

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



**Методические рекомендации
для самостоятельной работы
обучающихся по дисциплине
«Физико-химические основы развития и
тушения пожаров»**

Специальность
20.05.01 Пожарная безопасность

Профиль
«Пожарная безопасность государства»

Иваново 2023

Сторонкина О.Е.

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожара» по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, профиль «Пожарная безопасность государства» – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2023. - 23 с.

Методические рекомендации содержат краткое изложение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и основной профессиональной образовательной программы высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины, пожелания по изучению отдельных тем курса, рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса, рекомендации по работе с литературой; советы по подготовке к промежуточной аттестации.

Методические рекомендации рассмотрены на заседании кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор»).

Протокол № _____ от «_____» _____ 2023 г.

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании методико-педагогического совета Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Протокол № _____ от «_____» _____ 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование раздела	Стр.
1.	Введение	4
2.	Методические рекомендации по изучению тем дисциплины	6
2.1	Тема 1. Открытые пожары	9
2.2	Тема 2. Внутренние пожары	11
2.3	Тема 3. Прекращение горения	13
3.	Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации	17
4.	Словарь терминов по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»	23

ВВЕДЕНИЕ

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны получить определенные представления об основных физико-химических закономерностях развития пожара, об объективных физических и химических процессах, лежащих в основе всех существующих приемов и способов прекращения горения.

Изучение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара», помимо лекций и практических занятий, сопровождается выполнением ряда специфических лабораторных работ, предназначенных для углубления и развития представлений о сложной совокупности физико-химических процессов и явлений, сопровождающих процесс неорганизованного диффузионного горения в условиях пожара. Лабораторные работы проводятся двумя преподавателями. Усвоение материала контролируется текущими контрольными работами. Завершается изучение дисциплины сдачей зачета.

Кроме основной и дополнительной литературы, приведенной ниже, при изучении дисциплины рекомендуется использовать справочную литературу, научные издания, сборники публикаций научных конференций и др.

Литература

а) основная литература

1. Марков В.Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России / В.Ф. Марков, Л.Н. Маскаева, М.П. Миронов, С.Н. Пазникова, Екатеринбург: УрО РАН.2009. - 274 с.

б) дополнительная литература

2. Батов Д.В. Задания и методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожара» для обучающихся очного отделения и слушателей-заочников (для всех специальностей) / Д.В. Батов, Т.А. Мочалова, Н.А. Таратанов, А.В. Петров. – Иваново: ООНИ ЭКО ИВИ ГПС МЧС России, 2013. – 74 с.

3. Сторонкина О.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учебно-методическое пособие для выполнения контрольной работы (издание 2-ое, перераб. и доп.) / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, А.А. Осмоловская – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. – 51 с.

4. Сторонкина О.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: практикум / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова, А.А. Осмоловская – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. – 46 с.

5. Корольченко А.Я. Процессы горения и взрыва. – М.: Пожнаука, 2007. – 266 с., ил.

6. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004.

7. Мочалова Т.А. Физико-химические основы горения: учебное пособие / Т.А. Мочалова, Д.В. Батов, А.В. Петров, Н.А. Таратанов – Иваново: ООНИ ЭКО ИВИ ГПС МЧС России, 2014. – 170 с.

8. Наумов А.В. Задачник по пожарной тактике: учебное пособие / А. В. Наумов, А. О. Семенов, Д. В. Тараканов, Ю. П. Самохвалов. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 190 с.

9. Тербнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: ПожКнига, 2004. – 248 с., ил. – Пожарная тактика.

в) нормативная литература

10. Федеральный закон от 22.07.08 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

г) базы данных, поисковые системы, электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки) и электронные образовательные ресурсы:

11. www.vniipro.ru.

12. www.mchs.gov.ru

13. Цифровая среда Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

14. Электронная библиотека академии <http://Bibliomchs37.ru>.

15. Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России сеть Интранет.

16. ЭБС «Юрайт».

17. Национальная электронная библиотека.

Методические рекомендации по изучению курса

Приступая к изучению дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара», необходимо ознакомиться с рабочей программой, настоящими методическими указаниями и списком рекомендуемой литературы. Список литературы дан как в рабочей программе, так и в конце каждой темы данных методических указаний.

Основная трудность, с которой сталкивается обучающийся при изучении курса, состоит в неумении систематизировать материал, выделять наиболее важные сведения, устанавливать взаимосвязь и взаимообусловленность явлений и процессов, происходящих при пожаре. Этому в значительной степени помогает разбор материала каждой темы, а также вопросы для самопроверки. Настоятельно рекомендуется вести подробный конспект лекций и практических занятий. Это тем более важно, что материал дисциплины придется изучать по разным литературным источникам.

При записи формул необходимо указать принятые обозначения и размерность, входящих в уравнение величин.

Важно с самого начала изучения материала дисциплины развивать понимание физической сущности явлений, их взаимосвязи, представлять, где эти явления встречаются в практике, какова их роль и значение в деле обеспечения максимальной пожаро- взрывобезопасности промышленных объектов и личного имущества граждан.

Следует иметь в виду, что изучение дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара» невозможно без знания некоторых разделов химии, физики, математики, теории горения и взрыва и ряда других дисциплин.

Усвоив основные теоретические положения отдельных тем курса, обучающийся может переходить к решению задач по дисциплине.

В структуре дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожара» рассматриваются три раздела:

1. Открытые пожары.
2. Внутренние пожары.
3. Прекращение горения.

Внутри каждого раздела разбирается несколько тем.

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны получить знания об основных физико-химических закономерностях развития и тушения пожара на различных объектах с учетом специфических особенностей процессов горения в зависимости от вида объекта и агрегатного состояния горючего материала.

Общие рекомендации по работе с литературой

Большое значение в процессе обучения имеет самостоятельная работа с учебной литературой, которая позволяет вникнуть в сущность изучаемых вопросов, основательно разобраться в них.

В целях более глубокого и осмысленного усвоения знаний по учебной литературе Вам необходимо:

- отыскивать внутренние связи и взаимоотношения между различными частями в изучаемом тексте, т.е. причины и следствия различных явлений;
- сравнивать изучаемые факты, находя в них сходства и различия;
- связывать ранее полученные знания с вновь запоминаемым материалом;
- продумывать область применения усваиваемых знаний в жизни, на практике;
- находить собственные примеры к общим изучаемым положениям, правилам, законам;
- основательно анализировать помещенные в учебной литературе схемы, таблицы, рисунки, чертежи;
- осуществлять самоконтроль путем пересказа, прочитанного своими словами;
- пользоваться словарями и справочниками для выяснения смыслового значения новых слов и терминов;
- в ходе чтения очень полезно, хотя и не обязательно, делать краткие конспекты прочитанного, выписки, заметки, выделять неясные, сложные для восприятия вопросы. В целях прояснения последних нужно обращаться к преподавателю.

Настоятельно рекомендуется избегать механического заучивания учебного материала. Практика убедительно показывает: самым эффективным способом является не «зубрежка», а глубокое, творческое, самостоятельное проникновение в сущность изучаемых вопросов. Важно с самого начала изучения учебного материала дисциплины развивать понимание физической сущности явлений, их взаимосвязи, представлять, где эти явления встречаются в практике.

Необходимо вести систематическую каждодневную работу над литературными источниками. Объем информации по курсу настолько обширен, что им не удастся овладеть в «последние дни» перед сессией, как на это иногда рассчитывают некоторые учащиеся.

Следует воспитывать в себе установку на прочность, долговременность усвоения знаний по курсу. Надо помнить, что они потребуются не только и не столько в ходе изучения данной дисциплины, но – что особенно важно – в последующей профессиональной деятельности.

При работе с учебной и научной литературой принципиально важно принимать во внимание момент развития. В условиях ускоряющегося старения информации учебные и научные издания, далеко не всегда могут поспевать за новыми явлениями и тенденциями, порождаемыми процессом инновации. Учебную литературу невозможно, даже по чисто техническим причинам, не говоря уже о других, ежегодно обновлять и переиздавать. В связи с этим в литературе по курсу обучающимся могут встречаться положения, которые уже не вполне отвечают новым тенденциям развития. В таких случаях следует, проявляя нужную критичность мысли, опираться

не на устаревшие идеи того или другого издания, как бы авторитетно оно ни было, а на нормы, вытекающие из современных изданий, имеющих отношение к изучаемому вопросу.

Наконец, обучающийся обязан знать не только литературу, рекомендуемую в данном пособии, но и новые, существенно важные издания по курсу, вышедшие в свет после его публикации.

Тема 1. Открытые пожары

Материал данного раздела подробно и доступно изложен в [1, 6], обычного его изучение не вызывает у обучающихся затруднений.

1. Изучите данный раздел с использованием материала лекций и учебной литературы.
2. Заучите определения основных понятий.
3. Горение – основной процесс на пожаре, поэтому следует вспомнить условия возникновения горения, механизмы его протекания. Для этого необходимо повторить соответствующий раздел дисциплины «Теория горения и взрыва».
4. Разберитесь в особенностях развития открытых пожаров.
5. Проведите сравнительный анализ пожаров фонтанов, резервуаров с горючими жидкостями и твердых горючих материалов. Найдите сходства и основные отличительные особенности.
6. Проанализируйте опасные факторы различных видов открытых пожаров.
7. Для лучшего запоминания классификации пожаров фонтанов и твердых горючих материалов изобразите ее в виде схемы.
8. Разберите методики решения задач по расчету безопасных расстояний, влияния скорости и направления ветра на скорость распространения пламени.

Вопросы для самоконтроля

1. Открытые пожары. Особенности газообмена и теплообмена.
2. Дать определения зонам пожара.
3. Классификация пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах по составу фонтанирующего вещества.
4. Классификация пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах по виду струи фонтана.
5. Классификация пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах по количеству фонтанирующих скважин.
6. Механизм горения газового фонтана.
7. Опасные факторы пожаров газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанов.
8. Высота факела пламени и факторы, влияющие на нее
9. Распределение концентраций горючего газа по горизонтальному сечению факела в направлении от оси факела к его фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.
10. Распределение концентраций продуктов сгорания по горизонтальному сечению факела в направлении от оси факела к его фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.
11. Распределение концентрации кислорода и азота по горизонтальному сечению факела в направлении от оси факела к его фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.
12. Температура факела пламени в направлении от его оси к фронту (поверхности) и за пределами фронта. Нарисовать и объяснить график.

13. Зоны факела пламени (зона воспламенения, догорания, стехиометрии, верхнего и нижнего концентрационных пределов воспламенения). Показать в вертикальном сечении факела пламени.
14. Пожары на складах лесоматериалов. Характерные особенности. Механизм распространения пожара искрами и головнями. Скорость распространения фронта пламени по штабелям и факторы, влияющие на нее.
15. Пожары растительности. Лесные пожары.
16. Степные пожары и пожары хлебных массивов.
17. Пожары торфяников.
18. Пожары резервуаров с ЛВЖ, ГЖ. Механизм выгорания жидкостей.
19. Опасные факторы пожаров резервуаров.
20. Пожары разливов. Интенсивность теплового излучения для пожара пролива.
21. Прогрев жидкости по глубине при горении в резервуаре. Явление вскипания подтоварной воды с выбросом нефти из резервуара.
22. Скорости горения пожарной нагрузки их роль в развитии пожара.

Опорные термины: открытые пожары, зоны пожара, механизм горения газов, жидкостей и ТГМ, параметры горения жидкостей, зоны факела пламени.

Тема 2. Внутренние пожары

В данном разделе предусмотрено изучение теоретического материала на лекциях, решение практических задач, выполнение лабораторных работ. Изучите данный раздел с использованием материала лекций и учебной литературы [1, 6].

1. Заучите определения основных понятий.
2. Изучите основные стадии развития внутреннего пожара.
3. Проанализируйте влияние различных факторов на развитие внутреннего пожара.
4. Изучите основные параметры внутреннего пожара (площадь, температуру, интенсивность газообмена).
5. Разберите методики решения задач по расчету температуры пожара, интенсивности газообмена, положения нейтральной зоны. Необходимые расчетные формулы приведены в пособии [2], кроме того, методика решения данных задач изучается в ходе практических занятий. Алгоритм расчета площади пожара изложен в [8].

Разделы для самостоятельного изучения

1. «Факторы, влияющие на время наступления полного охвата помещения пламенем». Данный материал изложен в [1] на страницах 216-217.
2. «Особенности протекания горения при пожарах в помещениях с закрытыми проемами». Данный материал изложен в [1] на страницах 215-219. Обратите внимание на то, что картина пожара во многом определяется характером пожарной нагрузки.

Для закрепления теоретического материала по теме предусмотрено выполнение двух лабораторных работ.

Для подготовки к лабораторной работе по теме «Исследование динамики внутреннего пожара» [5] необходимо:

- изучить теоретический материал по теме «Динамика внутренних пожаров» [1, 6];
- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения основных понятий;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (основные определения; формулы расчета; рисунок экспериментальной установки).

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте основные стадии внутреннего пожара.
2. Дайте определение и объясните физический смысл основных параметров внутреннего пожара.
3. Как определить среднеобъемную температуру пожара.
4. Как зависит интенсивность газообмена от площади пожара и высоты помещения?
5. Как зависит теплота пожара от массовой скорости выгорания?
6. Как зависит скорость распространения пламени от концентрации кислорода в газовой среде?

7. Объясните характер изменения массовой скорости выгорания во время свободного развития внутреннего пожара.

Для подготовки к лабораторной работе по теме «Исследование взаимосвязи параметров тепло- и газообмена на внутреннем пожаре» [5] необходимо:

- изучить теоретический материал по теме «Тепло- и газообмен на внутренних пожарах» [1, 6];
- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения основных понятий;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (основные определения; формулы расчета; зарисовать схему экспериментальной установки).

Вопросы для самоконтроля

1. Как зависит скорость выгорания горючих материалов от притока воздуха?
2. Как изменяется температура газовой среды в помещении при уменьшении/увеличении площади приточных проемов?
3. В каком случае может произойти самопроизвольное полное прекращение горения в помещении, т.е. самоликвидация пожара?
4. Что такое объемная вспышка? При каких условиях она происходит?
5. Как изменяется среднеобъемная температура пожара при увеличении площади пожара?
6. Как зависит теплота пожара от массовой скорости выгорания?
7. Объясните характер изменения температуры пожара во времени.

Опорные термины: температура внутреннего пожара, массовая скорость выгорания, приведенная массовая скорость выгорания, удельная массовая скорость выгорания, линейная скорость распространения пламени, интенсивность газообмена, теплота пожара, коэффициент избытка воздуха, плоскость равных давлений (нейтральная зона).

Тема 3. Прекращение горения

В данном разделе предусмотрено изучение теоретического материала в рамках трех тем, решение практических задач и выполнение лабораторных работ.

Тема. Предельные явления в горении и тепловая теория прекращения горения.

1. Изучите тему с использованием материала лекций и учебной литературы [1, 6];
2. Заучите определения основных понятий.
3. Прежде чем изучать механизм действия огнетушащих средств необходимо познакомиться с теорией, объясняющей механизм прекращения горения. Процесс горения возникает и протекает только при определенных условиях: наличии горючего, окислителя, источника зажигания. Область, в которой возникает и протекает воспламенение и горение, имеет границы (НКПР и ВКПР). Скорость распространения пламени имеет пределы по давлению, концентрации и т.д. Затухание пламени на пределах происходит при нарушении условий тепловыделения и теплоотвода. Например, уменьшение скорости тепловыделения при снижении концентрации одного из реагирующих веществ происходит за счет понижения скорости реакции, которая, в свою очередь, является функцией температуры.

Таким образом, при снижении температуры в пламени до определенных значений, обязательное нарушение теплового баланса приводит к прогрессирующему охлаждению горящего объема (зоны горения), так как воспроизводство тепла при малой скорости реакции недостаточно для сохранения теплового баланса в зоне реакции горения. В этом, собственно, и состоит механизм явления прекращения горения.

4. Обратите внимание, что при установившемся горении потухание связано с понижением температуры пламени, которое можно достигнуть за счет изменения условий теплоотвода или тепловыделения, что в практике осуществляется за счет применения различных средств и приемов тушения. Особо следует подчеркнуть, что именно температура является главным критерием, с помощью которого в самом общем виде можно количественно охарактеризовать процесс затухания пламени.
5. Изучите тепловую теорию потухания пламени, разработанную Я.Б. Зельдовичем. Обратите внимание, что за характеристику прекращения горения принята температура пламени, названная температурой потухания, при которой пламя перестает распространяться по горючей смеси. К установлению численного значения этой величины можно подойти, исследуя зависимости тепло- и массообмена между фронтом пламени и окружающим объемом. Усните, что достижение температуры потухания осуществляется путем уменьшения скорости тепловыделения и увеличения скорости теплоотвода. Изучите все возможные способы снижения тепловыделения и увеличения теплоотвода.

Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте необходимые и достаточные условия возникновения и протекания процесса горения.

2. Укажите граничные условия распространения пламени.
3. Объясните, почему пламя не распространяется при скоростях ниже предельной скорости распространения?
4. Что такое температура потухания?
5. Изложите суть тепловой теории потухания по Я.Б.Зельдовичу.
6. Назовите примерное численное значение температуры потухания.
7. Изложите способы снижения температуры горения до температуры потухания.
8. Объясните механизм огнетушащего действия холодной стенки, где на практике это явление используется?
9. Каким способом можно добиться снижения тепловыделения при горении?
10. Объясните необходимость овладения теорией потухания для инженера пожарной безопасности.

Тема. Огнетушащие вещества: природа, состав, области применения, механизм огнетушащего действия.

1. Приступая к изучению темы, необходимо вспомнить об особенностях горения различных материалов в зависимости от их агрегатного состояния, так как огнетушащие средства действуют на процесс прекращения горения по различному механизму, что влияет на эффективность их действия в зависимости от режима горения и способа подачи огнетушащего состава.
2. Изучите механизмы действия средств тушения. Обратите внимание на то, что, как правило, огнегасительные средства обладают комбинированным воздействием на процесс горения, но в итоге при их использовании тепловой баланс смещается в сторону превышения теплоотвода над тепловыделением. Для любого средства тушения характерны чаще всего один – два доминирующих механизма. Следует помнить, что преимущественный механизм может изменяться в зависимости от того, подается ли огнетушащее средство в зону горения или на горящий материал. Во всех случаях стремятся к снижению температуры пламени ниже температуры потухания.
3. При изучении основных видов огнетушащих средств (вода, пены, порошки, негорючие газы) учебный материал целесообразно разбить на следующие блоки: механизм огнетушащего действия (преимущественный и сопутствующие), положительные стороны использования, отрицательные моменты при использовании огнетушащего средства.
4. Для лучшего запоминания классификаций огнетушащих средств их необходимо изобразить в виде схемы.

Разделы для самостоятельного изучения

1. «Способы прекращения горения в зависимости от вида горючего материала и режима горения». Данный материал изложен в [1] на страницах 241-242.
2. «Тушение пожаров веществами комбинированного действия». Данный материал изложен в [1] на страницах 268-271.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите известные вам средства тушения, применяемые в практике, каковы механизмы их действия на процесс горения?
2. В чем состоят особенности тушения водой твердых горючих материалов, жидкостей, газов?
3. Дайте классификацию огнетушащих средств по агрегатному состоянию.
4. Приведите классификация огнетушащих средств по доминирующему механизму прекращения горения.
5. Достоинства и недостатки воды как огнетушащего средства. В каких случаях нельзя применять воду для тушения?
6. Механизм прекращения горения водой.
7. Способы подачи воды для тушения пожаров.
8. Пены: определение, способы получения.
9. Классификация ПАВ по способу диссоциации в воде.
10. Классификация ПАВ по физическому воздействию на поверхность раздела фаз.
11. Классификация пенообразователей.
12. Структура пены. Изменение структуры пены при ее старении.
13. Кратность пены. Классификация пен по их кратности.
14. Дисперсность пены. Взаимосвязь кратности и дисперсности пены.
15. Стойкость пены, ее показатели.
16. Вязкость и электропроводность пен.
17. Механизм разрушения пены.
18. Механизм прекращения горения пеной. Основные процессы.
19. Достоинства и отрицательные свойства порошковых огнетушащих средств.
20. Механизм прекращения горения порошковыми огнетушащими средствами.
21. Состав и способы подачи порошковых огнетушащих средств для тушения пожаров.
22. Достоинства и недостатки химически активных ингибиторов, как огнетушащих средств.
23. Механизм прекращения горения химически активными ингибиторами.
24. Состав и способы подачи химически активных ингибиторов для тушения пожаров.
25. Применение инертных газов в качестве огнетушащих средств.

В рамках данной темы предусмотрено выполнение двух лабораторных работ «Исследование физико-химических свойств пены» [5].

Для подготовки к данной лабораторной работе необходимо:

- уметь ответить на контрольные вопросы и знать определения опорных терминов;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (физико-химические свойства пен: структура, кратность, дисперсность, вязкость, теплопроводность, электропроводность, стойкость; применение пен).

Опорные термины: структура пены, кратность пены, дисперсность пены, вязкость пены, теплопроводность пены, электропроводность пены, стойкость пены.

Контрольные вопросы

1. Пены как физико–химические системы.
2. Структура пены. Изменение структуры пены при ее старении.
3. Кратность пены. Классификация пен по их кратности.
4. Дисперсность пены. Взаимосвязь кратности и дисперсности пены.
5. Стойкость пены, ее показатели.
6. Механизм разрушения пены.
7. Зависимость стойкости пены от ее свойств.
8. Пенообразователи и пенообразующая способность раствора.
9. Механизм прекращения горения пеной. Основные процессы.
10. Сопутствующие процессы при тушении горения пеной.
11. Пенообразователи первого и второго рода.

Тема. Параметры прекращения горения

В рамках данной темы учебный материал реализуется на лекции и практических занятиях. Для успешного освоения учебного материала рекомендуется:

1. Изучите тему с использованием материала лекций и учебной литературы.
2. Заучите определения основных понятий.
3. Разберитесь в принципах разработки комбинированных способов тушения.
4. Разберите методики решения задач по расчету секундного расхода и количества воды для тушения газового фонтана, расчету интенсивности подачи пен для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей по поверхности.

В рамках данной темы предусмотрено выполнение лабораторной работы «Исследование процесса разрушения пен при тушении жидкостей» [5].

Для подготовки к данной лабораторной работе необходимо:

- уметь ответить на контрольные;
- в тетради для лабораторных работ оформить отчет: название работы, цели работы, материально-техническое обеспечение, теоретические основы работы (основные определения, схема установки).

Контрольные вопросы

1. Назовите основные процессы, протекающие при тушении жидкостей пенами.
2. Как сильно влияет кратность пены на интенсивность ее разрушения?
3. Какую роль играет разрушение пены в процессе тушения жидкостей?
4. Какие параметры пены определяют ее огнетушащую эффективность?
5. Что такое минимальная высота слоя пены? От чего она зависит?

Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации

Критерии оценки устного опроса

Отметка «5» ставится, если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, приводит примеры, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, не допускает ошибок.

Отметка «4» ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных ошибок в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий, допускает неточности в ответе.

Отметка «3» ставится, если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Отметка «2» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке определений понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Критерии оценки тестовых работ

Отметка «5» ставится, если обучающийся выполнил все задания верно.

Отметка «4» ставится, если обучающийся выполнил правильно не менее 3/4 заданий.

Отметка «3» ставится, если обучающийся выполнил не менее половины заданий.

Отметка «2» ставится, если обучающийся выполнил менее половины заданий.

Критерии оценки решения задач

Ситуационные и практические задачи представляют собой ситуации из реальных событий, которые обучающийся должен решить правильно и грамотно. Решение задачи оценивается максимально в 5 баллов.

Отметка «5» ставится, если обучающийся дал полное и правильное решение задачи.

Отметка «4» ставится, если обучающийся при выполнении задачи допустил неточности в расчетах, формулировках.

Отметка «3» ставится, если обучающийся представил неполное решение, допустил грубые ошибки, или не полностью решил задачу.

Отметка «2» ставится, если обучающийся представил последовательность решения, но решение оказалось неправильным.

Критерии оценки доклада

Под докладом подразумевается итог самостоятельной исследовательской работы обучающегося. Чтобы его подготовить, необходимо не только познакомиться с определенной научной литературой, но и выдвинуть свою гипотезу, провести сбор эмпирического материала, используя самостоятельные наблюдения, применяя устные опросы, анкеты, тесты, изучить необходимые документы и т.д., проверить гипотезу, прийти к обоснованным выводам, доказать правильность собственного решения проблемы и оформить полученные результаты в виде письменной работы. Максимальное количество баллов – 5. При выставлении оценки за доклад должны учитываться следующие критерии:

- полное раскрытие темы и соблюдение логичности изложения – 2 балла;
- наличие собственных выводов и предложений, обобщений, критического анализа - 1 балл;
- использование широкой информационной базы, правильность оформления, соблюдение правил цитирования - 1 балл;
- качество устного выступления: умение говорить публично, заинтересовать слушателей, владение речью, ясность, образность, живость речи - 1 балл.

По сумме баллов и степени реализации каждого из критериев выставляется отметка за доклад.

Критерии оценки контрольной работы

Критериями оценки контрольной работы по дисциплине являются:

- качество содержания работы;
- соответствие содержания выбранной теме;
- соответствие содержания глав и параграфов их названию;
- логика, грамотность и стиль изложения;
- наличие практических рекомендаций;
- внешний вид работы и ее оформление, аккуратность;
- качество оформления рисунков, схем, таблиц;
- правильность оформления списка использованной литературы.

Контрольная работа оценивается по пятибалльной системе.

Отметка «5» выставляется, если обучающийся выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Отметка «4», если обучающийся выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Отметка «3», если обучающийся правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

Отметка «2», если обучающийся допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.

Критерии оценки реферата

Одним из видов текущего контроля по окончании изучения темы является выполнение обучающимися рефератов (научных проектов).

Научные проекты изначально направлены на сбор информации о каком-то объекте, явлении, на ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение фактов, предназначенных для широкой аудитории.

Критерии оценки рефератов (научного проекта) по планированию научного эксперимента (примерные):

- четкость поставленных цели и задач;
- тематическая актуальность и объем использованной литературы;
- полнота раскрытия выбранной темы проекта;
- обоснованность выводов и их соответствие поставленным задачам;
- анализ полученных данных;
- наличие в работе вывода или практических рекомендаций;
- качество оформления работы (наличие таблиц, схем, графиков, фотоматериалов, зарисовок, списка используемой литературы и т.д.).

Максимальное количество баллов – 100.

При выставлении оценки за проект должны учитываться следующие критерии:

1. Четкость поставленной цели и задач – максимальное количество баллов 10;
2. Актуальность и объем использованной литературы - максимальное количество баллов 15;
3. Полнота раскрытия выбранной темы - максимальное количество баллов 15;
4. Логичность построения - максимальное количество баллов 15;
5. Обоснованность выводов и их соответствие поставленным задачам - максимальное количество баллов 15;
6. Наличие в работе вывода или практических рекомендаций - максимальное количество баллов 10;
7. Качество оформления работы - максимальное количество баллов 10;
8. Представление результатов - максимальное количество баллов 10.

Оценку представления рефератов преподаватель проводит, суммируя результаты в баллах: 85-100 баллов – оценка «5»

70 - 84 балла – оценка «4»

50 - 69 баллов – оценка «3»

Менее 50 баллов – оценка «2».

**Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации
в форме дифференцированного зачета по итогам освоения дисциплины «Физи-
ко-химические основы развития и тушения пожаров»**

1. Классификация пожаров. Основные параметры пожаров.
2. Открытые пожары, их отличительные особенности.
3. Классификация пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах.
4. Параметры пожаров газовых и газонефтяных фонтанов. Зона отрыва пламени.
5. Дебит фонтана и методы его оценки.
6. Методика расчета безопасных расстояний на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах.
7. Опасные факторы пожаров на газовых, газонефтяных и нефтяных фонтанах.
8. Физико-химические процессы при горении жидкостей в резервуарах.
9. Зависимость массовой скорости выгорания жидкости от диаметра резервуара, уровня жидкости, скорости ветра.
10. Тепло- и массообмен между зоной горения и поверхностью жидкости.
11. Прогрев жидкости при горении по глубине. Поле температур. Механизм образования гомотермического слоя.
12. Явления вскипания и выброса жидкостей при горении в резервуарах. Их механизм и внешние признаки.
13. Опасные факторы пожаров резервуаров.
14. Классификация пожаров твердых горючих материалов.
15. Развитие пожаров на лесоскладах, складах хлопка и торфяниках.
16. Лесные, степные пожары. Классификация лесных пожаров, закономерности их развития.
17. Распространение пламени по поверхности ТГМ на открытых пожарах. Зависимость скорости распространения пламени от различных факторов.
18. Пожарная нагрузка, коэффициент поверхности горения.
19. Основные процессы и явления на внутренних пожарах. Их взаимосвязь.
20. Механизм и параметры газообмена при пожаре в помещении.
21. Механизм формирования плоскости равных давлений. Изменение ее высоты во время пожара.
22. Основные стадии внутренних пожаров. Их характеристика.
23. Влияние различных факторов на развитие внутреннего пожара.
24. Тепловой баланс внутреннего пожара. Основные составляющие. Их изменение во время свободного развития пожара.
25. Опасные факторы внутренних пожаров.
26. Методика расчета площади внутреннего пожара. Допущения, принимаемые при расчете площади пожара.
27. Тепловой режим на пожаре.
28. Параметры газообмена при пожаре в помещениях.
29. Взаимосвязь процессов тепло- и газообмена на внутренних пожарах. Пожары, регулируемые вентиляцией и пожары, регулируемые нагрузкой.

30. Фактическая и требуемая интенсивность газообмена, коэффициент избытка воздуха.
31. Плоскость равных давлений (нейтральная зона).
32. Влияние параметра вентиляции на максимальную температуру внутреннего пожара.
33. Влияние параметра вентиляции на массовую скорость выгорания пожарной нагрузки.
34. Объемная вспышка при пожарах в открытых и закрытых помещениях. Ее механизм; условия, при которых она происходит.
35. Особенности горения при пожарах в помещениях с полностью закрытыми проемами.
36. Природа предельных явлений при горении.
37. Основы тепловой теории прекращения горения. Температура потухания, пути и методы ее достижения.
38. Способы прекращения горения на пожаре в зависимости от вида горючего материала и режима горения с позиций тепловой теории потухания.
39. Анализ механизма действия негорючих газов в зоне горения с позиций тепловой теории.
40. Анализ механизма действия химически активных ингибиторов в зоне горения с позиций тепловой теории.
41. Механизмы действия пен при тушении жидкостей.
42. Механизмы действия пен при тушении ТГМ.
43. Механизмы действия огнетушащих порошков при подаче их в зону горения и на поверхность горючего.
44. Анализ механизма действия воды на процесс горения при подаче в зону горения и на поверхность горючего материала.
45. Классификация огнетушащих веществ по доминирующему механизму действия на процесс горения. Принцип выбора огнетушащих веществ для тушения пожаров.
46. Негорючие газы, применяемые для пожаротушения. Огнетушащие концентрации. Области применения.
47. Химически активные ингибиторы, их номенклатура, огнетушащие концентрации, области применения.
48. Виды пен и способы их получения. Основные параметры пен. Области применения.
49. Основные физико-химические свойства воды как огнетушащего вещества. Области и способы применения.
50. Эксплуатационные особенности применения огнетушащих порошков. Области применения.
51. Основные параметры прекращения горения на пожарах. Их физический смысл.
52. Критическая и оптимальная интенсивности подачи пены. Физический смысл, зависимость от различных факторов.
53. Коэффициент использования воды на пожаре. Зависимость от различных факторов. Способы повышения.

Перечень практических заданий (задач) для проведения промежуточной аттестации (в форме дифференцированного зачета) по итогам освоения дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»

1. Расчет безопасного расстояния для работы личного состава при горении газового фонтана.
2. Расчет скорости распространения пламени по поверхности ТГМ.
3. Определение основных геометрических параметров пожара.
4. Расчет параметров внутреннего пожара.
5. Расчет коэффициента использования воды.
6. Расчет секундного расхода и количества воды для тушения пожара газового фонтана.
7. Расчет параметров тушения пожара различными огнетушащими средствами.

Словарь терминов по дисциплине
«Физико-химические основы развития и тушения пожаров»

1. *Пожар* – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.
2. *Зона горения* – это часть пространства, в которой происходит подготовка горючих веществ к горению и их горение.
3. *Зона теплового воздействия* – это часть пространства, примыкающая к зоне горения, в котором тепловое воздействие приводит к заметному изменению состояния материалов и конструкций и делает невозможным пребывание людей без теплозащиты.
4. *Зона задымления* – это часть пространства, примыкающая к зоне горения и заполненная дымовыми газами, концентрация которых создаёт угрозу жизни и здоровью людей.
5. *Площадь пожара $S_{\text{п}}$* – площадь проекции зоны горения на горизонтальную или вертикальную плоскость.
6. *Массовая скорость выгорания* – масса горючего вещества, сгорающая в единицу времени.
7. *Удельная массовая скорость выгорания* – масса горючего вещества или материала, выгорающая в единицу времени с единицы площади пожара.
8. *Приведенная массовая скорость выгорания* – масса горючего вещества или материала, выгорающая в единицу времени с единицы площади поверхности горения.
9. *Теплопроводность* – это передача тепла между непосредственно соприкасающимися *микрочастицами* тела, имеющими разную температуру.
10. *Конвективный теплообмен* – совместный процесс конвекции и теплопроводности, т.к. при движении жидкости или газа неизбежно происходит соприкосновение отдельных частиц, имеющих различные температуры.
11. *Лучистый теплообмен* – передача тепла, обусловленная превращением внутренней энергии вещества в энергию излучения, распространением электромагнитных волн и поглощением излучения веществом.
12. *Открытые пожары* – это пожары, протекающие при отсутствии пространственных ограничений по тепло- и газообмену.
13. *Внутренние пожары* – это пожары, протекающее в ограниченном объеме, огражденном от окружающего пространства.
14. *Газообмен* – это движение конвективных газовых потоков, которое возникает за счет: наличия самого пожара; разности температур нагретых продуктов сгорания и окружающего воздуха; ветровых нагрузок; принудительной вентиляции в помещении.
15. *Температурный режим* – это изменение температуры во времени.
16. *Огнетушащие средства* – это различные вещества и материалы, с помощью которых непосредственно создаются различные условия прекращения горения.