

**Автономная некоммерческая организация высшего образования
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**Рабочая программа дисциплины
«ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА»**

Направление подготовки:	20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль подготовки:	Безопасность технологических процессов и производств
Квалификация (степень):	бакалавр
Форма обучения:	заочная

Санкт-Петербург, 2016

Рабочая программа дисциплины «Теория горения и взрыва» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность.

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность и профилю подготовки 20.03.01.1 Безопасность технологических процессов и производств.

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

Разработчик:

В.И. Левина, к.т.н., доцент.

Рецензент:

О.А. Маринова, зав. кафедрой техносферной безопасности, к.т.н., доцент.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры техносферной безопасности от «07» сентября 2016 года, протокол № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ	6
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
5.1. Темы контрольных работ	10
5.2. Темы курсовых работ (проектов)	10
5.3. Перечень методических рекомендаций	11
5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету	11
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	14
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО–ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	15
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	16
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	17
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА	17
Приложение	19

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» являются:

- формирование основополагающих знаний о теории горения и взрыва и опасности этих процессов;
- подготовка бакалавра к применению в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения пожаровзрывобезопасности в сфере производственной деятельности, в которой вопросы безопасности будут рассматриваться как одни из приоритетных направлений.

1.2. Изучение дисциплины «Теория горения и взрыва» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- приобретение понимания проблем пожаровзрывобезопасности и рисков, связанных с горением и взрывом;
- овладение приемами предупреждения и локализации пожаров и взрывов, ориентированными на снижение их антропогенного воздействия на природную среду и обеспечения безопасности личности и общества.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

общекультурные (ОК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ОК-10	способностью к познавательной деятельности

профессиональные (ПК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ПК-19	способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности
ПК-20	способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** физико-химические основы процессов горения, взрыва и детонации; теоретические основы термодинамики и кинетики горения,

прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методы прогнозирования опасных и разрушающих факторов горения и взрыва; современные методы экспериментального исследования процессов горения, перехода горения во взрыв и детонации для газообразных и конденсированных веществ и систем на их основе; токсичные продукты сгорания, механизмы их образования.

- **Уметь:** пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро - и взрывобезопасности; рассчитывать материальные балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии; рассчитывать основные характеристики и параметры процессов горения и взрыва газообразных, парогазовых и конденсированных горючих и конденсированных веществ и систем на их основе; прогнозировать зоны действия поражающих факторов при различных режимах горения и взрыва.

- **Владеть:** методами расчета термодинамики и кинетики горения, пределов воспламенения и температуры горения и давления взрыва; методами анализа потенциальной взрывоопасности смесей горючего с окислителем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методами расчета параметров детонационных процессов газообразных и конденсированных веществ и систем на их основе; методами краткого анализа ущерба, вызванного факторами пожаровзрывоопасности при авариях и катастрофах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теория горения и взрыва» относится к базовой части дисциплин блока Б1.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами Математика, Физика, Химия, Теплофизика, Гидрогазодинамика.

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин Техника и теория экспериментальных исследований, Технические измерения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Лабораторная работа	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1.	Модуль 1. Введение	4/0,11	0,5			3,5			
2.	Модуль 2. Горение	34/0,94	0,5	1		32,5			
3.	Тема 2.1. Физико-химические основы процессов горения	10/0,28	0,5			9,5			
4.	Тема 2.2. Условия возникновения и развития процессов горения	12/0,33		0,5		11,5			
5.	Тема 2.3. Распространение процессов горения	12/0,33		0,5		11,5			
6.	Модуль 3. Взрыв и детонация	42/1,17	0,5	1		40,5			
7.	Тема 3.1. Виды и особенности взрывов	14/0,39	0,5			13,5			
8.	Тема 3.2. Взрывы конденсированных взрывчатых веществ	14/0,39		0,5		13,5			
9.	Тема 3.3. Особенности взрыва смесей горючих паров, газов и пыли	14/0,39		0,5		13,5			
10.	Модуль 4. Расчетные и экспериментальные методы	20/0,56		1	2	17			
11.	Тема 4.1. Методы расчетной и экспериментальной оценки опасных факторов горения и взрыва	20/0,56		1	2	17			
12.	Модуль 5. Предупреждение взрывов	8/0,22	3	1		4			
13.	Тема 5.1. Предотвращение и нейтрализация взрывных процессов	8/0,22	3	1		4			
Всего		108/3	4	4	2	98	1		<i>зачет</i>

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Введение (4 часа)

Предмет дисциплины, её цели и задачи. Содержание дисциплины и её

связь с другими дисциплинами специальности. Научно-технический прогресс и состояние взрыво - и пожаробезопасности техносферы. Роль дисциплины в обеспечении своевременного и обоснованного прогнозирования потенциальной взрыво - и пожароопасности веществ и материалов, технологических процессов и производств. Использование процессов горения и взрыва в современных технологиях. Характеристика проблем, возникающих при горении различных веществ.

Виды учебных занятий:

Лекция: Введение 0,5 часа

Модуль 2. Горение (34 часа)

Тема 2.1. Физико-химические основы процессов горения (10 часов)

Общее представление о механизме горения. Основные параметры, виды и режимы горения. Описание процессов горения с позиций молекулярно-кинетической теории газов. Материальный и тепловой балансы процесса горения. Характеристика воздуха как окислительной среды, необходимой для осуществления процессов горения. Характеристика продуктов горения. Теплота и температура горения. Показатели взрыво - и пожароопасности веществ и материалов (стандартные и нестандартные).

Виды учебных занятий:

Лекция: Физико-химические основы процессов горения 0,5 часа

**Тема 2.2. Условия возникновения и развития процессов горения
(12 часов)**

Воспламенение как начало процесса горения. Теория цепного самовоспламенения горючих веществ. Теория теплового самовоспламенения горючих веществ. Температура самовоспламенения. Граничные условия самовоспламенения по температуре, концентрациям реагирующих компонентов, давлению и др. параметрам. Зависимость температуры самовоспламенения от химических свойств горючих веществ и наличия катализаторов. Методы расчёта температуры самовоспламенения. Самовозгорание веществ и материалов.

Зажигание газовых, парогазовых и конденсированных веществ. Зажигание от теплового источника, электрической искры и в результате фрикционного трения. Концентрационные пределы воспламенения. Пределы воспламенения по давлению.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие: Методы расчёта температуры самовоспламенения 0,5 часа

Тема 2.3. Распространение процессов горения (12 часов)

Кинетическое и диффузионное горение газовых смесей. Распространение пламени в турбулентном потоке газовых смесей. Воспламенение и горение жидкостей. Распространение пламени по поверхности жидкости. Выгорание жидкости. Воспламенение и горение твёрдых горючих веществ. Термическое разложение твёрдых материалов. Горение конденсированных ВВ. Механизм распространения пламени по поверхности твёрдых веществ. Механизм выгорания твёрдых веществ. Горение пылевоздушных смесей.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие: Распространение пламени по поверхности жидкости 0,5 часа

Модуль 3. Взрыв и детонация (42 часа)

Тема 3.1. Виды и особенности взрывов (14 часов)

Виды физических взрывов. Взрывы от преобразования кинетической энергии движущихся тел, разряда электрического напряжения, высвобождения потенциальной энергии сжатых газов и жидкостей, при перемешивании раскаленных тел с жидкостями. Параметры воздушных ударных волн взрывов. Расчет избыточного давления, удельного импульса, длительности фазы сжатия. Особенности возникновения и развития процесса детонации, его параметры.

Лекция: Виды и особенности взрывов 0,5 часа

Тема 3.2. Взрывы конденсированных взрывчатых веществ (14 часов)

Общее представление о механизме распространения детонации в конденсированных ВВ. Классификация взрывчатых веществ. Особенности

индивидуальных взрывчатых веществ и взрывчатых составов. Режимы взрывчатых превращений. Особенности нормального горения, конвективного горения, низкоскоростной детонации и нормальной детонации. Тепловые эффекты взрывчатых превращений. Кислородный баланс и кислородный коэффициент взрывчатых веществ. Уравнения реакции взрывчатого разложения конденсированных взрывчатых веществ. Гидродинамическая теория детонации. Влияние различных факторов на скорость детонации. Фугасность, бризантность и метательная способность взрывчатых веществ. Концепция горячих точек Боудена-Иоффе.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие: Классификация взрывчатых веществ 0,5 часа

**Тема 3.3. Особенности взрыва смесей горючих паров, газов и пыли
(14 часов)**

Свойства горючих газов, источники их выделения. Предприятия, на которых возможно образование опасных концентраций газов. Нижние и верхние концентрационные пределы взрываемости различных горючих газов. Источники выделения горючей пыли. Причины и особенности воспламенения горючих газов и пыли. Треугольник взрываемости горючих газов. Режимы воспламенения газопылевоздушных смесей. Способы предотвращения образования взрывоопасных скоплений горючих газов и пыли.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие: Свойства горючих газов, источники их выделения 0,5 часа

Модуль 4. Расчетные и экспериментальные методы (20 часов)

Тема 4.1. Методы расчетной и экспериментальной оценки опасных факторов горения и взрыва (20 часов)

Расчетные методы оценки стандартных показателей горения, взрыва и детонации. Температура вспышки и воспламенения. Температурные и концентрационные пределы воспламенения, нормальная скорость горения, скорость детонации, параметры воздушной ударной волны. Современные

методы исследования процессов горения, перехода горения во взрыв, детонации (экспериментальные установки: бомба высокого давления, ударные трубы и другие) и слабым ударным волнам. Оценка тротилового эквивалента.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие: Расчетные методы оценки стандартных 1 час
показателей горения, взрыва и детонации

Лабораторная работа: Определение температуры вспышки и 2 часа
воспламенения в открытом тигле

Модуль 5. Предупреждение взрывов (8 часов)

Тема 5.1. Предотвращение и нейтрализация взрывных процессов (8 часов)

Контроль содержания горючих газов и пыли в воздухе. Особенности газового и пылевого режима в производственных объектах. Средства локализации и нейтрализации взрывов на предприятиях. Флегматизаторы горючих смесей. Свойства ингибиторов, особенности их применения для предотвращения и нейтрализации взрывов.

Виды учебных занятий:

Лекция: Предотвращение и нейтрализация взрывных 3 часа
процессов

Практическое занятие: Средства локализации и нейтрализации 1 час
взрывов на предприятиях

**5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

5.1. Тема контрольной работы

Для закрепления полученных знаний предусмотрено выполнение одной контрольной работы:

№ п/п	Наименование тем
1	Расчет горения различных топлив. Составление материальных и тепловых балансов

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы
2	Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету

Модуль 1

1. Механизм горения газообразных веществ и систем на их основе.
2. Особенности составления уравнений реакций горения. Состав продуктов горения.

Модуль 2

3. Физико-химические основы действия огнепреградителей.
4. Свойства, определяющие пожароопасность пылей: адсорбционная способность, склонность к электризации.
5. Механизм зажигания от нагретого тела.
6. Диффузионное ламинарное и турбулентное пламя. Строение диффузионного ламинарного пламени.
7. Огнетушащие порошковые составы. Область применения, достоинства, недостатки.
8. Материальный баланс горения: теоретический расход воздуха, действительный расход воздуха, коэффициент избытка воздуха.
9. Пены как огнетушащее вещество. Получение, область применения, достоинства, недостатки.
10. Особенности горения металлов.
11. Особенности горения полимеров.
12. Диффузионное и кинетическое горение. Полное время горения.
13. Адиабатическая, теоретическая и калориметрическая температура горения.
14. Флегматизаторы и ингибиторы горения. Область применения, достоинства, недостатки.

15. Материальный баланс горения: состав и объем продуктов горения.

Модуль 3

16. Параметры взрывов: кислородный баланс, бризантность, фугасность, максимальное давление взрыва.

17. Механизм воспламенения твердых горючих материалов. Индекс Распространения пламени.

18. Перекисная и цепная теории окисления горючих веществ.

19. Огнетушащие вещества, их виды, классификация.

20. Классификация пожароопасных веществ, показатели пожарной опасности.

21. Способы зажигания. Критические условия зажигания.

22. Кинетика простых газовых реакций. Зависимость скорости реакции от различных факторов.

23. Распределение температуры в объеме горящей жидкости. Образование гомотермического слоя.

24. Пределы воспламенения аэрозвесей. Их зависимость от мощности источника зажигания, влажности пыли и воздуха, зольности, дисперсности пыли, начальной температуры пылевоздушной смеси.

25. Тепловая теория гашения пламени.

26. Теплота сгорания. Энтальпия горения.

27. Тепловая теория самовоспламенения. Температура самовоспламенения.

28. Классификация твердых горючих материалов по химическому составу, по поведению при нагревании.

29. Экологические последствия тушения пенами.

30. Физические взрывы.

31. Экологические последствия тушения хладонами.

32. Основные параметры, влияющие на процесс горения, газообразных веществ.

33. Вода как огнетушащее вещество. Область применения, достоинства, недостатки.

34. Параметры взрывов: тротильный эквивалент вещества, тротильный эквивалент взрыва.
35. Влияние диаметра заряда на детонацию.
36. Механизм распространения детонации.
37. Гидродинамическая теория детонации.

Модуль 4

38. Свойства, определяющие пожароопасность пылей: дисперсность, химическая активность.
39. Температурные пределы воспламенения жидкости. Температура вспышки. Практическое применение.
40. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения химической реакции.
41. Влияние различных критических параметров на горение газообразных и парогазовых систем.
42. Кипение. Вскипание и выбросы при горении жидкости.
43. Тушение комбинированными составами.
44. Концентрационные пределы распространения пламени, их практическое применение.
45. Современные экспертные методы изучения горения газовых и парогазовых систем (стандартные методы).
46. Современные экспертные методы изучения горения газовых и парогазовых систем (нестандартные методы).
47. Классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций.
48. Современные экспертные изучения перехода горения в детонацию конденсированных систем.
49. Экспериментальная оценка тротильного эквивалента.
50. Влияние различных критических параметров на детонацию конденсированных ВВ.

51. Влияние различных критических параметров на горение конденсированных веществ.
52. Зависимость между параметрами детонационной волны.
53. Влияние различных факторов на скорость детонации.
54. Условие устойчивости детонации и критический диаметр детонации.
55. Влияние оболочки заряда на устойчивость детонации.
56. Влияние плотности заряда на критический диаметр детонации однородных и неоднородных веществ (механических смесей).
57. Влияние величины частиц на критический диаметр.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Яблоков В.А. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс]: учебное пособие / Яблоков В.А., Митрофанова С.В. - Электрон. текстовые данные. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 102 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16067>

2. Шленский О.Ф. Режимы горения материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шленский О.Ф. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Машиностроение, 2011. – 220 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5224>

б) дополнительная литература:

1. Блинов Е. А., Топливо и теория горения: подготовка и сжигание топлива [Текст]: учеб. – метод. комплекс: учеб. пособие / Е. А.Блинов. – СПб.: Изд-во

СЗТУ, 2007. – 119 с.: рис. – Библиогр.: с. 106 (11 назв.). – редм. указ.: с. 117-118. – (в обл.): 36.74 р. (в печатном виде).

2. Определение состава продуктов сгорания [Электронный ресурс]: методические указания / - Электрон. текстовые данные. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 26 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16019>

в) программное обеспечение:

1. ППП MS Office 2010

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО– ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО «СЗТУ» (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>

2. Учебно-информационный центр АНО ВО «СЗТУ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>

3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, контрольную работу, лабораторную работу, самостоятельную работу студента, консультации.

При изучении тем из модулей 1-5 студентам необходимо повторить

лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения каждого модуля необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенными в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

После изучения каждого модуля дисциплины необходимо ответить на вопросы контрольного теста по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

При изучении модуля 4 «Расчетные и экспериментальные методы» следует выполнить лабораторную работу, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению.

По завершении изучения всех модулей следует выполнить контрольную работу, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению.

По завершению изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

10.1. Internet – технологии:

(WWW(англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

10.2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

- Технология мультимедиа в режиме диалога.
- Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).
- Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии).

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Мультимедийные аудитории.
2. Виртуальные аналоги специализированных кабинетов и лабораторий.
3. Библиотека.
4. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
5. Электронная информационно-образовательная среда университета.
6. Локальная сеть с выходом в Интернет.

12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента:

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест к модулю 1	0 – 7
Контрольный тест к модулю 2	0 – 7
Контрольный тест к модулю 3	0 – 7
Контрольный тест к модулю 4	0 – 7
Контрольный тест к модулю 5	0 – 7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	0 – 10
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	0 – 20
ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ	0 – 30
ВСЕГО	0 – 100
БОНУСЫ (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
- за активность	0 – 10
- за участие в олимпиаде	0 – 50
- за участие в НИРС	0 – 50
- за оформление заявок на полезные методы (рацпредложения)	0 – 50

Оценка по контрольной работе

Оценка	Количество баллов
отлично	18 – 20
хорошо	15 – 17
удовлетворительно	12 – 14
неудовлетворительно	менее 12

Балльная шкала оценки

Итоговая оценка (зачет)	Баллы
«зачтено»	51 – 100
«не зачтено»	менее 51

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Перечень формируемых компетенций

общекультурные (ОК)

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ОК-10	способностью к познавательной деятельности

профессиональные (ПК)

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ПК-19	способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности
ПК-20	способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные

2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Введение	ОК-10, ПК-19	Контрольный тест 1
2	Модуль 2. Горение	ПК-20	Контрольный тест 2
3	Модуль 3. Взрыв и детонация	ОК-10, ПК-20	Контрольный тест 3
4	Модуль 4. Расчетные и экспериментальные методы	ПК-19	Контрольный тест 4 Лабораторная работа
5	Модуль 5. Предупреждение взрывов	ОК-10	Контрольный тест 5
6	Модули 1 – 5	ОК-10, ПК-19, ПК-20	Контрольная работа; Итоговый контрольный тест

3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	Знать: (ОК-10, ПК-19, ПК-20) физико-химические основы процессов горения, взрыва и детонации; теоретические основы термодинамики и кинетики горения, прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методы прогнозирования опасных и разрушающих факторов горения и взрыва; современные методы экспериментального исследования процессов горения, перехода горения во взрыв и детонации для газообразных и конденсированных веществ и систем на их основе; токсичные продукты сгорания, механизмы их образования	Не знает	Знает физико-химические основы процессов горения, взрыва и детонации	Знает физико-химические основы процессов горения, взрыва и детонации; теоретические основы термодинамики и кинетики горения, прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв	Знает физико-химические основы процессов горения, взрыва и детонации; теоретические основы термодинамики и кинетики горения, прогнозирования условий образования горючих и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методы прогнозирования опасных и разрушающих факторов горения и взрыва	Знает физико-химические основы процессов горения, взрыва и детонации; теоретические основы термодинамики и кинетики горения, прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методы прогнозирования опасных и разрушающих факторов горения и взрыва; современные методы экспериментального исследования процессов горения, перехода горения во взрыв и детонации для газообразных и конденсированных веществ и систем на их основе; токсичные продукты сгорания, механизмы их образования
Второй этап	Уметь: (ОК-10, ПК-19, ПК-20) пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро - и взрывобезопасности; рассчитывать материальные балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии; рассчитывать	Не умеет	Может пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро - и взрывобезопасности	Может пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро - и взрывобезопасности; рассчитывать материальные	Может пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро - и взрывобезопасности; рассчитывать материальные балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии;	Может пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам пожаро - и взрывобезопасности; рассчитывать материальные балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии; рассчитывать

	основные характеристики и параметры процессов горения и взрыва газообразных, парогазовых и конденсированных горючих и конденсированных веществ и систем на их основе; прогнозировать зоны действия поражающих факторов при различных режимах горения и взрыва			балансы процессов горения веществ в различном агрегатном состоянии	рассчитывать основные характеристики и параметры процессов горения и взрыва газообразных, парогазовых и конденсированных горючих и конденсированных веществ и систем на их основе	основные характеристики и параметры процессов горения и взрыва газообразных, парогазовых и конденсированных горючих и конденсированных веществ и систем на их основе; прогнозировать зоны действия поражающих факторов при различных режимах горения и взрыва
Третий этап	Владеть: (ОК-10, ПК-19, ПК-20) методами расчета термодинамики и кинетики горения, пределов воспламенения и температуры горения и давления взрыва; методами анализа потенциальной взрывоопасности смесей горючего с окислителем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методами расчета параметров детонационных процессов газообразных и конденсированных веществ и систем на их основе; методами краткого анализа ущерба, вызванного факторами пожаровзрывоопасности при авариях и катастрофах	Не владеет	Владеет методами расчета термодинамики и кинетики горения, пределов воспламенения и температуры горения и давления взрыва	Владеет методами расчета термодинамики и кинетики горения, пределов воспламенения и температуры горения и давления взрыва; методами анализа потенциальной взрывоопасности смесей горючего с окислителем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв	Владеет методами расчета термодинамики и кинетики горения, пределов воспламенения и температуры горения и давления взрыва; методами анализа потенциальной взрывоопасности смесей горючего с окислителем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методами расчета параметров детонационных процессов газообразных и конденсированных веществ и систем на их основе	В полном объеме владеет методами расчета термодинамики и кинетики горения, пределов воспламенения и температуры горения и давления взрыва; методами анализа потенциальной взрывоопасности смесей горючего с окислителем, определения параметров инициирования горения и взрыва и оценки возможности перехода горения во взрыв; методами расчета параметров детонационных процессов газообразных и конденсированных веществ и систем на их основе; методами краткого анализа ущерба, вызванного факторами пожаровзрывоопасности при авариях и катастрофах

4. Шкалы оценивания
(балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест к модулю 1	0 – 7
Контрольный тест к модулю 2	0 – 7
Контрольный тест к модулю 3	0 – 7
Контрольный тест к модулю 4	0 – 7
Контрольный тест к модулю 5	0 – 7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	0 – 10
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	0 – 20
ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ	0 – 30
ВСЕГО	0 – 100

Балльная шкала оценки

Оценка (зачет)	Баллы
«зачтено»	51 – 100
«не зачтено»	менее 51

5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

Для лучшего понимания принципиальных вопросов курса, закрепления полученных знаний, а также – приобретения навыков практического их применения предусмотрено выполнение контрольной работы.

Задача:

Определить расходы топлива V , кг/с ($\text{м}^3/\text{с}$), окислителя $V_{\text{ок}}$, $\text{м}^3/\text{с}$, и воздуха, идущего на разбавление продуктов сгорания топлива $V_{\text{в}}$, $\text{м}^3/\text{с}$, необходимые для получения заданного количества энергоносителя $V_{\text{э}}$, $\text{м}^3/\text{с}$, имеющего температуру $T_{\text{э}}$, К. Определить составы газов за камерой смешения, а также температуру газа после камеры сгорания $T_{\text{кст}}$, К.

В качестве окислителя и воздуха, подаваемого для разбавления продуктов сгорания, принять воздух $Q_2 = 21\%$, $N_2 = 79\%$ с температурой $T_{\text{в}} = T_{\text{ок}} = 300$ К и влажностью $d_{\text{в}} = d_{\text{ок}} = 15$ г/м³.

Численные значения исходных данных выбираются из Таблицы исходных данных в соответствии с цифрами шифра студента.

Таблица исходных данных

Параметр	Вариант										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Последняя цифра шифра											
Расход энергоносителя V_{Σ} , м ³ /с	3,0	2,5	2,0	0,75	4,0	4,5	3,5	5,0	1,0	1,5	
Предпоследняя цифра шифра											
Температура энергоносителя T_{Σ} , К	800	750	850	900	1050	1000	950	700	1200	1150	
Топливо	Уголь иршабородинский Б2	Уголь кузнецкий	Уголь донецкий	Сланец	Мазут малосернистый	Мазут высокосернистый	Газ природный Серпухово-Ленинский	Газ природный Саратов-Москва	Газ промышленный доменный	Газ генераторный водяной	
Тепловые потери	$q_{\text{хн}}$, %	0,0	1,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	$q_{\text{мн}}$, %	0,5	2,0	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	$q_{\text{шл}}$, %	0,5	1,0	1,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Через наружные ограждения										
	а) камеры сгорания $q_{\text{но}}^{\text{кcg}}$, %	0,4	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
	б) камеры смешения $q_{\text{но}}^{\text{кcg}}$, %	1,5	0,5	1,0	0,4	9,0	10,0	1,0	0,5	7,0	8,0
Третья от конца цифра											
Коэффициент расхода окислителя, а	1,03	1,05	1,08	1,10	1,12	1,20	1,05	1,10	1,12	1,15	

Рекомендуется следующий порядок выполнения расчета:

- 1) определить и выбрать необходимые для последующих расчетов характеристики топлива (состав топлива, теплота сгорания, теплоемкость);
- 2) рассчитать теоретический расход окислителя и теоретический выход продуктов полного сгорания топлива;
- 3) определить температуру газов после камеры сгорания $T_{\text{кcg}}$, К;
- 4) составить уравнение теплового баланса всего процесса и определить на его основе объем воздуха, необходимый для разбавления продуктов сгорания $V_{\text{в}}$, м³/кг (м³/м³) топлива;
- 5) составить материальный баланс процесса и определить на его основе расход топлива B , кг/с (м³/с), окислителя $V_{\text{ок}}$, м³/с, и воздуха $V_{\text{в}}$, м³/с;
- б) рассчитать состав продуктов сгорания (после камеры сгорания) и энергоносителя (после камеры смешения), % об.

5.2. Типовой вариант задания на лабораторную работу

В закрытом шкафу находятся семь канистр с различными маслами (рис. 1). Каждой канистре соответствует своя табличка с обозначением марки масла.



Рис. 1. Канистры с маслами

На столе находится ящик с песком (1) и ложка для засыпания песка в тигель (2) (рис. 2). Также на столе находятся два пустых тигля: больший (внешний) для песка (3) и меньший (внутренний) для масла (5), воронка (4) и канистра для отработанного топлива (6).

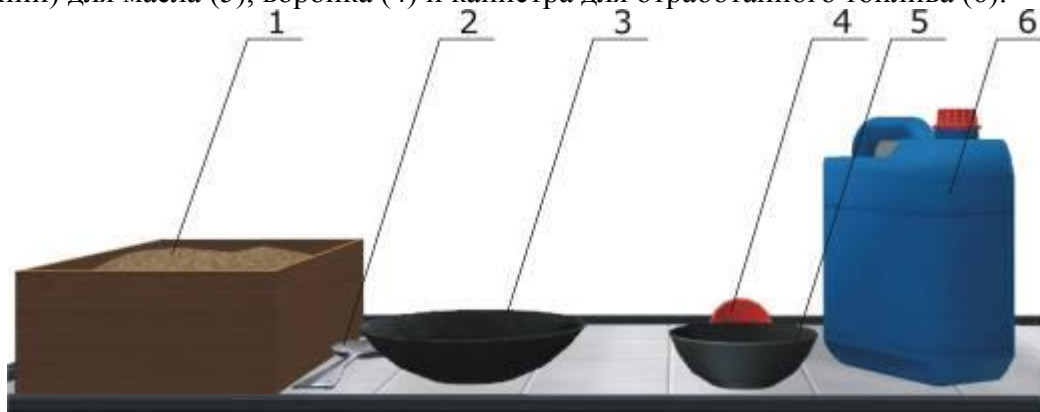


Рис. 2. Дополнительное оборудование

В вытяжном шкафу (рис. 3) находятся: плитка электрическая (2); термометр, градуированный от 0 до 400С° (5); шаблон для измерения уровня масла (4); штатив для удержания термометра в подвешенном состоянии (3); спички для поджига масла (1).

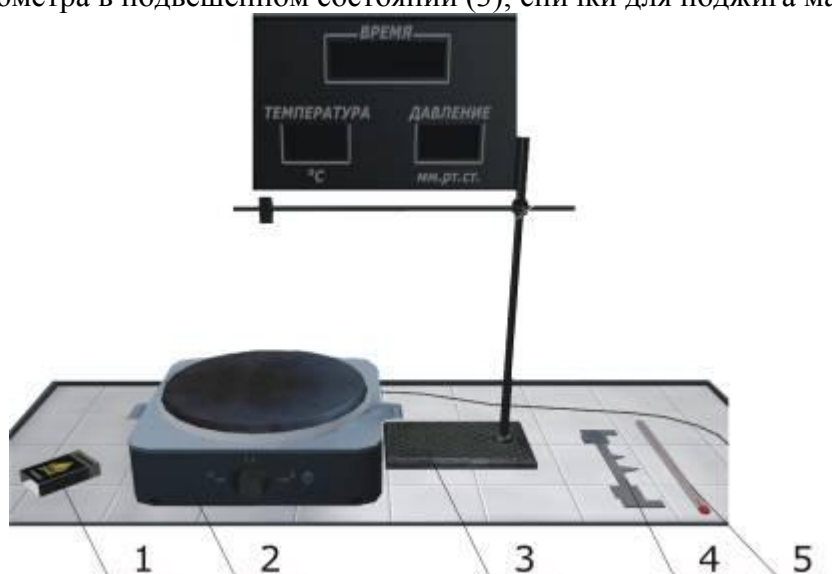


Рис.3. Оборудование вытяжного шкафа

1) При помощи ложки пересыпьте песок в больший тигель. Под меньшим тиглем

должен быть слой песка толщиной 5-8 мм (объем пересыпанного песка – 8 ложек). Положите ложку на место.

2) Возьмите канистру из шкафа. Откройте крышку канистры.

3) Налейте масло в меньший тигель. Наливайте медленно, в любой момент налив можно остановить, поставьте канистру на стол. Закрутите крышку канистры, уберите ее в шкаф.

4) Затем можете применить шаблон уровня к меньшему тиглю. Уровень масла со вспышкой до 210°C должен быть на 12 мм ниже верхнего уровня (маленький треугольник на шаблоне); со вспышкой свыше 210°C на 18 мм ниже верхнего уровня (большой треугольник на шаблоне).

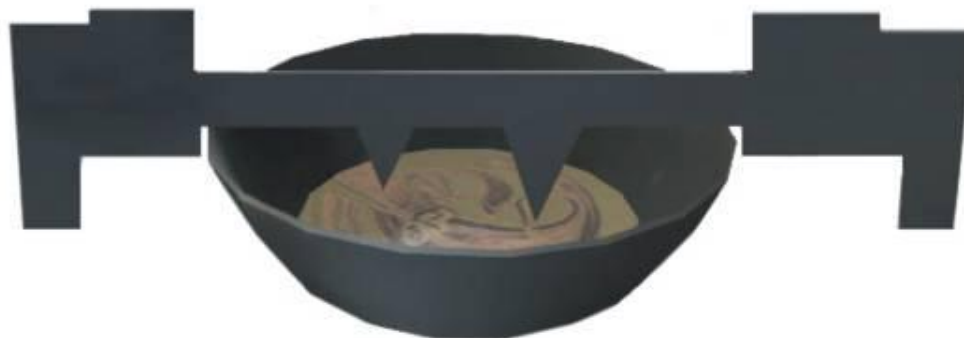


Рис. 4. Измерение уровня масла шаблоном

5) Установите тигель с песком на плитку, на него расположите тигель с маслом.

6) Закрепите термометр на штативе.

7) Включите плитку, для чего поверните рукоятку в положение 1 или 2. Положение 1 соответствует нагреву со скоростью 4°C/мин; положение 2 - со скоростью 10°C/мин.

8) Наружный тигель прибора нагревают так, чтобы испытуемый нефтепродукт нагревался со скоростью 10°C в минуту, а за 40°C до ожидаемой температуры вспышки - со скоростью 4°C в минуту.

За 10°C до ожидаемой температуры вспышки через каждые 2°C подъема температуры медленно проводят пламенем зажигательного приспособления (спичками) по краю тигля на расстоянии 12 мм от уровня жидкости. Длина пламени должна быть 3-4 мм, а длительность каждого испытания не более 2-3 сек. Моментом вспышки считается появление пламени над всей поверхностью нефтепродукта. В случае появления неясной вспышки она должна быть подтверждена последующей вспышкой через 2°C.

Если после установления температуры вспышки требуется установить температуру воспламенения испытуемого нефтепродукта, то продолжают нагревать наружный тигель так, чтобы температура нефтепродукта повышалась со скоростью 4°C в минуту. Повторяют испытание пламенем зажигательного приспособления через каждые 2°C подъема температуры нефтепродукта.

За температуру воспламенения принимают температуру, показываемую термометром в тот момент, когда испытуемый нефтепродукт при поднесении к нему пламени зажигательного приспособления загорается и продолжает гореть не менее 5 сек.

Если температура масла равна или больше температуры вспышки, то масло вспыхивает на 5 секунд и потом тухнет. Если температура масла меньше, вспышки не происходит (через 2 секунды при необходимости можно брать новую спичку);

9) Определив температуру вспышки (при необходимости и воспламенения), необходимо остудить масло. Выключите плиту и дождитесь остужения до температуры ниже 50°C.

10) Откройте крышку на канистре для слива. Установите сливную воронку на канистру и слейте масло из тигля. Уберите воронку и закрутите крышку. Ссыпьте песок обратно в ящик.

11) Опыт с каждым видом масла проводится дважды.

12) Результаты измерения заносятся в таблицу.

5.3. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Эндотермическая реакция образования оксида и диоксида углерода – это...:
A. $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$;
B. $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$;
C. $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$;
D. $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$.
2. При сжигании твердого топлива в факеле не требуется...:
A. сортировка дробленого угля на грохоте;
B. размол угля до пылевидного состояния;
C. подогрев воздуха перед смешением топлива и воздуха;
D. предварительное дробление угля.
3. Молярная концентрация i -го вещества в смеси – это...:
A. концентрация i -го вещества в одном моле смеси;
B. число молей i -го вещества в заданном объеме смеси;
C. количество молей смеси в одном моле i -го вещества;
D. число молей i -го вещества в единице объема смеси.
4. Горение без образования пространственного факела происходит для топливовоздушной смеси...:
A. кускового топлива и воздуха;
B. угольной пыли и воздуха;
C. мономолекулярной смеси газа и воздуха;
D. струй газа и кислорода.
5. Недостатком встречной компоновки горелок является...:
A. интенсификация взаимодействия факелов;
B. турбулизация потоков топливовоздушной смеси;
C. неравномерность температурного поля на выходе из топки;
D. неравномерность поля скоростей газов на входе из топки.
6. Секундный (часовой) выход шлака при сжигании твердого топлива необходимо определить для...:
A. учета потерь теплоты со шлаком;
B. расчета системы шлакоудаления;
C. определения производительности газоочистных сооружений;
D. выбора способа шлакоудаления.
7. При сжигании твердого топлива в кипящем слое не требуется...:
A. пополнения инерта в топке;
B. отвод золы и шлака из топки;
C. постоянная работа растопочного факела;
D. дробление подаваемого топлива.
8. Гетерогенное горение – это...:
A. горение на границе раздела топливо-воздух;
B. горения, при котором топливо и окислитель близки по своим физическим характеристикам;
C. горение, при котором физические характеристики топлива и воздуха резко отличаются друг от друга;
D. горение тщательно перемешанных топлива и воздуха.
9. В органический состав топлива не входит...:
A. кислород;
B. азот;
C. вода;
D. углерод.
10. В классификацию горелок по принципу ввода пылевоздушной смеси в топку не

входят...:

- A. вихревые горелки;
- B. улиточные горелки;
- C. пямочные горелки;
- D. плоскофакельные горелки.

11. В качестве топлива в промышленности используется...:

- A. коксующийся уголь;
- B. воздушно-водородная смесь;
- C. нефть;
- D. стабилизированная нефть.

12. Стабилизация воспламенения вновь поступающих в топку порций топлива при использовании прямооточных горелок осуществляется...:

- A. за счет предварительного (перед подачей в горелку) подогрева топлива и воздуха;
- B. за счет рециркуляции продуктов горения в приосевой зоне горящего факела;
- C. за счет теплоты «дежурного» факела;
- D. за счет инъекции топочных газов к устью горелки.

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

6.1 Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3 Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.