Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и практика теплогенерации

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 16-06-2025 19:59:43 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– получение обучающимися знаний, необходимых для усвоения профилирующих дисциплин, комплексного решения задач сжигания топлива в топках промышленных и энергетических установок и воздействия этого процесса на загрязнение окружающей среды.

Задачами учебной дисциплины являются:

– знакомство обучающихся с процессами при горении топлива; обучение принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем конструировании элементов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Химия;
– Основы теплогазоснабжения.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем теплогазоснабжения;
– Основы теории тепловой работы и конструкций промышленных печей;
– Котельные установки и парогенераторы;
– Источники и системы теплогазоснабжения;
– Производство и использование энергии в системах теплогазоснабжения;
– Компьютерные методы проектирования в теплоэнергетике;
– Основы промышленной теплоэнергетики;
– Экологические проблемы энергопредприятий;
– Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование	Код и	Код и	Планируемые

категории (группы) ОПК	наименование ОПК	наименование индикатора достижения ОПК	результаты обучения
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.2 Применяет основные законы и методы при решении практических задач	– знать: профессиональные задачи. – уметь: применять основные законы при решении практических задач.
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.3 Понимает основные законы термодинамики и термодинамических соотношений	– знать: основные законы термодинамики. – уметь: применять законы термодинамики для расчёта теплотехнических установок.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	***ИТОГО***	***5 семестр***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации		*зачет*	*экзамен, зачет с оценкой по КР*

Трудоёмкость	*академ. час.*	***288***	*108*	*180*
	зачетных единиц	***8***	*3*	*5*
Лекции, *академ. час.*		***36***	*16*	*20*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***40***	*0*	*40*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*0*	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***115***	*67*	*48*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***45***	*9*	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Топливо: виды, состав, характеристики (Виды и свойства органических топлив. Характеристики органических топлив.);

Раздел 2 Материальный и тепловой балансы процесса горения топлива (Материальный баланс процесса горения Стехиометрические соотношения горения топлива. Количество воздуха, необходимое для сжигания топлива. Состав и объем продуктов сгорания. Коэффициент избытка воздуха. Тепловой баланс процесса горения.Анализ уравнения теплового баланса.

Тепловые характеристики продуктов сгорания. Температурные характеристики продуктов сгорания.);

Раздел 3 Теоретические основы топочных процессов (Основные понятия кинетики реакций горения Параметры смесей и химические реакции. Химическое равновесие.

Кинетический закон действующих масс. Закон Аррениуса.

Влияние давления и состава смеси на скорость реакции.

Изменение скорости реакции во времени. Воспламенение и горение частицы топлива. Смесеобразование и горение. Горение твердого топлива. Образование оксидов азота при горении.);

Раздел 4 Сжигание топлива. (Подготовка топлива к сжиганию.

Организация сжигания топлива. Горелочные устройства. Классификация и конструкции горелок. Горелки для пылевидного топлива. Форсунки для сжигания жидкого топлива. Горелки для сжигания газа. Размещение горелок и работа топочных устройств.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Топливо: виды, состав, характеристики	4	
Раздел 2.	Материальный и тепловой балансы процесса горения топлива	8	
Раздел 3.	Теоретические основы топочных процессов	12	
Раздел 4.	Сжигание топлива.	12	
Итого:		**36**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Пересчет элементарного состава топлива. Расчетная оценка характеристик топлив и смеси топлив.	10	
Раздел 2.	Расчет количеств воздуха и дымовых газов. Расчет энтальпий дымовых газов.	10	
Раздел 3.	Расчёт параметров самовоспламенения. Расчёт параметров взрыва.	10	
Раздел 4.	Расчёт и выбор ТСУ	10	
Итого:		**40**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Определение содержания влаги в твёрдом топливе. Определение зольности твёрдого топлива. Определение выхода летучих веществ.	12	
Раздел 2.	Газовый анализ продуктов сгорания.	4	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Расчёт горения топлива.	36	
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	34	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	33	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	24	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	24	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**196**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 5. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 5. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Тестовые задания
Курсовая работа.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы к защите курсовой работы
Зачет.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы к зачету
Экзамен.	ОПК-3; ОПК-4	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося

используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в

начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Цели, формулирование задачи курсовой работы, сбор и систематизация информации по теме курсовой работы	30	Раздел в курсовой работе
Выполнение литературного обзора; анализ и систематизация информации по теме курсовой работы; разработка технологической части; сравнение результатов с отечественными и зарубежными аналогами; проведение расчетов	60	Раздел в курсовой работе
Оформление курсовой работы	100	Курсовая работа

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в

знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
инструментами и/или средствами вычислительной техники.	
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний

обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет; курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

13.3 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
	выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.4 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного

Оценка	Требования к знаниям
	материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Технологическое сжигание и использование топлива / А. А. Винтовкин, М. Г. Ладыгичев, Ю. М. Голдобин, Г. П. Ясников. – Москва : Металлургия, 1998. – 286 с.;

2 Быстрицкий, Г. Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2006. – 304 с. – (Высшее профессиональное образование).;

3 Кудинов, В. А. Теплотехника : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. – Москва : Абрис, 2012. – ISBN 978-5-4372-0044-5. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200445.html (дата обращения: 28.03.2025);

4 Ляшков, В. И. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие для вузов / В. И. Ляшков. – Москва : Абрис, 2012. – ISBN 978-5-4372-0051-3. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200513.html (дата обращения: 28.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том

числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

старший преподаватель Медведская Елена Васильевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.
Согласован:

Начальник техбюро
производственно-технического отдела
ООО «Центральная ТЭЦ» А. Ю. Поромов

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1. Что такое топливо?
2. Какие виды топлива вы знаете?
3. Естественные и искусственные виды топлива.
4. Что такое калорийность топлива?

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Тема 1. Топливо: виды, состав, характеристики.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1.Что понимается под элементарным составом топлива? Приведите данные по элементарному составу твердого, жидкого и газообразного топлива.

2.Что такое теплота сгорания топлива? В чем отличие высшей теплоты сгорания от низшей? Назовите теплоту сгорания для твердого, жидкого и газообразного топлива.

3.Как определить теплоту сгорания топлива экспериментальным методом и расчетом?

4.Назовите марки мазутов и их основные физико-химические свойства.

5.Дайте определение выхода летучих и коксового остатка. Поясните их влияние на воспламенение и устойчивость горения топлива.

6.Что такое условное топливо? Как рассчитать расход условного топлива, зная расход натурального, и наоборот?

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

1. При лабораторных исследованиях был получен следующий элементный состав кузнецкого угля марки СС на горючую массу: $C_г$ = 84 %; $H_г$ = 4,5 %; $N_г$ = 2 %; $O_г$ = 9 %; $S_г$ = 0,5 %. Влажность и зольность на рабочую массу равны $W_р$ = 12 % и $A_р$ = 11,4 %. Определить элементный состав на рабочую массу топлива.

2. Задан следующий элементный состав на горючую массу кузнецкого угля марки СС пониженного качества: $C_г$ = 80,2 %; $H_г$ = 3,3 %; $N_г$ = 2,1 %; $O_г$ = 14 %; $S_г$ = 0,4 %. Известно, что зольность сухой массы $A_с$ = 22,12 %. Определить элементный состав топлива на рабочую массу при $W_р$ = 15 %.

3. Насколько увеличивается высшая и низшая теплота сгорания

рабочей массы угольной пыли назаровского угля (Wp = 39 %, Hp = = 2,6 %) при переходе от замкнутой схемы сушки к разомкнутой с окончательной влажностью пыли Wпл = 10 %. Исходная низшая теплота сгорания рабочей массы топлива равна Qн = 13020 кДж/кг

4. Определить теплоту сгорания газообразного топлива, имеющего следующий состав: метан CH_4 = 94 %; этан C_2H_6 = 2,8 %; пропан C_3H_8 = 0,4 %; бутан C_4H_{10} = 0,3 %; пентан C_5H_{12} = 0,l %; азот N_2 = 2 %; двуокись углерода CO_2 = 0,4 %. Низшая теплота сгорания отдельных газовых составляющих имеет значения: для метана 35818 кДж/м^3; для этана 10 63248 кДж/м^3; для пропана 91251 кДж/м^3; для бутана 118646 кДж/м^3; для пентана 146077 кДж/м^3

5. При работе на сниженных нагрузках в топке котла сжигается G_1 = 25 т/ч твердого топлива с $Q_{н1}$ = 20934 кДж/кг и G_2 =15·103 м^3/ч газа с $Q_{н2}$ = 40·103 кДж/кг. Определить условную теплоту сгорания смеси топлив $Q_{н.усл}$

Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

Лабораторная работа 1
Определение содержания влаги в твёрдом топливе
Контрольные вопросы

1.Источники влаги в топливе и основные ее виды.

2.Основные технологические показатели качества топлива по влажности.

3.Что такое приведенная влажность?

4.Чем определяется выбор температуры и времени сушки топлива при определении влаги?

5.Что такое рабочая, лабораторная и аналитическая пробы топлива? Порядок их приготовления.

6.Порядок определения влаги в топливе ускоренным методом сушки.

7.Порядок определения влаги в топливе основным методом сушки.

8.Как влияет влажность на экономические показатели работы тепловых электростанций, котельных агрегатов, на работу основных узлов котлоагрегатов?

9.К какому виду топлива (маловлажному, средневлажному, высоковлажному) относится исследуемый уголь?

10.Какие виды общей влаги определялись в работе?

Лабораторная работа 2
Определение зольности твёрдого топлива
Контрольные вопросы

1.Что такое зола?

2.Происхождение минеральных примесеи топлива и их состав.

3.Как влияют минеральные примеси топлива на работу котельного агрегата и на экономические показатели электростанции?

4.Какие изменения происходят в минеральнои части топлива при его горении.

5.Что такое шлак, летучая зола и провал?

6.Порядок определения зольности.

7.Преимущества и недостатки методов медленного и ускоренного озоления.

Лабораторная работа 3
Определение выхода летучих веществ
Контрольные вопросы

1.Что такое летучие вещества и коксовый остаток, из каких элементов они состоят и какую роль играют при сжигании топлива?

2.Влияние выхода летучих веществ на работу котельного агрегата и его конструкцию,

3.Связь между величиной выхода летучих веществ и реакционной способностью коксового остатка.

4.Спекаемость твердого топлива и ее практическое значение.

5.Почему выход летучих веществ рассчитывается на горючую массу?

6.Основные стадии термического разложения твердого топлива и их характеристика.

7.Чем основан выбор температуры и времени, при которых определяется выход летучих веществ?

8.Почему при определении выхода летучих веществ тигель закрывают крышкой?

9.По величине выхода летучих веществ, характеру коксового остатка определить, к какому виду относится исследуемое топливо (торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит).

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выбрать один правильный ответ

1.Каковы недостатки теплогенерации за счёт трансформации в тепло электроэнергии?

а) высокий коэффициент использования энергии

б) достижение очень высокого уровня температур

в) большие капитальные затраты

2. Состав какой массы топлива не изменится при его подготовке к сжиганию или коксованию?

а) рабочей

б) горючей

в) сухой

3. В какой массе твёрдого и жидкого топлива содержание элементов будет минимальным?

а) в сухой

б) в рабочей

в) в горючей

4. Какие основные компоненты входят в состав продуктов полного сгорания топлива (при n=1)?

а) CO_2; CO; H_2O; N_2; SO_2

б) CO_2; SO_2; H_2O; N_2; O_2

в) CO_2; SO_2; H_2O; N_2

г) CO_2; SO_2; H_2O; NO; O_2

5. Какие из перечисленных групп компонентов газа относятся к горючим?

а) H_2, CH_4, CO

б) N_2, O_2, H_2O

в) CO_2, SO_2, NO_2

6.Какие химические элементы органической массы топлива являются горючими (т. е. выделяют тепло при горении)?

а) O, N, P

б) C, H, S

в) Si, Ca, Al

7. Какие балластные элементы будут полностью отсутствовать в горючей массе топлива (твёрдого или жидкого)?

а) только зола

б) только влага

в) зола и влага

8. Какая реакция из приведенных ниже является вторичной при горении твердого углерода?

а) $C+1/2\ O_2=CO+q_1$

б) $CO+1/2\ O_2=CO_2+q_2$

в) $C+O_2=CO_2+q_3$

9. Как увеличение соотношения C/H для углеводородных топлив влияет на сажеобразование при их горении?

а) увеличивает

б) уменьшает

в) не влияет

10. Горение какой смеси топлива с окислителем называется кинетическим?

а) протекающее одновременно со смесеобразованием

б) протекающее после завершения смесеобразования

в) горение заранее подготовленной горючей смеси

11. Начиная с какой влажности топливо считается сильновлажным?

а) > 6 %

б) > 8 %

в) >10 %

г) > 12 %

12. На какую величину отличается теплота сгорания топлива Qв и Qн?

а) на величину теплоты нагрева минеральных примесей

б) на величину теплоты сгорания S до SO2

в) на величину теплоты конденсации водяных паров в продуктах сгорания

13. Какую теплоту сгорания (кДж/кг) имеет условное топливо?

а) 20 300

б) 25 350

в) 29 350

г) 32 300

Тема 2. Материальный и тепловой балансы процесса горения топлива.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1.Что такое теоретическое количество воздуха, необходимое для сжигания одного килограмма топлива? Как рассчитывается это количество воздуха? Чем отличается действительный расход воздуха от теоретического?

2. Как определяется объем сухих домовых газов? Каков порядок расчета объема водяных паров?

3. Что понимается под полным и неполным горением топлива?

4. Изложите порядок определения теоретического объема продуктов сгорания. Каково отличие действительного объема продуктов сгорания от теоретического?

5. Как составляются стехиометрические уравнения сгорания компонентов топлива?

6. Каков порядок расчета энтальпии продуктов сгорания? Изобразите диаграмму энтальпия - температура для продуктов сжигания при разных коэффициентах избытка воздуха.

7. Поясните физический смысл коэффициента избытка воздуха; как он определяется практически?

8. Уравнение теплового баланса процесса горения; поясните его составляющие.

9. Энтальпия дымовых газов, энтальпия воздуха, подаваемого для горения: физический смысл, единицы измерения и способы определения.

10. Поясните составляющие потерь процесса горения.

11. Дайте определение температуры вспышки, температуры воспламенения, температуры горения, теоретической и адиабатической температуры горения, расчет последних.

12. Напишите уравнения полного и неполного горения, поясните их составляющие.

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

1. Определить объемный расход воздуха для сжигания природного газа Бухарского месторождения, имеющего горючий состав: метан CH_4 = 94,9%; этан C_2H_6 = 3,2%; пропан C_3H_8 = 0,4%; бутан C_4H_{10} = = 0,1%; пентан C_5H_{12} = 0,l%.

2. Определить, насколько изменится теоретически необходимый объем воздуха при переходе на сжигание сушонки (Wпл =10 %). Исходное топливо – назаровский бурый уголь состава: Wp =39 %; Ap = 7,3%; Sp = 0,4%; Cp = 37,6%; Hp = 2,6%; Np = 0,4%; O p = 12,7%.

3. Определить, насколько изменится теоретически необходимый объем воздуха, если зольность угля марки АШ (состав: Wp = 8,5%; Ap = 30,2%; Sp = 1,6%; Cp = 56,4%; Hp = 3,6%; Np = 1,7%; Op = 5,9%) увеличится до 35%.

4. Как изменится объем и объемные доли трехатомных продуктов сгорания и водяных паров при сжигании подмосковного бурого угля (состав: Wp = 32%; Ap = 28,6%; Sp = 2,7%; Cp = 26%; Hp = 2,1%; Np = 0,4 %; Op = 8,2%) при избытке воздуха α = 1,2, если его влажность увеличилась до 40%?

5. Какой объем CO_2 (при плотности 1,977 кг/м^3) образуется в результате полного сжигания 1 кг углерода?

6. Какой объем воздуха потребуется для полного сжигания 1 кг углерода?

7. Определить плотность и удельный объем метана при нормальных условиях, если киломольный объем составляет 22,4 м^3 .

8. Определить массу пропана в емкости объемом 20 м^3 , если по показаниям манометра давление в ней составляет 0,5 кг/см^2 и температура 27 °С, а атмосферное давление 760 мм рт. ст. Киломольная газовая постоянная μR = 8314 Дж/(кмоль·град).

9. Определить низшую теплоту сгорания с Qн природного газа (при нормальных условиях) следующего состава: H_2S = 1 %; CH_4 = 76,7 %; C_2H_6 = 4,5 %; C_3H_8 = 1,7 %; C_4H_{10} = 0,8 %; C_5H_{12} = 0,6 %.

10. Определить энтальпии продуктов сгорания в точках смешения: в топке (при θ =1700 °С, α = 1,1) и перед промежуточным перегревателем (θ = 850 °С, α = l,16) при рециркуляции газов. Принять температуру в месте отбора газов на рециркуляцию θотб = 390 °С; αотб

= l,2; rрц = 0,15; топливо – мазут. Энтальпии дымовых газов Нг при сгорании мазута и воздуха Нв при α = l: для 1700 °С –Нг = 31522,5 кДж/кг, Нв = 26814 кДж/кг; для 850 °С –Нг = 14595 кДж/кг, Нв = 12609,5 кДж/кг; для 390 °С –Нг = 6303 кДж/кг, Нв = 5512,2 кДж/кг.

11. Элементный состав исходного топлива – экибастузского угля – следующий: W р = 6,5 %, А р = 36,9 %, S р = 0,7 %, С р = 44,8 %, Н р = 3 %, N р = 0,8 %, Ор = 7,3 %. Низшая теплота сгорания 17380 кДж/кг. Для исходного топлива теоретические энтальпии газов и воздуха при 21 θ =1250 °С и энтальпия золы равны: Нг = 9888 кДж/кг; Нв = 8360 кДж/кг; Нзл = 1283 кДж/кг. Насколько изменится энтальпия продуктов сгорания экибастузского угля на 1 кг топлива и в единицу времени при температуре 1250 °С, α = 1,2, если влажность его увеличится с 6,5 до 14 %, а зольность с 36,9 до 45 % ? При решении принять $a_{ун}$ = 0,95, исходный расход топлива 25 кг/с. КПД котла снизится при увеличении влажности и зольности на 0,5 % (с 92 до 91,5 %), расход топлива обратно пропорционален изменению низшей теплоты сгорания.

Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

Лабораторная работа
Газовый анализ продуктов сгорания
Контрольные вопросы

1.Что такое коэффициент избытка воздуха и от чего он зависит?

2.На каком принципе основана работа газоанализатора?

3.Порядок выполнений работы.

4.Что такое топливный коэффициент?

5.Что такое химический недожог и от чего он зависит?

6.Как влияет коэффициент избытка воздуха на работу котельного агрегата?

7.Для чего необходим газовый анализ продуктов сгорания топлива?

8.Состав дымовых газов при полном и неполном сгорании топлива?

9.Что такое действительно необходимое и теоретически необходимое количество воздуха?

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выбрать один правильный ответ

1. Какая температура горения (Тд Тт Тк) имеет наибольшую величину?

а) Тд

б) Тк

в) Тт

2. Коэффициент расхода воздуха (n) при горении топлива это отношение

а) Vп.с./Vo

б) Vo/ Vп.с

в) Vд/ Vo

г) Vo/ Vд

3. В чём может заключаться эффект подогрева топлива и воздуха при горении топлива?

а) только в повышении Тд

б) только в экономии топлива

в) только в экономии

г) в экономии топлива и воздуха и росте Тд

4. Каков наиболее точный способ определения Тк?

а) графический с использованием I-T диаграммы

б) аналитический (методом последовательных приближений)

в) графоаналитический (расчётно-графический)

5. Интенсификация горения газа достигается за счет

а) обогащения горючей смеси воздухом

б) обогащением воздушного дутья кислородом

в) обогащения горючей смеси топливом

6. При какой температуре определяется объём продуктов сгорания (Vпс) топлива?

а) при $T=20^0C$ (293 К)

б) при $T=0^0C$ (273 К)

в) при действительной температуре горения Тд

г) при калориметрической температуре горения Тк

7. Чем определяется Тд при сжигании газа в печах?

а) назначением печи

б) длительностью процесса нагрева

в) размером заготовки

8. Как определяется величина эквивалента (Э) для пересчёта количества натурального топлива в условное?

а) Э= Qу.т./Qрн

б) Э=(Qу.т./Qрн)*100

в) Э=Qру/Qу.т.

9. На какую величину действительный объём продуктов сгорания топлива (n>1) отличается от стехиометрического (n=1)?

а) на величину = 0,79 Vo

б) на величину = Vo (n-1)

в) на величину = dв *n Vo

г) на величину = 0,79 Vo (n-1)

12. Коэффициент расхода воздуха (n) при горении топлива зависит от вида топлива. Установите соответствие:

А) газообразное топливо	1. n = 1,25 ÷ 1,7
Б) жидкое топлива	2 n = 1,05 ÷ 1,15
В) твёрдое топливо	3. n = 1,25

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В

13. Установите соответствие:

А) калориметрическая температура горения	1. Максимальная температура, которую способно давать топливо при полном сгорании с теоретически необходимым количеством воздуха
Б) теоретическая температура горения	2 Температура, определяемая при реальных условиях осуществления процесса сжигания топлива в конкретном теплотехнологическом устройстве, т.е. при наличии тепловых потерь
В) действительная температура горения	3. Температура, которую приобрели бы продукты горения при полном сгорании топлива и при условии, что тепло не уходит в окружающее пространство, то есть остаётся в продуктах горения

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В

Тема 3. Теоретические основы топочных процессов.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1.Что понимается под химической обратимостью реакции? Какие факторы оказывают влияние на химическое равновесие данной реакции?

2.Как записывается закон действующих масс? Дайте определение скорости прямой и обратной реакции.

3.Объясните зависимость химического равновесия и скорости реакции от температуры.

4.Что такое константа химического равновесия и константа скорости реакции?

5.Запишите и поясните закон Аррениуса.

6.Назовите и поясните условия, при которых возможно воспламенение и устойчивое горение.

7.Что понимается под диссоциацией водяного пара и углекислоты?

8.Какое влияние на скорость реакции оказывает давление?

9.Какое влияние на скорость реакции оказывает наличие инертной примеси в реагирующих веществах?

10.Что понимается под цепными реакциями горения?

11.Объясните основные положения стационарной теории теплового самовоспламенения.

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

1. Определить температуру взрыва газовой стехиометрической смеси этана с воздухом. Начальная температура горючей смеси T_0 = = 273 К.

2. Вычислить температуру самовоспламенения 3-этил-4-изо-пропилгексана

3. Вычислить температуру самовоспламенения 2,2- диметил-3-этилгексанола-1.

4. Рассчитать максимальное давление взрыва газовой этановоздушной смеси стехиометрического состава. Считать, что исходная смесь до взрыва находилась при нормальных условиях (Т0 = 273 К, Р0 = = 101,3 кПа). Оценить возможность разрушения технологического оборудования, рассчитанного на давление Рпред = 1,5×103 кПа при взрыве этановоздушной смеси.

5. Определить тротиловый эквивалент взрыва паровоздушного облака, образовавшегося при аварийном разливе и испарении 500 кг ацетона. Оценить безопасное расстояние по действию ударной воздушной волны.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выбрать один правильный ответ

1. Нижний по скорости предел устойчивости пламени в наибольшей степени зависит от

а) температуропроводности горючей смеси

б) размеров зоны зажигания

в) скорости нормального распространения пламени

2. Что такое фронт пламени?

а) это струя, состоящая из топлива и окислителя, в пределах которой осуществляется горение

б) это зона факела, где перемешиваются топливо и окислитель

в) это полоса внутри факела, где протекают реакции горения топлива

г) это зона факела, где находятся продукты сгорания топлива и избыточный окислитель

3. В каком случае содержание CO_2 и H_2O в продуктах сгорания твердого топлива в слое уменьшается?

а) при отсутствии восстановительной зоны

б) при наличии восстановительной зоны

в) при отсутствии кислородной зоны

г) при наличии кислородной зоны

4.Каков основной недостаток топлива как источника теплогенерации в промышленных печах?

а) загрязнение атмосферы токсичными веществами

б) доступность топлива

в) взрывоопасность

5. Для каких горючих смесей труднее всего обеспечивается устойчивость пламени?

а) для смесей, обогащенных горючим газом

б) для стехиометрических смесей

в) для смесей, обогащенных воздухом

г) для стехиометрических и обогащенных воздухом

6. Порозность слоя твердого топлива на цепной колосниковой решетки будет наибольшей

а) для рядового угля

б) для сортового угля

в) для уплотненного угля

7. Стабилизация газового факела обеспечивается

а) при значительном увеличении скорости истечения газа из горелки

б) при установке горелочного туннеля

в) при значительном снижении скорости истечения газа из горелки

г) при обогащении горючей смеси воздухом

8. Радиационные характеристики пламени улучшают при увеличении в составе продуктов сгорания доли

а) N_2 и O_2

б) CO и H_2

в) CO_2 и H_2O

9. Входит ли выход летучих веществ (Vг) в состав твёрдого топлива?

а) да

б) нет

в) только в состав горючей массы

10. Какая величина в уравнении Аррениуса отражает долю столкновений активных молекул от их общего числа?

а) K_0

б) –E/RT

в) exp(-E/RT)

г) К

11. Как объём пламени при горении твёрдого топлива связан с выходом летучих веществ?

а) не связан

б) обратно пропорционален

в) прямо пропорционален

12. Длина ламинарного газового факела для предварительно подготовленной горючей смеси

а) прямо пропорциональна U_n

б) обратно пропорциональна U_n

в) обратно пропорциональна R

г) обратно пропорциональна W_0

(где R- радиус горелки; W_0- скорость истечения смеси)

13. С увеличением давления скорость реакции горения_____ (Прочитайте текс и вставьте глагол в личной форме)

14. Для обеспечения постепенного изменения температуры по длине печи расположение факелов должно быть_____ *(Прочитайте текс и вставьте имя прилагательное, наречие)*

15. Обогащение дутья O_2 _____ температуру горения топлива(Прочитайте и текс и вставьте глагол в личной форме)

16. Для обеспечения равномерности нагрева по ширине печи расположение факелов должно быть_____(Прочитайте текс и вставьте имя прилагательное, наречие)

17. Длина газового факела при увеличении теплоты сгорания топлива_____ (Прочитайте и текс и вставьте глагол в личной форме)

Тема 4. Сжигание топлива.

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Какое горение называется кинетическим видом горения? Как определяется скорость кинетического горения?

2. Какое горение называется диффузионным? Когда такое горение является ламинарным, когда − турбулентным? Чему равна скорость диффузионного горения?

3. Объясните пределы устойчивости горения ламинарного факела. Как осуществляется искусственная стабилизация пламени?

4. Какие методы используются для интенсификации сжигания газообразного топлива?

5. Какие форсунки применяются для распыления жидкого топлива?

6. Какие методы применяются для снижения вредных выбросов при сжигании мазута?

7. В чем особенность горения мелких и крупных частиц твердого топлива?

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

1.Расчитать горелку типа «труба в трубе» для сжигания объемов VОГ=0,0085м ^{3} /с природного газа с теплотой сгорания р Qн =34 МДж/м ^{3} . Давления газа перед горелками РГ =5,3 кПа, РВ=0,5 кПа, tГ = 20°С. Воздух подогрет до 400°С, коэффициент расхода воздуха α =1,1; плотность ρОГ = 0,82 кг/м ^{3} ; Lo=9,01м ^{3} /м ^{3} , ρВ = 1,29 кг/м ^{3} .

2.Рассчитать инжекционную горелку для сжигания газа с низкой теплотой сгорания 35,27 мДж/м ^{3} . Избыточное давление газа 19 кПа. Объем газа V = 0,011 м ^{3} /с. Газ и воздух холодный с температурой 20°С. Коэффициент расхода воздуха α =1,07. Избыточное давление печи 32 Па. Теоретическое количество воздуха необходимого для горения 9,97 м^3 /м^3 . Плотность газа 0,77 кг/м ^{3} . Плотность воздуха 1,29 кг/м ^{3} .

3.Рассчитать форсунку высокого давления для сжигания мазута, ВМ = 0,028 кг/с. Давление мазута перед форсункой рМ = 200 кПа, температура t = 90 °С. Распылитель - компрессорный воздух по давлением РР = 600 кПа с температурой tр = 50 °С. Удельные расходы первичного и вторичного распылителя одинаковы и равны q = 0,65 кг/кг мазута.

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выбрать один правильный ответ

1. Как время полного испарения мазутной капли зависит от начальной температуры капли?

а) растет с ростом tкап

б) уменьшается с ростом tкап

в) не зависит от tкап

2. Какая стадия при горении топлива является самой медленной?

а) перемешивание топлива с окислителем

б) разогрев горючей смеси до Твоспл.

в) собственно горение горючей смеси

г) отвод продуктов сгорания из зоны реакции

3. Как увеличение концентрации O2 в смеси с мазутными парами влияет на сажеобразование при их горении?

а) увеличивает

б) уменьшает

в) не влияет

4. Скорость смесеобразования топлива с воздухом наибольшая при…

а) чисто молекулярной диффузии компонентов

б) чисто турбулентной диффузии компонентов

в) сочетании молекулярной и турбулентной диффузии компонентов

5. Горению мазутной капли предшествует

а) ее окисление

б) ее испарение

в) ее термическое разложение

6. Чему пропорционально время выгорания мазутной капли

а) времени полного испарения капли

б) времени полного окисления капли

в) времени полного термического разложения капли

7. Как время полного испарения мазутной капли зависит от начальной температуры капли?

а) растет с ростом tкап

б) уменьшается с ростом tкап

в) не зависит от tкап

8. Каков наиболее распространенный способ интенсификации горения газообразного топлива?

а) подогрев топлива и воздуха

б) обогащение горючей смеси топливом до n<1

в) установка горелочного туннеля

г) обогащение горючей смеси воздухом до n>>1

9. Что такое нижний концентрационный предел воспламенения газо-воздушных смесей?

а) это концентрация газа, выше которой смесь не воспламеняется

б) это концентрация газа, ниже которой смесь не воспламеняется

в) это концентрация газа, при которой смесь воспламеняется при истечении в атмосферу

10.Процесс инициирования начального очага горения в горючей смеси, после чего возникший фронт пламени самопроизвольно распространяется по всему объему называется_____(Прочитайте текс и вставьте существительное в творительном падеже)

11.Одним из основных параметров, характеризующим опасность взрыва является давление_____ Прочитайте текс и вставьте существительное в родительном падеже)

12. Установите соответствие:

А) теоретическая температура горения	1. Наименьшая температура горючего вещества, при нагреве до которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических объёмных реакций, приводящее к возникновению пламенного горения или взрыва
Б) температура самовоспламенения	2. Наименьшая температура летучего конденсированного вещества, при которой пары над его поверхностью способны вспыхивать в воздухе под воздействием источника зажигания, но устойчивое горение после удаления источника зажигания не возникает
В) температура воспламенения	3. Температура, которая достигается в стехиометрической смеси при полном сгорании без теплопотерь и отсутствии диссоциации продуктов горения
Г)температура вспышки	4. Наименьшая температура вещества, при которой оно

	выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

13. Установите соответствие:

А) самовоспламенение	1. Беспламенное горение твердого вещества (материала) при сравнительно низких температурах (400–600°С), часто сопровождающееся выделением дыма
Б) горение	2. Возникновение горения под воздействием внешнего источника зажигания (искры, электрического разряда, теплоты накалённого тела и пр.)
В) тление	3. Процесс, при котором вещество или смесь загораются без внешнего источника зажигания, в результате резкого увеличения скорости экзотермических реакций
Г) воспламенение	4. Сложный физико-химический процесс превращения исходных веществ в продукты сгорания в ходе экзотермических реакций, сопровождающийся интенсивным выделением тепла, а также теплового излучения и света

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Современное состояние и перспективы развития топливно-комплекса Российской Федерации.
2. Значение огнетехнических процессов в промышленности.

3. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики горения топлива.

4. Виды топлива, их классификация.

5. Свойства основных видов энергетического топлива.

6. Твердое топливо: каменные угли, горючие сланцы, прочие виды твердого топлива.

7. Нефть, ее термическая переработка.

8. Физико-химические свойства мазутов, их маркировка.

9. Искусственное жидкое топливо.

10. Естественные природные горючие газы, их характеристики, добыча, транспортировка и хранение.

11. Искусственные горючие газы; способы получения и характеристика.

12. Горючие газы - вторичные продукты производства: доменный, коксовый газы и др.

13. Элементарный состав топлива.

14. Влага топлива.

15. Выход летучих веществ, образование кокса. Т

16. еплота сгорания топлива (высшая, низшая, аналитическая).

17. Расчетный и экспериментальный способы определения теплоты сгорания топлива.

18. Основные термохимические уравнения горения элементов топлива.

19. Материальный баланс процесса горения.

20. Коэффициенты расхода (избытка) воздуха.

21. Состав продуктов сгорания. Экспериментальное определение состава продуктов сгорания.

22. Определение расхода воздуха по составу продуктов сгорания.

23. Основное уравнение горения. Уравнение неполного горения.

24. Тепловой баланс процесса горения.

25. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания.

26. Теоретическая и действительная температура горения.

27. Основное понятие кинетики реакции горения.

28. Гомогенное и гетерогенное горения.

29. Энергетика химических связей и теплота сгорания топлива.

30. Скорость реакции горения.

7 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

1. Константы равновесия реакции горения и газификация.

2. Понятие о цепных реакциях.

3. Самовоспламенение и воспламенение горючей смеси.

4. Пределы воспламенения и их зависимость от различных факторов.

5. Механизмы образования оксидов азота.

6. Смесеобразование, молекулярная и турбулентная диффузия в потоках.
7. Распространение пламени в газовоздушных смесях.
8. Методы сжигания газов.
9. Диффузионное и кинетическое горение.
10. Ламинарный и турбулентный факелы.
11. Предельные случаи горения: срыв, отрыв, проскок пламени.
12. Стабилизации горения.
13. Организация сжигания жидкого топлива.
14. Факельное сжигание жидкого топлива.
15. Способы организации сжигания твердого топлива.
16. Стадии горения и газификации.
17. Горение углерода.
18. Тепловой режим горения твердого топлива.
19. Пути интенсификации сжигания твёрдого топлива.
20. Прямоточные и завихривающие горелки.
21. Горелки для сжигания твердого пылевидного топлива.
22. Форсунки для сжигания жидкого топлива.
23. Горелки для газообразного топлива

8 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО «Moodle».

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО «Moodle».

9 Вопросы к защите курсовой работы

1. Какое топливо относится к естественному?
2. Какое топливо относится к искусственному?
3. Как производился пересчёт топлива на рабочую массу?
4. Как рассчитывается количество воздуха на сгорание топлива?
5. Как определяется состав и количество продуктов сгорания?
6. Как рассчитывается температура горения топлива?
7. Какой способ расчёта наиболее точен и почему?