

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 14.07.2025 14:46:06

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

**Специалитет по специальности
40.05.03 Судебная экспертиза
специализация «Инженерно-технические экспертизы»**

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- формирование необходимого объема общих знаний по условиям возникновения и распространения пламени, параметрам горения газов, жидкостей, пылей и твердых горючих материалов, механизмам действия огнетушащих веществ и методов прекращения горения, классификации реальных пожаров и динамики их развития.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ПК-11	Способен выявлять закономерности процессов возникновения горения и взрыва, распространения и прекращения горения на пожарах, динамики пожаров

Задачи дисциплины:

- формирование у обучаемых 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, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ИД-1. ПК-11. Определяет условия возникновения, механизмы распространения и прекращения процессов горения и взрыва	Знает Физико-химические процессы, протекающих при горении смесей паров и газов, жидкостей, твердых веществ и материалов. Показатели пожарной опасности. Условия, необходимые для прекращения горения. Огнетушащие вещества, их свойства, область применения, эксплуатационные особенности. Умеет Применять способы определения и расчета

	концентрационных пределов распространения пламени. Определять показатели пожарной опасности жидкостей и твердых горючих веществ и материалов Проводить расчет минимальной флегматизирующей концентрации флегматизатора, минимального взрывоопасного содержания кислорода, критического огнегасящего диаметра. Владеет навыком Определения оптимальной и критической интенсивности подачи огнетушащих веществ
ИД-2. ПК-11. Определяет характер изменения режимов горения, параметров пожара на разных стадиях его развития	Знает Основные параметры пожара Свойства, определяющие склонность к тлению и пожарная опасность различных материалов. Способы предотвращения возникновения и развития процессов тления. Особенности горения полимерных материалов. Связь скорости распространения пламени со скоростью химических реакций и теплообменом во фронте пламени. Умеет Оценивать линейную и массовую скорость выгорания. Определять оптимальных параметров тушения. Владеет Расчетными и экспериментальными методы определения массовой скорости выгорания.
ИД-3.ПК-11. Формулирует и анализирует версии о расположении очага пожара, в том числе основываясь на результатах математического моделирования динамики опасных факторов пожара	Знает Классификацию пожаров по условиям массо- и теплообмена с окружающей средой. Зоны пожара. Опасные факторы пожара, их характеристику и опасность воздействия. Умеет определять зоны горения, теплового воздействия и задымления, границы перехода одной зоны в другую. Владеет Методиками определения опасных факторов пожара для помещений Методиками определения опасных факторов пожара при пожарах и взрывах на открытом пространстве.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы специалитета по специальности **40.05.03 Судебная экспертиза, специализация Инженерно-технические экспертизы.**

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

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

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			5	6
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	72	144
Контактная работа, в том числе:		92	36	56
Лекции		24	12	12
Практические занятия		36	12	24
Лабораторные работы		30	12	18
консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа		88	36	52
Курсовая работа		+		+
Зачет		+	+	
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 темы	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Консультация	Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические	Лабораторные работы			
Семестр 5								
1	Горение газо-паровоздушных смесей	24	4	4	4			12
2	Горение жидкостей	24	4	4	4			12
3	Горение твердых веществ и материалов	24	4	4	4			12
Зачет							+	
Семестр 6								
4	Классификация реальных пожаров	12	2	4				6
5	Динамика внутренних и внешних пожаров	18	4		6			8
6	Опасные факторы пожара	18	2	8				8
7	Тепловая теория прекращения горения	16	2	4				10
8	Параметры прекращения горения	14		4				10
9	Огнетушащие вещества: состав, область применения, механизм огнетушащего действия	28	2	4	12			10
Консультация		2				2		
Экзамен		36					36	
Итого		216	24	36	30	2	36	88

**4.3 Содержание дисциплины для обучающихся:
очной формы обучения**

Тема 1. Горение газо-паровоздушных смесей

Физико-химических процессы, протекающих при горении смесей паров и газов. Необходимые и достаточные условия для горения газов. Основные особенности горения паров и газов. Показатели пожарной опасности газо-паровоздушных смесей, область применения и методы их определения. Классификация газов по пожарной опасности.

Механизм горения газовых фонтанов. Концентрационные пределы распространения пламени.

Лекция.

Горение газов

Практическое занятие.

Способы определения и расчета КПП.

Выдача заданий на курсовую работу.

Лабораторная работа. Горение газопылевоздушных смесей.

Самостоятельная работа.

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

Основная [1-2];

Дополнительная [1-2]

Тема 2. Горение жидкостей

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. 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.

Лекция.

Горение жидкостей

Практическое занятие.

Показатели пожарной опасности жидкостей

Испарение жидкостей.

Лабораторная работа.

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

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 3. Горение твердых веществ и материалов

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.

Лекция.

Горение твердых веществ и материалов

Практическое занятие.

Показатели пожарной опасности твердых горючих материалов.

Горение металлов.

Лабораторная работа.

Горение твердых горючих материалов.

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 4. Классификация реальных пожаров

Классификация пожаров: по условиям массо- и теплообмена с окружающей средой, в зависимости от вида горящих веществ и материалов (классы и подклассы), по признаку изменения площади горения, регулируемые воздухообменом, регулируемые пожарной нагрузкой.

Основные параметры пожара, характеристика пожаров. Пожарная нагрузка: постоянная и переменная. Удельная пожарная нагрузка, коэффициент поверхности горения. Линейная скорость распространения горения.

Геометрические параметры пожара. Температура. Массо-теплообмен. Газообмен. Дымообразование.

Лекция.

Классификация пожаров.

Практическое занятие

Классификация пожаров по виду горящих веществ и материалов.

Определение и расчет основных параметров пожара.

Самостоятельная работа.

Изучение особенностей пожаров на различных объектах: в лесах, на нефтебазах, складах леса, на транспорте и т.п.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2];

Дополнительная [1-2].

Тема 5. Динамика внутренних и внешних пожаров

Общие закономерности развития внутренних пожаров. Стадии и фазы развития внутреннего пожара. Основные явления и процессы при внутренних пожарах. Динамика развития внутреннего пожара. Тепловой баланс внутреннего пожара.

Лекция.

Динамика развития пожаров.

Лабораторная работа.

Динамика внутренних пожаров.

Самостоятельная работа.

Изучение влияния пожарной нагрузки и вентиляции. Особенности пожаров в помещениях с закрытыми проемами.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2];

Дополнительная [1-2].

Тема 6. Опасные факторы пожара

Зоны пожара. Характеристика и определение зон горения, теплового воздействия и задымления, границы перехода одной зоны в другую. Опасные факторы пожара. Первичные и вторичные факторы, их характеристика и опасность воздействия.

Лекция.

Опасные факторы пожара.

Практическое занятие.

Методики определения опасных факторов пожара для помещений

Методики определения опасных факторов пожара при пожарах и взрывах на открытом пространстве (ч. I и ч. II).

Самостоятельная работа

Изучение приложения к приказу МЧС России №404;

Изучение приложения к приказу МЧС России №382

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2];
Дополнительная [1-2].

Тема 7. Тепловая теория прекращения горения

Лекция.

Тепловая теория гашения пламени. Классификация огнетушащих веществ и способы тушения пожаров.

Практическое занятие.

Предельные режимы нормального горения, методы их оценки для реальных паровоздушных систем.

Самостоятельная работа

Изучение процессов гашения пламени в узких каналах. 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.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2];
Дополнительная [1-2].

Тема 8. Параметры прекращения горения

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.

Практическое занятие

Определение оптимальных параметров тушения.

Самостоятельная работа

Изучение огнетушащей эффективности огнетушащих веществ и методы их оценки. Практическое применение теории гашения. Огнепреградитель, физико-химические основы его действия.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2];
Дополнительная [1-2].

Тема 9. Огнетушащие вещества: состав, область применения, механизм огнетушащего действия

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.

Область применения ОТВ, 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.

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.

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

Галогенуглеводороды (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.

Лекция.

Огнетушащие вещества.

Практическое занятие.

Флегматизация и ингибирование.

Лабораторная работа. Исследование свойств огнетушащих пен.

Определение оптимальной и критической интенсивности подачи огнетушащих веществ.

Самостоятельная работа

Практическое применение теории гашения. Огнепреградитель, физико-

химические основы его действия.

Рекомендуемая литература:

Основная [1-2];

Дополнительная [1-2].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы учебной дисциплины 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 нормативно-правовых актов, создание новых знаний обучаемыми;
- формирование профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности и др.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя 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, 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.

Курсовая работа выполняется с целью систематизации, закрепления и углубления знаний, полученных на предыдущих этапах обучения. При этом курсанты и слушатели приобретают навыки самостоятельной творческой работы, анализа и умения грамотно, стройно и логически обоснованно излагать свои мысли и оформлять результаты работы при решении практических задач.

Курсовая работа (проект) выполняется в часы самостоятельной работы.

Перечень лабораторных работ:

1. Горение газопаровоздушных смесей
2. Горение жидкостей
3. Горение твердых веществ и материалов
4. Динамика внутренних и внешних пожаров
5. Огнетушащие вещества: состав, область применения, механизм огнетушащего действия

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 зачета, курсовой работы и экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Отличия испарения горючих жидкостей в открытом сосуде и парообразования в закрытом сосуде.
2. Какие пары называются насыщенными?
3. Приведите уравнение Антуана для расчета давления насыщенных паров.
4. От чего зависит давление насыщенных паров?
5. Что такое нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени, для каких веществ определяются, их практическое применение?

6. Дайте определение температурным пределам распространения пламени.

7. Взаимосвязь температурных пределов распространения пламени с концентрационными пределами распространения пламени. Приведите уравнение, раскрывающее их взаимосвязь.

8. Состав газообразных продуктов термического разложения твердых горючих материалов.

9. Что называется сублимацией (возгонкой). Приведите примеры сублимирующихся материалов.

10. Особенности образования горючей паро-воздушной смеси над поверхностью сублимирующихся, плавящихся и термически разлагающихся твердых горючих материалов.

11. Основные характеристики возникновения, распространения пламени и горения твердых органических веществ.

12. Тление, его особенности. Температура тления, практическое применение.

13. Какими показателями характеризуется пожарная опасность горючих пылей, дайте их определение и укажите область практического применения.

14. Основные особенности горения и тушения металлов.

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

16. Приведите классификацию огнетушащих веществ по способу прекращения горения.

17. Дайте определение огнетушащей эффективности огнетушащих веществ.

18. Дайте определение интенсивности подачи огнетушащего вещества.

19. Дайте определение удельному расходу огнетушащего вещества.

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

21. С какими веществами при их тушении вода реагирует с выделением большого количества тепла и горючих газов?

22. Механизм взаимодействия воды с горячей поверхностью.

23. Смачиваемость твердой поверхности. Определение смачивания. Краевой угол смачивания.

24. Способы повышения эффективности тушения водой.

25. Пены в качестве огнетушащих веществ. Физико-химические основы получения. Область применения, достоинства, недостатки.

26. Классификация пен по способу получения, кратности. Достоинства и недостатки пен различной кратности.

27. Устойчивость пен и их разрушение. Процессы синерезиса и коалесценции. Коэффициент разрушения пены.

28. Негорючие газы в качестве огнетушащих веществ Область применения, достоинства, недостатки.

29. Галогенуглеводороды как огнетушащие вещества. Область применения, достоинства, недостатки.

Типовые темы для докладов:

1. Особенности горения газопылевоздушных смесей.
2. Динамика развития внутренних пожаров.
3. Динамика развития внешних пожаров.
4. Опасные факторы пожара.
5. Особенности горения твердых горючих материалов.

Типовые задачи:

1. Рассчитайте температуру вспышки для 1,10 дихлордекан $C_{10}H_{20}Cl_2$
2. Рассчитайте температуру вспышки для 1,6 Дихлоргексан $C_6H_{12}Cl_2$.
3. Рассчитайте температуру вспышки для 2,3 Гександиол $C_6H_{14}O_2$.
4. Рассчитайте температуру вспышки для 1,3 Гександиол $C_6H_{14}O_2$.
5. Определите температуру воспламенения бензола C_6H_6 .
6. Определите температуру воспламенения диэтилового эфира $C_2H_5OC_2H_5$.
7. Определить избыточное давление взрыва при разрушении аппарата с пентилциклогексаном $C_{11}H_{22}$ объемом 16 л, размеры помещения $20 \times 30 \times 5$. Температура $30^\circ C$, давление 150 кПа.
8. Определить избыточное давление взрыва при разрушении аппарата с амиленом C_5H_{10} , объемом 160 л, размеры помещения $10 \times 30 \times 4$. Температура $12^\circ C$, давление 120 кПа
9. Вычислить низшую теплоту сгорания бутилнитрита $C_4H_9NO_2$ по формуле Д.И. Менделеева.
10. Вычислить низшую теплоту сгорания бутилнитрата $C_4H_9NO_3$ по формуле Д.И. Менделеева.
11. Рассчитать КПП газа пропана C_3H_8 .
12. Рассчитать КПП трет-бутилмочевины $C_5H_{12}N_2O$.
13. Рассчитать КПП 4-трет-Бутил-2 метафенола $C_{11}H_{16}O$.
14. Рассчитать КПП бензилтиола C_7H_8S .
15. Рассчитать КПП бензилтиоцианат C_8H_7SN .

16. Рассчитать стехиометрическую концентрацию пропана C_3H_8 в % объемных и г/м³ при температуре 25⁰С и давлении 95 кПа.

17. Рассчитать стехиометрическую концентрацию бензилтиоцианат C_8H_7SN в % объемных и г/м³ при температуре 27⁰С и давлении 110 кПа.

18. Рассчитать стехиометрическую концентрацию бензильтиола C_7H_8S в % объемных и г/м³ при температуре 28⁰С и давлении 115 кПа.

Типовые задания для тестирования:

1. Как изменяется поверхностное натяжение с температурным прогревом поверхности жидкости:

1. увеличивается
2. не зависит
3. уменьшается

2. С увеличением поверхностного натяжения как изменится скорость испарения горючей жидкости:

1. не изменится
2. уменьшится
3. увеличится

3. Температура вспышки это:

1. температура, при которой выделившаяся теплота горения смеси стехиометрического состава расходуется на нагрев и диссоциацию продуктов горения
2. температура, которая достигается при горении стехиометрической горючей смеси при отсутствии потерь в окружающую среду
3. температура сгорания смесей любого состава при избыточном воздухе и при отсутствии потерь в окружающую среду
4. наименьшая температура жидкости, при которой над ее поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но не способные поддерживать устойчивое горение
5. температура горения, достигаемая в условиях реального пожара

4. Критерием отнесения горючих жидкостей к легковоспламеняемым является температура вспышки величиной:

1. менее или равной 28 °С
2. менее и равной 61 °С (в з.т.) и 66 °С (в о.т.)
3. более 61 °С (в з.т.) и 66 °С (в о.т.)

6.1.2. Промежуточной аттестации

Тематика курсовой работы

Расчет опасных факторов пожара при горении горючих жидкостей на промышленных объектах.

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Распределение t° в горящих жидкостях.
2. Геометрические размеры пламени, факторы влияющие на них.
3. Какова t° поверхности жидкости при установившемся ее горении?
4. Что такое температура кипения и что такое скорость испарения (W).

Зависимость W от $P_{\text{нас}}$, t° , скорости воздушного потока.

5. Как изменится скорость распространения пламени по поверхности жидкости при увеличении начальной t° жидкости?

6. Какие условия необходимы, чтобы произошло воспламенение жидкости?

7. Методы расчета температуры вспышки, ее практическое значение.

8. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.

Уравнение Клайперона – Клаузиуса.

9. Зависимость $P_{\text{нас}}$ от t° . Уравнение Антуана.

10. Методы определения концентрации ненасыщенного пара в производственных помещениях и оценка их опасности.

11. Как изменяется температура вспышки горючих растворов при изменении концентрации горючего компонента?

12. Методы определения концентрации насыщенного пара в аппаратах и резервуарах, и оценка их опасности.

13. Линейная скорость выгорания и скорость распространения пламени по ГЖ – это одно и то же понятие или нет?

14. Существует ли связь между температурными концентрационными пределами РП?

15. По какому параметру классифицируются жидкости на ЛВЖ и ГЖ?

16. Расположите в порядке возрастания температурные параметры пожарной опасности; t° горения, t° вспышки, t° кипения, ВТПР, t° самовоспламенения, НТПР, t° воспламенения.

17. Температурные пределы РП, их практическое значение.

18. Причины образования гомотермального слоя в горящих жидкостях.

19. Что является движущей силой процесса РП по ГЖ?

20. Как изменится скорость выгорания ГЖ при уменьшении уровня жидкости в резервуаре?

21. t° вспышки, ее практическое значение.

22. Вскипание, причины, условия, меры профилактики.

23. Насыщенный и ненасыщенный пар. Условия образования, характеристики.

24. Как меняется скорость распространения пламени по ГЖ при изменении условий окружающей среды?
25. Массовая и линейная скорости выгорания жидкости, их взаимосвязь.
26. Как изменяется t° вспышки жидкостей в гомологическом ряду предельных углеводородов?
27. Выброс нефтепродуктов из резервуаров, причины, условия, меры профилактики.
28. Причины РП по поверхности жидкостей, от каких факторов зависит скорость РП.
29. На что расходуется теплота, падающая от пламени на поверхность горячей жидкости.

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Распределение температуры в горящих жидкостях.
2. Геометрические размеры пламени, факторы влияющие на них.
3. Какова температура поверхности жидкости при установившемся ее горении?
4. Методы определения концентрации ненасыщенного пара в производственных помещениях и оценка их опасности.
5. Как изменяется температура вспышки горючих растворов при изменении концентрации горючего компонента?
6. Методы определения концентрации насыщенного пара в аппаратах и резервуарах, и оценка их опасности.
7. Линейная скорость выгорания и скорость распространения пламени по ГЖ – это одно и то же понятие или нет?
8. Связь между температурными концентрационными пределами РП?
9. По какому параметру классифицируются жидкости на ЛВЖ и ГЖ?
10. Расположите в порядке возрастания температурные параметры пожарной опасности; t° горения, t° вспышки, t° кипения, ВТПР, t° самовоспламенения, НТПР, t° воспламенения.
11. Температурные пределы РП, их практическое значение.
12. Причины образования гомотермального слоя в горящих жидкостях.
13. Что является движущей силой процесса РП по ГЖ?
14. Вскипание, причины, условия, меры профилактики.
15. Как изменяется t° вспышки жидкостей в гомологическом ряду предельных углеводородов?
16. Выброс нефтепродуктов из резервуаров, причины, условия, меры профилактики.
17. Причины РП по поверхности жидкостей, от каких факторов зависит скорость РП.
18. Основные особенности горения металлов.
19. Основные характеристики возникновения, распространение пламени и горения твердых органических веществ.
20. Индекс распространения пламени по поверхности ТГМ.

21. Основные макростадии процессов термического разложения древесины.

22. Показатели токсичности продуктов горения ТГМ, практическое применение.

23. Тление, его особенности. Температура тления, практическое применение.

24. Приведенная массовая скорость выгорания, практическое применение.

25. Особенности горения пылевидных веществ.

26. Алгоритм процессов горения ТГМ.

27. Схема распространения пламени по поверхности ТГМ.

28. Показатель горючести ТГМ, практическое применение.

29. Состав продуктов термического разложения ТГМ.

30. Какими показателями характеризуется пожарная опасность горючих пылей, дайте их определение и укажите область практического применения.

31. Причины химического недожога при горении ТГМ.

32. НКПР пылей, область применения, зависимость от различных условий.

33. Основные закономерности термической деструкции органических веществ.

34. Как подразделяются горючие вещества по агрегатному состоянию при определении показателей пожарной опасности?

35. Что называется температурой вспышки, для каких веществ она определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева ГЖ по температуре вспышки?

36. Что такое температура самовоспламенения, для каких веществ она определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева неизолированных поверхностей по температуре самовоспламенения?

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

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

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

40. Что такое условия теплового самовозгорания, для каких веществ определяется, ее практическое применение, безопасные температуры нагрева веществ и материалов по температуре самовозгорания?

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

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

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

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

45. Что такое нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени, для каких веществ определяются, их практическое применение?

46. 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?

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

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

49. Основные способы тушения пожаров.

50. Классификация огнетушащих веществ и способы тушения пожаров.

51. Огнетушащая эффективность огнетушащих веществ и методы их оценки.

52. Практическое применение теории гашения. Огнепреградитель, физико-химические основы его действия.

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

54. Пены в качестве огнетушащего вещества. Физико-химические основы получения.

Область применения, достоинства, недостатки.

55. Негорючие газы в качестве огнетушащих веществ. Область применения, достоинства, недостатки.

56. Галогенуглеводороды как огнетушащие вещества. Область применения, достоинства, недостатки.

57. Огнетушащие порошковые составы, механизм действия, эксплуатационные свойства и методы их контроля. Область применения, достоинства, недостатки.

58. Пути повышения эффективности основных огнетушащих веществ.

59. Основные типы комбинированных огнетушащих составов.

60. На какие группы подразделяются огнетушащие вещества по своим функциональным свойствам?

61. Назовите основные требования, предъявляемые к огнетушащим веществам?

62. Каковы преимущества и недостатки воды как огнетушащего средства? Сочетание каких физико-химических свойств воды обеспечивает прекращение горения на пожаре?

63. В каких случаях используется подача воды сплошными струями в зону горения, а в каких – путем ее распыления?

64. Как влияет на расход воды и время тушения пожара введение ПАВ?

65. В каких случаях нельзя применять воду и водопенные средства?
66. Назовите основные огнегасящие свойства противопожарных пен.
67. От чего зависит устойчивость пены, нанесенной на горящую поверхность?
68. Что понимают под критической интенсивностью подачи пены в очаг пожара?
69. На чем основано огнегасящее действие инертных газообразных разбавителей?
70. Для пожаров, каких классов не рекомендуется применять в качестве разбавителя реакционной смеси диоксид углерода?
71. В какой последовательности располагаются галогены, входящие в состав хладонов, по своей огнегасящей эффективности?
72. Каково воздействие хладонов на химическую реакцию горения при их введении в очаг пожара?
73. Что такое озоноразрушающий потенциал хладона?
74. Какие минеральные соли составляют основу порошковых огнетушащих составов?
75. Что понимают под гетерогенным ингибированием реакции горения порошками? Какова его эффективность?
76. Как снизить слеживаемость порошков и склонность их к комкованию?
77. Каковы главные недостатки и опасность применения аэрозольного пожаротушения?
78. В чем суть синергетического эффекта огнетушащего действия веществ комбинированного действия? Приведите примеры таких композиций.
79. На какие основные периоды можно разделить внутренний пожар?
80. Что такое объемная вспышка?
81. Какова роль потолка в помещении при распространении внутреннего пожара?
82. Каким законом аппроксимируется скорость развития большинства пожаров во времени?
83. Какая минимальная плотность теплового потока на уровне пола приводит к полному охвату помещения пламенем?
84. Назовите факторы, ведущие к полному охвату пламенем помещения?
85. В каком случае раньше наступит объемная вспышка в помещении: в случае кирпичных стен или при их облицовке древесно-волоконистыми плитами? Почему?
86. Какой внутренний пожар считается более опасным: регулируемый пожарной нагрузкой или регулируемый вентиляцией?
87. В чем опасность высокой температуры в помещении и фактическом прекращении пламенного горения из-за недостатка содержания кислорода?
88. Каким образом можно регулировать положение плоскости равных давлений в помещении?
89. Какова динамика движения дыма в многоэтажном здании, если температура в помещении ниже, чем вне его за счет систем кондиционирования?

90. Какие факторы окружающей среды влияют на скорость распространения пламени по твердым и жидким горючим веществам?

91. В чем суть эффекта Марангони, и какую роль он играет при распространении пламени по поверхности жидкости?

92. Как зависит скорость распространения пламени по поверхности твердого горючего материала от его пространственной ориентации и почему?

93. Что понимают под термической толщиной твердого горючего материала? Какой образец считается термически тонким?

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
		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.	хорошо
		работа выполнена самостоятельно, не содержит элементы новизны; имеются недочеты в оформлении курсовой работы; не в полной мере владение теоретическим материалом по	удовлетворительно

		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.	
		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.	неудовлетворительно
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 отсутствуют выводы.	зачтено
		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 обеспечение

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

1. Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]; Лицензия на право пользования № 217800111-ore-2.12-client-6196.

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Информационная справочная система — Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ); профессиональные базы данных — Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ); система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный доступ); электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru>

(авторизованный доступ); электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (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. Расчетные методы оценки пожаровзрывоопасности горючих жидкостей : учебное пособие : [гриф МЧС] / А. А. Мельник [и др.] ; ред. В. С. Артамонов ; МЧС России. - СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2010. - 140 с.

Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-ae2e63f4-a617-4846-ab39-d3ff96a23bef>

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 специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для проведения лабораторных работ оснащены приборами, оборудованием и реактивами в соответствии с тематикой проведения лабораторных работ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

**С в е д е н и я о б о б е с п е ч е н н о с т и т е х н и ч е с к и м и с р е д с т в а м и о б у ч е н и я
лаборатории кафедры физико-химических основ процессов горения и
тушения**

(наименование подразделения)

Таблица 1

Лаборатория ХИМИИ

№ п/п	Наименование ТСО	Ед. изм.	Кол-во
1	Комплект лабораторной мебели		
2	Комплект лабораторной посуды		
3	Жидкостный термостат (водяная баня)	Шт.	1
4	Калориметр	Шт.	1
5	Электролизер	Шт.	1
6	Плитка электрическая лабораторная	Шт.	10
7	Электронные весы	Шт.	5

Таблица 2

Лаборатория ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

№ п/п	Наименование ТСО	Ед. изм.	Кол-во
1	Комплект лабораторной мебели		
2	Комплект лабораторной посуды		
3	Весы лабораторные электронные Е-2000	Шт.	1
4	Газоанализатор Testo300 XXL (4-ре модуля в комплектации)	Шт.	1
5	Прибор ВНИИПО для экспериментального определения температуры самовоспламенения	Шт.	1
6	Прибор Маккея для экспериментального определения склонности жиров и масел к самовозгоранию	Шт.	1
7	Плитка электрическая лабораторная	Шт.	10
8	Электронные весы	Шт.	5

Таблица 3

Лаборатория ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

№ п/п	Наименование ТСО	Ед. изм.	Кол-во
1	Комплект лабораторной мебели		
2	Комплект лабораторной посуды		
3	Весы лабораторные электронные Е-2000	Шт.	1
4	Прибор ТВЗ для определения температуры вспышки в закрытом тигле	Шт.	2
5	Прибор ТВО для определения температуры вспышки в открытом тигле	Шт.	1

6	Печь муфельная лабораторная СНОЛ -10\11 В	Шт.	1
7	Плитка электрическая лабораторная	Шт.	10
8	Электронные весы	Шт.	5
9	Крестовая ударная мельница Pulverisette 16 (Fritch), 230\В\50 Гц	Шт.	1
10	Компрессор	Шт.	1

Автор: Доцент кафедры ФХОПГиТ, к.т.н.

Сорокин И.А.