

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунев Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 01.08.2025 12:44:59

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ»**

**Бакалавриат по направлению подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»
Направленность (профиль) – «Пожарная безопасность»**

1. Цели и задачи дисциплины «Теоретические основы процессов горения и тушения»

Цели освоения дисциплины:

- формирование у обучающихся необходимых научных представлений о горении и взрыве, глубокого понимания этих явлений;
- формирование необходимого объема общих знаний по теории теплового и цепного взрыва, детонации и ударных волн, условиям возникновения и распространения пламени, параметрам горения газов, жидкостей, пылей и твердых горючих материалов условий перехода горения во взрыв, методам расчетов объема и состава продуктов горения, теплоты и температуры горения, основных показателей пожарной опасности, методов прекращения горения;

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы процессов горения и тушения»

Компетенции	Содержание
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
УК-6	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
УК-8	Способность создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
ОПК-2	Способность обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления
ПК - 1	Способен понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения, базирующегося на научных представлениях о горении, взрыве и способах прекращения горения;

- овладение умениями применять полученные знания для объяснения процессов, протекающих на пожаре;
- изучение физико-химических основ оценки пожарной опасности, условий развития, распространения и прекращения горения на пожарах, определения пожарной опасности веществ и материалов,
- формирование умения научно-обоснованного выбора огнетушащих веществ для тушения пожаров.
- развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного приобретения знаний с использованием различных источников информации, в том числе компьютерных;

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины «Теоретические основы процессов горения и тушения», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы
Универсальные компетенции	
Категория: системное и критическое мышление	
Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. УК- 1	
Знает:	Знает:
принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач. УК-1.1	принципы отбора информации о физико-химических и пожароопасных свойствах веществ и материалов из различных источников (учебники, справочные пособия, Интернет-ресурсы)
Умеет:	Умеет:
анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности. УК-1.2.	анализировать данные различных источников, критически оценивать и сравнивать теоретические и экспериментальные данные физико-химических и пожароопасных свойств неорганических и органических веществ и материалов
Владеет:	Владеет:
навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений. УК-1.3	навыками поиска информации из различных источников (учебники, справочные пособия, Интернет-ресурсы)
Категория: самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	
Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. УК- 6	
Знает:	Знает:
основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда. УК-6.1.	основные принципы самовоспитания и самообразования: приобретение новых профессиональных знаний, в том числе смежных областей знаний, по-

	стоянное повышение квалификации в очном и дистанционном формате
Умеет:	Умеет:
демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии, позволяющие самостоятельно корректировать саморазвитие по выбранной траектории. УК-6.2.	демонстрировать умение самоконтроля и рефлексии при самостоятельном выполнении курсовой работы по заданной теме
Владеет:	Владеет:
способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения профессиональных интересов и потребностей. УК-6.3	способами управления познавательной деятельностью для решения профессиональной задачи - выполнения курсовой работы
Категория: безопасность жизнедеятельности	
Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. УК- 8	
УК-8.1 Грамотно организует свои действия при наступлении чрезвычайных ситуаций	Знает: причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций; Умеет: Применять основы безопасности жизнедеятельности, телефоны служб спасения.
УК-8.2 Использует основные методы защиты от возможных последствий чрезвычайных ситуаций.	Знает: причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций Умеет: выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности для населения и территорий и принимать меры по ее предупреждению;
Общепрофессиональные компетенции	
Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления. ОПК-2	
Знает:	Знает:
основные подходы к обеспечению экологической безопасности технологических процессов, правовую и нормативно-техническую документацию по охране труда, безопасности и охране окружающей среды. ОПК-2.1	основные принципы защиты окружающей среды от антропогенных и природных загрязнителей, в том числе продуктов горения и огнетушащими веществами
Умеет:	Умеет:
производить оценку обеспечения безопасности человека и окружающей среды исходя из уровня допустимого риска. ОПК-2.2	производить оценку характера загрязнения окружающей среды химическими загрязнителями и продуктами горения, и огнетушащими

	веществами
Владеет:	Владеет:
навыками выбор методов и/или средств обеспечения безопасности человека и безопасности окружающей среды, отвечающих требованиям в области обеспечения безопасности, снижения рисков, в том числе в области минимизации вторичных негативных воздействий. ОПК-2.3	навыками выбора методов и средств для снижения антропогенного загрязнителей, в том числе продуктов горения и огнетушащих веществ
Профессиональные компетенции	
Тип задач профессиональной деятельности: Проектно-конструкторский	
Способен понимать основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения, способен прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках, использовать методики определения пожарно-технических характеристик строительных конструкций, зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности. ПК-1	
Знает:	Знает:
основные закономерности процессов возникновения горения и взрыва на разных стадиях развития пожара.	расчетные и экспериментальные методы определения основных показатели пожарной опасности веществ и материалов; методы анализа состояния горючей среды с учетом внешних условий
Умеет:	Умеет:
прогнозировать размеры зон воздействия опасных факторов при авариях и пожарах в помещениях, зданиях и сооружениях, открытых технологических установках.	рассчитывать объем и состав продуктов горения, теплоту сгорания и температуру горения, показатели пожарной опасности веществ и материалов; проводить анализ изменения параметров горения в зависимости от различных факторов
Владеет:	Владеет:
навыком использования методов расчета элементов конструктива зданий и сооружений, технологического оборудования по критериям надежности и работоспособности.	навыками теоретической и экспериментальной оценки пожарной опасности веществ и материалов

3. Место дисциплины «Теоретические основы процессов горения и тушения» в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина Б1.О.21 «Теоретические основы процессов горения и тушения» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», направленность (профиль) – Пожарная безопасность.

4. Структура и содержание дисциплины «Теоретические основы процессов горения и тушения»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 часа.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по курсам	
			1	2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	7	252	34	216
Контактная работа		26	2	24
Лекции		4	2	2
Практические занятия		10		10
Лабораторные работы		10		10
консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа		217	34	183
Курсовая работа (проект)		+		+
Зачет				
Зачет с оценкой				
Экзамен		9		9

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ пп	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий, в том числе практическая подготовка*			Консультация	Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	Тема 1. Физико-химическая природа процессов горения	22	2					20
2	Тема 2. Материальный и тепловой баланс процессов горения	24		4				20
3	Тема 3. Самовоспламенение	22	2					20
4	Тема 4. Самовозгорание	20						20
5	Тема 5. Вынужденное	22						22

	воспламенение (зажигание)						
6	Тема 6. Горение газопаровоздушных смесей	22		2			20
7	Тема 7. Горение жидкостей	28		2	6		20
8	Тема 8. Горение твердых веществ и материалов	22		2			20
9	Тема 9. Взрывы. Ударные волны и детонация	20					20
10	Тема 10. Прекращение горения	24			4		20
11	Тема 11. Динамика пожара	15					15
	Курсовая работа	+				+	
	Консультация	2				2	
	Экзамен	9					9

для заочной формы обучения

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся: заочной формы обучения

Тема 1. Физико-химическая природа процессов горения

Лекция. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности на промышленных хозяйственных объектах.

Исторический обзор науки о горении. Роль российской научной школы. Предмет, теоретическая база и связь с другими дисциплинами.

Физико-химические основы горения; виды пламени и скорости его распространения; условия возникновения и развития процессов горения. Основные виды горючего, окислителей и источников зажигания.

Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления. Диффузионное горение в воздухе – как основной процесс на пожарах. Пламя, температура пламен, и их излучение.

Самостоятельная работа. Классификация процессов горения газов, жидкостей и твердых веществ: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное, особенности каждого вида горения.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [1-2].

Тема 2. Материальный и тепловой баланс процессов горения

Практическое занятие. Материальный баланс процессов горения. Брутто-уравнение реакции горения. Расход воздуха на горение.

Стехиометрический состав горючей смеси. Коэффициент избытка воздуха, объем и состав продуктов горения. Химический и физический недожог.

Самостоятельная работа. Тепловой баланс процессов горения. Термохимическое брутто-уравнение процесса горения. Высшая и низшая теплота горения, аддитивность теплот, формула Д.И.Менделеева. Температура горения (теоретическая, калориметрическая, адиабатическая и действительная).

Дым и его основные характеристики, коэффициент дымообразования.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [1-2].

Тема 3. Самовоспламенение

Лекция. Радиально-цепной механизм окисления. Образование, разветвление и обрыв цепи, скорость реакции, зависимость. Понятие о цепном самоускорении химических реакций, приводящих к самовоспламенению и взрыву. Элементы тепловой теории Н.Н.Семенова, тепловой взрыв (тепловое самовоспламенение). Критические условия теплового взрыва. Индукционный период, температура самовоспламенения.

Самостоятельная работа. Диффузионная теория горения. Влияние внешних условий на температуру самовоспламенения. Экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения газов, паров и пылей в воздухе. Минимальная, стандартная, критическая и истинная температура самовоспламенения. Теории горения: тепловая, цепная, диффузионная.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [1-2].

Тема 4. Самовозгорание

Самостоятельная работа. Низкотемпературное окисление горючих веществ. Механизм процесса самонагревания на воздухе. Механизм микробиологического, теплового и химического самовозгорания. Самовозгорание жиров и масел, твердых горючих ископаемых, продуктов растительного происхождения. Критические условия самовозгорания, период индукции.

Отличие процессов самовозгорания от процессов самовоспламенения и зажигания. Определение самовозгорания и самонагревания. Механизм процессов теплового самовозгорания веществ. Самовозгорание химических веществ при взаимодействии с кислородом воздуха, водой и при контакте друг с другом.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [1-2].

Тема 5. Вынужденное воспламенение (зажигание)

Самостоятельная работа. Отличие механизма зажигания от самовоспламенения. Механизм процесса зажигания и его отличие от самовоспламенения. Виды источников зажигания.

Элементы тепловой теории зажигания нагретым телом Я.Б.Зельдовича. Критические условия зажигания. Влияние на температуру зажигания состава и давления горючей смеси, катализаторов и флегматизаторов, размеров тела и площади нагретой поверхности.

Зажигание электрической искрой. Ионная и тепловая теории искрового зажигания. Тепловая модель зажигания электрической искрой по Я.Б.Зельдовичу. Критические условия зажигания. Эквивалентный критический радиус сферы и критическое количество теплоты. Минимальная энергия зажигания.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [1-2].

Тема 6. Горение газо-паровоздушных смесей

Практическое занятие. Показатели пожарной опасности газо- паровоздушных смесей, область применения и методы их определения. Классификация газов по пожарной опасности.

Самостоятельная работа. Физико-химических процессы, протекающих при горении смесей паров и газов. Необходимые и достаточные условия для горения газов. Основные особенности горения паров и газов.

Механизм горения газовых фонтанов. Концентрационные пределы распространения пламени.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2].

Тема 7. Горение жидкостей

Практическое занятие. Показатели пожарной опасности жидкостей. Изучение физико-химических процессов, протекающих при горении жидкостей. Необходимые и достаточные условия горения жидкостей. Основные особенности горения жидкостей.

Лабораторная работа. Изучение предельных режимов горения. Определение температуры вспышки в открытом и закрытом тиглях.

Самостоятельная работа. Прогрев жидкостей в глубину. Вскипание и выброс при горении жидкостей. Влияние факторов окружающей среды на скорость выгорания жидкостей. Показатели пожарной опасности жидкостей область применения и методы их определения. Основной показатель пожарной

опасности жидкостей, методы определения и практическое значение. Классификация жидкостей по пожарной опасности.

Диффузионное горение жидкостей. Удельная массовая и линейная скорости выгорания жидкости. Тепловой баланс процесса горения жидкости в резервуаре. Прогрев жидкости в глубину резервуара. Вскипание и выброс горящих жидкостей на пожарах. Основные меры безопасности при горении жидкости. Расчет факела при горении жидкости.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2].

Тема 8. Горение твердых веществ и материалов

Практическое занятие. Показатели пожарной опасности твердых горючих материалов.

Самостоятельная работа.

Поведение твердых веществ при нагревании, процессы образования летучих веществ. Пиролиз древесины и других органических материалов, его основные стадии, состав продуктов пиролиза.

Воспламенение твердых веществ и материалов, особенности механизма зажигания и распространения пламени по поверхности твердого вещества, движущие силы процесса, линейная скорость распространения пламени. Индекс распространения пламени по поверхности твердых горючих материалов и методы его определения.

Механизм выгорания твердых веществ. Линейная и массовая скорость выгорания. Расчетные и экспериментальные методы определения массовой скорости выгорания.

Особенности горения металлов: летучие и нелетучие металлы, влияние оксидных пленок. Дымообразование и состав дыма.

Горение пылей. Условия образования пылевоздушных горючих смесей. Общие представления о теории распространения пламени по аэрозолям. Минимальная энергия зажигания и температура самовоспламенения пылей. Концентрационные пределы распространения пламени по аэрозолям.

Тление, его механизм. Склонность к тлению и пожарная опасность различных материалов. Способы предотвращения возникновения и развития процессов тления.

Особенности горения полимерных материалов. Пожарная опасность термопластичных и термореактивных полимерных материалов. Влияние состава полимерных материалов на динамику развития их горения и поражающие факторы.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2].

Тема 9. Взрывы. Ударные волны и детонация

Самостоятельная работа. Взрывы, типы взрывов, физические и химические взрывы, классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций, энергия и мощность, форма ударной волны, длительность импульса.

Распространение пламени в ограниченном объеме. Расчет давления взрыва. Объемные взрывы газопаровоздушных и пылевоздушных смесей. Основные свойства и параметры ударных волн.

Взрывчатые вещества.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2]

Тема 10. Прекращение горения

Лабораторная работа. Пены как огнетушащие вещества. Основные свойства пен. Способы получения пены. Область применения пены для целей пожаротушения. Пенообразователи, применяемые в пожарном деле, их основные эксплуатационные свойства.

Самостоятельная работа. Тепловая теория гашения пламени. Предельные режимы нормального горения, методы их оценки для реальных паровоздушных систем. Способы тушения пожаров. Классификация огнетушащих веществ и способы тушения пожаров.

Связь скорости распространения пламени со скоростью химических реакций и теплообменом во фронте пламени. Предельные параметры процессов горения: концентрационные пределы распространения пламени, критическая энергия и температура зажигания, давление, скорость распространения пламени, теплота и температура горения. Практическое применение теории прекращения пламени.

Область применения, достоинства, недостатки. Негорючие газы в качестве огнетушащих веществ. Область применения, достоинства, недостатки. Галогенуглеводороды как огнетушащие вещества. Область применения, достоинства, недостатки. Огнетушащие порошковые составы, механизм действия, эксплуатационные свойства и методы их контроля. Область применения, достоинства, недостатки. Пути повышения эффективности основных огнетушащих веществ. Основные типы комбинированных огнетушащих составов.

Условия, необходимые для прекращения горения. Влияние режима горения и агрегатного состояния пожарной нагрузки на способы тушения пожара. Понятие "огнетушащие вещества" и их виды. Огнетушащие вещества, их свойства, область применения, эксплуатационные особенности. Классификация огнетушащих веществ по механизму действия на процесс горения. Поверхностное и объемное тушение.

Вода как огнетушащее вещество. Основные физико-химические свойства воды. Механизм гасящего действия воды в зависимости от способа ее подачи, режима горения, пожарной нагрузки и ее вида. Теоретический и практический

расход воды на тушение.

Негорючие газы (флегматизаторы), их основные физико - химические свойства. Механизм гасящего действия негорючих газов, огнетушащие концентрации. Эксплуатационные особенности. Токсичность и коррозионные свойства. Области применения.

Галогеноуглеводороды (хладоны) и их применение в качестве ингибиторов горения. Основные физико-химические, токсические и эксплуатационные свойства хладонов. Механизм ингибирующего действия хладонов на процессы горения. Основные представители огнетушащих хладонов и область их применения.

Огнетушащие порошковые составы, механизм огнетушащего действия. Физико-химические и эксплуатационные свойства порошков, их особенности. Основные представители порошковых составов и область их применения для тушения пожаров.

Пути повышения эффективности огнетушащих веществ и составов.

Комбинированные огнетушащие составы и механизм их действия. Водно-газовые и водно-хладоновые пены. Тушение пожаров водой с добавками смачивателей и загустителей. Применение смесей хладонов с негорючими газами, пены с порошками и тонко распыленной водой.

Расчет минимальной флегматизирующей концентрации флегматизатора, минимального взрывоопасного содержания кислорода, критического огнегасящего диаметра.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2]

Тема 11. Динамика пожара

Самостоятельная работа. Классификация пожаров. Параметры пожара. Динамика развития пожара в закрытом помещении. Предельные режимы процесса горения.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Теоретические основы процессов горения и тушения»

При реализации программы учебной дисциплины «ТОПГиТ» используется образовательная технология, предполагающая, что в рамках одной темы объединяются лекция, практические и лабораторные работы.

Общими целями всех видов занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам учебного курса;
- формирование широкого кругозора, компетентности в трактовке нор-

мативно-правовых актов, создание новых знаний обучающиеся;

- формирование профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности и др.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировав внимание на наиболее сложных и узловых вопросах темы курса;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Целями практических занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам учебного курса химии;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.
- выполнение вычислений, расчетов;
- работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками.

Целями лабораторных работ являются:

- формирование практических умений работы при соблюдении правил техники безопасности с лабораторным оборудованием и химическими веществами;
- формирование исследовательских умений (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).
- экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик.

Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям, зачетам и экзаменам.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, докладов, решения задач, тестирования.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме курсовой работы и экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Дайте определение пожара и назовите необходимые и достаточные условия горения.
2. Приведите примеры негорючих веществ.
3. Приведите пример гетерогенного диффузионного горения.
4. Что характеризует критерий Рейнольдса.
5. Приведите примеры простых и сложных горючих неорганических веществ.
6. Что называется горением? В каких случаях горение сопровождается пламенем?
7. Перечислите химические процессы, протекающие в пламени.
8. В чем различие дефлаграционного и детонационного горения?
9. Перечислите физические процессы, протекающие в пламени.
10. В какой части пламени наблюдается самая высокая температура для кинетического горения?

Типовые темы для докладов:

1. Огнезащитные покрытия
2. Способы снижения горючести полимерных материалов.
3. Комбинированные огнетушащие вещества.

Типовые задачи:

1. Рассчитать объем продуктов горения при полном сгорании в воздухе 5 кг H_2S . Условия нормальные, $\alpha = 1,5$.
2. Имеется 5 м³ газовой смеси из 60 % H_2 и 40 % CO_2 . Определить объем продуктов горения при полном сгорании этой смеси в воздухе. Условия нормальные.
3. Написать выражение для расчета числа молей ПГ при полном сгорании в воздухе 1 моля пентанала $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$, если $\alpha = 1,2$.
4. Вычислить иодное число масла следующего состава: глицеридов пальмитиновой и стеариновой кислот – 9 %; глицеридов олеиновой кислоты - 38 %; глицеридов линолевой кислоты - 53 %; глицеридов линоленовой кислоты - 0 %.
5. Рассчитать концентрацию декана $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ в %, при которой коэффициент избытка воздуха будет равен 1.
6. Какой объем ацетона $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ($\rho = 0,792$ г/мл) необходимо поместить в емкость объемом 1 л для определения стандартной температуры самовоспламенения?

Типовые задания для тестирования:

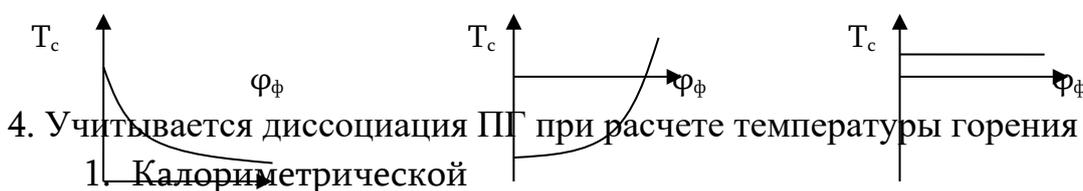
1. Критические условия зажигания нагретым телом

$$1. \frac{dT}{dx} = 0; \quad 2. \frac{dT}{dx} < 0; \quad 3. \frac{dT}{dx} > 0$$

2. Температурой горения называется максимальная температура:

1. Окружающей среды
2. Горючего вещества
3. Продуктов горения

3. Какой график соответствует зависимости температуры самовоспламенения от концентрации флегматизатора?



1. Калориметрической
2. Действительной
3. Теоретической
4. Адиабатической

5. В состав вещества входят углерод, водород и влага. В составе продуктов полного сгорания в воздухе будут

1. CO_2 , H_2O , N_2
2. H_2O , CO_2
3. сажа, H_2O , N_2
4. CO , CO_2 , N_2 , H_2O

6.1.2. Промежуточной аттестации

Тематика курсовой работы

Оценка пожарной опасности горючих жидкостей

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Дайте определение понятию «горение».
2. Назовите процессы, протекающие при пожаре.
3. Назовите необходимые и достаточные условия для горения.
4. Дайте определение понятию «пожар».
5. В чем отличие кинетического горения от диффузионного горения?
6. Что является движущей силой конвективных потоков на пожаре?
7. Какой процесс лежит в основе горения?
8. Перечислите основные признаки горения.
9. Приведите классификацию горючих материалов.

10. Как в пожарно-технических расчетах записывают химические процессы при горении?
11. От чего зависит скорость химической реакции при горении?
12. Какие физические процессы протекают при горении?
13. Что такое гомогенное горение?
14. Что такое гетерогенное горение?
15. Дайте определение пламени.
16. Охарактеризуйте фронт пламени и процесс в нем происходящие.
17. Что такое горение в ламинарном режиме?
18. Что такое горение в турбулентном режиме?
19. От чего зависит полное время горения?
20. Назовите опасные факторы пожара.
21. Отражает ли суммарное уравнение реакции горения действительно происходящие процессы?
22. Что называется удельным расходом воздуха на горение?
23. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – индивидуальное химическое соединение?
24. Как определяется удельный расход воздуха на горение, если горючее – вещество неизвестного химического строения, но известного элементного состава?
25. Как называется концентрация горючего, ниже которой горение прекращается?
26. Какие бывают виды горения?
27. Когда наблюдается кинетическое горение?
28. Когда наблюдается диффузионное горение?
29. Изобразите схему распределения продуктов горения в пламени.
30. Изобразите схему распределения паров горючего в пламени.
31. Чем объяснить, что при горении одного и того же вещества может выделяться разное количество теплоты?
32. Дайте определение низшей и высшей теплоты горения.
33. При реальных пожарах выделяется высшая или низшая теплота горения? Почему?
34. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – индивидуальное химическое соединение?
35. Как рассчитать теплоту горения, если горючее – вещество неизвестного химического строения, но известного элементного состава?
36. Какие условия принято называть нормальными (давление, температура)?
37. Что такое удельная теплота горения и какова ее размерность?
38. В чем отличие теоретической, калориметрической, адиабатической и действительной температуры горения?
39. Что нужно знать, чтобы рассчитать температуру горения?
40. Как рассчитать в первом приближении температуру горения?
41. Как произвести более точный расчет температуры горения?
42. Чему приблизительно равна температура горения древесины, нефтепродуктов?

43. У каких веществ максимальная температура горения в воздухе?
44. Как влияет природа окислителя на температуру горения? Где она выше: при горении в воздухе, в кислороде или фторе?
45. Что такое самовоспламенение?
46. Какие две основных теории объясняют процесс самовоспламенения?
47. Отличие процессов самовоспламенения от процессов самовозгорания.
48. Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности.
49. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей.
50. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение.
51. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.
52. Отличие процессов самонагрева и самовозгорания веществ.
53. Самовозгорание жиров и масел.
54. Что такое йодное число и как оно характеризует склонность масел к самовозгоранию?
55. Самовозгорание углей и продуктов растительного происхождения.
56. Самовозгорание химических веществ (химическое самовозгорание).
57. Какой признак при экспертизе пожаров указывает на причину пожара – самовозгорание?
58. Чем отличается механизм зажигания от самовоспламенения и самовозгорание
59. В чем заключается сущность тепловой теории зажигания?
60. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью?
61. Перечислите основные виды источников зажигания.
62. Каковы особенности зажигания паровоздушных смесей электрической искрой?
63. Что такое минимальная энергия зажигания?
64. Какова зависимость минимальной энергии зажигания от некоторых факторов?
65. Практическое применение минимальной энергии зажигания.
66. Распределение t° в горящих жидкостях.
67. Какова t° поверхности жидкости при установившемся ее горении?
68. Что такое температура кипения и скорость испарения (W). Зависимость W от $P_{\text{нас}}$, t° , скорости воздушного потока.
69. Как изменится скорость распространения пламени по поверхности жидкости при увеличении начальной t° жидкости?
70. Какие условия необходимы, чтобы произошло воспламенение жидкости?
71. Методы расчета температуры вспышки, ее практическое значение.
72. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клайперона – Клаузиуса.
73. Зависимость $P_{\text{нас}}$ от t° . Уравнение Антуана.

74. Методы определения концентрации ненасыщенного пара в производственных помещениях и оценка их опасности.
75. Как изменяется температура вспышки горючих растворов при изменении концентрации горючего компонента?
76. Методы определения концентрации насыщенного пара в аппаратах и резервуарах, и оценка их опасности.
77. Линейная скорость выгорания и скорость распространения пламени по ГЖ.
78. Связь между температурными и концентрационными пределами распространения пламени.
79. Классификация жидкостей на ЛВЖ и ГЖ?
80. Температурные пределы распространения пламени, их практическое значение.
81. Причины образования гомотермального слоя в горящих жидкостях.
82. Движущая сила процесса распространения пламени по ГЖ?
83. Зависимость скорости выгорания ГЖ от уровня жидкости в резервуаре?
84. t° вспышки, ее практическое значение.
85. Вскипание, причины, условия, меры профилактики.
86. Зависимость скорости распространения пламени по ГЖ при изменении условий окружающей среды.
87. Массовая и линейная скорости выгорания жидкости, их взаимосвязь.
88. Как изменяется t° вспышки жидкостей в гомологическом ряду предельных углеводородов?
89. Выброс нефтепродуктов из резервуаров, причины, условия, меры профилактики.
90. На что расходуется теплота, падающая от пламени на поверхность горячей жидкости.
91. Особенности горения металлов.
92. Основные характеристики возникновения, распространение пламени и горения твердых органических веществ.
93. Индекс распространения пламени по поверхности ТГМ.
94. Основные стадии процессов термического разложения древесины.
95. Показатели токсичности продуктов горения ТГМ.
96. Тление, его особенности. Температура тления, практическое применение.
97. Приведенная массовая скорость выгорания, практическое применение.
98. Особенности горения пылевидных веществ.
99. Схема распространения пламени по поверхности ТГМ.
100. Показатель горючести ТГМ, практическое применение.
101. Состав продуктов термического разложения ТГМ.
102. Показатели пожарной опасности горючих пылей, область их практического применения.
103. Причины химического недожога при горении ТГМ.
104. НКПР пылей, область применения, зависимость от различных условий.
105. Основные закономерности термической деструкции органических веществ.

106. Как подразделяются горючие вещества по агрегатному состоянию при определении показателей пожарной опасности?
107. Что называется температурой вспышки, для каких веществ она определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева ГЖ по температуре вспышки?
108. Что такое температура самовоспламенения, для каких веществ она определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева неизолированных поверхностей по температуре самовоспламенения?
109. Что такое область воспламенения, ее практическое применение, для каких веществ определяется, взрывобезопасные концентрации газов и паров ГЖ с смесями с воздухом?
110. Что такое температурные пределы распространения пламени, для каких веществ определяются, безопасные температуры нагрева ГЖ?
111. Что такое температура тления, для каких веществ определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева веществ по температуре тления?
112. Условия теплового самовозгорания, для каких веществ определяется, их практическое применение, безопасные температуры нагрева веществ и материалов по температуре самовозгорания?
113. Что такое минимальная энергия зажигания, для каких веществ определяется, ее практическое применение, безопасные источники зажигания по значению их энергии?
114. Что такое критический гасящий диаметр, для каких веществ определяется, его практическое применение?
115. Что такое группа горючести, для каких веществ определяется, ее практическое применение?
116. Что такое температура воспламенения, для каких веществ определяется, ее практическое применение?
117. Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами как показатель пожарной опасности, для каких веществ определяется, практическое применение этого показателя?
118. Что такое нормальная скорость распространения пламени, для каких веществ определяется, ее практическое применение?
119. Что такое скорость выгорания, для каких веществ определяется, ее практическое применение?
120. Коэффициент дымообразования, определение, классификация, область применения, сущность метода определения?
121. Что такое индекс распространения пламени, для каких веществ определяется, его практическое применение?
122. Что такое показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов, его практическое применение?
123. Что такое минимальное взрывоопасное содержание кислорода, для каких веществ определяется, его практическое применение?

124. Что такое максимальное давление взрыва, для каких веществ определяется, его практическое применение?
125. Взрывы, возникновение ударных волн.
126. Особенности детонации газопаровоздушных систем.
127. Тротилловый эквивалент.
128. Что такое скорость нарастания давления при взрыве, для каких веществ определяется, ее практическое применение?
129. Тепловая теория гашения пламени
130. Предельные режимы нормального горения, методы их оценки для реальных паровоздушных систем.
131. Основные способы тушения пожаров.
132. Классификация огнетушащих веществ и способы тушения пожаров.
133. Огнетушащая эффективность огнетушащих веществ и методы их оценки.
134. Практическое применение теории гашения. Огнепреградитель, физико-химические основы его действия.
135. Вода как огнетушащее вещество. Область применения, достоинства, недостатки.
136. Пены в качестве огнетушащего вещества. Физико-химические основы получения. Область применения, достоинства, недостатки.
137. Негорючие газы в качестве огнетушащих веществ Область применения, достоинства, недостатки.
138. Галогенуглеводороды как огнетушащие вещества. Область применения, достоинства, недостатки.
139. Огнетушащие порошковые составы, механизм действия, эксплуатационные свойства и методы их контроля. Область применения, достоинства, недостатки.
140. Пути повышения эффективности основных огнетушащих веществ. Основные типы комбинированных огнетушащих составов.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
курсовая работа	содержание, оформление, полнота и защита работы	работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны; оформление отвечает установленным требованиям; показано знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; материал излагается грамотно, логично, последовательно; во время защиты показано умение кратко, доступно представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы.	отлично

		<p>работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны; имеются недочеты в оформлении курсовой работы; показано знание теоретического материала по рассматриваемой теме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы; материал не всегда излагается логично, последовательно; во время защиты показано умение кратко, доступно представить результаты исследования, однако затруднены ответы на поставленные вопросы.</p>	хорошо
		<p>работа выполнена самостоятельно, не содержит элементы новизны; имеются недочеты в оформлении курсовой работы; не в полной мере владение теоретическим материалом по рассматриваемой теме, анализ и аргументирование точки зрения, обобщение и выводы вызывают затруднения; материал не всегда излагается логично, последовательно; во время защиты имеются затруднения в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.</p>	удовлетворительно
		<p>работа выполнена не самостоятельно, не имеет научно-практический характер, не содержит элементы новизны; оформление не соответствует установленным требованиям; отсутствует понимание и владение материалом по рассматриваемой теме.</p>	неудовлетворительно
экзамен	правильность и полнота ответа	<p>дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.</p>	отлично
		<p>дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.</p>	хорошо
		<p>дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.</p>	удовлетворительно
		<p>ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.</p>	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Astra Linux Common Edition релиз Орел - операционная система общего назначения. Лицензия №217800111-ore-2.12-client-6196.
2. Astra Linux Special Edition - операционная система общего назначения. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14545.
3. Astra Linux Special Edition - операционная система общего назначения. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14544.

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ).
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ).
3. Система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru> (свободный доступ).
4. Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ).
5. Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).
6. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com> (авторизованный доступ).

7.3 Литература

Основная литература

1. Теория горения и взрыва : учебник для вузов МЧС России по спец. 28010465 - Пожарная безопасность: [гриф МЧС] / В. Р. Малинин [и др.] ; ред. В. С. Артамонов ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2009. - 280 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?84&type=card&cid=ALSFR-171ddc57-2e70-4373-a34c-9592fca88130>
2. Теоретические основы процессов горения и тушения : учебник для вузов МЧС России по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность: [гриф МЧС]/ Е.Г.Коробейникова, Д.Ф. Кожевин, Н.Ю. Кожевникова. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2021. - 471 с.

Дополнительная литература

1. Мельник, Антон Анатольевич. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Исследование пожаровзрывоопасности горючих жидкостей :

учебное пособие по выполнению курсовой работы по спец. 280104.65 "Пож. безопасность" / А. А. Мельник ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2008. - 114 с.

Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-db33b9eb-a6d0-4b3d-a414-89609cdc2af5>

2. Корольченко, Александр Яковлевич. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. Ч. 2 / А. Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2000. - 757 с.

Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-1aa9e1b9-dc5d-4b3b-b2c4-461fd4a9f842>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Лаборатория теоретических основ процессов горения и тушения оснащена в соответствии с тематикой рабочей программы дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Автор: кандидат химических наук, доцент Коробейникова Е.Г.