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 металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории горения

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 19-05-2026 14:09:55 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 котлов и воздействия этого процесса на загрязнение окружающей среды.

Задачами учебной дисциплины являются:

– знакомство обучающихся с процессами при горении топлива; получение информации о способах предотвращения образования оксидов азота и серы; 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:

– Физика;
– Химия;
– Физическая химия.

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

– Котельные установки и парогенераторы;
– Тепломассообменное оборудование предприятий;
– Технологические энергоносители предприятий;
– 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 категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК | Код и наименование индикатора достижения ОПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ОПК-3: Способен применять соответствующий | ОПК-3.2 Применяет основные законы и методы при | – знать: профессиональные задачи. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | решении практических задач | – 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.<br>– 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

| Сессия / курс | | ***ИТОГО*** | ***1 сессия / 4 курс*** | ***2 сессия / 4 курс*** | ***3 сессия / 4 курс*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | | *зачет с оценкой* | *экзамен, зачет с оценкой по КР* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***288*** | *36* | *108* | *144* |
| | *зачетных единиц* | ***8*** | *1* | *3* | *4* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Лекции, *академ. час.* | ***6*** | *2* | *0* | *4* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | ***4*** | *0* | *4* | *0* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | ***8*** | *0* | *0* | *8* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* | *0* |
| Курсовая работа, *академ. час.* | ***36*** | *0* | *0* | *36* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | ***0*** | *0* | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | ***221*** | *34* | *100* | *87* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | ***13*** | *0* | *4* | *9* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* | *0* | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение. (Современное состояние и перспективы развития топливно - энергетического комплекса Российской Федерации);

Раздел 2 Топливо: виды, состав, характеристики (Виды и свойства органических топлив. Характеристики органических топлив.);

Раздел 3 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 4 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 5 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. | Современное состояние и перспективы развития топливно - энергетического комплекса Российской Федерации | 1 | |
| Раздел 2. | Топливо: виды, состав, характеристики | 1 | |
| Раздел 3. | Материальный и тепловой балансы процесса горения топлива | 1 | |
| Раздел 4. | Теоретические основы топочных процессов | 1 | |
| Раздел 5. | Сжигание топлива. | 2 | |
| **Итого:** | | **6** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| № раздела / темы дисциплины | Темы практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 2. | Пересчет элементарного состава топлива. Расчетная оценка характеристик топлив и смеси топлив. | 2 | |
| Раздел 3. | Расчет количеств воздуха и дымовых газов. Расчет энтальпий дымовых газов. | 3 | |
| Раздел 4. | Расчёт параметров самовоспламенения. Расчёт параметров взрыва. | 3 | |
| **Итого:** | | **8** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| № раздела / темы дисциплины | Темы лабораторных работ | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 2. | Определение содержания влаги в твёрдом топливе. Определение зольности твёрдого топлива. Определение выхода летучих веществ. | 3 | |
| Раздел 3. | Газовый анализ продуктов сгорания. | 1 | |
| **Итого:** | | **4** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| № раздела / темы дисциплины | Темы курсовых работ (проектов) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 2;<br>Раздел 3;<br>Раздел 4;<br>Раздел 5. | 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;<br>2. Прохождение тестирования. | 30 | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Контрольная работа;<br>3. Подготовка к лабораторной работе;<br>4. Подготовка к практическому занятию;<br>5. Прохождение тестирования. | 60 | |
| Раздел 3. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Контрольная работа;<br>3. Подготовка к лабораторной работе;<br>4. Подготовка к | 60 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | практическому занятию;<br>5. Прохождение тестирования. | | |
| Раздел 4. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 41 | |
| Раздел 5. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Прохождение тестирования. | 30 | |
| *Курсовая работа* | *Выполнение курсовой работы* | 36 | 0 |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 9 | |
| *Контроль* | *Подготовка к зачёту* | 4 | |
| **Итого:** | | **270** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Контролируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ОПК-3;<br>ОПК-4 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Тестовые задания |
| Раздел 2. | ОПК-3;<br>ОПК-4 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Контрольная работа;<br>3. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>4. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>5. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;<br>6. Тестовые задания |
| Раздел 3. | ОПК-3;<br>ОПК-4 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Контрольная работа;<br>3. Наблюдение за работой на лабораторной работе;<br>4. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>5. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;<br>6. Тестовые задания |
| Раздел 4. | ОПК-3;<br>ОПК-4 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Оценивание этапов |

| | | |
|---|---|---|
| | | выполнения курсовой работы;<br>4. Тестовые задания |
| Раздел 5. | ОПК-3;<br>ОПК-4 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;<br>3. Тестовые задания |
| Курсовая работа. | ОПК-3;<br>ОПК-4 | 1. Вопросы к защите курсовой работы |
| Зачет с оценкой. | ОПК-3;<br>ОПК-4 | 1. Вопросы к зачету с оценкой |
| Экзамен. | ОПК-3;<br>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 СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; 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 |
|---|---|---|
| | 30 | |
| | 60 | |
| | 100 | |

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 контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

**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 ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

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

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

| Наименование параметра оценки | Оценка |
|---|---|
| Обучающийся выполнил задание в полном объёме; 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. | отлично |
| Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок. | хорошо |
| Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. | удовлетворительно |
| Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно | неудовлетворительно |

| Наименование параметра оценки | Оценка |
|---|---|
| излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала. | |

### 12.2.4 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 СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 10 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 |
|---|---|---|
| 10 | не менее 9 | отлично |
| 8 | не менее 7 | хорошо |
| 6 | не менее 5 | удовлетворительно |
| 4 | – | неудовлетворительно |

### 12.2.5 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 инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 1,25 |
| 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».

### 12.2.6 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 |
|---|---|

| 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 с оценкой; курсовая работа; экзамен.

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

### 13.2 Оценивание обучающегося на зачете с оценкой

| 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, |

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| | 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 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. |

## 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 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 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: 16.05.2026);

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: 16.05.2026).

**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 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 – ]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

9 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.

Согласована:

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

# Приложение

## 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.** Введение. Современное состояние и перспективы развития топливно - энергетического комплекса Российской Федерации.

**Устный опрос на лекции**

Перечень вопросов для устного опроса:

1.Какие виды органического топлива используются в промышленных установках? Назовите их основные характеристики.

2.Перечислите способы переработки различных видов топлива. Дайте характеристику продуктов переработки.

3.Назовите вновь разрабатываемые месторождения органического топлива. Дайте характеристику топлив этих месторождений.

4.Охарактеризуйте энергетический баланс РФ на данный период и тенденции его изменения.

**Тема 2.** 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?

**Тема 3.** 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.

**Тема 4.** 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.

**Тема 5.** 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.

**Контрольная работа**

**Задание 1:**

Рассчитать объем окислительной среды, м$^3$, необходимый для горения i-того горючего вещества.

| №№ Ва-ри-анта | Горючее вещество | Химическая формула | Количество горючего вещества | Состав окислитель-ной среды | Условия горения |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Метиловый спирт | $CH_4O$ | 2кг | воздух | T=1013ГПа<br>P=300K<br>$\mathcal{L}$=3 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Анилин | $C_6H_7N$ | 1 кг | Кислород70%<br>Азот30% | T=290<br>P=900<br>$\mathcal{L}$=2,5 |
| 3 | Смесь газов | CO-45%<br>$N_2$-15%<br>$C_4H_8$-10%<br>$O_{2-30\%}$ | 1м$^3$ | Воздух | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=2,5 |
| 4 | Нитробензол | $C_6H_5NO_2$ | 30кг | Воздух | T=280<br>P=950<br>$\mathcal{L}$=2,5 |
| 5 | Сложное вещество | C=65%<br>O=20%<br>H=5%<br>S=10% | 1 кг | Воздух | $\mathcal{L}$=1,4<br>Нормальные |
| 6 | Этилен | $C_2H_4$ | 5 м$^3$ | Кислород %<br>Азот% | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=2,5 |
| 7 | Сера | S | 2 кг | Кислород %<br>Азот% | T=300<br>P=1200<br>$\mathcal{L}$=1,8 |
| 8 | Сложное вещество | C -90%<br>H-3%<br>N-5%<br>O-2% | 1 кг | Воздух | T=300<br>P=950<br>$\mathcal{L}$=1,5 |
| 9 | Смесь газов | $CH_{4-15\%}$<br>$C_3H_{8-70\%}$<br>$O_2$-10%<br>$H_2$-5% | 5 м$^3$ | Воздух | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=1,9 |
| 10 | Алюминий | Al | 15 кг | Кислород42 %<br>Азот58% | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=2,8 |
| 11 | Сплав | Mg-20%<br>Al-80% | 1 кг | Воздух | T=265<br>P=920<br>$\mathcal{L}$=1,5 |
| 12 | Муравьиная кислота | $CH_2O_2$ | 1 кг | Воздух | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=1,2 |
| 13 | Диметиловый эфир | $(CH_3)_2O$ | 10 кг | Воздух | T=283<br>P=1016<br>$\mathcal{L}$=4,2 |
| 14 | Смесь газов | $H_2S$-25%<br>$SO_2$-15%<br>$CO_2$-15%<br>$H_2$-30%<br>$O_2$-15% | 15 м$^3$ | Воздух | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=1,4 |
| 15 | Сложное вещество | C-82%<br>H-8%<br>W-10% | 1 кг | Воздух | T=260<br>P=1100<br>$\mathcal{L}$=1,4 |
| 16 | Глицерин | $C_3H_8O_3$ | 1 кг | Воздух | T=305<br>P=1013<br>$\mathcal{L}$=1,9 |
| 17 | Ацетилен | $C_2H_2$ | 1 м$^3$ | Хлор 18 %<br>Азот82% | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=1,9 |
| 18 | Смесь газов | $CH_4$-30%<br>$O_2$-8%<br>$N_2$-15% | 1 м$^3$ | Воздух | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=3,2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $H_2$-47% | | | |
| 19 | Этиловый эфир уксусной к-ты | $C_4H_8O_2$ | 1 кг | Воздух | T=270<br>P=850<br>$\mathcal{L}$=1,5 |
| 20 | Метилэтил-кетон | $C_4H_8O$ | 5 кг | Воздух | Нормальные<br>$\mathcal{L}$=2,5 |
| 21 | Хлорбензол | $C_6H_5Cl$ | 1 кг | Воздух | T=305<br>P=1000<br>$\mathcal{L}$=2,8 |
| 22 | Нитротолуол | $C_7H_7NO_2$ | 1 кг | Кислород25 %<br>Азот75% | T=280<br>P=980<br>$\mathcal{L}$=1,4 |

## Задание 2:

Сколько воздуха требуется подать на сжигание n-го объема ($м^3$) генераторного газа при нормальных условиях.

| № Вар-та | n-й объем генераторного газа | Коэффи-циент избытка воздуха | CO% | $H_2$-% | N% | $O_2$% | $CH_4$% | $CO_2$% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 200 | 2,5 | 29 | 14 | 45 | 2,5 | 3 | 6.5 |
| 2 | 500 | 3,2 | 14 | 29 | 45 | 3 | 2,5 | 6,5 |
| 3 | 450 | 1,8 | 10 | 30 | 50 | 2 | 2 | 6 |
| 4 | 368 | 1,7 | 25 | 35 | 20 | 5 | 5 | 10 |
| 5 | 400 | 1,9 | 20 | 45 | 25 | 5 | 2 | 3 |
| 6 | 800 | 1,5 | 12,5 | 35 | 12,5 | 12 | 8 | 10 |
| 7 | 1000 | 2,3 | 10 | 30 | 50 | 2 | 2 | 6 |
| 8 | 900 | 2,5 | 15 | 28 | 45 | 3 | 2,5 | 6,5 |
| 91 | 890 | 2.6 | 27 | 16 | 45 | 2,5 | 3 | 6.5 |
| 10 | 530 | 3.0 | 12,5 | 34,5 | 12,5 | 13 | 8 | 10 |
| 11 | 456 | 3,1 | 29 | 14 | 43 | 2,5 | 5 | 6.5 |
| 12 | 450 | 3,3 | 14 | 29 | 45 | 3 | 2,5 | 6,7 |
| 13 | 470 | 3,5 | 27 | 14 | 47 | 2,5 | 3 | 6.5 |
| 14 | 760 | 2,4 | 29 | 14 | 45 | 2,5 | 3 | 6.5 |
| 15 | 267 | 5,0 | 29 | 14,5 | 44 | 2,5 | 3,5 | 6.5 |
| 16 | 400 | 2,0 | 10,5 | 32,5 | 50 | 2 | 2 | 6 |
| 17 | 580 | 2,1 | 25 | 35 | 20 | 5 | 5 | 10 |
| 18 | 230 | 2.2 | 28 | 47 | 24,5 | 5,5 | 2,5 | 2,5 |
| 19 | 150 | 2.3 | 25 | 16 | 47 | 2,5 | 3 | 6.5 |
| 20 | 180 | 2.4 | 29 | 46 | 24,5 | 5,5 | 2 | 3 |
| 21 | 280 | 2,3 | 20 | 14 | 70 | 4,5 | 3,7 | 6.8 |
| 22 | 270 | 1,9 | 20 | 45 | 25 | 5 | 2 | 3 |

## Задание 3

Рассчитать температуру горения i-го вещества

| № варианта | Горючее вещество | Химическая формула | Состав окислит среды | Условия горения |
|---|---|---|---|---|
| 1 | CO-40%;$C_3H_8$-50%;<br>$CO_2$-10% | | воздух | $\mathcal{L}$=1,4<br>η=0,52 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | C-80%; H-5%;<br>S-6%, W-9% | | воздух | $\mathcal{L}$=1,6<br>η=0,3 |
| 3 | Пропионовая кислота | $C_3H_6O_2$ | Кислород25%<br>Азот75% | $\mathcal{L}$=1,3<br>η=0,4 |
| 4 | Глицерин | $C_3H_8O_3$ | Воздух | $\mathcal{L}$=1,0<br>η=0,35 |
| 5 | Уксуснобутиловый эфир | $C_6H_{12}O_2$ | Воздух | $\mathcal{L}$=1,4<br>η=0,15 |
| 6 | Этилбензол | $C_8H_{10}$ | Воздух | $\mathcal{L}$=1,5<br>η=0,2 |
| 7 | C-82%; H-8%;<br>O-5%; W-5% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,0<br>η=0,35 |
| 8 | CO-60%; $H_2$-40% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,8<br>η=0,4 |
| 9 | Аммиак | $NH_3$ | Воздух | $\mathcal{L}$=1,0<br>η=0,2 |
| 10 | Гексан | $C_6H_{14}$ | воздух | $\mathcal{L}$=1,4<br>η=0.15 |
| 11 | Нитроэтан | $C_2H_5NO_2$ | Воздух | $\mathcal{L}$=1,5<br>η=0,2 |
| 12 | Гексиловый спирт | $C_6H_{14}O$ | Воздух | $\mathcal{L}$=2,0<br>η=0,1 |
| 13 | C-80%; H-12%<br>S-3% N-5% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,6<br>η=0,25 |
| 14 | C75% H-8%<br>O-12% W-5% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1.0<br>η=0,4 |
| 15 | $CH_4$-70% $NH_3$-20%<br>$O_2$-10% | | | $\mathcal{L}$=1,8<br>η=0,2 |
| 16 | Муравьиная кислота | $CH_2O_2$ | Воздух | $\mathcal{L}$=2,2<br>η=0,3 |
| 17 | C-56% H-14%<br>O-20% W-10% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,0<br>η=0,4 |
| 18 | C78% H-12%<br>O-10% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,6<br>η=0,15 |
| 19 | CO-75%<br>$CH_4$-25% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,9<br>η=0,2 |
| 20 | $C_3H_8$-70% $C_4H_{10}$-20%<br>$O_2$-10% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,8<br>η=0,2 |
| 21 | C85% H-10%<br>O-5% | | Воздух | $\mathcal{L}$=1,4<br>η=0,3 |
| 22 | Амиловый спирт | $C_5H_{12}O$ | Воздух | $\mathcal{L}$=1,7<br>η=0,22 |

## 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.

**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, СУО
СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

**ВАРИАНТ №1**

**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. Какая температура горения ($T^д$ $T^т$ $T^к$) имеет наибольшую величину?**

а) $T^д$
б) $T^к$
в) $T^т$

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

а) температуропроводности горючей смеси
б) размеров зоны зажигания
в) скорости нормального распространения пламени

**4. Для обеспечения постепенного изменения температуры по длине печи расположение факелов должно быть**

а) поперечным
б) продольным
в) комбинированным

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

а) рабочей
б) горючей
в) сухой

**6. Чему пропорционально время выгорания мазутной капли**

а) времени полного испарения капли
б) времени полного окисления капли
в) времени полного термического разложения капли

**7. 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

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

а) в сухой
б) в рабочей
в) в горючей

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

а) $V_{п.с.}/V^{o}$
б) $V^{o}/ V_{п.с}$
в) $V^{д}/ V^{o}$
г) $V^{o}/ V^{д}$

**10. 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

## ВАРИАНТ №2

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

а) загрязнение атмосферы токсичными веществами
б) доступность топлива
в) взрывоопасность

**2. Как влияет обогащение дутья $O_2$ на температуру горения топлива?**

а) увеличится
б) уменьшится
в) не влияет

**3. 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

**4. Для обеспечения равномерности нагрева по ширине печи расположение факелов должно быть**

а) поперечным
б) продольным
в) комбинированным

**5. Как изменится $Q^{р}н$ доменного газа при замене воздушного дутья в доменной печи на кислородное?**

а) уменьшится
б) увеличится

в) не изменится

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

а) растет с ростом $t_{кап}$

б) уменьшается с ростом $t_{кап}$

в) не зависит от $t_{кап}$

**7. Какая стадия при горении топлива является самой медленной?**

а) перемешивание топлива с окислителем

б) разогрев горючей смеси до $T_{воспл.}$

в) собственно горение горючей смеси

г) отвод продуктов сгорания из зоны реакции

**8. 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; $O_2$

**9. Какие из перечисленных групп компонентов газа относятся к горючим?**

а) $H_2$, $CH_4$, CO

б) $N_2$, $O_2$, $H_2O$

в) $CO_2$, $SO_2$, $NO_2$

**10. Порозность слоя твердого топлива на цепной колосниковой решетки будет наибольшей**

а) для рядового угля

б) для сортового угля

в) для уплотненного угля

## ВАРИАНТ №3

**1.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

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

а) только в повышении $T^д$

б) только в экономии топлива

в) только в экономии

г) в экономии топлива и воздуха и росте $T^д$

**3. 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

**4. 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 $H_2O$

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

а) $V_{п.с.}/V^o$

б) $V^o/ V_{п.с}$

в) $V^д/ V^o$

г) $V^o/ V^д$

**6. Как увеличение концентрации $O_2$ в смеси с мазутными парами влияет на сажеобразование при их горении?**

а) увеличивает

б) уменьшает

в) не влияет

**7. Скорость смесеобразования топлива с воздухом наибольшая при…**

а) чисто молекулярной диффузии компонентов

б) чисто турбулентной диффузии компонентов

в) сочетании молекулярной и турбулентной диффузии компонентов

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

а) только зола

б) только влага

в) зола и влага

**9. 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) $C+O_2=CO_2+q_3$

**10. Горению мазутной капли предшествует**

а) ее окисление

б) ее испарение

в) ее термическое разложение

## ВАРИАНТ №4

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

а) в сухой

б) в рабочей

в) в горючей

**2. Каков наиболее точный способ определения $T^к$?**

а) графический с использованием I-T диаграммы

б) аналитический (методом последовательных приближений)

в) графоаналитический (расчётно-графический)

**3. Интенсификация горения газа достигается за счет**

а) обогащения горючей смеси воздухом

б) обогащением воздушного дутья кислородом

в) обогащения горючей смеси топливом

**4. Как изменится длина газового факела при увеличении теплоты сгорания топлива?**

а) не измениться

б) увеличится

в) уменьшится

**5. 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; $O_2$

**6. Как увеличение соотношения C\H для углеводородных топлив влияет на сажеобразование при их горении?**

а) увеличивает

б) уменьшает

в) не влияет

**7. Горение какой смеси топлива с окислителем называется кинетическим?**

а) протекающее одновременно со смесеобразованием

б) протекающее после завершения смесеобразования

в) горение заранее подготовленной горючей смеси

**8. Начиная с какой влажности топливо считается сильновлажным?**

а) > 6 %

б) > 8 %

в) >10 %

г) > 12 %

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

а) растет с ростом $t_{кап}$

б) уменьшается с ростом $t_{кап}$

в) не зависит от $t_{кап}$

**10. Чем определяется $T^{д}$ при сжигании газа в печах?**

а) назначением печи

б) длительностью процесса нагрева

в) размером заготовки

## ВАРИАНТ №5

**1.Какие из перечисленных групп компонентов газа относятся к горючим?**

а) $H_2$, $CH_4$, CO

б) $N_2$, $O_2$, $H_2O$

в) $CO_2$, $SO_2$, $NO_2$

**2. 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

**3. При подогреве топлива и воздуха факел**

а) удлиняется

б) укорачивается

в) практически не изменяется

**4. При какой температуре определяется объём продуктов сгорания ($V_{пс}$) топлива?**

а) при $T=20^0C$ (293 К)

б) при $T=0^0C$ (273 К)

в) при действительной температуре горения $T^д$

г) при калориметрической температуре горения $T^к$

**5. Для предотвращения термического разложения мазута при его сжигании следует**

а) увеличивать n

б) уменьшать n

в) весь воздух подавать в корень факела

г) Ступенчато проводить воздух в факел

(n- коэффициент расхода воздуха)

**6. Горение летучих веществ на поверхности частицы угля это элемент**

а) гомогенного горения

б) гетерогенного горения

в) кинетического горения

г) диффузионного горения

**7. Входит ли выход летучих веществ ($V^г$) в состав твёрдого топлива?**

а) да

б) нет

в) только в состав горючей массы

**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. 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) $C+O_2=CO_2+q_3$

**10.Наиболее резкое падение концентрации горючего компонента имеет место в следующей зоне факела**

а) перед фронтом пламени
б) в зоне подогрева фронта пламени
в) в зоне химической реакции фронта
г) после фронта пламени

## ВАРИАНТ №6

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

а) только зола
б) только влага
в) зола и влага

**2. Как будет изменяться доля $N_2$ (%) в дымовых газах при сжигании природного газа (n≥1) при обогащении дутья $O_2$?**

а) будет увеличиваться
б) будет уменьшаться
в) будет зависеть от «n»

**3. По какой причине интенсификация горения ограничена температурой 2000-2300К?**

а) по причине высокого расхода топлива
б) по причине образования повышенных количеств $NO_x$
в) по причине потерь тепла из-за диссоциации $CO_2$ и $H_2O$ и образования $NO_x$

**4. Как влияет подогрев топлива и воздуха на температуру газового факела?**

а) повышает
б) понижает
в) практически не влияет

**5.Каковы недостатки теплогенерации за счёт трансформации в тепло электроэнергии?**

а) высокий коэффициент использования энергии
б) достижение очень высокого уровня температур
в) большие капитальные затраты

**6. Воспламенение горючей смеси при горении мазутного факела происходит**

а) непосредственно у среза горелки
б) на некотором расстоянии от среза грелки
в) в зависимости от расхода мазута в горелке

**7. 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) K

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

а) не связан

б) обратно пропорционален

в) прямо пропорционален

**9. 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)

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

а) только в повышении $T^д$

б) только в экономии топлива

в) только в экономии

г) в экономии топлива и воздуха и росте $T^д$.

## ВАРИАНТ №7

**1.Начиная с какой влажности топливо считается сильновлажным?**

а) > 6 %

б) > 8 %

в) >10 %

г) > 12 %

**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. Горению мазутной капли предшествует**

а) ее окисление

б) ее испарение

в) ее термическое разложение

**4. Чем определяется $T^д$ при сжигании газа в печах?**

а) назначением печи

б) длительностью процесса нагрева

в) размером заготовки

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

а) загрязнение атмосферы токсичными веществами

б) доступность топлива

в) взрывоопасность

**6. Каким должно быть печное пространство при сжигании мазута для предотвращения недожога?**
а) увеличенным
б) уменьшенным
в) точно соответствующим длине факела
**7. По какому закону возрастает скорость химических реакций при увеличении температуры?**
а) по логарифмическому
б) по линейному
в) по экспоненциальному
г) по интегральному
**8. На какую величину отличается теплота сгорания топлива $Q^в$ и $Q^н$?**
а) на величину теплоты нагрева минеральных примесей
б) на величину теплоты сгорания S до $SO_2$
в) на величину теплоты конденсации водяных паров в продуктах сгорания
**9. Чем объясняется высокая скорость горения при цепном характере реакций горения?**
а) наиболее значительным влиянием температуры
б) повышенными значениями энергии активации между промежуточными радикалами
в) пониженными значениями энергии активации между промежуточными радикалами
**10. В чём может заключаться эффект подогрева топлива и воздуха при горении топлива?**
а) только в повышении $Т^д$
б) только в экономии топлива
в) только в экономии
г) в экономии топлива и воздуха и росте $Т^д$

## ВАРИАНТ №8

**1.Входит ли выход летучих веществ ($V^г$) в состав твёрдого топлива?**
а) да
б) нет
в) только в состав горючей массы
**2. Какая стадия при горении топлива является самой медленной?**
а) перемешивание топлива с окислителем
б) разогрев горючей смеси до $Т_{воспл.}$
в) собственно горение горючей смеси
г) отвод продуктов сгорания из зоны реакции
**3. Чему пропорционально время выгорания мазутной капли**
а) времени полного испарения капли
б) времени полного окисления капли
в) времени полного термического разложения капли

**4. Для обеспечения постепенного изменения температуры по длине печи расположение факелов должно быть**

а) поперечным

б) продольным

в) комбинированным

**5.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

**6. Чем объясняется высокая скорость горения при цепном характере реакций горения?**

а) наиболее значительным влиянием температуры

б) повышенными значениями энергии активации между промежуточными радикалами

в) пониженными значениями энергии активации между промежуточными радикалами

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

а) 20 300

б) 25 350

в) 29 350

г) 32 300

**8. Каков наиболее точный способ определения $T^к$?**

а) графический с использованием I-T диаграммы

б) аналитический (методом последовательных приближений)

в) графоаналитический (расчётно-графический)

**9.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

**10. Как изменится объём трёхатомных газов $V_{RO2}$ (как компонента продуктов полного сгорания топлива) при увеличении «n»?**

а) увеличится

б) уменьшится

в) не изменится

## ВАРИАНТ №9

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

а) не связан

б) обратно пропорционален

в) прямо пропорционален

**2. Скорость смесеобразования топлива с воздухом наибольшая при…**

а) чисто молекулярной диффузии компонентов

б) чисто турбулентной диффузии компонентов

в) сочетании молекулярной и турбулентной диффузии компонентов

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

а) растет с ростом $t_{кап}$

б) уменьшается с ростом $t_{кап}$

в) не зависит от $t_{кап}$

**4. Для обеспечения равномерности нагрева по ширине печи расположение факелов должно быть**

а) поперечным

б) продольным

в) комбинированным

**5. 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

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

а) $V_{п.с.}/V^{o}$

б) $V^{o}/ V_{п.с}$

в) $V^{д}/ V^{o}$

г) $V^{o}/ V^{д}$

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

а) в сухой

б) в рабочей

в) в горючей

**8.При сгорании какого горючего газа в чистом $O_2$ (n=1) не будет никаких сухих дымовых газов?**

а) $CH_4$

б) $CO$

в) $H_2S$

г) $H_2$

**9. 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

**10. Уравнение Ле-Шателье для определения пределов воспламенения газовых смесей записывается следующим образом**

а) $L=(C_1/L_1 + C_2/L_2 + \ldots + Cn/Ln)/(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$

б) $L=(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n) /(C_1/L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)$

в) $L=(C_1L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)/ (C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$

## ВАРИАНТ №10

**1.На какую величину отличается теплота сгорания топлива $Q^в$ и $Q^н$?**

а) на величину теплоты нагрева минеральных примесей

б) на величину теплоты сгорания S до $SO_2$

в) на величину теплоты конденсации водяных паров в продуктах сгорания

**2. Горение какой смеси топлива с окислителем называется кинетическим?**

а) протекающее одновременно со смесеобразованием

б) протекающее после завершения смесеобразования

в) горение заранее подготовленной горючей смеси

**3. Как увеличение концентрации $O_2$ в смеси с мазутными парами влияет на сажеобразование при их горении?**

а) увеличивает

б) уменьшает

в) не влияет

**4. 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 $H_2O$

**5. Уравнение Ле-Шателье для определения пределов воспламенения газовых смесей записывается следующим образом**

а) $L=(C_1/L_1 + C_2/L_2 + \ldots + Cn/Ln)/(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$

б) $L=(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n) /(C_1/L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)$

в) $L=(C_1L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)/ (C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$

**6. 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; $O_2$

**7. Какие из перечисленных групп компонентов газа относятся к горючим?**

а) $H_2$, $CH_4$, CO

б) $N_2$, $O_2$, $H_2O$

в) $CO_2$, $SO_2$, $NO_2$

**8. Горение летучих веществ на поверхности частицы угля это элемент**

а) гомогенного горения

б) гетерогенного горения
в) кинетического горения
г) диффузионного горения

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

а) в сухой
б) в рабочей
в) в горючей

**10. Чему пропорционально время выгорания мазутной капли**

а) времени полного испарения капли
б) времени полного окисления капли
в) времени полного термического разложения капли

## ВАРИАНТ №11

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

а) 20 300
б) 25 350
в) 29 350
г) 32 300

**2. Горение летучих веществ на поверхности частицы угля это элемент**

а) гомогенного горения
б) гетерогенного горения
в) кинетического горения
г) диффузионного горения

**3. Как увеличение соотношения C\H для углеводородных топлив влияет на сажеобразование при их горении?**

а) увеличивает
б) уменьшает
в) не влияет

**4. Как изменится длина газового факела при увеличении теплоты сгорания топлива?**

а) не измениться
б) увеличится
в) уменьшится

**5. Рост температуры следующим образом влияет на пределы воспламенения газовых смесей?**

а) не влияет
б) расширяет
в) сужает

**6. При какой температуре определяется объём продуктов сгорания ($V_{пс}$) топлива?**

а) при $T=20^0C$ (293 К)
б) при $T=0^0C$ (273 К)
в) при действительной температуре горения $T^д$
г) при калориметрической температуре горения $T^к$

**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. 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
**9. Чему пропорционально время выгорания мазутной капли**
а) времени полного испарения капли
б) времени полного окисления капли
в) времени полного термического разложения капли
**10. Чем определяется $T^{д}$ при сжигании газа в печах?**
а) назначением печи
б) длительностью процесса нагрева
в) размером заготовки

## ВАРИАНТ №12

**1. Как определяется величина эквивалента (Э) для пересчёта количества натурального топлива в условное?**
а) Э= $Q_{у.т.}/Q^{р}н$
б) Э=($Q_{у.т.}/Q^{р}н$)*100
в) Э=$Q^{р}у/Q_{у.т.}$
**2. Какая величина в уравнении Аррениуса отражает долю столкновений активных молекул от их общего числа?**
а) $К_0$
б) –E/RT
в) exp(-E/RT)
г) К
**3. Для предотвращения термического разложения мазута при его сжигании следует**
а) увеличивать n
б) уменьшать n
в) весь воздух подавать в корень факела
г) Ступенчато проводить воздух в факел
(n- коэффициент расхода воздуха)
**4. При подогреве топлива и воздуха факел**
а) удлиняется
б) укорачивается
в) практически не изменяется
**5. Какая зона занимает подавляющую часть фронта пламени?**
а) зона подогрева горючей смеси до $Т_{воспл}$
б) зона химической реакции

в) зоны примерно равнозначны по толщине

**6. Какая из реакций полного горения горючих составляющих топлива записана правильно при расчёте материального баланса горения?**

а) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

б) $CO + ½ O_2 = CO_2$

в) $2H_2S + 3O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$

г) $½ CH_4 + O_2 = ½ CO_2 + H_2O$

**7. Начиная с какой влажности топливо считается сильновлажным?**

а) > 6 %

б) > 8 %

в) >10 %

г) > 12 %

**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. 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

**10.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

## ВАРИАНТ №13

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

а) рабочей

б) горючей

в) сухой

**2. По какому закону возрастает скорость химических реакций при увеличении температуры?**

а) по логарифмическому

б) по линейному

в) по экспоненциальному

г) по интегральному

**3. Как влияет подогрев топлива и воздуха на температуру газового факела?**

а) повышает

б) понижает
в) практически не влияет

**4.Наиболее резкое падение концентрации горючего компонента имеет место в следующей зоне факела**

а) перед фронтом пламени
б) в зоне подогрева фронта пламени
в) в зоне химической реакции фронта
г) после фронта пламени

**5. Как изменится расход окислителя ($м^3$) при горении чистого углерода при замене воздуха на чистый кислород?**

а) уменьшится в 2 раза
б) увеличится в 2 раза
в) уменьшится в 4, 76 раза
г) увеличится в 3, 76 раза

**6. Входит ли выход летучих веществ ($V^г$) в состав твёрдого топлива?**

а) да
б) нет
в) только в состав горючей массы

**7. Какая стадия при горении топлива является самой медленной?**

а) перемешивание топлива с окислителем
б) разогрев горючей смеси до $T_{воспл.}$
в) собственно горение горючей смеси
г) отвод продуктов сгорания из зоны реакции

**8. 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

**9. Для предотвращения термического разложения мазута при его сжигании следует**

а) увеличивать n
б) уменьшать n
в) весь воздух подавать в корень факела
г) Ступенчато проводить воздух в факел
(n- коэффициент расхода воздуха)

**10. Чем определяется $Т^д$ при сжигании газа в печах?**

а) назначением печи
б) длительностью процесса нагрева
в) размером заготовки

## ВАРИАНТ №14

**1. Как изменится $Q^р_н$ доменного газа при замене воздушного дутья в доменной печи на кислородное?**

а) уменьшится

б) увеличится
в) не изменится

**2. Чем объясняется высокая скорость горения при цепном характере реакций горения?**

а) наиболее значительным влиянием температуры
б) повышенными значениями энергии активации между промежуточными радикалами
в) пониженными значениями энергии активации между промежуточными радикалами

**3. Воспламенение горючей смеси при горении мазутного факела происходит**

а) непосредственно у среза горелки
б) на некотором расстоянии от среза грелки
в) в зависимости от расхода мазута в горелке

**4. 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

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

а) Э= $Q_{у.т.}/Q^{р}н$
б) Э=($Q_{у.т.}/Q^{р}н$)*100
в) Э=$Q^{р}у/Q_{у.т.}$

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

а) на величину = 0,79 $V^{о}$
б) на величину = $V^{о}$ (n-1)
в) на величину = $d_{в}$ *n $V^{о}$
г) на величину = 0,79 $V^{о}$ (n-1)

**7. 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 $H_2O$

**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. 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

**10. По какому закону возрастает скорость химических реакций при увеличении температуры?**

а) по логарифмическому
б) по линейному
в) по экспоненциальному
г) по интегральному

## ВАРИАНТ №15

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

а) $V_{п.с.}/V^{o}$
б) $V^{o}/ V_{п.с}$
в) $V^{д}/ V^{o}$
г) $V^{o}/ V^{д}$

**2. 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

**3. Каким должно быть печное пространство при сжигании мазута для предотвращения недожога?**

а) увеличенным
б) уменьшенным
в) точно соответствующим длине факела

**4. Уравнение Ле-Шателье для определения пределов воспламенения газовых смесей записывается следующим образом**

а) $L=(C_1/L_1 + C_2/L_2 + \ldots + Cn/Ln)/(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$
б) $L=(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n) /(C_1/L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)$
в) $L=(C_1L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)/ (C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$

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

а) 20 300
б) 25 350
в) 29 350
г) 32 300

**6. При сгорании какого горючего газа в чистом $O_2$ (n=1) не будет никаких сухих дымовых газов?**

а) $CH_4$
б) CO
в) $H_2S$
г) $H_2$

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

а) не связан

б) обратно пропорционален
в) прямо пропорционален

**8. Каков основной механизм передачи тепла из зоны реакции при нормальном распространении пламени?**

а) конвекцией
б) теплопроводностью
в) лучеиспусканием

**9. Горение летучих веществ на поверхности частицы угля это элемент**

а) гомогенного горения
б) гетерогенного горения
в) кинетического горения
г) диффузионного горения

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

а) только в повышении $T^{д}$
б) только в экономии топлива
в) только в экономии
г) в экономии топлива и воздуха и росте $T^{д}$

## ВАРИАНТ №16

**1. 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; $O_2$

**2. Уравнение Ле-Шателье для определения пределов воспламенения газовых смесей записывается следующим образом**

а) $L=(C_1/L_1 + C_2/L_2 + \ldots + Cn/Ln)/(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$
б) $L=(C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n) /(C_1/L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)$
в) $L=(C_1L_1 + C_2L_2 + \ldots + CnLn)/ (C_1 + C_2 + \ldots + \ldots C_n)$

**3. Первой стадией при горении твердого топлива является**

а) горение и газификация коксового остатка
б) горение летучих веществ
в) выделение летучих веществ и испарение $H_2O$

**4. Рост температуры следующим образом влияет на пределы воспламенения газовых смесей?**

а) не влияет
б) расширяет
в) сужает

**5. На какую величину отличается теплота сгорания топлива $Q^{в}$ и $Q^{н}$?**

а) на величину теплоты нагрева минеральных примесей
б) на величину теплоты сгорания S до $SO_2$

в) на величину теплоты конденсации водяных паров в продуктах сгорания

**6. Чем определяется $T^{д}$ при сжигании газа в печах?**

а) назначением печи

б) длительностью процесса нагрева

в) размером заготовки

**7. Как изменится объём трёхатомных газов $V_{RO2}$ (как компонента продуктов полного сгорания топлива) при увеличении «n»?**

а) увеличится

б) уменьшится

в) не изменится

**8. 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

**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. Какая температура горения ($T^{д}$ $T^{т}$ $T^{к}$) имеет наибольшую величину?**

а) $T^{д}$

б) $T^{к}$

в) $T^{т}$

## ВАРИАНТ №17

**1. Как изменится расход окислителя ($м^3$) при горении чистого углерода при замене воздуха на чистый кислород?**

а) уменьшится в 2 раза

б) увеличится в 2 раза

в) уменьшится в 4, 76 раза

г) увеличится в 3, 76 раза

**2.Наиболее резкое падение концентрации горючего компонента имеет место в следующей зоне факела**

а) перед фронтом пламени

б) в зоне подогрева фронта пламени

в) в зоне химической реакции фронта

г) после фронта пламени

**3. 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) $C+O_2=CO_2+q_3$

**4. Каков основной механизм передачи тепла из зоны реакции при нормальном распространении пламени?**

а) конвекцией
б) теплопроводностью
в) лучеиспусканием

**5. Начиная с какой влажности топливо считается сильновлажным?**

а) > 6 %
б) > 8 %
в) >10 %
г) > 12 %

**6. 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 $H_2O$

**7. Какая температура горения ($T^д$ $T^т$ $T^к$) имеет наибольшую величину?**

а) $T^д$
б) $T^к$
в) $T^т$

**8. По какому закону возрастает скорость химических реакций при увеличении температуры?**

а) по логарифмическому
б) по линейному
в) по экспоненциальному
г) по интегральному

**9. Горение какой смеси топлива с окислителем называется кинетическим?**

а) протекающее одновременно со смесеобразованием
б) протекающее после завершения смесеобразования
в) горение заранее подготовленной горючей смеси

**10. 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

## ВАРИАНТ №18

**1. Какая из реакций полного горения горючих составляющих топлива записана правильно при расчёте материального баланса горения?**

а) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

б) $CO + ½ O_2 = CO_2$
в) $2H_2S + 3O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$
г) $½ CH_4 + O_2 = ½ CO_2 + H_2O$

**2. Какая зона занимает подавляющую часть фронта пламени?**

а) зона подогрева горючей смеси до $T_{воспл}$
б) зона химической реакции
в) зоны примерно равнозначны по толщине

**3. Как влияет увеличение температуры горения на соотношение $CO\backslash CO_2$ в продуктах сгорания твердого углерода?**

а) увеличивает
б) уменьшает
в) влияет

**4.Наиболее резкое падение концентрации горючего компонента имеет место в следующей зоне факела**

а) перед фронтом пламени
б) в зоне подогрева фронта пламени
в) в зоне химической реакции фронта
г) после фронта пламени

**5. Входит ли выход летучих веществ ($V^r$) в состав твёрдого топлива?**

а) да
б) нет
в) только в состав горючей массы

**6. Для обеспечения равномерности нагрева по ширине печи расположение факелов должно быть**

а) поперечным
б) продольным
в) комбинированным

**7. При сжигании 1 $м^3$ какого газа (при n=1) количество продуктов сгорания ($м^3$) будет наибольшим?**

а) $CH_4$
б) $C_2H_6$
в) $CO$
г) $H_2$

**8. Чем объясняется высокая скорость горения при цепном характере реакций горения?**

а) наиболее значительным влиянием температуры
б) повышенными значениями энергии активации между промежуточными радикалами
в) пониженными значениями энергии активации между промежуточными радикалами

**9. Скорость смесеобразования топлива с воздухом наибольшая при…**

а) чисто молекулярной диффузии компонентов
б) чисто турбулентной диффузии компонентов

в) сочетании молекулярной и турбулентной диффузии компонентов

**10. 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

## Вопросы к зачёту для промежуточной аттестации

1. Современное состояние и перспективы развития топливно-энергетического 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.

## Вопросы к экзамену 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

## 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 СибГИУ.

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

**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?