теплового, аэродинамического, гидравлического и прочностного расчетов, а также прикладные методики определения технических и теплофизических характеристик органического топлива; методики выполнения поверочных и конструкторских расчетов паровых котлов;	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь производить тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчеты котельного агрегата; производить поверочные и конструкторские расчеты котлов; свободно ориентироваться в конструкциях и технологиях современных котельных агрегатов.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками анализа поставленной задачи с целью определения состава и структуры данных, ограничений на них и выбор способа решения, возникающих при проектировании и эксплуатации котельных установок ТЭС; навыками по управлению технологическими процессами котельных установок тепловых электростанций; навыками использования специальной литературы, справочников, каталогов, стандартов, руководящих указаний, правил и норм.)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения, 6, 7 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	Знать основы конструкции и принципа работы современных котельных агрегатов, процессов, протекающих в отдельных элементах парового котла; методики выполнения теплового, аэродинамического, гидравлического и прочностного расчетов, а также прикладные методики определения технических и теплофизических характеристик органического топлива; методики выполнения поверочных и конструкторских расчетов паровых котлов;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь производить тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчеты котельного агрегата; производить поверочные и конструкторские расчеты котлов; свободно ориентироваться в конструкциях и технологиях современных котельных агрегатов.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками анализа поставленной задачи с целью определения состава и структуры данных, ограничений на них и выбор способа решения,	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

<p>возникающих при проектировании и эксплуатации котельных установок ТЭС; навыками по управлению технологическими процессами котельных установок тепловых электростанций; навыками использования специальной литературы, справочников, каталогов, стандартов, руководящих указаний, правил и норм.)</p>					
---	--	--	--	--	--

**7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**  
**Аттестационная карта № 1**

- 1 Какие химические элементы являются горючими в топливе?
  - a) C, O, N
  - b) C, S, N
  - c) C, H, S
  - d) Нет таких элементов
- 2 Какая из причин не влияет на появление химического недожега?
  - a) Плохое смесеобразование
  - b) Общий недостаток воздуха
  - c) Большие размеры топки
  - d) Низкая температура в топке
- 3 Какие реакции стремятся максимально развивать при осуществлении топочного процесса?
  - a) Восстановления
  - b) Окисления
  - c) Горения
  - d) Все эти реакции
- 4 К чему приведет увеличение зольности топлива?
  - a) Увеличение К. П. Д
  - b) Уменьшение К. П. Д.
  - c) Улучшение теплообмена
  - d) Ни на что не повлияет
- 5 Содержанием каких веществ в продуктах сгорания определяется химический недожег?
  - a) CO, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>
  - b) CO, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>
  - c) CO, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

d) CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

### Аттестационная карта № 2

- 1 К чему приведет большая влажность топлива?
  - a) Увеличение теплоты сгорания
  - b) Уменьшение расхода топлива
  - c) Уменьшение теплоты сгорания
  - d) Ни на что не повлияет
- 2 От чего зависит потеря тепла с провалом топлива?
  - a) Конструкция колосниковой решетки
  - b) Плохое смесеобразование
  - c) Низкая температура в топке
  - d) Недостаток воздуха
- 3 Какие основные показатели топочного устройства?
  - a) Потери с химическим недожегом
  - b) Потери с механическим недожегом
  - c) Тепловая производительность
  - d) Все перечисленные
- 4 Какие реакции стремятся развивать при газификации топлива?
  - a) Восстановления
  - b) Окисления
  - c) Горения
  - d) Все эти реакции
- 5 Какое вещество используют при горении в качестве окислителя?
  - a) Водород
  - b) Сера
  - c) Кислород
  - d) Азот

### Аттестационная карта № 3

- 1 С чем связана потеря тепла с уносом?
  - a) Вынос из топки капель влаги
  - b) Вынос из топки несгоревших частиц топлива
  - c) Выход летучих веществ
  - d) Качество сжигаемого топлива
- 2 Что используется в качестве жидкого теплоносителя для котлов АЭС?
  - a) Обычная вода
  - b) Тяжелая вода
  - c) Жидкие металлы
  - d) Все перечисленное
- 3 Как снизить потери тепла от химической неполноты сгорания топлива?
  - a) Увеличить температуру в топке
  - b) Уменьшить температуру в топке
  - c) Уменьшить размеры топки

- d) Уменьшить подачу окислителя
- 4 Как называется энергия необходимая для разрушения внутримолекулярных связей исходных веществ?
- a) Внутренняя
  - b) Разрушения
  - c) Активации
  - d) Внешняя
- 5 Содержанием каких веществ в продуктах сгорания определяется химический недожег топлива?
- a) CO, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>
  - b) H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>
  - c) CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO
  - d) H<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub>

#### Аттестационная карта № 4

- 1 Что используется в качестве газового теплоносителя в котлах АЭС?
- a) Диоксид углерода
  - b) Оксид углерода
  - c) Оксид азота
  - d) Все перечисленное
- 2 Как называется температура, начиная с которой система способна к самоускорению?
- a) Горения
  - b) Воспламенения
  - c) Кипения
  - d) Толчка
- 3 Что является основной испарительной поверхностью нагрева в котле?
- a) Пароперегреватель
  - b) Экраны
  - c) Экономайзер
  - d) Топка
- 4 Чему равен коэффициент избытка воздуха для диффузионной области?
- a) Единица
  - b) Ноль
  - c) Больше единицы
  - d) Менше единицы
- 5 Как происходит сжигание газа при отдельной подаче в топку газа и воздуха?
- a) В коротком факеле
  - b) В длинном факеле
  - c) Бесфакельное сжигание
  - d) В суженном факеле

#### Аттестационная карта № 5

- 1 Какие бывают виды пароперегревателей?
  - a) Конвективные
  - b) Радиационные
  - c) Полурadiационные
  - d) Все перечисленные
- 2 Горение какой горючей смеси является гомогенной реакцией?
  - a) 1 Твердое топливо и воздух
  - b) 2 Газовое топливо и воздух
  - c) 3 Твердое топливо и азот
  - d) 4 Газовое топливо и азот
- 3 Как происходит сжигание газа при отдельной подаче в топку газа и воздуха?
  - a) В коротком факеле
  - b) В длинном факеле
  - c) Бесфакельное сжигание
  - d) В суженном факеле
- 4 Как изменяется температура перегрева пара с увеличением нагрузки радиационного пароперегревателя?
  - a) Плавнo возрастает
  - b) Резко возрастает
  - c) Снижается
  - d) Не изменяется
- 5 Что происходит с температурой в зоне окисления?
  - a) Медленно увеличивается
  - b) Уменьшается
  - c) Остается неизменной
  - d) Резко увеличивается

Аттестационная карта № 6

- 1 Горение какой горючей смеси является гетерогенной реакцией?
  - a) Твердое топливо и воздух
  - b) Газовое топливо и азот
  - c) Газовое топливо и воздух
  - d) Твердое топливо и азот
- 2 Как получить коротко-факельное сжигание газа?
  - a) Уменьшить скорости потоков
  - b) Раздробить потоки на отдельные струи
  - c) Установить расширяющие устройства
  - d) Подавать потоки параллельно
- 3 Как изменится температура перегрева пара с увеличением нагрузки конвективного пароперегревателя?
  - a) Возрастает
  - b) Плавнo снижается
  - c) Резко снижается
  - d) Не изменится

4 Что происходит при переходе от длинно-факельного сжигания к коротко-факельному?

- a) Значительно уменьшается полнота сгорания
- b) Значительно увеличивается полнота сгорания
- c) Полнота сгорания не изменяется
- d) Незначительно уменьшается полнота сгорания

5 Какое используется давление для горелок низкого давления?

- a) до 2 кПа
- b) 2 – 7 кПа
- c) до 0,6 МПа
- d) выше 0,6 МПа

#### Аттестационная карта № 7

1 Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры

- a) Возрастает
- b) Плавно снижается
- c) Резко снижается питательной воды в барабанных котлах?
- d) Не изменится

2 Что происходит с температурой в зоне восстановления?

- a) Медленно увеличивается
- b) Резко увеличивается
- c) Уменьшается
- d) Остается неизменной

3 Какой размер частиц имеют грубодисперсные примеси, находящиеся в природной воде?

- a) 1 больше 100 мкм
- b) 2 10 – 100 мкм
- c) 3 1 – 10 мкм
- d) 4 меньше 1 мкм

4 Какое используется давление для горелок среднего давления?

- a) до 2 кПа
- b) 2 – 7 кПа
- c) до 0,6 МПа
- d) 4 выше 0,6 МПа

5 На котлы какого давления устанавливают некипящие экономайзеры?

- a) Высокого давления
- b) Среднего давления
- c) Низкого давления
- d) Любого давления

#### Аттестационная карта № 8

1 Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры питательной воды в

- a) Снижается

- b) Плавно увеличивается прямоточных котлах?
  - c) Резко увеличивается
  - d) Не изменится
- 2 Какой метод обработки воды используют для ее умягчения?
- a) Фильтрация
  - b) Осаждение
  - c) Отстаивание
  - d) Термическая обработка
- 3 Какое используется давление для горелок высокого давления?
- a) до 2 кПа
  - b) 2 – 7 кПа
  - c) до 0,6 МПа
  - d) выше 0,6 МПа
- 4 На котлы какого давления устанавливают кипящие экономайзеры?
- a) Высокого давления
  - b) Среднего давления
  - c) Низкого давления
  - d) Любого давления
- 5 Что в водотрубных котельных установках движется внутри змеевиков?
- a) Продукты сгорания
  - b) Пароводяная смесь
  - c) Пар
  - d) Вода

#### Аттестационная карта № 9

- 1 Какой метод обработки воды используют для ее обессоливания?
- a) Фильтрация
  - b) Осаждение обессоливания?
  - c) Отстаивание
  - d) Химическая обработка
- 2 Для чего используется экономайзер?
- a) Для подогрева воздуха
  - b) Для подогрева питательной воды
  - c) Для подогрева топлива
  - d) Для охлаждения продуктов сгорания
- 3 Какое устройство служит для удаления растворенных газов из питательной воды для паровых котлов?
- a) Экономайзер
  - b) Конденсатор
  - c) Деаэратор
  - d) Барабан
- 4 Что в водотрубных котельных установках движется снаружи змеевиков?
- a) Продукты сгорания

- b) Пароводяная смесь
- c) Пар
- d) Вода

5 Целью какого расчета котла является определение площадей поверхностей нагрева элементов котла при заданных паропроизводительности, параметрах пара и характеристиках топлива?

- a) Предварительного
- b) Поверочного
- c) Конструктивного
- d) Оптимизационного

#### Аттестационная карта № 10

1 Какой метод обработки воды используют для удаления грубодисперсных примесей?

- a) Химическая обработка
- b) Термическая деаэрация газов
- c) Коагуляция
- d) Термическая обработка

2 Какой из способов не используется для очистки газа от пыли?

- a) Сухая механическая очистка
- b) Химическая очистка
- c) Мокрая очистка
- d) Электрическая очистка

3 Целью какого расчета котла является определение тепловосприятости каждого элемента котла, температурного напора и коэффициента теплопередачи по заданным температурам продуктов сгорания и обогреваемой среды?

- a) Предварительного
- b) Поверочного
- c) Конструктивного
- d) Оптимизационного

4 Для чего производится непрерывная продувка парогенератора?

- a) Удаление воды
- b) Удаление пара
- c) Удаление солей
- d) Удаление воздуха

5 Какое вещество наиболее токсично для организма человека?

- a) Пыль
- b) CO
- c) HS
- d) NO

#### **7.2.2** Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

#### Аттестационная карта № 10

1 Какой метод обработки воды используют для удаления грубо-

дис-персных примесей?

- a) Химическая обработка
- b) Термическая деаэрация газов
- c) Коагуляция
- d) Термическая обработка

2 Какой из способов не используется для очистки газа от пыли?

- a) Сухая механическая очистка
- b) Химическая очистка
- c) Мокрая очистка
- d) Электрическая очистка

3 Целью какого расчета котла является определение тепловосприятия каждого элемента котла, температурного напора и коэффициента теплопередачи по заданным температурам продуктов сгорания и обогреваемой среды?

- a) Предварительного
- b) Поверочного
- c) Конструктивного
- d) Оптимизационного

4 Для чего производится непрерывная продувка

- a) Удаление воды
- b) Удаление пара парогенератора?
- c) Удаление солей
- d) Удаление воздуха

5 Какое вещество наиболее токсично для организма человека?

- a) Пыль
- b) CO
- c) HS
- d) NO

Аттестационная карта № 11

1 Как называется металлическая конструкция котла, воспринимающая массы элементов котла и передающая их на фундамент?

- a) Обмуровка
- b) Каркас
- c) Арматура
- d) Тракт

2 Для чего производится периодическая продувка парогенератора?

- a) Удаление воды
- b) Удаление пара
- c) Удаление солей
- d) Удаление шлака

3 Какое вещество наименее токсично для организма человека?

- a) Пыль
- b) CO
- c) HS

d) NO

4 Какие существуют типы обмуровки в зависимости от их конструкции?

- a) Стеновая
- b) Легкая
- c) Облегченная
- d) Все перечисленные

5 Откуда, в основном, поступают в пар загрязняющие примеси?

- a) Из топлива
- b) Из дымовых газов
- c) Из воздуха
- d) Из питательной воды

Аттестационная карта № 12

1 Какой критерий подобия является безразмерным коэффициентом теплоотдачи?

- a) Нуссельта
- b) Рейнольдса
- c) Прандтля
- d) Грасгофа

2 Как движется пароводяная смесь в подъемной трубе при опрокидывании циркуляции?

- a) Быстро вверх
- b) Медленно вверх
- c) Вниз
- d) Не движется

3 Какое устройство служит для отделения пара от воды?

- a) Экономайзер
- b) Конденсатор
- c) Деаэратор
- d) Сепаратор

4 В каком термодинамическом процессе происходит парообразование в котельной установке?

- a) В изотермическом
- b) В адиабатном
- c) В изохорном
- d) В изобарном

5 Какую очистку применяют для удаления загрязнений с экранных поверхностей нагрева котла?

- a) Паровая обдувка
- b) Пароводяная обдувка
- c) Вибрационная очистка
- d) Все перечисленные

Аттестационная карта № 13

1 Какая схема включения пароперегревателя является оптимальной?

- a) Смешанная
- b) Противоточная
- c) Прямоточная
- d) Обратная

2 Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?

- a) Вт/(м·К)
- b) Вт/(кг·К)
- c) Вт/(м<sup>2</sup>·К)
- d) Вт/(м<sup>3</sup>·К)

3 За счет какого динамического воздействия производится паровая обдувка?

- a) Струй воды
- b) Струй пара
- c) Струй пароводяной смеси
- d) Струй воздуха

4 Основное назначение обмуровки котельного агрегата?

- a) Устойчивость к коррозии
- b) Шумопоглощение
- c) Тепловая и гидроизоляция
- d) Виброизоляция

5 Чему равна теплота сгорания условного топлива?

- a) 7000 кДж/кг
- b) 7000 кДж/м<sup>3</sup>
- c) 293000 кДж/кг
- d) 293000 кДж/м<sup>3</sup>

Аттестационная карта № 14

1 Что служит рабочим агентом обдувочного аппарата при пароводяной обдувке?

- a) Пар
- b) Воздух
- c) Питательная вода
- d) Все перечисленны

2 Какое устройство обеспечивает предотвращение последствий внезапного повышения давления в топке и газоходах?

- a) Задвижка
- b) Лазовый затвор
- c) Взрывной клапан
- d) Гидрозатвор

3 От чего зависит теплота сгорания топлива?

- a) От состава топлив
- b) От состава окисли
- c) От расхода окисли
- d) От температуры окислителя

4 Для сжигания какого топлива используются слоевые топки?

- a) Газообразного

- b) Жидкого
- c) Твердого пылевидного
- d) Твердого кускового

5 Какое устройство служит для удаления в атмосферу продуктов сгорания?

- a) Экономайзер
- b) Дымосос
- c) Сепаратор
- d) Деаэратор

#### Аттестационная карта № 15

1 Какая схема движения теплоносителей обеспечивает максимальное значение температурного напора?

- a) Прямоток
- b) Противоток
- c) Перекрестный ток
- d) Зависит от вида теплоносителя

2 Для сжигания какого топлива используются камерные топки?

- a) Газообразного
- b) Жидкого
- c) Твердого пылевидного
- d) Всех этих топлив

3 От чего зависит высота дымовой трубы при искусственной тяге?

- a) От К. П. Д. котла
- b) От вида топлива
- c) От температуры дымовых газов
- d) От санитарных требований

4 Как изменятся потери

а) Не изменятся давления при увеличении скорости потока в два раза?

- b) Возрастут пропорционально
- c) Возрастут в 4 раза
- d) Уменьшаться в 4 раза

5 Что называется физической стадией процесса сжигания топлива?

- a) Этап смешения топлива
- b) Этап нагрева топлива
- c) Этап смешения и нагрева топлива
- d) Реакция горения

#### Аттестационная карта № 16

1 Какие вредные примеси наиболее опасны для организма человека?

- a) Зола
- b) Серный ангидрид
- c) Окислы азота
- d) Сернистый ангидрид

2 Каким способом происходит перенос теплоты?

- a) Теплопроводностью
- b) Конвекцией
- c) Радиацией
- d) Всеми этими способами

3 Что называется химической стадией процесса сжигания топлива?

- a) Этап смешения топлива
- b) Этап нагрева топлива
- c) Этап смешения и нагрева топлива
- d) Реакция горения

4 Как часто производится внутренний осмотр паровых котлов?

- a) Не реже 1 раза в 4 года
- b) Не реже 1 раза в 6 лет
- c) Не реже 1 раза в 8 лет
- d) Не реже 1 раза в 10 лет

5 Какое вещество содержит коксовый газ?

- a) Бензол
- b) Нафталин
- c) Аммиак
- d) Все эти вещества

Аттестационная карта № 17

1 Для какого вида топлива физическими стадиями процесса сжигания являются образование горючей смеси, ее нагрев до температуры воспламенения?

- a) Газообразное
- b) Жидкое
- c) Твердое кусковое
- d) Твердое пылевидное

2 Как часто производится гидравлическое испытание паровых котлов?

- a) 1 раз в 4 года
- b) 1 раз в 6 лет
- c) 1 раз в 8 лет
- d) 1 раз в 10 лет

3 Какие основные составляющие природного газа?

- a) Метан
- b) Тяжелые углеводороды
- c) Азот
- d) Все эти вещества

4 Какие из веществ являются продуктами полного сгорания?

- a)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- b)  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$
- c)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2$

5 От чего зависит необходимая для наилучшего горения толщина слоя

топлива?

- a) От зольности топлива
- b) От влажности топлива
- c) От состава топлива
- d) От количества окислителя

Аттестационная карта № 18

1 Для какого вида топлива физическими стадиями процесса сжигания являются распыл топлива, прогрев, испарение, образование горючей смеси?

- a) Газообразное
- b) Жидкое
- c) Твердое кусковое
- d) Твердое пылевидное

2 Как часто производится наружный осмотр паровых котлов?

- a) 1 раз в месяц
- b) 1 раз в год
- c) 2 раза в год
- d) 1 раз за 2 года

3 Какие виды серы при горении окисляются с выделением тепла?

- a) Колчеданная и сульфатная
- b) Органическая и сульфатная
- c) Органическая и колчеданная
- d) Только органическая

4 Какой недостаток сжигания топлива в виде пыли?

- a) Невозможность сжигания любого вида топлива
- b) Большой расход энергии
- c) Невозможность полной механизации топочного процесса
- d) Трудность в регулировании топочного процесса

5 Какие из веществ являются продуктами неполного сгорания?

- a)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- b)  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$
- c)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2$

Аттестационная карта № 19

1 Какой элементарный химический состав рабочей массы топлива?

- a)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}+\text{K}+\text{A}=100\%$
- b)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}+\text{K}+\text{A}+\text{W}=100\%$
- c)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}=100\%$
- d)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}+\text{K}=100\%$

2 Какую размерность имеет плотность теплового потока?

- a) Вт
- b) Дж/с
- c) Вт/м<sup>2</sup>
- d) Вт/м

3 Как называют систему ограждений, отделяющих топочную камеру и газоходы от окружающей среды?

- a) Каркас
- b) Обмуровка
- c) Арматура
- d) Газовый тракт

4 Какой теплоноситель при одинаковом давлении имеет более высокую температуру?

- a) Влажный пар
- b) Кипящая вода
- c) Сухой пар
- d) Перегретый пар

5 В каком устройстве происходит сгорание топлива в котле?

- a) Горелка
- b) Топка
- c) Экономайзер
- d) Пароперегреватель

Аттестационная карта № 20

1 Какой элементарный химический состав сухой массы топлива?

- a)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A=100\%$
- b)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A+W=100\%$
- c)  $C+H+O+N+S_{op}=100\%$
- d)  $C+H+O+N+S_{op}+k=100\%$

2 От чего зависит теоретический объем продуктов сгорания?

- a) От состава топлива
- b) От вида окислителя
- c) От вида горелки
- d) От расхода окислителя

3 В каком воздухоподогревателе теплота продуктов сгорания передается непрерывно воздуху через стенку, разделяющую теплообменные среды?

- a) Регенеративный
- b) Рекуперативный
- c) Смесительный
- d) Контактный

4 Какие основные составляющие природного газа?

- a)  $H_2$ ,  $C_nH_m$ ,  $O_2$
- b)  $H_2O$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$
- c)  $CH_4$ ,  $C_nH_m$ ,  $N_2$
- d)  $CH_4$ ,  $O_2$ ,  $N_2$

5 Какое жидкое топливо используется в котлоагрегатах?

- a) Дизельное топливо
- b) Бензин
- c) Мазут
- d) Нефть

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

#### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

##### Аттестационная карта № 21

1 Какой элементарный химический состав органической массы топлива?

- a)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A=100\%$
- b)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A+W=100\%$
- c)  $C+H+O+N+S_{op}=100\%$
- d)  $C+H+O+N+S_{op}+k=100\%$

2 От чего зависит

- a) От состава топлива теплота сгорания топлива?
- b) От вида окислителя
- c) От температуры окислителя
- d) От расхода окислителя

3 В каком воздухоподогревателе теплота передается к воздуху металлической насадкой, которая периодически нагревается продуктами сгорания?

- a) Регенеративный
- b) Рекуперативный
- c) Пластинчатый
- d) Спиральный

4 Какое давление потока рабочего тела соответствует его кинетической энергии?

- a) Полное
- b) Статическое
- c) Динамическое
- d) Пьезометрическое

5 Как различаются топки по конфигурации факела?

- a) С U – образным факелом
- b) С S – образным факелом
- c) С П – образным факелом
- d) С Г – образным факелом

##### Аттестационная карта № 22

1 Каково значение "острого дутья"?

- a) Интенсификация процесса горения
- b) Интенсификация процесса перемешивания газов
- c) Удаление золы
- d) Удаление влаги

2 Каким способом происходит перенос теплоты от раскаленных продуктов сгорания к нагреваемому металлу?

- a) Теплопроводностью
- b) Конвекцией
- c) Радиацией
- d) Всеми этими способами

3 От чего зависит величина потерь тепла с уходящими газами?

- a) Объем и состав продуктов сгорания
- b) Объем и состав топлива
- c) Объем окислителя
- d) Начальная температура воздуха

4 Как часто производят капитальный ремонт котла?

- a) Каждые 8 лет
- b) Каждые 5-6 лет
- c) Каждые 2-3 года
- d) Каждые 1-2 года

5 В каких мельницах размол топлива осуществляется по принципу удара и истирания?

- a) В среднеходных
- b) В шаровых барабанных
- c) В быстроходных
- d) В молотковых

#### Аттестационная карта № 23

1 Какой из процессов является реакцией соединения горючих элементов топлива с окислителем?

- a) Таяние
- b) Кипение
- c) Плавление
- d) Горение

2 От чего зависит количество отложений на конвективной поверхности нагрева?

- a) От расхода окислителя
- b) От скорости продуктов сгорания
- c) От температуры продуктов сгорания
- d) От массы топлива

3 Какие потери возникают при неполном сгорании топлива в пределах топочной камеры?

- a) С уносом
- b) От химического недожога
- c) От механического недожога
- d) С уходящими газами

4 В каких мельницах размол топлива осуществляется по принципу раздавливания?

- a) В среднеходных
- b) В шаровых барабанных
- c) В быстроходных
- d) В молотковых

5 Что является отношением количества теплоты, воспринятого рабочей средой к располагаемой теплоте массы топлива?

- a) Высшая теплота сгорания
- b) Коэффициент избытка воздуха

- c) Низшая теплота сгорания
- d) К. П. Д. котла

Аттестационная карта № 24

1 Какие потери тепла возникают из-за того, что физическое тепло газов, покидающих парогенератор выше физического тепла поступающих в парогенератор воздуха и топлива?

- a) Потери с уносом
- b) Потери от химического недожега
- c) Потери с уходящими газами
- d) Потери от механического недожега

2 Каким устройством осуществляется подача в топочную камеру газа и окислителя при сжигании газообразного топлива?

- a) Транспортер
- b) Элеватор
- c) Горелка
- d) Деаэратор

3 Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?

- a) Вт/(м·К)
- b) Вт/(кг·К)
- c) Вт/(м<sup>2</sup>·К)
- d) Вт/(м<sup>3</sup>·К)

4 Как называется зависимость изменения во времени параметров котла, характеризующих его работу?

- a) Гидродинамическая характеристика
- b) Гидравлическая характеристика
- c) Динамическая характеристика
- d) Тепловая характеристика

5 Как часто производят текущий ремонт котла?

- a) Каждые 2-3 года
- b) Каждые 1-2 года
- c) Каждые 6 месяцев
- d) Каждый месяц

Аттестационная карта № 25

1 В каких пределах находится значение потери теплоты от химической неполноты сгорания?

- a) 0 – 2 %
- b) 6 – 12 %
- c) 20 – 30 %
- d) 40 – 50 %

2 В каком устройстве происходит распыливание жидкого топлива на отдельные мельчайшие капли?

- a) Дробилка
- b) Горелка

- c) Форсунка
- d) Мельница

3 Как называется образование горючей смеси, состоящей из продуктов испарения и термического разложения углеводородов и окислителя?

- a) Пульверизация
- b) Карбюрация
- c) Гомогенизация
- d) Воспламенение

4 Для котлов какой производительности может применяться жидкое топливо?

- a) Малой производительности
- b) Средней производительности
- c) Высокой производительности
- d) Любой производительности

5 Какое число характеризует соотношение сил вязкости и поверхностного натяжения жидкости?

- a) Число Вебера
- b) Число Лапласа
- c) Число Гухарда
- d) Число Рейнольдса

#### Аттестационная карта № 26

1 При сжигании каких видов топлива отсутствуют потери от механической неполноты сгорания?

- a) Твердого и газообразного
- b) Жидкого и газообразного
- c) Твердого и жидкого
- d) Любых

2 Для сжигания какого вида топлива используются камерные топки?

- a) Газообразного
- b) Жидкого
- c) Твердого пылевидного
- d) Всех перечисленных

3 В каких форсунках распыливание осуществляется за счет энергии топлива?

- a) Механические
- b) С распыливающей средой
- c) Комбинированные
- d) Во всех перечисленных

4 Какое число характеризует соотношение инерционных сил распыляющего потока и сил поверхностного натяжения жидкости?

- a) Число Вебера
- b) Число Лапласа
- c) Число Гухарда
- d) Число Рейнольдса

5 К каким поверхностям нагрева относят экономайзер и воздухоподогреватель?

- a) Радиационные
- b) Полурadiационные
- c) Конвективные
- d) Полуконвективные

Аттестационная карта № 27

1 Для сжигания какого вида топлива используются слоевые топки?

- a) Газообразного и жидкого
- b) Твердого кускового
- c) Твердого пылевидного
- d) Всех перечисленных

2 В каких форсунках распыливание осуществляется за счет энергии движущегося с большой скоростью распылителя?

- a) Механические
- b) С распыливающей средой
- c) Комбинированные
- d) Во всех перечисленных

3 К каким поверхностям нагрева относят ширмовые поверхности пароперегревателя и испарительные поверхности нагрева, расположенные за топкой?

- a) Радиационные
- b) Полурadiационные
- c) Конвективные
- d) Полуконвективные

4 Излучение какого факела определяется излучением трехатомных газов?

- a) Светящегося
- b) Полусветящегося
- c) Несветящегося
- d) Всех перечисленных

5 Где происходит разделение пароводяной смеси на пар и воду?

- a) В коллекторе
- b) В элеваторе
- c) В пароперегревателе
- d) В барабане

Аттестационная карта № 28

1 К каким поверхностям нагрева относят экраны, фестоны, пароперегреватели, расположенные в топке?

- a) Радиационные
- b) Полурadiационные
- c) Конвективные
- d) Полуконвективные

2 Каким показателем качества питательной воды нормируется суммарная концентрация ионов кальция и магния?

- a) Жесткость
- b) Солесодержание
- c) Щелочность
- d) Не нормируется

3 При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется при горизонтальном и вертикальном подъемном движении пара со стабильной малой скоростью?

- a) Инерционная сепарация
- b) Гравитационная сепарация
- c) Пленочная сепарация
- d) Пузырьковая сепарация

4 Какое устройство служит для удаления газов из питательной воды?

- a) Сепаратор
- b) Элеватор
- c) Деаэратор
- d) Коллектор

5 Какое используется давление для горелок среднего давления?

- a) до 2 кПа
- b) 2 – 7 кПа
- c) до 0,6 МПа
- d) \ выше 0,6 МПа

#### Аттестационная карта № 29

1 Что является основной испарительной поверхностью нагрева в котле?

- a) Топка
- b) Барабан
- c) Экран
- d) Коллектор

2 Каким показателем качества питательной воды нормируется сумма эквивалентных концентраций в растворе анионов слабых кислот?

- a) Жесткость
- b) Солесодержание
- c) Щелочность
- d) Не нормируется

3 При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется при резком ускорении горизонтального или вертикального потока пара и последующем уменьшении его скорости?

- a) Инерционная сепарация
- b) Гравитационная сепарация
- c) Пленочная сепарация
- d) Пузырьковая сепарация

4 К чему приведет увеличение зольности топлива?

- a) Увеличение К. П. Д
- b) Уменьшение К. П. Д.
- c) Улучшение теплообмена
- d) Ни на что не повлияет

5 Чему равна теплота сгорания условного топлива?

- a) 7000 кДж/кг
- b) 7000 кДж/м<sup>3</sup>
- c) 293000 кДж/кг
- d) 293000 кДж/м<sup>3</sup>

Аттестационная карта № 30

1 Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?

- a) Вт/(м·К)
- b) Вт/(кг·К)
- c) Вт/(м<sup>2</sup>·К)
- d) Вт/(м<sup>3</sup>·К)

2 Каким показателем качества питательной воды нормируется суммарная концентрация в воде катионов и анионов, определяемая по общему ионному составу?

- a) Жесткость
- b) Солесодержание
- c) Щелочность
- d) Не нормируется

3 При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется использованием способности налипания мелких капель воды на увлажненную развитую поверхность?

- a) Инерционная сепарация
- b) Гравитационная сепарация
- c) Пленочная сепарация
- d) Пузырьковая сепарация

4 От чего зависит теплота сгорания топлива?

- a) От состава топлива
- b) От состава окислителя
- c) От расхода окислителя
- d) От температуры окислителя

5 Как часто производится гидравлическое испытание паровых котлов?

- a) 1 раз в 4 года
- b) 1 раз в 6 лет
- c) 1 раз в 8 лет
- d) 1 раз в 10 лет

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Что называется горением топлива?
2. Что такое материальный баланс процесса горения, и каков принцип его составления?
3. Для чего и как составляется тепловой баланс процесса горения?

4. Что такое теоретический объем воздуха, необходимый для организации процесса горения, и как он определяется?
5. Что называется коэффициентом избытка воздуха и какое он имеет значение для характеристики процесса горения?
6. Из каких газов складывается действительный объем продуктов сгорания при полном горении топлива?
7. Что называется энтальпией продуктов сгорания и как она вычисляется?
8. Что такое присосы воздуха, и в каких парогенераторах и водогрейных котлах
9. Как влияют присосы воздуха на объем продуктов сгорания, покидающих парогенератор или водогрейный котел?
10. Что называется тепловым балансом парогенератора или водогрейного котла?
11. Чем обусловлена и от каких факторов зависит потеря теплоты с уходящими газами?
12. Что такое потеря теплоты от химической неполноты горения, и какие факторы на нее влияют?
13. При сжигании, каких топлив появляется потеря теплоты от механической неполноты горения, и чем она обусловлена? Какие факторы влияют на эту потерю?
14. Что называется оптимальным коэффициентом избытка воздуха и как он определяется?
15. Что такое потеря теплоты от наружного охлаждения, и какие факторы на нее влияют?
16. 20. Чем обусловлена потеря в виде физической теплоты шлаков, и в каких случаях она учитывается?
17. Как производится определение КПД брутто парогенератора и водогрейного котла по прямому и обратному балансу?
18. Что называется КПД нетто парогенератора или водогрейного котла, и какие факторы влияют на него?
19. Из чего складывается располагаемая теплота?
20. Из каких соображений выбирается при тепловом расчете парогенератора или водогрейного котла температура уходящих газов?
21. Как принято классифицировать топки для слоевого сжигания твердого топлива? Дайте характеристику слоевых топок, применяемых под современными парогенераторами и водогрейными котлами.
22. В каких случаях, и для каких топлив применяют факельные топки? В чем заключаются положительные и отрицательные качества факельных топок?
23. В каких случаях, и для каких топлив применяются вихревые топки? Перечислите преимущества и недостатки вихревых топок.
24. Что называется тепловой мощностью топки и как она определяется? Что такое удельная нагрузка сечения топки, зеркала горения, топочного объема и как она определяется?
25. Каковы назначение, конструкция и область применения топок с чешуйчатой цепной решеткой?
26. Для каких топлив применяются топки с ленточными цепными решетками обратного хода?
27. Для чего применяется острое дутье и возврат уноса?
28. В чем заключается первичная подготовка топлива перед подачей в пылеприготовительную установку?
29. Какие схемы пылеприготовления преимущественно применяются в промышленных и отопительных котельных?
30. Как устроены молотковые мельницы и где они применяются?
31. Укажите назначение, и область применения гравитационных сепараторов пыли.
32. Изложите принцип работы инерционного сепаратора и его преимущества по сравнению с гравитационными.

33. Каков принцип работы центробежного сепаратора и его преимущества по сравнению с гравитационными.
34. Как устроены мельницы-вентиляторы? Для размола каких углей они применяются?
35. Опишите принцип работы среднеходных валковых мельниц и назовите область их применения.
36. Изложите принцип работы шаровых барабанных мельниц и укажите область их применения.
37. В чем заключаются преимущества эжекционных амбразур по сравнению с открытыми?
38. Дайте сравнительную оценку прямоточных и закрученных струй.
39. Дайте сравнительную оценку гладкотрубных, шиповых и плавниковых экранных поверхностей нагрева. Назовите область их применения.
40. Как принято классифицировать форсунки для сжигания жидкого топлива? Какие требования предъявляются к форсункам для сжигания жидкого топлива?
41. В чем заключается принцип работы форсунок с пневматическим распылением топлива?
42. В чем заключается принцип работы форсунок с механическим распылением жидкого топлива?
43. Опишите конструкцию форсунки с паромеханическим распылением мазута, ее преимущества и недостатки.
44. Как можно классифицировать газовые горелки в зависимости от перемешивания в них топлива с воздухом?
45. Дайте сравнительную оценку диффузионных горелок и горелок полного предварительного смешения.
46. Что такое нормальная скорость распространения пламени?
47. Какие требования предъявляются к газовым горелкам?
48. Укажите преимущества блочных инжекционных горелок по сравнению с другими конструкциями.
49. В чем заключается особенность конструкции и область применения горизонтальных и вертикальных щелевых горелок?
50. Как устроены комбинированные пылегазовые горелки?
51. В каких случаях производится конструктивный, а в каких поверочный расчет парогенератора или водогрейного котла?
52. На чем базируется расчет топочных камер парогенераторов и водогрейных котлов?
53. Что такое безразмерная и теоретическая температура продуктов сгорания?
54. Что понимают под степенью черноты топки?
55. Что понимают под коэффициентом ослабления лучей?
56. Какие факторы оказывают влияние на поглощательную способность  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ?
57. Что понимают под толщиной излучающего слоя?
58. Как учитывается распределение температуры по высоте топочной камеры при ее расчете?
59. Какие параметры должны быть получены в результате расчета топочной камеры?
60. Как изменяется энтальпия кипящей воды, скрытой теплоты парообразования, насыщенного и перегретого пара в зависимости от давления?
61. Дайте характеристику условий протекания процесса кипения в парогенераторе.
62. Какие режимы кипения различают при движении воды в вертикальных трубах парогенератора?
63. Как осуществляется передача теплоты от продуктов сгорания к воде в конвективных поверхностях нагрева?
64. Какие встречаются виды коррозии поверхности нагрева со стороны продуктов сгорания и воды?
65. Каков механизм низкотемпературной сернокислотной коррозии?

66. Какими мероприятиями достигается снижение интенсивности наружной коррозии?
67. Каков механизм естественной циркуляции?
68. На каких уравнениях базируется расчет естественной циркуляции в парогенераторах?
69. Что называется полезным движущим давлением?
70. В чем заключается принцип многократной принудительной циркуляции?
71. В чем состоит принцип работы прямоточных парогенераторов?
72. В чем заключаются особенности работы циркуляционного контура прямоточных водогрейных котлов?
73. Какая вода, поступающая в котельный цех, называется сырой, питательной, подпиточной, котловой?
74. Что называется общей жесткостью воды и как она измеряется?
75. Что такое щелочность воды?
76. Каково назначение непрерывной и периодической продувки?
77. Как используется непрерывная продувка?
78. Каково назначение сепарационных устройств?
79. Какие сепарационные устройства применяют для промышленных парогенераторов?
80. Изложите принцип работы сепарации с циклонами.
81. Что такое промывка пара питательной водой?
82. Что представляет собой безбарабанный контур парогенератора?
83. Назовите основные причины нарушения циркуляции у парогенераторов с естественной циркуляцией.
84. Назовите основные мероприятия, повышающие надежность естественной циркуляции.
85. Как влияют наружные загрязнения конвективных поверхностей нагрева на процесс передачи теплоты и надежность работы металла труб?
86. Как влияют внутренние загрязнения на надежность работы конвективных поверхностей нагрева?
87. Какой из коэффициентов теплоотдачи целесообразно увеличивать: от продуктов сгорания к стенке или от стенки к воде?
88. На каких уравнениях базируется расчет конвективных поверхностей нагрева?
89. Дайте краткую характеристику развития конструкции парогенераторов.
90. Каковы основные направления развития конструкции современных парогенераторов?
91. На какие типы принято делить парогенераторы горизонтальной ориентации в зависимости от формы поперечного сечения?
92. Назовите характерные особенности современных парогенераторов вертикальной ориентации. Опишите конструкцию современных вертикально-цилиндрических парогенераторов, их преимущества и недостатки.
93. Укажите основные особенности работы водогрейных котлов.
94. Какие котельные агрегаты называются энерготехнологическими?
95. Какие агрегаты называются котлами-утилизаторами?
96. Как устроен котёл-утилизатор для сжигания твёрдых бытовых отходов?
97. Каковы условия работы труб пароперегревателя? Какие факторы влияют на надежность работы труб пароперегревателя?
98. Как конструктивно выполняются пароперегреватели?
99. Какие способы регулирования перегрева пара применяются?
100. Какие экономайзеры называются некипящими? При каких условиях применяются чугунные экономайзеры?
101. Как конструктивно устроен чугунный экономайзер? Как рекомендуется компоновать чугунные экономайзеры?
102. Как конструктивно выполняется стальной экономайзер? Как рекомендуется ком-

- поновать стальные экономайзеры?
103. Какие меры принимаются для уменьшения коррозии экономайзеров?
  104. В чем заключаются преимущества применения горячего воздуха? Для чего применяется двухступенчатый подогрев воздуха?
  105. Как конструктивно выполняются рекуперативные воздухоподогреватели? Укажите причины коррозии воздухоподогревателей.
  106. Как влияет содержание серы в топливе на температуру точки росы?
  107. Каков принцип работы воздухоподогревателя с промежуточным теплоносителем?
  108. Какие мероприятия применяют с целью уменьшения коррозии воздухоподогревателей?
  109. Каковы основные задачи теплового расчета пароперегревателей?
  110. В каких условиях работает металл поверхностей нагрева котлоагрегатов?
  111. В результате каких явлений возможно разрушение металла поверхностей нагрева парогенератора?
  112. Укажите предельные температуры металла труб, выполненных из углеродистой стали.
  113. Для изготовления каких деталей, и каких марок применяется чугун?
  114. Какие свойства обмуровочных материалов, применяемых в котлостроении, имеют наибольшее значение?
  115. Какие строительные материалы применяются при обмуровочных работах?
  116. Для изготовления, каких изделий используются огнеупорные материалы?
  117. Какие растворы применяют при обмуровочных работах?
  118. Назовите основные теплоизоляционные материалы, используемые в котлостроении.
  119. Какие требования предъявляются к лестницам и площадкам котельных установок?
  120. Каково назначение обмуровки и условия ее работы?
  121. Для чего служит гарнитура и как она конструктивно выполняется?
  122. Каково назначение и конструктивное выполнение предохранительных обратных клапанов?
  123. Перечислите основные правила установки предохранительных клапанов.
  124. Укажите, в каких местах должны устанавливаться обратные клапаны.
  125. Что называется условным проходом арматуры?
  126. Какими приборами осуществляется контроль уровня воды в барабане, как они конструктивно оформлены?
  127. Изложите основные правила установки водоуказательных приборов.
  128. Каково назначение тепловой изоляции, и какие к ней предъявляются требования?
  129. Какие силы влияют на оседание летучей золы на поверхностях нагрева?
  130. Что влияет на загрязнение поверхностей нагрева летучей золой?
  131. При сжигании каких топлив образуются плотные отложения?
  132. На каком принципе основана работа обдувочных аппаратов?
  133. Как производится очистка поверхностей нагрева путем обмывки водой, каковы преимущества и недостатки этого способа?
  134. На чем основана дробевая очистка поверхностей нагрева, каковы ее преимущества и недостатки?
  135. Каков принцип работы вибрационной очистки, ее конструктивное исполнение?
  136. Что такое естественная и искусственная тяга?
  137. От чего зависит сила тяги, создаваемая дымовой трубой?
  138. Что называется самотягой и как она определяется?
  139. Как определяется и от чего зависит сопротивление трения?
  140. Что такое местные сопротивления и от каких факторов они зависят?
  141. Что такое эквивалентный гидравлический диаметр?
  142. Как определяется сопротивление всего газового и воздушного тракта?
  143. Что такое оптимальная скорость продуктов сгорания и воздуха и от каких факторов

она зависит?

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

*Укажите вопросы для экзамена*

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	(наименование темы из раздела 5.1)	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	(наименование темы из раздела 5.1)	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	(наименование темы из раздела 5.1)	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	(наименование темы из раздела 5.1)	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	(наименование темы из раздела 5.1)	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	(наименование темы из раздела 5.1)	ПК-3	Тест, контрольная работа, защита лабораторных ра-

			бот, защита реферата, требования к курсовому проекту....
--	--	--	--

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

*Укажите учебную литературу*

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

*Укажите перечень информационных технологий*

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*Укажите материально-техническую базу*

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполня-

ется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета \_\_\_\_\_. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные

	перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	--