



**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКАЯ ПОЖАРНО-
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ» ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

УТВЕРЖДАЮ

**Заместитель начальника ФГБОУ ВО
Сибирская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России
по учебной работе
полковник внутренней службы**

Елфимова М.В. Елфимова
«26» марта 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Б1.Б.22 ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

специальность 20.05.01 Пожарная безопасность

квалификация специалист

Железногорск

20 20

1. Цели и задачи дисциплины «Теория горения и взрыва»

Цели освоения дисциплины «Теория горения и взрыва»:

- формирование целостного мировоззрения и развитие системно-эволюционного стиля мышления; системы физико-химических знаний как фундаментальной базы инженерной подготовки;
- формирование необходимых научных представлений о горении и взрыве для глубокого понимания этих явлений, глубокого осмысления связи показателей пожарной опасности веществ и материалов с параметрами горения.

Задачи дисциплины «Теория горения и взрыва»:

- овладение умениями применять полученные знания для разнообразных физико-химических явлений процессов горения и взрыва, оценки свойств пожароопасных веществ и материалов, роли изучаемой дисциплины в развитии современных технологий и получении новых материалов;
- развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного приобретения знаний с использованием различных источников информации, в том числе современных информационных технологий;
- воспитание убежденности в позитивной роли специалиста по борьбе с пожарами в жизни современного общества, необходимости грамотного отношения к обеспечению безопасности жизни и здоровья людей от пожаров и стихийных бедствий, защиты от этих опасностей окружающей среды, интересов общества и государства;
- применение полученных знаний и умений для безопасного управления процессами горения и взрыва, безопасного применения современных веществ и материалов в быту, сельском хозяйстве и на производстве, решение практических задач в повседневной жизни, предупреждения явлений, наносящих вред здоровью человека и окружающей среде.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Теория горения и взрыва», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Теория горения и взрыва» направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице.

Содержание компетенции	Код компетенции	Результаты обучения
1	2	3
способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	ОК-1	Знает нормы культуры мышления, основы логики, нормы критического подхода, основы методологии научного знания, формы анализа.
		Умеет абстрактно мыслить, анализировать и обобщать полученную в ходе исследования информацию.
		Владеет навыками постановки цели, логического оформления результатов мышления, выработки мотивации к выполнению профессиональной деятельности.
способность понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения на пожарах, особенностей динамики пожаров, формирования очаговых признаков, характеристик материалов подвергшихся воздействию пожара и изменений происходящих с ними на разных стадиях развития пожара	ПК-8	Знает основные процессы, приводящие к возникновению и распространению пожаров параметры, определяющие динамику пожаров; механизм формирования опасных факторов пожаров; основные характеристики веществ и материалов и процессы, происходящие с ними при термическом воздействии.
		Умеет проводить анализ изменения параметров процессов горения и пожара в зависимости от различных факторов; рассчитывать параметры пожара; прогнозировать динамику опасных факторов пожара.
		Владеет навыками проведения анализа изменения параметров процессов горения и пожара в зависимости от различных факторов; расчета параметров пожара; прогнозирования динамики опасных факторов пожара.

3. Место дисциплины «Теория горения и взрыва» в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Теория горения и взрыва» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность.

4. Объем дисциплины «Теория горения и взрыва» в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

для очной формы обучения (5 лет)

Вид учебной работы, формы контроля	Всего часов	Семестр
		4
Общая трудоемкость дисциплины в часах	108	108
Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах	3	3
Контактная работа с обучающимися	64	64
в том числе:		
Лекции	14	14
Практические занятия	30	30
Лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа	17	17
Вид аттестации	экзамен (27)	экзамен (27)

для заочной формы обучения (6 лет)

Вид учебной работы, формы контроля	Всего часов	Курс
		4
Общая трудоемкость дисциплины в часах	108	108
Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах	3	3
Контактная работа с обучающимися	16	16
в том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия	8	8
Лабораторные работы	6	6
Самостоятельная работа	83	83
Вид аттестации	экзамен (9)	экзамен (9)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы учебной дисциплины «Теория горения и взрыва» и виды занятий

Очная форма обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
4 семестр							
Раздел 1 Общие сведения о горении и взрыве							
1	Общие сведения о горении. Физико-химическая природа процессов горения. Материальный и тепловой баланс процессов горения.	16	4	6	4		2
Раздел 2 Возникновение горения							
2	Общие сведения о возникновении горения. Самовоспламенение и самовозгорание. Вынужденное воспламенение (зажигание)	9	2	4			3
Раздел 3 Распространение горения							
3	Горение паровоздушных и пылевоздушных смесей	13	2	4	4		3
4	Горение жидкостей	15	2	4	6		3
5	Горение твердых веществ и материалов	15	2	4	6		3
Раздел 4 Взрыв и детонация							
6	Физический и химический взрывы. Ударные волны и детонации	13	2	8			3
	Экзамен	27				27	
	Итого за 4 семестр	108	14	30	20	27	17

Заочная форма обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	2	3	4	5	6	7	8
4 курс							
Раздел 1 Общие сведения о горении и взрыве							
1	Общие сведения о горении. Физико-химическая природа процессов горения. Материальный и тепловой баланс процессов горения.	31	2	2	6		21
Раздел 2 Возникновение горения							
2	Общие сведения о возникновении горения. Самовоспламенение и самовозгорание. Вынужденное воспламенение (зажигание)	24		2			22
Раздел 3 Распространение горения							
3	Горение паровоздушных и пылевоздушных смесей	8		2			6
4	Горение жидкостей	6					6
5	Горение твердых веществ и материалов	8					8
Раздел 4 Взрыв и детонация							
6	Физический и химический взрывы. Ударные волны и детонации	22		2			20
	Экзамен	9				9	
	Итого за 4 курс	108	2	8	6	9	83

5.2. Содержание учебной дисциплины «Теория горения и взрыва»

Тема 1. Общие сведения о горении. Физико-химическая природа процессов горения. Материальный и тепловой баланс процессов горения.

Лекция

1. Горение, основные химические и физические явления, протекающие при горении (реакция окисления, реакции диссоциации, теплоизлучение зоны горения).
2. Явления, сопровождающие горение.
3. Структура фронта пламени. Природа свечения фронта пламени, толщина зоны свечения.
4. Физико-химические основы горения; виды пламени и скорости его распространения; условия возникновения и развития процессов горения.
5. Основные виды горючего, окислителей и источников зажигания.

Лекция

1. Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности.
2. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения.
3. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления.
4. Диффузионное горение в воздухе – как основной процесс на пожарах.
5. Пламя, температура пламен, и их излучение.
6. Классификация процессов горения газов, жидкостей и твердых веществ: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное, особенности каждого вида горения

Практическое занятие «Горение вещества в атмосфере воздуха. Расход воздуха на горение».

1. Горение вещества в атмосфере воздуха.
2. Расход воздуха на горение

Практическое занятие «Материальный и тепловой баланс процессов горения».

1. Материальный баланс процессов горения.
2. Тепловой баланс процессов горения.

Лабораторная работа «Исследование строения пламени, температуры и режимов горения в диффузионном пламени».

Исследование строения пламени, температуры и режимов горения в диффузионном пламени.

Самостоятельная работа.

1. Изучить: химические реакции, сопровождающие горение, их особенности.
2. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления.
3. Дым и его основные характеристики, коэффициент дымообразования.

4. Расчет объема воздуха, необходимого на горение и состава продуктов горения веществ и материалов.
5. Расчет количества теплоты, выделяемой при горении и температуры горения.
6. Определение низшей и высшей теплоты горения.
7. Удельная теплота горения и ее размерность.
8. Температура горения: теоретическая, калориметрическая, адиабатическая и действительная.
9. Влияние природы горючего и окислителя на температуру горения.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1, 2].

Раздел 2. Возникновение горения

Тема 2. Общие сведения о возникновении горения. Самовоспламенение и самовозгорание. Вынужденное воспламенение (зажигание)

Лекция

1. Радикально-цепной механизм окисления.
2. Образование, разветвление и обрыв цепи, скорость реакции, зависимость.
3. Понятие о цепном самоускорении химических реакций, приводящих к самовоспламенению и взрыву.
4. Элементы тепловой теории Н.Н.Семенова, тепловой взрыв (тепловое самовоспламенение).
5. Критические условия теплового взрыва.
6. Индукционный период, температура самовоспламенения.
7. Диффузионная теория горения.
8. Влияние внешних условий на температуру самовоспламенения.
9. Теории горения: тепловая, цепная, диффузионная.

Практическое занятие «Самовоспламенение и самовозгорание».

1. Самовоспламенение и самовозгорание.
2. Экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения газов, паров и пылей в воздухе.
3. Минимальная, стандартная, критическая и истинная температура самовоспламенения.
4. Расчет температуры самовоспламенения.

Практическое занятие «Самовозгорание жиров и масел. Расчет йодного числа».

1. Самовозгорание жиров и масел, твердых горючих ископаемых, продуктов растительного происхождения.
2. Механизм микробиологического, теплового и химического самовозгорания. Расчет йодного числа.

Самостоятельная работа.

1. Вынужденное воспламенение (зажигание).
2. Энергия источника зажигания.
3. Ионная и тепловая теории искрового зажигания.
4. Критические условия зажигания
5. Отличие процессов самовоспламенения от процессов самовозгорания.
6. Радиально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности.
7. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей.
8. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение и методы ее определения.
9. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.
10. Определение самовозгорания и самонагревания. Механизм процессов теплового самовозгорания веществ.
11. Самовозгорание химических веществ при взаимодействии с кислородом воздуха, водой и при контакте друг с другом.
12. Отличие механизма зажигания от самовоспламенения и самовозгорания.
13. Сущность тепловой теории зажигания.
14. Особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью. Основные виды источников зажигания.
15. Особенности зажигания электрической искрой.
16. Минимальная энергия зажигания.
17. Зависимость минимальной энергии зажигания от некоторых факторов.
18. Практическое применение минимальной энергии зажигания.
19. Низкотемпературное окисление горючих веществ.
20. Механизм процесса самонагревания на воздухе.
21. Механизм микробиологического, теплового и химического самовозгорания.
22. Самовозгорание жиров и масел, твердых горючих ископаемых, продуктов растительного происхождения.
23. Критические условия самовозгорания, период индукции.
24. Механизм процесса зажигания и его отличие от самовоспламенения.
25. Виды источников зажигания.
26. Элементы тепловой теории зажигания нагретым телом Я.Б.Зельдовича.
27. Критические условия зажигания.
28. Влияние на температуру зажигания состава и давления горючей смеси, катализаторов и флегматизаторов, размеров тела и площади нагретой поверхности.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1, 2].

Раздел 3. Распространение горения

Тема 3. Горение паровоздушных и пылевоздушных смесей

Лекция

1. Кинетическое дефлаграционное горение горючих газовых смесей.
2. Стационарные и нестационарные пламена.
3. Механизм распространения пламени в горючих газопаровоздушных и пылевоздушных смесях.
4. Понятие видимой и нормальной скорости распространения пламени, методы определения, закон косинусов.
5. Распространение пламени в ограниченном объеме.
6. Диффузионное горение газов и паров.
7. Структура диффузионного пламени.
8. Турбулентные пламена и причины их возникновения.
9. Объемные взрывы газопаровоздушных и пылевоздушных смесей.

Практическое занятие «Расчет концентрационных пределов распространения пламени»

1. Расчет концентрационных пределов распространения пламени.
2. Температура и давление при взрыве газовоздушных смесей.

Лабораторная работа «Горение предварительно перемешанных паровоздушных смесей. Концентрационные пределы распространения пламени».

1. Горение предварительно перемешанных паровоздушных смесей.
2. Концентрационные пределы распространения пламени.

Самостоятельная работа.

1. Кинетическое дефлаграционное горение горючих газообразных смесей.
2. Диффузионное горение газов и паров.
3. Применение КПР для оценки пожаровзрывобезопасности.
4. Пожаровзрывобезопасные, пожаровзрывоопасные и пожароопасные концентрации горючих газов и паров горючих жидкостей.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1, 2].

Тема 4. Горение жидкостей

Лекция

1. Механизм возникновения пламени на поверхности жидкости от локального источника зажигания.
2. Температура вспышки жидкости и ее связь с концентрационными пределами распространения пламени.
3. Температурные пределы распространения пламени.

4. Прогрев жидкости в глубину резервуара.
5. Вскипание и выброс горящих жидкостей на пожарах.

Практическое занятие «Показатели пожарной опасности жидкостей. Расчетные методы их определения».

1. Показатели пожарной опасности жидкостей.
2. Расчетные методы их определения.
3. Расчет показателей пожарной опасности жидкостей по индивидуальным заданиям.

Лабораторная работа «Определение скорости распространения пламени по поверхности горючих жидкостей».

1. Параметры горения жидкостей.
2. Определение скорости распространения пламени по поверхности горючих жидкостей.

Самостоятельная работа.

1. Расчет показателей пожарной опасности жидкостей по индивидуальным заданиям.
2. Физико-химические процессы, протекающие при горении жидкостей.
3. Необходимые и достаточные условия горения жидкостей.
4. Основные особенности горения жидкостей.
5. Прогрев жидкостей в глубину. Вскипание и выброс при горении жидкостей.
6. Влияние факторов окружающей среды на скорость выгорания жидкостей.
7. Показатели пожарной опасности жидкостей область применения и методы их определения.
8. Основной показатель пожарной опасности жидкостей, методы определения и практическое значение.
9. Классификация жидкостей по пожарной опасности.
10. Температура воспламенения.
11. Влияние физико-химических свойств и температуры жидкости на скорость распространения пламени по ее поверхности.
12. Расчетные и экспериментальные методы определения температуры вспышки и воспламенения горючих жидкостей.
13. Диффузионное горение жидкостей.
14. Удельная массовая и линейная скорости выгорания жидкости.
15. Тепловой баланс процесса горения жидкости в резервуаре.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];
дополнительная [1, 2].

Тема 5. Горение твердых веществ и материалов

Лекция

1. Поведение твердых веществ при нагревании, процессы образования летучих веществ.
2. Пиролиз древесины и других органических материалов, его основные стадии, состав продуктов пиролиза.
3. Воспламенение твердых веществ и материалов, особенности механизма зажигания и распространения пламени по поверхности твердого вещества, движущие силы процесса, линейная скорость распространения пламени.
4. Особенности горения металлов: летучие и нелетучие металлы, влияние оксидных пленок, дымообразование и состав дыма.
5. Горение пылей. Условия образования пылевоздушных горючих смесей.

Практическое занятие «Расчет показателей пожарной опасности ТГМ».

Показатели пожарной опасности ТГМ.

Практическое занятие «Горение металлов».

1. Горения металлов.
2. Горения полимерных материалов.

Лабораторная работа «Влияние антипиренов на процесс горения древесины».

1. Определение скорости выгорания твердых веществ.
2. Определение скорости выгорания древесины.
3. Влияние антипиренов на процесс горения древесины.

Самостоятельная работа.

1. Физико-химические основы термической деструкции ТГМ, как основной стадии процессов горения. Механизм, продукты.
2. Основные закономерности процессов горения твердых органических материалов.
3. Особенности горения металлов.
4. Особенности горения пылевидных веществ.
5. Показатели пожарной опасности твердых веществ и материалов, методы их определения.
6. Общие представления о теории распространения пламени по аэрозолям.
7. Минимальная энергия зажигания и температура самовоспламенения пылей.
8. Концентрационные пределы распространения пламени по аэрозолям.
9. Особенности горения полимерных материалов.
10. Пожарная опасность термопластичных и термореактивных полимерных материалов.

11. Влияние состава полимерных материалов на динамику развития их горения и поражающие факторы.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1, 2].

Раздел 4. Взрыв и детонация

Тема 6. Физический и химический взрывы. Ударные волны и детонации

Лекция

1. Теория взрыва. Элементарная теория ударных волн. Детонация.
2. Физические и химические взрывы, классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций, энергии и мощности, форме ударной волны, длительности импульса.
3. Ударная волна и детонация и условия их возникновения.
4. Основные характеристики детонации в парогазовых смесях: форма ударной волны, давление во фронте ударной волны, скорость и пределы детонации.
5. Падение и отражение ударных волн.
6. Детонация в жидкостях и твердом теле. Особенности детонации газопаровоздушных систем.

Практическое занятие «Взрывы в разных средах».

1. Работоспособность (фугасность), бризантность и метательная способность ВВ.
2. Взрывы в разных средах.

Практическое занятие «Тропиловый эквивалент. Расчет давления взрыва».

1. Тропиловый эквивалент.
2. Расчет давления взрыва.
3. Ознакомление с основными видами взрывчатых веществ.

Самостоятельная работа.

1. Взрывчатые вещества.
2. Детонация в жидкостях и твердом теле.
3. Энергия и мощность взрыва.
4. Тропиловый эквивалент.

Рекомендуемая литература:

основная [1,2];

дополнительная [1, 2].

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория горения и взрыва»

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется учебно-методическое и информационное обеспечение, указанное в разделе 8 настоящей программы, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, разрабатываемые кафедрой.

Для выполнения контрольной работы обучающимися по заочной форме кафедрой разрабатываются методические рекомендации по ее выполнению.

7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория горения и взрыва»

Оценочные средства дисциплины «Теория горения и взрыва» включают в себя следующие разделы:

1. Типовые контрольные вопросы для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины.

2. Методику оценивания персональных образовательных достижений обучающихся.

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины

7.1.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в соответствии с материалами, разрабатываемыми кафедрой, включающими: тесты, контрольные вопросы по темам дисциплины, вопросы для защиты лабораторных работ, задания для выполнения контрольной работы. В ходе изучения дисциплины обучающийся по заочной форме выполняет 1 контрольную работу.

7.1.2. Промежуточная аттестация

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Дайте определение понятию «горение».
2. В чем отличие теоретической, калориметрической, адиабатической и действительной температуры горения?
3. Вычислить КПР диметилового эфира CH_3COCH_3 в % и в г/м³ при 200С и давлении 110 кПа.
4. Назовите необходимые и достаточные условия для горения.
5. Что нужно знать, чтобы рассчитать температуру горения?
6. Рассчитайте коэффициент горючести для $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{Cl}_2\text{S}$
7. В чем отличие кинетического горения от диффузионного горения?
8. Как рассчитать в первом приближении температуру горения?
9. Вычислить КПР пентена C_5H_{10} в % и в г/м³ при 200С и давлении 740 мм рт.ст.
10. Какой процесс лежит в основе горения?
11. Чему приблизительно равна температура горения древесины, нефте-продуктов?
12. Определите характер свечения пламени бензола C_6H_6 .
13. Перечислите основные признаки горения.

14. У каких веществ максимальная температура горения в воздухе?
15. Определите характер свечения пламени диэтилового эфира $C_2H_5OC_2H_5$
16. Как в пожарно-технических расчетах записывают химические процессы при горении?
17. Как влияет природа окислителя на температуру горения? Где она выше: при горении в воздухе, в кислороде или фторе?
18. КПП некоторого вещества 3 - 15 %. Укажите пожаровзрывоопасную область для этого вещества в вентиляционных системах.
19. От чего зависит скорость химической реакции при горении?
20. Влияние флегматизаторов и ингибиторов на КПП.
21. Составить уравнение реакции горения в кислороде глицерина $C_3H_8O_3$
22. Какие физические процессы протекают при горении?
23. Что такое самовоспламенение?
24. Рассчитать безопасную концентрацию паров ацетона в вентиляционных системах.
25. Что такое гомогенное горение?
26. Какие две основных теории объясняют процесс самовоспламенения?
27. Рассчитайте стехиометрическую концентрацию угарного газа CO в кг/м³ и в % (температура – 50С, давление $1,1 \cdot 10^5$ Па).
28. Что такое гетерогенное горение?
29. Отличие процессов самовоспламенения от процессов самовозгорания.
30. Рассчитайте концентрацию паров гексана в %, которая необходима для определения стандартной температуры самовоспламенения.
31. Дайте определение пламени.
32. Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности.
33. Составить уравнение реакции горения в воздухе пропанола C_3H_7OH
34. Охарактеризуйте фронт пламени и процесс в нем происходящие.
35. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей.
36. Составить уравнение реакции горения в воздухе угарного газа CO
37. Что такое горение в ламинарном режиме?
38. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение.
39. Сколько молей исходных веществ участвовало в реакции и сколько молей продуктов горения образовалось при полном сгорании 1 моля бензойной кислоты C_6H_5COOH ?
40. Что такое горение в турбулентном режиме?
41. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.
42. Вычислить КПП диметилового эфира CH_3COCH_3 в % при 500 0С.
43. От чего зависит полное время горения?
44. Отличие процессов самонагревания и самовозгорания веществ.

45. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 50 кг ацетона CH_3COCH_3 при температуре 230С и давлении 95 кПа, если горение протекало с коэффициентом избытка воздуха 1,2?
46. Отражает ли суммарное уравнение реакции горения действительно происходящие процессы?
47. Самовозгорание жиров и масел.
48. Рассчитать КПП смеси газов следующего состава:
49. метан CH_4 – 40 %; пропан C_3H_8 – 30 %; азот – 30 %.
50. Что называется удельным расходом воздуха на горение
51. Что такое йодное число и как оно характеризует склонность масел к самовозгоранию?
52. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 40 м³ пропена C_3H_6 при стандартных условиях, если коэффициент избытка воздуха равен 2?
53. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – индивидуальное химическое соединение?
54. Самовозгорание углей и продуктов растительного происхождения.
55. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 15 кг бутиламина $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$?
56. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – вещество неизвестного химического строения, но известного элементного состава?
57. Самовозгорание химических веществ (химическое самовозгорание).
58. Вычислить максимальное давление взрыва стехиометрической смеси паров пропанола с воздухом. Температура взрыва 1600 0С, начальная температура 40 0С, давление 0,1 МПа.
59. Как называется концентрация горючего, ниже которой горение прекращается?
60. Какой признак при экспертизе пожаров указывает на причину пожара – самовозгорание?
61. Сгорает 100 м³ водяного газа, состоящего из 40,0 % оксида углерода, 50,0 % водорода, 4,5 % диоксида углерода, 5,0 % азота и 0,5 % метана. Определить объем воздуха, который необходим для полного сгорания данного количества газовой смеси. Условия нормальные, $\alpha = 1,4$.
62. Какие бывают виды горения?
63. Чем отличаются механизмы: зажигания, самовоспламенения и самовозгорания.
64. Рассчитать объем воздуха, необходимый для полного сгорания 25 м³ светильного газа, состоящего из 3 % диоксида углерода, 8 % оксида углерода, 35 % метана, 48 % водорода, 3 % азота и 3 % этана. Условия нормальные, $\alpha = 1,5$.
65. Когда наблюдается кинетическое горение?
66. В чем заключается сущность тепловой теории зажигания?
67. Определить объем воздуха, необходимого для полного сгорания 5 кг торфа следующего состава (в %): С – 56,4 %, Н – 5,04 %, О – 24,0 %, S – 0,06 %, N – 3,6 %, зола – 10,9 %. Горение протекает при $\alpha = 1,5$, условия нормальные.

68. Когда наблюдается диффузионное горение?
69. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью?
70. Сгорает 12 кг каменного угля, состоящего из 70,0 % углерода, 4,6 % водорода, 8,2 % кислорода, 1,6 % серы, 9,4 % воды и 6,2 % золы, при $t = 270^\circ\text{C}$ и $p = 750$ мм рт. ст. Определить объем воздуха, необходимого для сгорания данного количества вещества, если $\alpha = 1,4$.
71. Изобразите схему распределения продуктов горения в пламени.
72. Перечислите основные виды источников зажигания.
73. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 100 кг древесины, состоящей из 46 % углерода, 6 % водорода, 42 % кислорода, 2 % азота, 2 % воды и 2 % золы, при $t = 170^\circ\text{C}$ и $p = 1,3$ ат, $\alpha = 2,1$.
74. Изобразите схему распределения паров горючего в пламени.
75. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей электрической искрой?
76. Определить объем воздуха, который необходим для полного сгорания 8 кг нефти, состоящей из 84 % углерода, 12 % водорода, 2 % серы и 2 % азота, при $t = 200^\circ\text{C}$ и $p = 108$ кПа, $\alpha = 1,9$.
77. Чем объяснить, что при горении одного и того же вещества может выделяться разное количество теплоты?
78. Что такое минимальная энергия зажигания?
79. Определить объем и состав в объемных % продуктов горения, образовавшихся при сгорании 3 кг бензола C_6H_6 . Температура 200°C , давление 770 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,4$.
80. Дайте определение низшей и высшей теплоты горения.
81. Какое значение для оценки пожаровзрывобезопасности имеют КПП?
82. Определить объем и состав продуктов горения 10 м³ природного газа следующего состава (в % объемных): метан CH_4 – 75 %, этан C_2H_6 – 4 %, пропан C_3H_8 – 2 %, углекислый газ CO_2 – 19 %. Горение протекает при $\alpha = 1,2$.
83. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – индивидуальное химическое соединение?
84. Какая концентрация газов или паров в воздухе считается наиболее пожаровзрывоопасной? Почему?
85. Определить объем и процентный состав продуктов горения 5 кг каменного угля следующего состава (в %): С – 75,8 %, Н – 3,8 %, О – 2,8 %, S – 2,5 %, N – 1,1 %, W – 3,0 %, зола – 11,0 %. Горение протекает при $\alpha = 1,3$, условия нормальные.
86. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – вещество неизвестного химического строения, но известного элементного состава?
87. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени в газопаровоздушных смесях.
88. Рассчитать температуру горения бензола, если потери тепла излучением составляют 20 %, а коэффициент избытка воздуха 1,8.
89. Что такое удельная теплота горения и какова ее размерность?

90. Взрывы, возникновение ударных волн.

91. Рассчитать йодное число масла состава: глицеридов пальмитиновой кислоты $C_{15}H_{31}COOH$ – 10 %; глицеридов арахидоновой кислоты $C_{20}H_{35}COOH$ – 30 %; глицеридов олеиновой кислоты $C_{17}H_{33}COOH$ – 60 %.

Типовые задания и задачи

1. Расчет коэффициента горючести.
2. Расчет молей (киломолей) исходных веществ и продуктов реакции по уравнению реакции горения.
3. Расчет объема воздуха, необходимого для горения.
4. Расчет объема воздуха, необходимого для горения газовой смеси.
5. Расчет объема воздуха, необходимого для горения вещества сложного элементного состава.
6. Расчет объема и процентного состава продуктов горения индивидуального вещества.
7. Расчет объема и процентного состава продуктов горения газовой смеси.
8. Расчет объема и процентного состава продуктов горения вещества сложного элементного состава.
9. Расчет теплового эффекта реакции горения индивидуального вещества.
10. Перевод значения энтальпии горения из кДж/моль в кДж/кг.
11. Расчет низшей теплоты сгорания по формуле Д.И. Менделеева.
12. Расчет температуры горения.
13. Расчет стехиометрической концентрации.
14. Определение характера свечения пламени.
15. Расчет концентрационных пределов распространения пламени (КПР) по аппроксимационной формуле.
16. Расчет КПР газовой смеси.
17. Расчет КПР при повышенных температурах.
18. Расчет размеров зон, ограниченных НКПР газов и паров.
19. Расчет безопасных концентраций газов и паров с использованием коэффициентов безопасности.
20. Расчет давления насыщенного пара по уравнению Антуана.
21. Расчет объемной концентрации паров по давлению насыщенного пара.
22. Вычисление объемной доли и объема пара в паровоздушной смеси.
23. Расчет температурных пределов распространения пламени по данным уравнения Антуана.
24. Расчет температурных пределов распространения пламени по структурной формуле вещества.
25. Расчет скорости испарения и массы испарившейся жидкости.
26. Расчет температуры вспышки и температуры воспламенения по структурной формуле.

27. Расчет максимального давления взрыва газов и паров.
28. Расчет избыточного давления взрыва индивидуальных веществ.
29. Расчет тротилового эквивалента взрыва.
30. Расчет радиуса зон разрушения.

7.2. Методика оценивания персональных образовательных достижений обучающихся

Промежуточная аттестация: экзамен

Достигнутые результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.	не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.	<i>Оценка «2»</i> «неудовлетворительно»
Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций.	неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; усвоены основные категории по рассматриваемым и дополнительным вопросам; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках законов, исправленные после нескольких наводящих вопросов.	<i>Оценка «3»</i> «удовлетворительно»
Обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы билета и дополнительные вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала.	продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.	<i>Оценка «4»</i> «хорошо»

<p>Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала.</p>	<p>полно раскрыто содержание материала; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала; точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна-две неточности.</p>	<p><i>Оценка «5»</i> <i>«отлично»</i></p>
---	---	---

8. Требования к условиям реализации. Ресурсное обеспечение дисциплины «Теория горения и взрыва»

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Теория горения и взрыва»

Основная:

1. Вогман Л.П., Теория горения и взрыва: учебник / Л.П. Вогман, Т.А. Мочалова, Н.А. Таратанов. – М.: КУРС, 2020. – 224 с.
2. А.А. Мельник, Л.Н. Маскаева, С.А. Техтереков. Теория горения и взрыва: Учебное пособие. –СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. -188 с.
3. Теория горения и взрыва: практикум: учебное пособие /В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева/ под общей редакцией В.А. Девислова. –М.: ФОРУМ, 2012.- 325 с.

Дополнительная:

1. Теория горения и взрыва /Малинин В.Р., Климкин В.И. и др.: Учебник для вузов МЧС России - СПб.: 2009.-280с.
2. А.Я. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. - М. : Пожнаука, 2000. - 757 с.
3. Теория горения и взрыва: Учебник / В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, А.И. Скушникова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 262 с Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/489911>.
4. Процессы горения и взрыва: учебник / А. Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2007. - 266 с.

8.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

1. Операционная система Calculate Linux Desktop (свободный лицензионный договор <https://wiki.calculate-linux.org/ru/license>).
2. Пакет офисных программ Libre Office (свободный лицензионный договор <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>).
3. Антивирусная защита - Kaspersky Endpoint Security для Linux (лицензия №1B08-200805-095540-500-2042).
4. Браузер MozillaFirefox (свободный лицензионный договор <https://www.mozilla.org/en-US/MPL/2.0/>).
5. Программа просмотра электронных документов в формате PDF AdobeAcrobatReaderDC (свободный лицензионный договор <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>).
6. Архиватор 7zip (свободный лицензионный договор <https://www.7zip.org/license.txt>).

8.3. Перечень информационно-справочных систем и баз данных

1. Центральная ведомственная электронная библиотека МЧС России – ELIB.MCHS.RU.
 2. Электронная библиотечная система «Знаниум» (URL: www.znanium.com).
 3. Электронные научные журналы и базы данных Сибирского федерального университета (URL: libproxy.bik.sfu-kras.ru).
 4. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ». Раздел «Легендарные Книги» (URL: www.biblio-online.ru).
 5. Национальная электронная библиотека «НЭБ» (URL: <https://нэб.рф>).
 6. Информационная система «Единое окно» (URL: window.edu.ru).
 7. Международный научно-образовательный сайт EqWorld (URL: eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm).
 8. Электронная библиотека научных публикаций eLIBRARY.RU (URL: <https://elibrary.ru/>).
 9. Информационно-правовая система «Консультант плюс» (URL: <http://www.consultant.ru/>).
 10. Информационно-правовая система «Гарант» (URL: <https://www.garant.ru/>).
- Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия (URL: <https://sibpsa.ru/personal/personal.php>).

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теория горения и взрыва»

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Теория горения и взрыва» необходимы учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение должно быть укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения (компьютером, мультимедийным проектором, экраном), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Лабораторные работы должны проводиться в специализированных лабораториях обеспеченных требуемым оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Академии.

9. Методические указания по освоению дисциплины «Теория горения и взрыва»

Программой дисциплины «Теория горения и взрыва» предусмотрены занятия лекционного типа, занятия семинарского типа (лабораторные и практические) и самостоятельная работа обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулирование активной познавательной деятельности обучающихся, способствование формированию их творческого мышления.

Цели практических занятий:

- углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- овладение практическими умениями и навыками профессиональной деятельности;
- развитие абстрактного и логического мышления.

Цели лабораторных работ:

- приобретение умений проведения эксперимента, составления отчета;
- получение навыков коллективной работы.

Цели самостоятельной работы обучающихся:

- углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях;
- выработка навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний;
- подготовка к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

При реализации различных видов учебных занятий для наиболее эффективного освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» используются следующие образовательные технологии:

1. Технология контекстного обучения – обучение в контексте профессии, реализуется в учебных заданиях, учитывающих специфику направления и профиля подготовки; применяется при проведении занятий лекционного типа, семинарского типа, самостоятельной работе.

2. Технология интерактивного обучения – реализуется в форме учебных заданий, предполагающих взаимодействие обучающихся, использование активных форм обратной связи; применяется при проведении занятий семинарского типа.

3. Технология электронного обучения – реализуется при выполнении учебных заданий с использованием электронной информационно-образовательной среды Академии, информационно-справочных и поисковых систем, проведении автоматизированного тестирования и т.д.; применяется при проведении занятий семинарского типа, самостоятельной работе.

9.1. Рекомендации для преподавателей

Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения. Ее цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения обучающимися учебного материала. В ходе лекции преподаватель, применяя методы устного изложения и показа, передает обучающимся знания по основным, фундаментальным вопросам дисциплины «Теория горения и взрыва».

Назначение лекции состоит в том, чтобы доходчиво, убедительно и доказательно раскрыть основные теоретические положения изучаемой науки, нацелить обучающихся на наиболее важные вопросы, темы, разделы дисциплины, дать им установку и оказать помощь в овладении научной методологией (методами, способами, приемами) получения необходимых знаний и применения их на практике.

К лекции как к виду учебных занятий предъявляются следующие основные требования:

- научность, логическая последовательность изложения учебных вопросов;
- конкретность и целеустремленность изложения материала;
- соответствие отводимого времени значимости учебных вопросов;
- соответствие содержания лекции принципам обучения, требованиям руководящих документов;
- наглядность обучения; формирование у обучаемых потребности к самостоятельному углублению знаний;
- изложение материала с учетом достигнутого уровня знаний.

При подготовке и проведении занятий семинарского типа преподавателю, ведущему дисциплину, в первую очередь необходимо опираться на настоящую рабочую программу, в которой определены количество и тематика лабораторных работ и практических занятий.

Для каждого занятия определяются тема, цель, структура и содержание. Исходя из них, выбираются форма проведения занятия (комбинированная, самостоятельная работа, фронтальный опрос, тестирование и т.д.) и дидактические методы, которые при этом применяет преподаватель (индивидуальная работа, работа по группам, деловая игра и пр.).

Современные требования к преподаванию обуславливают использование визуальных и аудиовизуальных технических средств представления информации: презентаций, учебных фильмов и т.д.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине преподавателем разрабатываются методические рекомендации по организации самостоятельной работы.

При разработке заданий для самостоятельной работы необходимо выполнять следующие требования:

- отбор и изложение материала должны обеспечивать достижение целей, изложенных в квалификационной характеристике, и понимание прикладного значения данного курса для своей профессии;

- материал заданий должен быть методологичен, осознаваем и служить средством выработки обобщенных умений;
- при составлении заданий следует формулировать их содержание в контексте специальности.

Для успешного выполнения контрольной работы обучающимися по заочной форме преподавателем разрабатываются методические рекомендации по ее выполнению.

9.2. Рекомендации для обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других видах занятий, выработку навыков самостоятельного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с печатными источниками информации (конспектом, книгой, документами), информационно-справочными системами и базами данных (раздел 8 настоящей программы).

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение (раздел 5 настоящей программы), даются преподавателем в ходе лекций и (или) занятий семинарского типа. При этом обучающемуся необходимо уяснить и записать вопросы, посмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы. Затем изучить информацию по вопросу, при этом рекомендуется вести конспект, куда вносятся ключевая информация, формулы, рисунки. Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного, при необходимости дополнить записи.

В ходе лекций и (или) занятий семинарского типа обучающийся ведет конспект кратко, схематично, последовательно с фиксированием основных положений, выводами, формулировками, обобщениями, помечает важные мысли, выделяет ключевые слова, термины. Для закрепления знаний после занятия рекомендуется перечитать материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебной литературе и, если в результате работы с учебной литературой остались вопросы – следует обратиться за разъяснениями к преподавателю в часы консультаций.

При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя.

При подготовке к лабораторным работам обучающемуся необходимо изучить методические указания по ее выполнению, основные теоретические положения по теме работы.

Самостоятельная работа обучающегося по заочной форме включает выполнение контрольной работы.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета).

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры инженерно-технических
экспертиз и криминалистики

№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____
(название дисциплины)
по направлению подготовки (специальности) _____

на 20__/20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель подпись расшифровка подписи
дата