

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 17.09.2024 11:28:51  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e58bab0701fe1ba172f9e



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Бакиров С.М./  
«08» Август 2022 г.

# ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	<b>ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ</b>
Направление подготовки	<b>08.03.01 Строительство</b>
Направленность (профиль)	<b>Тепло-, газо-, холодоснабжение и вентиляция</b>
Квалификация выпускника	<b>Бакалавр</b>
Нормативный срок обучения	<b>4 года</b>
Форма обучения	<b>Очно-заочная</b>
Кафедра-разработчик	<b>Природообустройство, строительство и теплоэнергетика</b>
Ведущий преподаватель	<b>Михеева О.В., доцент</b>

Разработчик: доцент, Михеева О.В.

  
(подпись)

Саратов 2022

## Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	7
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	18
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования .....	48

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Теплогенерирующие установки» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31.05.2017 г. № 481, формируют следующие компетенции представленные в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Теплогенерирующие установки»

Код	№ п/п	Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
	Наименование компетенции (или ее части)				
1	3	4	4	5	6
1	ПК-2 Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-2.3 выбор состава и последовательность выполнения типовых, плановых испытаний и ремонта технологического оборудования, монтажных, наладочных и ремонтных работах	5	лекции, лабораторные занятия	доклад, устный опрос по лабораторным работам, курсовой проект

2	ПК-15 Способен подготавливать проектную документацию для внутренних газопроводов и газоиспользующего оборудования объектов капитального строительства	ПК-15.3 выбор методик и подготовку проектной документации для внутренних газопроводов и газоиспользуемого оборудования объектов капитального строительства	6	лекции, лабораторные занятия	доклад, устный опрос по лабораторным работам, курсовой проект
3	ПК-2 Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-2.3 выбор состава и последовательность выполнения типовых, плановых испытаний и ремонта технологического оборудования, монтажных, наладочных и ремонтных работах	6	лекции, лабораторные занятия	доклад, устный опрос по лабораторным работам, курсовой проект

Примечание:

Компетенция ПК-2 – также формируется в ходе освоения дисциплин: «Отопление», «Теплоснабжение», «Вентиляция», «Технологическая практика», «Проектная практика, «Исполнительская практика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы»

ПК-15 - также формируется в ходе освоения дисциплин: «Газоснабжение», Технологическая практика, Проектная практика, Исполнительская практика и в ходе подготовки к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ОМ
1	курсовой проект (КП)	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой расчет и обоснование принятых инженерных решений в письменном и графическом виде, выполненный в строгом соответствии по предоставленному преподавателем заданию, в соответствии с Требованиями и нормами ЕСКД и СПДС	тема курсового проекта, требования оформлению, критерии оценки
2	Доклад (Д)	продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в устном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	темы докладов
35	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	перечень тем лабораторных работ и практических занятий , критерии их оценки

### Программа оценивания контролируемой дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Вводная лекция. Цели, задачи, структура курса дисциплины. Назначение	ПК-2	Доклад

2	Определение, назначение и классификация теплогенерирующих	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям
3	Изучение конструкций паровых котлов. Изучение конструкций	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям
4	Топливо и его технические характеристики. Классификация топлив по происхождению и физическому состоянию.	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
5	Технические характеристики и свойства топлива.	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
6	Низшая и высшая теплота сгорания топлива. Расчет объемов и энтальпий	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
7	Элементарный состав топлива. Состав твердого, жидкого, и газообразного топлива..	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
8	Элементарный состав топлива. Расчетные выражения и формулы,	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
9	Тепловой баланс котельного агрегата; определение его к.п.д.	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
10	Определение тепловых потерь, к.п.д., котельного агрегата, расхода топлива.	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
11	Основы теории горения. Гомогенное и гетерогенное горение,	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
12	Расчет избытка воздуха, коэффициента избытка воздуха, условного	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект,
13	Топки. Поверочный расчет топки Тепловой расчет топки. Определение степени черноты топки. Нахождение основных теплотехнических характеристик топок. Определение температуры газов на выходе из топки.	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
14	Принцип работы котельной установки. Схема и принцип работы	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект,
15	Варианты компоновок котельных установок	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад

16	Расчет конвективных поверхностей нагрева. Тепловой расчет	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
17	Назначение и классификация котлов и котельных установок. Понятия котел, котельный	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
18	Вспомогательные механизмы и устройства котельных.	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
19	Расчет конвективных поверхностей нагрева. Тепловой расчет котельных пучков. Расчет	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
20	Конструктивный расчет водяного экономайзера. Определение расчетной поверхности теплообмена,	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
21	Принцип работы котельной установки. Схема и принцип работы	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам, курсовой проект, доклад
22	Определение зольности твердого топлива. Изучение методики определения зольности.	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
23	История развития и схемы паровых и водогрейных котлов. Однобарабанные и	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
24	Внутрикотловая гидродинамика. Схемы движения воды и пароводяной смеси в	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
25	Исследование состава продуктов сгорания. Изучение принципа работы газоанализатора.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
26	Выполнение практической части работы на газоанализаторе	ПК-2	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
27	Топочные устройства. Виды топочных устройств и их схемы. Слоевые топки, камерные топки, вихревые топки, их преимущества, недостатки,	ПК-2 ПК-151	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
28	Топочные устройства. Виды сжигаемого топлива, особенности шлакоудаления, показатели эффективности работы.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад



29	Топочные устройства. Особенности шлакоудаления,	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
30	Горелочные устройства. Форсунки для сжигания жидкого топлива. Горелки для сжигания газообразного топлива.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
31	Характеристика тепловых нагрузок сельскохозяйственного	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
32	Горелочные устройства. Горелки для сжигания твердого пылевидного топлива.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
33	Испарительные поверхности нагрева котлов и пароперегреватели, сепарирующие устройства. Расположение, назначение.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
34	Характеристика тепловых нагрузок промышленного предприятия, для которого проектируется котельная. Обоснование сооружения	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
35	Испарительные поверхности нагрева котлов и пароперегреватели, сепарирующие устройства.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
36	Экономайзеры и воздухоподогреватели. Обмуровка. Тягодутьевые устройства. Расположение,	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
37	Выбор количества и марок устанавливаемых котлов. Построение годового графика выработки теплоты.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
38	Экономайзеры и воздухоподогреватели. Обмуровка. Тягодутьевые устройства. Загрязнение и износ конвективных поверхностей нагрева.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
39	Основы водоподготовки. Фильтрация и коагуляция, умягчение, деаэраторов.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
40	Расчет объемов и энтальпий продуктов сгорания и воздуха.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад

41	Тепловой баланс котельного агрегата. Определение к.п.д., котельного агрегата, расхода топлива.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам, курсовой проект, доклад
42	Тепловая схема котельной. Тепловые схемы производственно-отопительных и паровых котельных.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
43	Тепловой баланс котельного агрегата. Определение тепловых потерь, расхода топлива.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
44	Основы водоподготовки. Фильтрация и коагуляция, умягчение, промывка.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
45	Современные котельные установки. Теоретически основы и принцип работы, топочные и горелочные устройства,	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
46	Аэродинамический расчет воздушного тракта котельной. Расчет и выбор тяго-дутьевой установки.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
47	Аэродинамический расчет газового трактов котельной.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
48	Обслуживание котельной установки во время работы. Основы работы с котельной установкой, поддержание материального равновесия котла,	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
49	Тепловая схема котельной. Тепловая схема котельных.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
50	Обоснование принципиальной тепловой схемы отопительной котельной.	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад

51	Курсовой проект «Проект отопительной котельной»	ПК-2 ПК-15	Устный опрос по лабораторным работам и практическим занятиям, курсовой проект, доклад
----	---	------------	---

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Теплогенерирующие установки» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-2 5 семестр,	ПК-2.3 выбор состава и последовательность выполнения типовых, плановых испытаний и ремонта технологического оборудования, монтажных, наладочных и ремонтных работах	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (назначение и классификацию современных теплогенерирующих установок),	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировк	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей (назначение и классификацию современных	обучающийся демонстрирует знание материала (назначение и классификацию современных теплогенерирующих установок; виды и

		<p>не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки</p>	<p>ах, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала (назначение и классификацию современных теплогенерирующих установок; виды и технические характеристики используемых топлив; основы теории горения), методы и средства производства теплоты; законы переноса теплоты и энергии)</p>	<p>теплогенерирующих установок; виды и технические характеристики используемых топлив; основы теории горения; устройство и конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов)</p>	<p>технические характеристики используемых топлив; основы теории горения; назначение и классификацию котлов и котельных установок; устройство и конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий</p>
--	--	--	---	---	---

<p>ПК-2 6 семестр</p>	<p>ПК-2.3 выбор состава и последовательность выполнения типовых, плановых испытаний и ремонта технологического оборудования, монтажных, наладочных и ремонтных работах</p>	<p>обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (конструктивные особенности элементов котельных установок), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки</p>	<p>обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала (конструктивные особенности элементов котельных установок основного и вспомогательного оборудования котельной (топочных и горелочных устройств)</p>	<p>обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей (конструктивные особенности элементов котельных установок основного и вспомогательного оборудования котельной (топочных и горелочных устройств, пароперегревателей, воздухоподогревателей, экономайзеров)</p>	<p>оборудования котельной (топочных и горелочных устройств, пароперегревателей, воздухоподогревателей, экономайзеров, деаэраторов, тягодутьевых устройств, систем золоулавливания и золоудаления), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий</p>
---------------------------	--	--	--	--	--

ПК-15, 6 семестр	ПК-15.3 выбор методик и подготовку проектной документаци и для внутренних газопроводов и газоиспользуе мого оборудования объектов капитального строительства	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в	обучающийся я демонстриру ет знания только основного материала, но не знает	обучающийся я демонстриру ет знание материала, не допускает существенны х	обучающийся я демонстриру ет знание материала (нормативну ю документаци
---------------------	---	--	--	--	--

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1. Входной контроль**

*Цель проведения входного контроля* определение уровня, знаний, умений и навыков обучающихся, степени усвоения ими программы бакалавриата.

#### **Примерный перечень вопросов**

1. Теплоемкость. Виды удельной теплоемкости, связь между ними.
2. Водяной пар. В чем заключается сущность кипения? Температура кипения. Динамическое равновесие. Насыщенный пар. Влажный насыщенный пар, сухой насыщенный пар, перегретый пар. Что называют степенью сухости и влажностью пара?
3. Физическая сущность закона Фурье. Аналитическое выражение, анализ составляющих.
4. Коэффициент теплопроводности: физический смысл, от каких факторов зависит. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей, диэлектриков, металлов.
5. Коэффициент температуропроводности. Что им определяется и от чего он зависит.
6. Сформулируйте физическую сущность закона Ньютона-Рихмана. Напишите аналитическое выражение, проанализируйте составляющие.
7. Сформулируйте физическую сущность коэффициента теплоотдачи и укажите от каких факторов он зависит.
8. Сформулируйте понятие абсолютно черного, абсолютно белого, зеркального и прозрачного тела.
9. Что называется теплопередачей. Сформулируйте понятие коэффициента теплопередачи и полного термического сопротивления теплопередачи.
10. Как получают расчетное выражение для определения теплового потока при теплопередаче через ребренную стенку?
11. Дайте понятие критического диаметра изоляции. Как подобрать теплоизоляционный материал для покрытия цилиндрической поверхности?

### 3.2. Доклады

Выполнение устного доклада в полной мере раскрывает творческий подход обучающихся к самостоятельной проработке нового материала, позволяет оценить степень готовности учащихся к самостоятельному выбору актуальных проблем дисциплины. Данный вид творческой работы позволяет обучающимся овладеть навыками систематизации материала, развивает умение конкретизировать и обобщать проблемы и перспективы развития международной торговли и валютных рынков на основе анализа массива научной и периодической литературы по выбранной теме. Рекомендуемая тематика устных докладов по дисциплине приведена в таблице 2.

Таблица 2

**Темы докладов, рекомендуемые к подготовке при изучении дисциплины  
«Теплогенерирующие установки»**

№ п/п	Темы докладов
1	2
1	Когенерационные установки.
2	Конденсационные котлы.
3	Применение энергии водяного пара.
4	Пеллетные котлы.
5	Инфракрасные горелочные устройства.
6	Тепловые насосы.

### 3.3. Лабораторная работа

Тематика лабораторных работ устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины (модуля) «Теплогенерирующие установки»

- количество вариантов заданий – 1.

Перечень тем лабораторных работ:

- изучение конструкций паровых котлов;
- низшая и высшая теплота сгорания топлива. Элементарный состав топлива;
- расчет объемов и энтальпий продуктов сгорания и воздуха;
- тепловой баланс котельного агрегата; определение его к.п.д.;
- топки;
- расчет конвективных поверхностей нагрева;
- конструктивный расчет водяного экономайзера;
- определение зольности твердого топлива;
- исследование состава продуктов сгорания;
- характеристика тепловых нагрузок жилого района, сельскохозяйственного



или промышленного предприятия, для которого проектируется котельная;

- построение годового графика выработки теплоты и выбор количества и марок устанавливаемых котлов;

- обоснование принципиальной тепловой схемы котельной;

- выбор и обоснование установки основного и вспомогательного оборудования котельной;

- экологические показатели работы котельной;

- расчет экономических показателей котельной.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теплогенерирующие установки».

### **Форма отчета**

1. Название работы.

2. Цель работы.

3. Краткий конспект общих положений, изложенных в работе.

4. Вывод.

### **3.4. Рубежный контроль**

*Цель проведения рубежного контроля* – проверка уровня усвоения раздела или тем курса по дисциплине «Теплогенерирующие установки».

Вопросы рубежного контроля, рассматриваемые на контактных занятиях и выносимые на самостоятельное изучение.

### **Вопросы рубежного контроля № 1**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Перспективы развития энергетики в Российской Федерации.
2. Что понимают под определением «Теплогенерирующая установка»?
3. Классификация теплогенерирующих установок.
4. Виды топлива и их классификация.
5. Виды твердого топлива и их свойства.
6. Виды жидкого топлива и их свойства.
7. Виды газообразного топлива и их свойства.
8. Элементарный состав жидкого и твердого топлива.
9. Элементарный состав газообразного природного и искусственного топлива.
10. Основные технические характеристики топлива.
11. Запишите уравнение теплового баланса.
12. Что называется топливом? Приведите классификацию топлив.
13. Что называется рабочей массой топлива?

14. Что называется низшей теплотой сгорания топлива? Формула расчета.
15. Что называют условным топливом и зачем вводится это понятие?
16. Определение расчетного количества углерода.
17. Формула для определения избытка воздуха.

*Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Арматура и гарнитура котлов.
2. Материалы, используемые в котлостроении. Расчет на прочность элементов котельных и трубопроводов и оценка их долговечности.
3. Биотопливо.

**Вопросы рубежного контроля №2**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Дайте определение котла и котельной установки.
2. Классификация котлов.
3. Классификация котельных.
4. Что называется коэффициентом избытка воздуха? Приведите расчетную формулу.
5. Процесс сжигания твердого топлива.
6. Процесс сжигания жидкого топлива.
7. Процесс сжигания газообразного топлива.
8. Основные положения поверочного расчета котельных пучков.
9. Основные положения поверочного расчета топки котельного агрегата.
10. Определение степени черноты факела и топки.
11. Определение температурного напора в испарительных поверхностях нагрева котла.
12. Определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи в котельных пучках.
13. Определение теоретического количества сухого воздуха, необходимого для полного сгорания топлива.
14. Графический метод определения истинной температуры за котельными пучками.

*Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Цепные реакции горения.
2. Теплообмен в элементах котла.
3. Переработка твердого топлива перед сжиганием.

**Вопросы рубежного контроля №3**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Принцип работы котельной установки.
2. История развития и схемы котлов.
3. Схемы движения воды, пароводяной смеси и пара в котлах. Их достоинства и недостатки.
4. Котлы серии ДЕ.
5. Котлы серии ДКВр.

6. Что понимают под компоновкой котла? Варианты компоновок котлов.
7. Назовите направления развития котельной техники малой и средней мощности.
8. Теплотехническая характеристика топлива - зола.
9. Теплотехническая характеристика топлива - влага
10. Теплотехническая характеристика топлива - теплота сгорания.
11. Приведенные характеристики топлива.

*Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Топливное хозяйство котельных.
2. Кинетика горения топлива.

**Вопросы рубежного контроля №4**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Что называют топкой? Слоевые топки, их классификация, достоинства и недостатки. Особенности слоевого процесса сжигания топлива.
2. Камерные топки, их классификация, достоинства и недостатки. Особенности камерного процесса сжигания топлива.
3. Вихревые топки, их классификация, достоинства и недостатки. Особенности вихревого процесса сжигания топлива.
4. Горелочные устройства для сжигания жидкого топлива, их классификация, конструктивные особенности, преимущества и недостатки.
5. Горелочные устройства для сжигания газообразного топлива, их классификация, конструктивные особенности, преимущества и недостатки.
6. Горелочные устройства для сжигания пылевидного топлива, их классификация, конструктивные особенности, преимущества и недостатки.
7. Изобразите и опишите принцип работы диффузионной горелки, ее преимущества и недостатки.
8. Изобразите и опишите принцип работы смесительной горелки, ее преимущества и недостатки.
9. Сепарирующие устройства и их назначение.
10. Пароперегреватели, их назначение, классификация, принцип работы.

*Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Типы инжекционных горелок, изобразите и опишите принцип работы одной из них.
2. Изобразите и опишите принцип работы механической форсунки.

**Вопросы рубежного контроля №5**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Экономайзеры, их назначение, классификация, принцип работы.
2. Воздухоподогреватели, их назначение, классификация, принцип работы.
3. Обмуровка котла, виды обмуровки, назначение, материалы.
4. Основные этапы водоподготовки и их краткая характеристика.
5. Модульные котельные установки, преимущества и особенности компоновки.

6. Докотловая обработка воды и особенности ее реализации.
7. Внутрикотловая обработка воды и особенности ее реализации.
8. Деаэрация. Принцип работы деаэраторов.
9. Продувка котла, назначение и особенности реализации.
10. Перечислите основные схемы газовоздушного тракта в котельной.
11. Каким образом определяют высоту дымовой трубы?
12. Тепловые схемы производственно-отопительных котельных, паровых и водогрейных.

#### *Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Приведите формулу для определения расхода дымовых газов.
2. По каким параметрам определяют марки дымососов и вентиляторов?
3. Каким образом определяется производительность вентилятора?

### **Вопросы рубежного контроля №6**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Тягодутьевые устройства, назначение, классификация.
2. Основы работы с котельной установкой.
3. Поддержание материального равновесия котла.
4. Уход за арматурой котельных установок.
5. Обслуживание топок.
6. Уход за питательными приборами котельной.
7. Обслуживание вспомогательного оборудования котельной.
8. Возможные неполадки в работе котельной.
9. Повреждения поверхностей нагрева, причины их возникновения.
10. Аварии, связанные со шлакообразованием.
11. Взрывы в топке и газоходах котла.
12. Ликвидация аварий в котельных.
13. Ремонт котельных установок.

#### *Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Фильтрация и коагуляция воды в котельных.
2. Способы умягчения воды катионированием.
3. Особенности тепловых схем крышных котельных.

### **3.5. Промежуточная аттестация**

**- вид промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 08.03.01 Строительство 5 семестр – зачет**

Целью проведения промежуточной аттестации – зачет- является комплексная и объективная оценка качества усвоения обучающимися теоретических знаний, умения систематизировать полученные знания и применять их к решению практических задач, уровня сформированности

компетенций при освоении дисциплины «Теплогенерирующие установки».

### **Вопросы, выносимые на зачет (5 семестр)**

#### **Тематика вопросов, выносимых на зачет:**

1. Перспективы развития энергетики в Российской Федерации.
2. Что понимают под определением «Теплогенерирующая установка»?
3. Классификация теплогенерирующих установок.
4. Виды топлива и их классификация.
5. Виды твердого топлива и их свойства.
6. Виды жидкого топлива и их свойства.
7. Виды газообразного топлива и их свойства.
8. Элементарный состав жидкого и твердого топлива.
9. Элементарный состав газообразного природного и искусственного топлива.
10. Основные технические характеристики топлива.
11. Что называется рабочей массой топлива?
12. Что называется низшей теплотой сгорания топлива? Формула расчета.
13. Что называют условным топливом и зачем вводится это понятие?
14. Выход летучих веществ.
15. Процесс горения твердого топлива и его особенности.
16. Процесс горения жидкого топлива и его особенности.
17. Процесс горения газообразного топлива и его особенности.
18. Коэффициент избытка воздуха.
19. Котлы, котельные агрегаты и их классификация.
20. Котельные установки и их классификация.
21. Принцип работы котельной установки.
22. История развития и схемы котлов.
23. Схемы движения воды, пароводяной смеси и пара в котлах. Их достоинства и недостатки.
24. Котлы сери ДЕ.
25. Котлы серии ДКВр
26. Что понимают под компоновкой котла? Варианты компоновок котлов.
27. Назовите направления развития котельной техники малой и средней мощности.
28. Арматура и гарнитура котлов.
29. Материалы, используемые в котлостроении. Расчет на прочность элементов котельных и трубопроводов и оценка их долговечности.
30. Биотопливо.
31. Цепные реакции горения.
32. Теплообмен в элементах котла.
33. Переработка твердого топлива перед сжиганием.
34. Топливное хозяйство котельных.
35. Кинетика горения топлива.

- вид промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 08.03.01 Строительство 6 семестр – экзамен

- цель проведения промежуточной аттестации (экзамена) – выходной контроль усвоения обучающимися материала дисциплины и овладения полученными навыками.

- практические (расчетные) задания в экзаменационном билете отсутствуют.

### Вопросы, выносимые на экзамен (6 семестр)

1. Что называют топкой? Слоевые топки, их классификация, достоинства и недостатки. Особенности слоевого процесса сжигания топлива.

2. Камерные топки, их классификация, достоинства и недостатки. Особенности камерного процесса сжигания топлива.

3. Вихревые топки, их классификация, достоинства и недостатки. Особенности вихревого процесса сжигания топлива.

4. Горелочные устройства для сжигания жидкого топлива, их классификация, конструктивные особенности, преимущества и недостатки.

5. Горелочные устройства для сжигания газообразного топлива, их классификация, конструктивные особенности, преимущества и недостатки.

6. Горелочные устройства для сжигания пылевидного топлива, их классификация, конструктивные особенности, преимущества и недостатки.

7. Типы инжекционных горелок, изобразите и опишите принцип работы одной из них.

8. Изобразите и опишите принцип работы механической форсунки.

9. Сепарирующие устройства и их назначение.

10. Пароперегреватели, их назначение, классификация, принцип работы.

11. Экономайзеры, их назначение, классификация, принцип работы.

12. Воздухоподогреватели, их назначение, классификация, принцип работы.

13. Обмуровка котла, виды обмуровки, назначение, материалы.

14. Основные этапы водоподготовки и их краткая характеристика.

15. Модульные котельные установки, преимущества и особенности компоновки.

16. Докотловая обработка воды и особенности ее реализации.

17. Внутрикотловая обработка воды и особенности ее реализации.

18. Деаэрация. Принцип работы деаэраторов.

19. Продувка котла, назначение и особенности реализации.

20. Фильтрация и коагуляция воды в котельных.

21. Приведите формулу для определения расхода дымовых газов.

22. По каким параметрам определяют марки дымососов и вентиляторов?

23. Каким образом определяется производительность вентилятора?

24. Тягодутьевые устройства, назначение, классификация.

25. Способы умягчения воды катионированием.

26. Особенности тепловых схем крышных котельных.

27. Основы работы с котельной установкой.

28. Поддержание материального равновесия котла.
29. Уход за арматурой котельных установок.
30. Обслуживание топок.
31. Уход за питательными приборами котельной.
32. Обслуживание вспомогательного оборудования котельной.
33. Возможные неполадки в работе котельной.
34. Повреждения поверхностей нагрева, причины их возникновения.
35. Аварии, связанные со шлакообразованием.
36. Взрывы в топке и газоходах котла.
37. Ликвидация аварий в котельных.
38. Ремонт котельных установок.

*Образец экзаменационного билета*

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный университет  
имени Н.И. Вавилова»

Кафедра «Природообустройство, строительство и теплоэнергетика»  
**Экзаменационный билет №1**  
по дисциплине «Теплогенерирующие установки»

1. Что понимают под определением «Теплогенерирующая установка»?
2. Пароперегреватели, их назначение, классификация, принцип работы.
3. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа, имеющего горючий состав: метан  $\text{CH}_4 = 94,9 \%$ ; этан  $\text{C}_2\text{H}_6 = 3,2 \%$ ; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,4 \%$ ; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1 \%$ ; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,1 \%$ .

Зав. кафедрой

С.М. Бакиров

Дата

***Перечень задач***

1. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа, имеющего горючий состав: метан  $\text{CH}_4 = 94,9 \%$ ; этан  $\text{C}_2\text{H}_6 = 3,2 \%$ ; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,4 \%$ ; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1 \%$ ; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,1 \%$ .
2. В топке котла  $E - 500 - 13,8 \text{ ГМ}$  ( $p = 13,8 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{пп}} = 560 \text{ }^\circ\text{C}$ ) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ( $n_{\text{б}} = 2$ ) при ширине топки  $b_{\text{т}} = 7,68 \text{ м}$  и по две на фронтальной и задней стенах ( $n_{\text{ф}} = 2$ ,  $n_{\text{з}} = 2$ ) при высоте топки  $a_{\text{т}} = 13,52 \text{ м}$ , расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ( $n_{\text{тр}} = 30$ ) с наружным диаметром  $d_{\text{тр}} = 36 \text{ мм}$ , толщиной стенки 5 мм и с шагом  $s = 40 \text{ мм}$ . Ширина поверхности панели, занятая трубами,  $l_{\text{тр}} = d_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} = 0,036 \cdot 30 = 1,08 \text{ м}$ . Ширина ленты одной панели  $b_{\text{л}} = 1,16 \text{ м}$ . Интенсивность теплового потока в этой зоне  $q_{\text{л}} = 157,6 \text{ кВт/м}^2$ . Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. Определить лучистую поверхность радиационного пароперегревателя:

3. Интенсивность теплового потока  $q_l = 157,6 \text{ кВт/м}^2$ . Удельный расход топлива  $W_p = 9,25 \text{ кг/с}$ . Определить лучистое тепловосприятие радиационного пароперегревателя в исходном варианте, приняв  $F_{\text{п.р.л}} = 101,6 \text{ м}^2$
4. Влажность изольность на рабочую массу равны  $W_p = 12 \%$  и  $A_p = 11,4 \%$ . Определить коэффициент пересчета для пересчета с горючей массы на рабочую.
5. Известно, что зольность сухой массы  $A_c = 22,12 \%$ ,  $W_p = 15 \%$ . Пересчитать зольность с сухой массы на рабочую.
6. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа, имеющего горючий состав: метан  $\text{CH}_4 = 95,9 \%$ ; этан  $\text{C}_2\text{H}_6 = 2,2 \%$ ; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,3 \%$ ; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,2 \%$ ; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,1 \%$ .
7. В топке котла Е – 500 – 13,8 ГМ ( $p = 13,8 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{тп}} = 560 \text{ }^\circ\text{C}$ ) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ( $n_b = 2$ ) при ширине топки  $b_t = 7,68 \text{ м}$  и по две на фронтальной и задней стенах ( $n_f = 2$ ,  $n_3 = 2$ ) при высоте топки  $a_t = 13,52 \text{ м}$ , расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ( $n_{\text{тр}} = 30$ ) с наружным диаметром  $d_{\text{тр}} = 36 \text{ мм}$ , толщиной стенки 5 мм и с шагом  $s = 40 \text{ мм}$ . Ширина поверхности панели, занятая трубами,  $l_{\text{тр}} = d_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} = 0,036 \cdot 30 = 1,08 \text{ м}$ . Ширина ленты одной панели  $b_l = 1,16 \text{ м}$ . Интенсивность теплового потока в этой зоне  $q_l = 156,6 \text{ кВт/м}^2$ . Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. Определить лучистую поверхность радиационного пароперегревателя:
8. Интенсивность теплового потока  $q_l = 157,6 \text{ кВт/м}^2$ . Удельный расход топлива  $W_p = 10,25 \text{ кг/с}$ . Определить лучистое тепловосприятие радиационного пароперегревателя в исходном варианте, приняв  $F_{\text{п.р.л}} = 101,6 \text{ м}^2$
9. Влажность изольность на рабочую массу равны  $W_p = 15 \%$  и  $A_p = 11,4 \%$ . Определить коэффициент пересчета для пересчета с горючей массы на рабочую.
10. Известно, что зольность сухой массы  $A_c = 23,12 \%$ ,  $W_p = 15 \%$ . Пересчитать зольность с сухой массы на рабочую.
11. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа, имеющего горючий состав: метан  $\text{CH}_4 = 92,9 \%$ ; этан  $\text{C}_2\text{H}_6 = 5,2 \%$ ; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,4 \%$ ; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1 \%$ ; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,2 \%$ .
12. В топке котла Е – 500 – 13,8 ГМ ( $p = 12,8 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{тп}} = 565 \text{ }^\circ\text{C}$ ) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ( $n_b = 2$ ) при ширине топки  $b_t = 8,68 \text{ м}$  и по две на фронтальной и задней стенах ( $n_f = 2$ ,  $n_3 = 2$ ) при высоте топки  $a_t = 12,52 \text{ м}$ , расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ( $n_{\text{тр}} = 30$ ) с наружным диаметром  $d_{\text{тр}} = 36 \text{ мм}$ , толщиной стенки 5 мм и с шагом  $s = 40 \text{ мм}$ . Ширина поверхности панели, занятая трубами,  $l_{\text{тр}} = d_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} = 0,036 \cdot 30 = 1,08 \text{ м}$ . Ширина ленты одной панели  $b_l = 1,16 \text{ м}$ . Интенсивность теплового потока в этой зоне  $q_l = 167,6 \text{ кВт/м}^2$ . Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. Определить лучистую поверхность радиационного пароперегревателя:



13. Интенсивность теплового потока  $q_l = 167,6 \text{ кВт/м}^2$ . Удельный расход топлива  $W_p = 8,25 \text{ кг/с}$ . Определить лучистое тепловосприятие радиационного пароперегревателя в исходном варианте, приняв  $F_{\text{п.р.л}} = 102,6 \text{ м}^2$
14. Влажность изольность на рабочую массу равны  $W_p = 10 \%$  и  $A_p = 10,4 \%$ . Определить коэффициент пересчета для пересчета с горючей массы на рабочую.
15. Известно, что зольность сухой массы  $A_c = 12,12 \%$ ,  $W_p = 10 \%$ . Пересчитать зольность с сухой массы на рабочую.
16. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа, имеющего горючий состав: метан  $\text{CH}_4 = 97,9 \%$ ; этан  $\text{C}_2\text{H}_6 = 1,2 \%$ ; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,1 \%$ ; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1 \%$ ; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,3 \%$ .
17. В топке котла Е – 500 – 13,8 ГМ ( $p = 15,8 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{пп}} = 550 \text{ }^\circ\text{C}$ ) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ( $n_b = 2$ ) при ширине топки  $b_t = 6,68 \text{ м}$  и по две на фронтальной и задней стенах ( $n_f = 2$ ,  $n_3 = 2$ ) при высоте топки  $a_t = 15,52 \text{ м}$ , расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ( $n_{\text{тр}} = 30$ ) с наружным диаметром  $d_{\text{тр}} = 36 \text{ мм}$ , толщиной стенки 5 мм и с шагом  $s = 40 \text{ мм}$ . Ширина поверхности панели, занятая трубами,  $l_{\text{тр}} = d_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} = 0,036 \cdot 30 = 1,08 \text{ м}$ . Ширина ленты одной панели  $b_l = 1,16 \text{ м}$ . Интенсивность теплового потока в этой зоне  $q_l = 154,6 \text{ кВт/м}^2$ . Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. Определить лучистую поверхность радиационного пароперегревателя:
18. Интенсивность теплового потока  $q_l = 154,6 \text{ кВт/м}^2$ . Удельный расход топлива  $W_p = 7,25 \text{ кг/с}$ . Определить лучистое тепловосприятие радиационного пароперегревателя в исходном варианте, приняв  $F_{\text{п.р.л}} = 101,6 \text{ м}^2$
19. Влажность изольность на рабочую массу равны  $W_p = 12,3 \%$  и  $A_p = 11,5 \%$ . Определить коэффициент пересчета для пересчета с горючей массы на рабочую.
20. Известно, что зольность сухой массы  $A_c = 22,22 \%$ ,  $W_p = 15,3 \%$ . Пересчитать зольность с сухой массы на рабочую.
21. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа, имеющего горючий состав: метан  $\text{CH}_4 = 84,9 \%$ ; этан  $\text{C}_2\text{H}_6 = 5,2 \%$ ; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8 = 1,4 \%$ ; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,1 \%$ ; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,1 \%$ .
22. В топке котла Е – 500 – 13,8 ГМ ( $p = 14,8 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{пп}} = 568 \text{ }^\circ\text{C}$ ) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ( $n_b = 2$ ) при ширине топки  $b_t = 8,68 \text{ м}$  и по две на фронтальной и задней стенах ( $n_f = 2$ ,  $n_3 = 2$ ) при высоте топки  $a_t = 13,52 \text{ м}$ , расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ( $n_{\text{тр}} = 30$ ) с наружным диаметром  $d_{\text{тр}} = 36 \text{ мм}$ , толщиной стенки 5 мм и с шагом  $s = 40 \text{ мм}$ . Ширина поверхности панели, занятая трубами,  $l_{\text{тр}} = d_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} = 0,036 \cdot 30 = 1,08 \text{ м}$ . Ширина ленты одной панели  $b_l = 1,76 \text{ м}$ . Интенсивность теплового потока в этой зоне  $q_l = 147,6 \text{ кВт/м}^2$ . Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. Определить лучистую поверхность радиационного пароперегревателя:

23. Интенсивность теплового потока  $q_l = 187,6 \text{ кВт/м}^2$ . Удельный расход топлива  $W_p = 15,25 \text{ кг/с}$ . Определить лучистое тепловосприятие радиационного пароперегревателя в исходном варианте, приняв  $F_{\text{п.р.л}} = 101,6 \text{ м}^2$
24. Влажность и зольность на рабочую массу равны  $W_p = 12,5 \%$  и  $A_p = 11,5 \%$ . Определить коэффициент пересчета для пересчета с горючей массы на рабочую.
25. Известно, что зольность сухой массы  $A_c = 32,12 \%$ ,  $W_p = 25 \%$ . Пересчитать зольность с сухой массы на рабочую.
26. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа, имеющего горючий состав: метан  $\text{CH}_4 = 91,9 \%$ ; этан  $\text{C}_2\text{H}_6 = 4,2 \%$ ; пропан  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,2 \%$ ; бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,2 \%$ ; пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,2 \%$ .
27. В топке котла Е – 500 – 13,8 ГМ ( $p = 12,8 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{тп}} = 562 \text{ }^\circ\text{C}$ ) имеется радиационный пароперегреватель (РПП), выполненный из шести горизонтальных U – образных панелей по одной на боковых стенах ( $n_b = 2$ ) при ширине топки  $b_t = 10,68 \text{ м}$  и по две на фронтальной и задней стенах ( $n_f = 2$ ,  $n_z = 2$ ) при высоте топки  $a_t = 13,52 \text{ м}$ , расположенных сверху испарительных вертикальных экранов. Каждая из панелей состоит из 30 труб ( $n_{\text{тр}} = 30$ ) с наружным диаметром  $d_{\text{тр}} = 36 \text{ мм}$ , толщиной стенки 5 мм и с шагом  $s = 40 \text{ мм}$ . Ширина поверхности панели, занятая трубами,  $l_{\text{тр}} = d_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} = 0,036 \cdot 30 = 1,08 \text{ м}$ . Ширина ленты одной панели  $b_l = 1,16 \text{ м}$ . Интенсивность теплового потока в этой зоне  $q_l = 177,6 \text{ кВт/м}^2$ . Нижняя отметка расположения панелей от пода топки 11,5 м. Определить лучистую поверхность радиационного пароперегревателя:
28. Интенсивность теплового потока  $q_l = 177,6 \text{ кВт/м}^2$ . Удельный расход топлива  $W_p = 9,25 \text{ кг/с}$ . Определить лучистое тепловосприятие радиационного пароперегревателя в исходном варианте, приняв  $F_{\text{п.р.л}} = 141,6 \text{ м}^2$
29. Влажность и зольность на рабочую массу равны  $W_p = 17 \%$  и  $A_p = 17,4 \%$ . Определить коэффициент пересчета для пересчета с горючей массы на рабочую.
30. Известно, что зольность сухой массы  $A_c = 27,12 \%$ ,  $W_p = 17 \%$ . Пересчитать зольность с сухой массы на рабочую.

### 3.6. Курсовой проект

Тематика курсового проекта устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теплогенерирующие установки» - «Проект отопительной котельной»

- количество вариантов заданий – 30.

Курсовой проект выполняется в соответствии с Методическими указаниями к выполнению курсового проекта по дисциплине «Теплогенерирующие установки».

### 3.7. Практические занятия

Практические занятия играют важную роль в выработке у обучающихся

навыков применения полученных знаний для проведения практических работ. Практические занятия развивают научное мышление у обучающихся, позволяют проверить их знания усвоенного материала.

Тематика практических занятий устанавливается на основании теоретического курса изучаемой дисциплины и представлена в программе дисциплины.

Вариативность заданий на практических работах зависит от исходного материала.

#### **Требования к устному отчету по практическому занятию:**

1. Знание основных понятий по теме практического занятия.
2. Владение терминами и использование их при ответе.
3. Умение объяснить сущность проведения расчетов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Теплогенерирующие установки» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

##### **4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6,7.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе зачет (5 семестр)		Описание
	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	
<b>высокий</b>	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе зачет (5 семестр)		Описание
			материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<b>базовый</b>	«зачтено»	«зачтено (хорошо)»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<b>пороговый</b>	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«не зачтено»	«не зачтено (неудовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

Таблица 7

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе экзамен (6 семестр)		Описание
<b>высокий</b>		«отлично»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<b>базовый</b>		«хорошо»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе экзамен (6 семестр)	Описание
<i>пороговый</i>	«удовлетворительно»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудовлетворительно»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

## 4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 4.2.1. Критерии оценки практических занятий

При выполнении практических работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** основные законы термодинамики, свойства реальных рабочих веществ, особенности конструкции и характеристики теплогенерирующих установок, их работу, передовые технологии монтажа и технические основы эксплуатации.

**умения:** использовать компьютерными программами для расчета и подбора теплогенерирующего оборудования и графическими программами для выполнения рабочих чертежей.

**владение навыками:** расчетом и подбором теплогенерирующего оборудования по каталогу в соответствии с заданными условиями работы

#### Критерии оценки устного отчета по практическим работам

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами и использование их при ответе; умение объяснить сущность расчета, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы на поставленные вопросы
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами и использование их при ответе; умение объяснить сущность расчета, но затрудняется делать выводы и обобщения, дает поверхностные ответы на поставленные вопросы
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует:

	– знание основных понятий по теме занятия; владение терминами, но имеет затруднения с использованием их при ответе; умение объяснить сущность расчета, но затрудняется делать выводы и обобщения, ошибается в некоторых ответах на поставленные вопросы
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: – не знает основных понятий по теме занятия; плохо владеет терминами, и имеет затруднения с использованием их при ответе; не умеет объяснить сущность расчета, и затрудняется делать выводы и обобщения, не правильно отвечает на поставленные вопросы

#### 4.2.2. Критерии оценки устного ответа при текущем контроле и промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

##### **знания:**

нормативной документации проектирования и устройства котельных, назначения и классификации современных теплогенерирующих установок; виды и технические характеристики используемых топлив; основ теории горения; назначения и классификации котлов и котельных установок; устройства и конструктивных особенностей паровых и водогрейных котлов; конструктивные особенности элементов котельных установок, основного и вспомогательного оборудования котельной (топочных и горелочных устройств, пароперегревателей, воздухоподогревателей, экономайзеров, деаэраторов, тягодутьевых устройств, систем золоулавливания и золоудаления); методов проектирования, эксплуатации и реконструкции котельных;

##### **умения:**

грамотно пользоваться нормативной и технической документацией, регламентирующей проектирование, устройство, ремонт и эксплуатацию котельных, выполнять расчет котельного агрегата (нормативным методом), выполнять тепловые схемы котельных, грамотно подбирать основное и вспомогательное оборудование котельной; рассчитывать технико-экономическую эффективность принятых при проектировании инженерных решений

##### **владение навыками:**

проектирования котельных; теплового расчета теплогенераторов; аэродинамического расчета газового и воздушного трактов и тепловых схем котельных; расчета вредных выбросов котельных, механизмов их образования и способы борьбы с ними.

#### **Критерии оценки**

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: – знание материала (назначение и классификацию современных теплогенерирующих установок; виды и технические характеристики используемых топлив; основы теории горения; назначение и классификацию котлов и котельных установок; устройство и конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов; конструктивные особенности элементов
----------------	---

	<p>котельных установок основного и вспомогательного оборудования котельной (топочных и горелочных устройств, пароперегревателей, воздухоподогревателей, экономайзеров, деаэраторов, тягодутьевых устройств, систем золоулавливания и золоудаления; нормативную документацию проектирования и устройства котельных; методы проектирования, эксплуатации и реконструкции котельных), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение (выполнять расчет котельного агрегата (нормативным методом); выполнять тепловые схемы котельных, грамотно подбирать основное и вспомогательное оборудование котельной; грамотно пользоваться нормативной и технической документацией, регламентирующей проектирование, устройство, ремонт и эксплуатацию котельных; рассчитывать технико-экономическую эффективность принятых при проектировании инженерных решений), используя современные методы и показатели такой оценки;</li> <li>- успешное и системное владение навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (методикой теплового расчета теплогенераторов; методикой аэродинамического расчета газового и воздушного трактов и тепловых схем котельных; методикой проектирования котельных; методикой расчета вредных выбросов котельных, механизмы их образования и способы борьбы с ними)</li> </ul>
<p><b>хорошо</b></p>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала, не допускает существенных неточностей (назначение и классификацию современных теплогенерирующих установок; виды и технические характеристики используемых топлив; основы теории горения; устройство и конструктивные особенности паровых и водогрейных котлов; конструктивные особенности элементов котельных установок основного и вспомогательного оборудования котельной (топочных и горелочных устройств, пароперегревателей, воздухоподогревателей, экономайзеров); нормативную документацию проектирования и устройства котельных; методы проектирования, эксплуатации и реконструкции котельных);</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение (выполнять расчет котельного агрегата (нормативным методом); выполнять тепловые схемы котельных, грамотно подбирать основное и вспомогательное оборудование котельной; грамотно пользоваться нормативной и технической документацией, регламентирующей проектирование, устройство, ремонт и эксплуатацию котельных; рассчитывать технико-экономическую эффективность принятых при проектировании инженерных решений), используя современные методы и показатели такой оценки;</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (методикой теплового расчета теплогенераторов; методикой аэродинамического расчета газового и воздушного</li> </ul>

	<p>трактов и тепловых схем котельных; методикой проектирования котельных; методикой расчета вредных выбросов котельных, механизмы их образования и способы борьбы с ними)</p>
<p><b>удовлетворительно</b></p>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала (назначение и классификацию современных теплогенерирующих установок; виды и технические характеристики используемых топлив; основы теории горения; конструктивные особенности элементов котельных установок основного и вспомогательного оборудования котельной (топочных и горелочных устройств), методы и средства производства теплоты; законы переноса теплоты и энергии; нормативную документацию проектирования и устройства котельных; методы проектирования, эксплуатации и реконструкции котельных; );</li> <li>- в целом успешное, но не системное умение (выполнять расчет котельного агрегата (нормативным методом); выполнять тепловые схемы котельных, грамотно подбирать основное и вспомогательное оборудование котельной; грамотно пользоваться нормативной и технической документацией, регламентирующей проектирование, устройство, ремонт и эксплуатацию котельных; рассчитывать технико-экономическую эффективность принятых при проектировании инженерных решений), используя современные методы и показатели оценки;</li> <li>- в целом успешное, но не системное владение навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (методикой теплового расчета теплогенераторов; методикой аэродинамического расчета газового и воздушного трактов и тепловых схем котельных; методикой проектирования котельных; методикой расчета вредных выбросов котельных, механизмы их образования и способы борьбы с ними)</li> </ul>
<p><b>неудовлетворительно</b></p>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (назначение и классификацию современных теплогенерирующих установок; конструктивные особенности элементов котельных установок; нормативную документацию проектирования и устройства котельных; методы проектирования, эксплуатации и реконструкции котельных), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки;</li> <li>- не умеет использовать методы и приемы (выполнять расчет котельного агрегата (нормативным методом); выполнять тепловые схемы котельных, грамотно подбирать основное и вспомогательное оборудование котельной; грамотно пользоваться нормативной и технической документацией, регламентирующей проектирование, устройство, ремонт и эксплуатацию котельных; рассчитывать технико-экономическую эффективность принятых при проектировании инженерных решений), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> </ul>



	<p>- обучающийся не владеет навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (методикой теплового расчета теплогенераторов; методикой аэродинамического расчета газового и воздушного трактов и тепловых схем котельных; методикой проектирования котельных; методикой расчета вредных выбросов котельных, механизмы их образования и способы борьбы с ними), допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено</p>
--	--

### 4.2.3. Критерии оценки доклада

При подготовке устного доклада обучающийся демонстрирует:

**знания:** основных понятий проблемы доклада;

**умения:** систематизировать и структурировать материал; делать обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, делать и аргументировать основные выводы;

**владение навыками:** анализа различных источников информации по данной проблематике, систематизации и структурирования материала доклада.

#### Критерии оценки доклада

<b>отлично</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала (материал систематизирован и структурирован; сделаны обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, сделаны и аргументированы основные выводы, отчетливо видна самостоятельность суждений, основные понятия проблемы изложены полно и глубоко)</li> <li>- грамотность и культура изложения;</li> <li>- дает правильные ответы на вопросы аудитории при презентации доклада</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала (материал систематизирован и структурирован; сделаны обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, сделаны и аргументированы основные выводы)</li> <li>- дает неточные ответы на вопросы аудитории при презентации доклада</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- неполное знание материала (в материале представлена одна точка зрения, отсутствует самостоятельность суждений)</li> <li>- не отвечает на вопросы аудитории при презентации доклада</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся недостаточно полно раскрыл заявленную тему, не ответил на дополнительные вопросы преподавателя, доклад не носит характер самостоятельной работы.</li> </ul>

#### 4.2.4. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

**знания:**

- теоретического материала по теме работы,

**умения:**

- выполнять аккуратно и в соответствии с установленной формой отчет о проведенном лабораторном исследовании,
- самостоятельно делать обоснованные и подтвержденные расчетами выводы по работе;

**владение навыками:** методиками расчета, описанными в лабораторной работе.

#### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: работу, выполненную аккуратно и в соответствии с установленной формой отчета, выводы по работе, обоснованные и подтвержденные расчетами; обучающийся владеет: инструкцией по охране труда при проведении лабораторно и практических работ, теоретическим материалом по теме работы, успешно ответил на все дополнительные вопросы преподавателя; знает конструкцию котельных агрегатов; обучающийся демонстрирует навыки: самостоятельного проведения лабораторной работы, расчета, по описанным в лабораторной работе методикам .
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: работу, выполненную аккуратно и в соответствии с установленной формой отчета, выводы по работе, обоснованные и подтвержденные расчетами; обучающийся владеет: инструкцией по охране труда при проведении лабораторно и практических работ, теоретическим материалом по теме работы, конструкцию котельных агрегатов. обучающийся демонстрирует навыки: самостоятельного проведения лабораторной работы, расчета, по описанным в лабораторной работе методикам .
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: работу, выполненную небрежно, но в полном объеме и в соответствии с установленной формой отчета, выводы по работе, обоснованные и подтвержденные расчетами; обучающийся владеет: инструкцией по охране труда при проведении лабораторно и практических работ, конструкцию котельных агрегатов ; обучающийся демонстрирует навыки: расчета, по описанным в лабораторной работе методикам .
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: работу выполненную небрежно и в неполном объеме, отсутствует обработка данных, вывод по работе. обучающийся владеет: инструкцией по охране труда при проведении лабораторно и практических работ.

#### 4.2.5. Критерии оценки курсового проекта

При защите курсового проекта обучающийся демонстрирует: знания проектирования отопительных котельных

умения: проектировать узлы и элементы отопительных котельных

владение навыками: навыками инженерных расчетов котлоагрегатов

Критерии оценки устного ответа по курсовому проекту

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: успешное и системное владение навыками проектирования отопительных котельных
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: знание основ проектирования элементов отопительных котельных, подбора основного оборудования
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала в целом успешное, но не системное умение проектировать элементы отопительных котельных
<b>неудовлетворительно</b>	не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки не способен провести необходимые расчеты

**Разработчик: доцент, Михеева О.В.**



\_\_\_\_\_  
(подпись)