

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунев Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 06.06.2025 14:28:29

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Бакалавриат по направлению подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)

«Экологическая безопасность и экологический мониторинг»

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины:

формирование у обучающихся необходимых научных представлений о горении и взрыве, как основных процессах на пожаре, глубокого понимания этих явлений;

приобретение 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;

приобретение необходимого объема специальных знаний по классификации и пожароопасным свойствам веществ и материалов, о механизмах процессов развития и тушения пожаров.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-1	Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.

Задачи дисциплины:

формирование научного мировоззрения, базирующегося на научных представлениях о горении и взрыве;

формирование умения применять полученные знания для объяснения процессов, протекающих на пожаре;

изучение физико-химических основ оценки пожарной опасности, условий развития, распространения и прекращения горения при пожарах, определение 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, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1.1 Знает базовые понятия, законы и методы математических и естественнонаучных дисциплин для решения задач в области экологии и природопользования; - фундаментальные законы природы, закономерности развития природных процессов и экосистем	Знает: основные явления, протекающие на пожаре, химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. зависимость скорости реакции горения от температуры и давления; понятие пламени, температуру пламени, и их излучение; базовые понятия и законы природы, закономерности развития природных процессов.
ОПК-1.2. Умеет применять базовые знания фундаментальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения задач в области экологии и природопользования; - применять естественнонаучные знания для исследования и прогнозирования тенденции развития природных процессов и экосистем.	Умеет: различать признаки, формируемые различными видами горения; применять термины и определения, необходимые для специалиста в области экологии и природопользования; выявлять закономерности процессов возникновения горения и взрыва; выявлять закономерности процессов распространения и прекращения горения на пожарах прогнозировать динамику пожаров.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование направленность (профиль) «Экологическая безопасность и экологический мониторинг».

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			4	5
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180	72	108
Контактная работа		92	36	56
Лекции		18	6	12
Практические занятия		32	14	18
Лабораторные работы		40	16	24
Консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа		52	36	16
Курсовая работа				
Зачёт			+	
Зачёт с оценкой				
Экзамен		36		36

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

№ п/п	Номер и наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий, в том числе практическая подготовка*			Консультация	Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
№ семестра 4								
1	Тема 1. Физико-химическая природа процессов горения	14	2	2	4			6
2	Тема 2. Материальный и тепловой баланс процессов горения	18		4	4			10
3	Тема 3. Самовоспламенение	14	2		4			8
4	Тема 4. Самовозгорание	12		2	4			6
5	Тема 5. Вынужденное воспламенение (зажигание)	14	2	6				6
Зачёт (зачет с оценкой, экзамен)								
№ семестра 5								
6	Тема 6. Горение газо-паровоздушных смесей	10	2	4				4
7	Тема 7. Горение жидкостей	18	4	4	6			4

8	Тема 8. Горение твердых веществ и материалов	16	4	4	6			2
9	Тема 9. Взрывы. Ударные волны и детонация	12		4	6			2
10	Тема 10. Прекращение горения	14	2	2	6			4
Консультация		2				2		
Экзамен		36					36	
Итого		180	18	32	40	2	36	52

4.3 Содержание дисциплины для очной 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.

Практическое занятие. Характеристики процессов горения.

Лабораторная 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.

Самостоятельная работа. Пожар, основные явления, протекающие на пожаре (выделение теплоты и продуктов горения, конвективный массо-(газо)-обмен, теплоизлучение зоны горения). Явления, сопровождающие пожар, Опасные факторы пожара и их воздействие на человека.

Химические реакции, сопровождающие горение, их особенности. Молекулярно-кинетическое представление о процессе горения. Зависимость скорости реакции горения от температуры и давления.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [1,2]

Тема 2. Материальный и тепловой баланс процесса 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. Дым и его основные характеристики, коэффициент дымообразования.

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).

Лабораторная работа. Материальный баланс процесса горения

Самостоятельная работа. Расчет материального и теплового баланса процесса горения для индивидуального вещества.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [1,2]

Тема 3. Самовоспламенение

Лекция. Радикально-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. 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.

Лабораторная работа. Экспериментальное определение температуры самовоспламенения.

Самостоятельная работа. Радикально-цепной механизм процессов окисления и его основные закономерности. Элементы тепловой теории самовоспламенения горючих смесей. Температура самовоспламенения как показатель пожарной опасности, практическое значение и методы ее определения. Методы определения температуры самовоспламенения и влияние на ее величину различных факторов.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [1,2]

Тема 4. Самовозгорание

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

Лабораторная работа. Экспериментальное изучение процессов самовозгорания

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

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [1,2]

Тема 5. Вынужденное воспламенение (зажигание)

Лекция. 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.

Практическое занятие. Условия зажигания. 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.

Самостоятельная работа. Отличие механизма зажигания от самовоспламенения. Сущность тепловой теории зажигания. Особенности зажигания паровоздушных смесей нагретой поверхностью. Основные виды источников зажигания. Особенности зажигания электрической искрой. Минимальная энергия зажигания. Зависимость минимальной энергии зажигания от различных факторов. Практическое применение минимальной энергии зажигания.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2]

Дополнительная литература: [1,2]

Тема 6. Горение газо-паровоздушных смесей

Лекция. Физико-химические процессы, протекающих при горении смесей паров и газов. Необходимые и достаточные условия для горения газов. Основные особенности горения паров и газов. Классификация газов по пожарной опасности.

Практическое занятие. Показатели пожарной опасности газо-паровоздушных смесей, область применения и методы их определения. Задания на курсовое проектирование.

Самостоятельная работа. Механизм горения газовых фонтанов. Горение пыле-метановоздушных смесей в угольных шахтах. Концентрационные пределы распространения пламени.

Основная [1,2];
Дополнительная [1,2]

Тема 7. Горение жидкостей

Лекция. Изучение физико-химических процессов, протекающих при горении жидкостей. Необходимые и достаточные условия горения жидкостей. Основные особенности горения жидкостей. Прогрев жидкостей в глубину. Вскипание и выброс при горении жидкостей. Влияние факторов окружающей среды на скорость выгорания жидкостей. Основной показатель пожарной опасности жидкостей, методы определения и практическое значение. Классификация жидкостей по пожарной опасности.

Практическое занятие. Показатели пожарной опасности жидкостей. Показатели пожарной опасности жидкостей область применения и методы их определения.

Лабораторная работа. Изучение предельных режимов горения. Определение температуры вспышки.

Самостоятельная работа. 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

Лекция. 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.

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.

Практическое занятие. Показатели пожарной опасности твердых горючих материалов.

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

Лабораторная работа. 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.

Самостоятельная работа. Изучение физико-химических основ термической деструкции ТГМ, как основной стадии процессов горения. Механизм, продукты. Основные закономерности процессов горения твердых органических материалов. Особенности горения металлов. Особенности горения пылевидных веществ. Показатели пожарной опасности твердых веществ и материалов, методы их определения.

Рекомендуемая литература:

Основная [1,2];

Дополнительная [1,2]

Тема 9. Взрывы. Ударные волны и детонация

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

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

Самостоятельная работа. Взрывчатые вещества.

Рекомендуемая литература:

Основная [1,2];

Дополнительная [1,2]

Тема 10. Прекращение горения

Лекция. 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.

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.

Практическое занятие. 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.

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.

Лабораторная работа. Исследование свойств огнетушащих пен. 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.

Определение оптимальной и критической интенсивности подачи огнетушащих веществ

Самостоятельная работа Практическое применение теории гашения. Огнепреградитель, физико-химические основы его действия. Механизм

взаимодействия воды с горячей поверхностью. Область применения, основные характеристики и оценка качества пен. Эксплуатационные свойства и контроль качества ОПС. Методы повышения огнетушащей эффективности ОТВ.

Рекомендуемая литература:

Основная [1,2];

Дополнительная [1,2]

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия, лабораторные работы.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

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

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции, формирование навыков использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

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 занятиям.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме тестирования, защиты отчетов по лабораторным работам, решения задач.

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

6.1 Примерные оценочные материалы

Типовые вопросы для опроса:

1. Дайте определение пожара и назовите необходимые и достаточные условия горения.
2. Приведите примеры простых и сложных веществ:
 - а) горючих и негорючих;
 - б) негорючих, представляющих пожарную опасность;
 - в) представляющих опасность при взаимодействии с водой;
 - г) окислителей;
 - д) восстановителей;
 - е) огнетушащих веществ.
3. Перечислите первичные и вторичные опасные факторы пожара.
4. Что называется горючей средой. В чем особенность образования горючей среды для жидкостей и твердых горючих материалов?
5. Приведите примеры источников тепловыделения различной природы.
6. Какие факторы влияют на скорость реакции горения?
7. Что является основной причиной увеличения скорости реакции при повышении температуры?
8. Что называется взрывом?
9. Приведите примеры физических и химических взрывов.
10. В чем различие механизмов дефлаграционного и детонационного горения?
11. Что называется максимальным давлением взрыва?
12. Что называется избыточным давлением взрыва?
13. Что такое тротильный эквивалент взрыва?
14. Приведите примеры конденсированных взрывчатых веществ?

Типовые задания для тестирования:

На что расходуется выделяющая теплота реакций окисления?

1. На нагрев стенки сосуда и рассеивание в окружающую среду.
2. На нагрев смеси.
3. На нагрев смеси и рассеивание в окружающую среду.
4. На рассеивание в окружающую среду.

В сосуде какой формы температура самовоспламенения горючей смеси одинакового состава и объема будет максимальной?

1. Куб.
2. Пластина.
3. Цилиндр.
4. Шар.

Как изменяется температура самовоспламенения в гомологическом ряду углеводородов при увеличении их молекулярной массы?

1. Возрастает.
2. Уменьшается.

3. Зависит от формы сосуда.
4. Не меняется.

По какому механизму протекают процессы самовоспламенения?

1. Тепловой.
2. Каталитический.
3. Цепной.
4. Цепной и тепловой.

Для каких веществ температура самовоспламенения является показателем пожарной опасности?

1. Газы.
2. Жидкости.
3. Твердые вещества.
4. Все агрегатные состояния.

Типовые задачи:

1. Рассчитать объем воздуха, необходимый для полного сгорания 20 кг толуола $C_6H_5CH_3$. Температура $50^{\circ}C$, давление 780 мм рт.ст, коэффициент избытка воздуха 1,6.

2. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 40 м³ пропана C_3H_8 при стандартных условиях, если коэффициент избытка воздуха равен 2?

3. Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 15 кг бутилами- на $C_4H_9NH_2$? Температура – $5^{\circ}C$, давление 1,1 ат, коэффициент избытка воздуха 1,4.

4. 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, $\alpha = 1,4$.

5. Определить объем воздуха, необходимый для полного сгорания 50 м³ доменного газа, состоящего из 9,0 % диоксида углерода, 31,0 % оксида углерода, 0,3 % метана, 2,0 % водорода и 57,7 % азота. Условия нормальные, $\alpha = 1,7$.

6. 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, $\alpha = 1,5$.

7. Какой объем азота содержится в продуктах полного сгорания в воздухе 10 м³ газовой смеси состава: 25 % ацетилена C_2H_2 и 75 % N_2 . Условия нормальные, $\alpha = 1$.

8. Сгорает 14 кг резины, состоящей из 78 % углерода, 9 % водорода, 9 % серы, 1% азота и 3 % кислорода при $t = 16^{\circ}C$ и $p = 780$ мм рт. ст., $\alpha = 1,9$. Опре- делить объем и процентный состав выделившихся продуктов горения.

9. Определить объем и процентный состав продуктов горения, образовав- шихся при полном сгорании 3 кг нитроклечатки, состоящей из 28,6 % углеро- да, 57,1 % кислорода, 3,2 % водорода и 11,1 % азота, при $t = 20^{\circ}C$ и p

=110 КПа, $\alpha = 2,0$.

10. Рассчитать температуру горения бензола, если потери тепла излучением составляют 20 %, а коэффициент избытка воздуха 1,8.

Форма отчета по лабораторной работе:

Отчет о лабораторной работе № _____

Название работы:

Цель работы:

Материалы и оборудование, используемые в работе:

Описание образцов исследования:

Исследовательская часть:

Ход исследования: описание методики исследования. Обработка результатов:

Выводы:

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

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 самонагревания 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.

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Распределение t° в горящих жидкостях.
2. Какова t° поверхности жидкости при установившемся ее горении?
3. Что такое температура кипения и скорость испарения (W). Зависимость W от $P_{\text{нас}}$, t° , скорости воздушного потока.
4. Как изменится скорость распространения пламени по поверхности жидкости при увеличении начальной t° жидкости?
5. Какие условия необходимы, чтобы произошло воспламенение жидкости?
6. Методы расчета температуры вспышки, ее практическое значение.
7. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клайперона – Клаузиуса.
8. Зависимость $P_{\text{нас}}$ от t° . Уравнение Антуана.
9. Методы определения концентрации ненасыщенного пара в производственных помещениях и оценка их опасности.
10. Как изменяется температура вспышки горючих растворов при изменении концентрации горючего компонента?
11. Методы определения концентрации насыщенного пара в аппаратах и резервуарах, и оценка их опасности.
12. Линейная скорость выгорания и скорость распространения пламени по ГЖ.
13. Связь между температурными и концентрационными пределами распространения пламени.
14. Классификация жидкостей на ЛВЖ и ГЖ?
15. Температурные пределы распространения пламени, их практическое значение.
16. Причины образования гомотермального слоя в горящих жидкостях.

17. Движущая сила процесса распространения пламени по ГЖ?
18. Зависимость скорости выгорания ГЖ от уровня жидкости в резервуаре?
19. t° вспышки, ее практическое значение.
20. Вскипание, причины, условия, меры профилактики.
21. Зависимость скорости распространения пламени по ГЖ при изменении условий окружающей среды.
22. Массовая и линейная скорости выгорания жидкости, их взаимосвязь.
23. Как изменяется t° вспышки жидкостей в гомологическом ряду предельных углеводородов?
24. Выброс нефтепродуктов из резервуаров, причины, условия, меры профилактики.
25. На что расходуется теплота, падающая от пламени на поверхность горящей жидкости.
26. Особенности горения металлов.
27. Основные характеристики возникновения, распространение пламени и горения твердых органических веществ.
28. Индекс распространения пламени по поверхности ТГМ.
29. Основные стадии процессов термического разложения древесины.
30. Показатели токсичности продуктов горения ТГМ.
31. Тление, его особенности. Температура тления, практическое применение.
32. Приведенная массовая скорость выгорания, практическое применение.
33. Особенности горения пылевидных веществ.
34. Схема распространения пламени по поверхности ТГМ.
35. Показатель горючести ТГМ, практическое применение.
36. Состав продуктов термического разложения ТГМ.
37. Показатели пожарной опасности горючих пылей, область их практического применения.
38. Причины химического недожога при горении ТГМ.
39. НКПР пылей, область применения, зависимость от различных условий.
40. Основные закономерности термической деструкции органических веществ.
41. Как подразделяются горючие вещества по агрегатному состоянию при определении показателей пожарной опасности?
42. Что называется температурой вспышки, для каких веществ она определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева ГЖ по температуре вспышки?
43. Что такое температура самовоспламенения, для каких веществ она определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева неизолированных поверхностей по температуре самовоспламенения?

44. Что такое область воспламенения, ее практическое применение, для каких веществ определяется, взрывобезопасные концентрации газов и паров ГЖ с смесями с воздухом?

45. Что такое температурные пределы распространения пламени, для каких веществ определяются, безопасные температуры нагрева ГЖ?

46. Что такое температура тления, для каких веществ определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева веществ по температуре тления?

47. Условия теплового самовозгорания, для каких веществ определяется, их практическое применение, безопасные температуры нагрева веществ и материалов по температуре самовозгорания?

48. Что такое минимальная энергия зажигания, для каких веществ определяется, ее практическое применение, безопасные источники зажигания по значению их энергии?

49. Что такое критический гасящий диаметр, для каких веществ определяется, его практическое применение?

50. Что такое группа горючести, для каких веществ определяется, ее практическое применение?

51. Что такое температура воспламенения, для каких веществ определяется, ее практическое применение?

52. 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?

53. Что такое нормальная скорость распространения пламени, для каких веществ определяется, ее практическое применение?

54. Что такое скорость выгорания, для каких веществ определяется, ее практическое применение?

55. Коэффициент дымообразования, определение, классификация, область применения, сущность метода определения?

56. Что такое индекс распространения пламени, для каких веществ определяется, его практическое применение?

57. Что такое показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов, его практическое применение?

58. Что такое минимальное взрывоопасное содержание кислорода, для каких веществ определяется, его практическое применение?

59. Что такое максимальное давление взрыва, для каких веществ определяется, его практическое применение?

60. Взрывы, возникновение ударных волн.

61. Особенности детонации газопаровоздушных систем.

62. Тротильный эквивалент.

63. Что такое скорость нарастания давления при взрыве, для каких веществ определяется, ее практическое применение?

64. Тепловая теория гашения пламени

65. Предельные режимы нормального горения, методы их оценки для реальных паровоздушных систем.
66. Основные способы тушения пожаров.
67. Классификация огнетушащих веществ и способы тушения пожаров.
68. Огнетушащая эффективность огнетушащих веществ и методы их оценки.
69. Практическое применение теории гашения. Огнепреградитель, физико-химические основы его действия.
70. Вода как огнетушащее вещество. Область применения, достоинства, недостатки.
71. Пены в качестве огнетушащего вещества. Физико-химические основы получения. Область применения, достоинства, недостатки.
72. Негорючие газы в качестве огнетушащих веществ. Область применения, достоинства, недостатки.
73. Галогенуглеводороды как огнетушащие вещества. Область применения, достоинства, недостатки.
74. Огнетушащие порошковые составы, механизм действия, эксплуатационные свойства и методы их контроля. Область применения, достоинства, недостатки.
75. Пути повышения эффективности основных огнетушащих веществ. Основные типы комбинированных огнетушащих составов.

6.2 Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
зачет	правильность и полнота ответа	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; 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; дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе	зачтено

		отсутствуют выводы.	
		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.	не зачтено
экзамен	правильность и полнота ответа	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.	отлично
		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.	хорошо

	дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
	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.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечения:

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

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. В.Р. Малинин и др. Теория горения и взрыва. Учебник для вузов МЧС России по специальности 280104.65 - Пожарная безопасность / Под ред. проф. В.С. Артамонова / СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2009 г. – 280 с. Режим доступа: <https://elib.igps.ru/?23&type=card&cid=ALSFR-171ddc57-2e70-4373-a34c-9592fca88130&remote=false>
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, 2022. - 436 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?2&type=card&cid=ALSFR-6c871153-1002-465a-a068-0ac26a1d1c5c&remote=false>

Дополнительная литература

1. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения: справочник. Ч. II/ Корольченко А.Я. - М.: Пожнаука, 2000. - 757 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-1aa9e1b9-dc5d-4b3b-b2c4-461fd4a9f842>
2. А. А. Мельник. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. Исследование пожаровзрывоопасности горючих жидкостей : учебное пособие по выполнению курсовой работы по специальности 280104.65 - Пожарная безопасность. МЧС России. - СПб. : Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2008. - 114 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-db33b9eb-a6d0-4b3d-a414-89609cdc2af5>

7.4. Материально-техническое обеспечение

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

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория «Теории горения и взрыва».

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

Авторы: кандидат химических наук, доцент, Коробейникова Елена Германовна; Мальчиков Константин Борисович.