МЧС РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский институт государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра химии и процессов горения

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА»

Специальность
20.02.04 Пожарная безопасность
(квалификация техник)

Екатеринбург
2022

Теория горения и взрыва. Методические рекомендации по изучению дисциплины [Электронный ресурс] : Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / Е.В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 34 с.

Составитель: Гайнуллина Е.В., доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, доцент, к.т.н.

Приведены рекомендации для организации изучения дисциплины «Теория горения и взрыва». Описывается порядок организации, планирования и контроля деятельности обучающихся. Представлена структура и содержание дисциплины, тематика практических занятий и лабораторных работ, темы рефератов, требования к результатам освоения материала, список литературы и рекомендации для подготовки к занятиям и зачету. Рекомендуется обучающимся по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) при изучении дисциплины «Теория горения и взрыва».

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2022
© Кафедра химии и процессов горения, 2022

Содержание

Введение 4
1. Цели и задачи курса «Теория горение и взрыва» 5
2. Структура и содержание дисциплины 9
2.1. Тематика практических занятий 13
2.2. Тематика лабораторного практикума 14
3. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины 14
3.1. Рекомендации для преподавателя 14
3.2. Рекомендации для обучающихся 15
3.2.1. Принятые обозначение 19
3.2.2. Словарь основных терминов 20
3.2.3. Методические рекомендации по выполнению рефератов 25
4. Рекомендации по подготовке к зачету 27
5. Информационное обеспечение обучения 32

Введение

Данные методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теория горения и взрыва» и предназначены для обучающихся по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник).

Изучение дисциплины «Теория горения и взрыва» ставит своей целью формирование у обучающихся теоретического фундамента для глубокого осмысления всей системы показателей пожарной опасности веществ и материалов как совокупности предельных условий и параметров возникновения и прекращения горения. Для достижения данной цели предусматривается решение следующей основной задачи: формирование навыков применения знаний физической химии при решении профессиональных задач в области пожарной безопасности.

При профессиональной подготовке специалистов среднего звена в области пожарной безопасности большое внимание уделяется изучению специальных дисциплин, таких как «Пожарная профилактика», «Пожарно-спасательная техника и оборудование», «Здания и сооружения», «Автоматизированные системы управления и связь», «Тактика тушения пожаров», «Тактика аварийно-спасательных работ», но все они основаны на глубоком знании закономерностей возникновения и развития процессов горения. Изучение дисциплины «Теория горения и взрыва» являются важным этапом учебного процесса, совершенствующим теоретическую и практическую подготовку будущего специалиста. Умело организованная учебная работа, в том числе и самостоятельная, способствует воспитанию привычки и устойчивых навыков повышения общекультурных и профессиональных компетенций, формированию потребности в самообразовании. Главное не просто изучить материал дисциплины, а научиться эффективно учиться. Это означает, что за период обучения необходимо выработать такую технику учебной познавательной деятельности, которая позволит полностью освоить материалы программы обучения, а в процессе активной профессиональной деятельности заниматься самосовершенствованием.

Данные методические рекомендации предназначены в помощь при организации, управлении и обеспечении эффективной работы обучающихся в процессе изучения дисциплины. Для этого в пособии представлены рекомендации по организации, планированию и контролю различных видов учебной деятельности: конспектированию лекций, работе на практических и лабораторных занятиях, изучению вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, выполнению реферата, подготовке к зачету и т.д., которые позволят обучающимся качественно организовать свою работу, сообразуясь со своим внутренним ритмом, и тем самым добиться максимальных успехов.

1. Цели и задачи курса «Теория горение и взрыва»

Данный курс включён в структуру цикла общепрофессиональных дисциплин базового среднего образования.

Дисциплина относится к обязательной части профессионального учебного цикла (общепрофессиональные дисциплины) ООП (ОПОП) по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность (Квалификация техник).

Целью освоения дисциплины «Теория горения и взрыва» является овладение формирование представлений о физико-химической сущности процесса горения различных веществ и материалов и умением использовать их в профессиональной деятельности. Для достижения данной цели предусматривается решение следующих *задач*:

- формирование основных представлений о природе процесса горения и изучение физико-химических основ возникновения, развития и прекращения горения;
- формирование представлений о механизме возникновения и распространения ударной волны и её основных параметрах;
- развитие способности к познавательной деятельности и умения анализировать полученный результат;
- формирование навыков применения знаний физической химии при решении профессиональных задач в области пожарной безопасности путем формирования соответствующих компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Содержание компетенций	Результаты освоения
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	Уметь: осуществлять расчеты параметров воспламенения и горения веществ, условий взрыва горючих газов, паров горючих жидкостей, тепловой энергии при горении, избыточного давления при взрыве; Знать: физико-химические основы горения; основные теории горения, условия возникновения и развития процессов горения; типы взрывов, классификацию взрывов,
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы решения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	
ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	
ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.	
ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, людьми, находящимися в зонах пожара.	основные параметры энергии и мощности взрыва, принципы формирования формы ударной волны; горение как основной процесс на пожаре, виды и режимы горения; механизм химического взаимодействия при горении; физико-химические и физические процессы и явления, сопровождающие горение; показатели пожарной опасности веществ и материалов и методы их определения; материальный и тепловой балансы процессов горения; возникновение горения по механизмам самовоспламенения и самовозгорания, вынужденного воспламенения; распространение горения по газам, жидкостям и твердым материалам; предельные явления при горении и тепловую теорию прекращения горения; огнетушащие средства, свойства и область их применения при тушении пожаров; механизм огнетушащего действия инертных газов, химически активных ингибиторов, пен, воды, порошков, комбинированных составов; теоретическое обоснование параметров прекращения горения газов, жидкостей и
ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.	
ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	
ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	
ПК 1.1. Организовывать несение службы и выезд по тревоге дежурного караула пожарной части.	
ПК 1.2. Проводить подготовку личного состава к действиям по тушению пожаров.	
ПК 1.3. Организовывать действия по тушению пожаров.	
ПК 1.4. Организовывать проведение аварийно-спасательных работ.	
ПК 2.1. Осуществлять проверки противопожарного состояния промышленных, сельскохозяйственных объектов, зданий и сооружений различного назначения.	
ПК 2.2. Разрабатывать мероприятия, обеспечивающие пожарную безопасность зданий, сооружений, технологических установок и производств.	
ПК 2.3. Проводить правоприменительную деятельность по пресечению нарушений требований пожарной безопасности при эксплуатации объектов, зданий и сооружений.	
ПК 2.4. Проводить противопожарную пропаганду и обучать граждан, персонал объектов правилам пожарной безопасности.	
ПК 3.1. Организовывать регламентное обслуживание пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательного оборудования и техники.	
ПК 3.2. Организовывать ремонт технических средств.	
ПК 3.3. Организовывать консервацию и хранение технических и автотранспортных средств.	

	твердых материалов

Курс состоит из 3-х разделов, содержание которых охватывает теоретическое рассмотрение явлений, протекающих в системах, способных к различным режимам горения.

В результате изучения курса «Теория горения и взрыва» обучающиеся должны ***знать***:

- терминологию дисциплины;
- сущность процессов горения, необходимые и достаточные условия возникновения и распространения горения;
- классификацию процессов горения;
- особенности горения веществ в газообразном, жидком, твёрдом и пылеобразном состояниях;
- показатели пожарной опасности веществ и материалов;
- возникновение и распространение ударных волн;
- классификацию взрывов и взрывчатых веществ, методы оценки их фугасности и бризантности;

уметь:

- пользоваться справочной литературой;
- рассчитывать материальный и тепловой балансы процессов горения;
- рассчитывать основные показатели пожарной опасности веществ и материалов;
- оценивать пожаровзрывоопасность веществ и материалов;

иметь представление:

- об основах тепловой и цепной теорий возникновения и распространения горения,
- о механизмах физико-химических превращений, происходящих в пламени при горении веществ и материалов;
- об условия перехода дефлаграционного горения в детонацию;
- об основных представителях взрывчатых веществ;
- об основных подходах к снижению пожарной опасности горючих веществ и материалов;

владеть навыками:

- проведения экспериментальных исследований по определению основных показателей пожаровзрывоопасности горючих веществ;
- самостоятельного анализа и обобщения экспериментальных данных;
- самостоятельной работы с учебной и справочной литературой.

Знания, получаемые при изучении дисциплины «Теория горения и взрыва» необходимы для успешного освоения узкопрофессиональных дисциплин (табл. 2) и предназначены показать будущим специалистам МЧС, как следует применять теоретические знания специальной химии при решении профессиональных задач различной сложности, научить обучающихся вдумчиво относиться к полученным расчётным и опытным данным, правильно применять уже известные и новые формулы и уравнения.

Таблица 2

Взаимосвязь дисциплин при изучении курса «Теория горения и взрыва»

Пререквизиты	Химия; физика; математика
Кореквизиты	Термодинамика, теплопередача и гидравлика; безопасность жизнедеятельности; тактика тушения пожаров
Постреквизиты	Здания и сооружения; стандартизация, метрология и подтверждение соответствия; тактика аварийно-спасательных работ

Прежде чем приступить к изучению дисциплины в контексте компетентностного подхода, к усвоению знаний: «знать, уметь, владеть», необходимо ознакомится с общими методическими рекомендациями.

В соответствии с рабочими учебными планами на изучение дисциплины «Теория горения и взрыва» в рамках среднего профессионального образования отводится следующее количество часов:

Максимальная учебная нагрузка	76 ч.
Аудиторная учебная работа (обязательные учебные занятия)	52 ч.
в том числе:	
- лекционные занятия	14 ч.
- практические занятия	18 ч.
- лабораторные занятия	16 ч.
Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося	24 ч.
Промежуточная аттестация (зачет)	4 ч.

Обучение осуществляется в течение одного семестра.

В рамках изучения дисциплины обучаемые должны выполнить следующие письменные работы:

- 1 контрольная работа;
- 4 отчёта по лабораторным работам.

Кроме того оценивается текущая активность обучаемых во время практических и лабораторных занятий. По возможности текущему контролю знаний также предшествует предварительный входной тестовый контроль знаний на одном из первых практических занятий.

Таким образом, чтобы быть допущенным к зачету, обучающийся должен успешно пройти все контрольные точки промежуточной аттестации. Зачетные билеты обычно содержат два вопроса: комплексное задание по

оценке пожарной опасности и задачу. Эти вопросы являются одновременно основными структурными элементами конспекта лекций и календарно–тематического плана практических занятий.

Основные теоретические положения по изучаемым темам доводятся до обучающихся на лекциях. Часть теоретических вопросов изучается самостоятельно. Теоретические знания закрепляются на практических занятиях путём решения задач по основным разделам курса и при выполнении лабораторных работ. При проведении занятий используются технические средства обучения, наглядные пособия, раздаточный и демонстрационный материал.

Для самостоятельной проработки учебного материала при подготовке к зачету, к практическим и лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д. обучающиеся могут воспользоваться многочисленными пособиями, имеющимися в библиотеке института, в том числе и в электронной. Данные пособия указаны в рабочей программе дисциплины и в методических указаниях к различным видам занятий.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умения использовать теоретические знания при выполнении различных практических заданий;
- сформированность общеучебных умений;
- обоснованность и четкость изложения ответа.

Для подготовки к сдаче зачета рекомендуется в первую очередь воспользоваться конспектом лекций, а также литературой, перечень которой представлен в рабочей программе дисциплины и в п. 5 данных методических указаний.

2. Структура и содержание дисциплины

Структура дисциплины определяется содержанием рабочей программы дисциплины.

Курс «Теория горения и взрыва» включает в себя 3 раздела и 8 основных тем (табл. 3).

Таблица 3

Структура и содержание дисциплины «Теория горения и взрыва»

№ п/п	Наименование темы	Содержание разделов (темы)
1	2	3
Раздел 1. Основные представления о горении		
1.	Основы процессов горения	Определение процесса горения.

		Понятия горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Горение в воздухе, состав воздуха. Необходимые и достаточные условия для горения. Классификация видов горения: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное. Пламя, его строение и основные характеристики: температура, цвет, характер свечения; виды пламен. Дым и его характеристики.
2.	Материальный и тепловой баланс процессов горения	Материальный и тепловой баланс процесса горения. Горение простых веществ и сложных горючих смесей. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха. Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения при горении индивидуальных веществ, газовых смесей и конденсированных веществ сложного состава. Стехиометрическая концентрация. Теплота сгорания и ее расчет по следствиям из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева (низшая и высшая теплоты сгорания). Температура горения: калориметрическая, адиабатическая, теоретическая, действительная.
3.	Способы возникновения горения	Сущность процессов самовоспламенения и вынужденного воспламенения и их различие. Цепной и тепловой механизмы самовоспламенения. Индукционный период самовоспламенения. Температура самовоспламенения. Виды самовозгорания. Температуры

		самонагревания и тления. Самовозгорание масел и жиров, понятие йодного числа. Самовозгорание каменного угля. Самовозгорание торфа. Самовозгорание химических веществ. Зажигание. Источники зажигания. Температура зажигания.
Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях		
4.	Горение газов	Механизм распространения пламени в горючих газовоздушных смесях. Нормальная скорость распространения пламени. Концентрационные пределы распространения пламени, их зависимость от различных факторов, методы определения и практическое значение. Предельно допустимая взрывобезопасная концентрация горючего вещества. Образование взрывопожароопасных газовоздушных смесей в производственных условиях. Флегматизаторы. Минимальная флегматизирующая концентрация
5.	Горение жидкостей	Условия возникновения горения жидкостей. Испарение жидкостей, давление насыщенного пара. Температура вспышки и температура воспламенения жидкостей, методы их расчёта и экспериментального определения. Классификация жидкостей и категорийность помещений по пожарной опасности. Температурные пределы распространения пламени. Взрывобезопасный температурный режим. Массовая и линейная скорости выгорания: методы расчета и экспериментального определения.

		Распределение температуры в горящей жидкости. Вскипание и выброс жидкостей, причины и меры по предупреждению
6.	Горение твердых горючих материалов и пылей	Поведение твердых веществ при нагревании. Основные закономерности горения твердых органических веществ. Группы горючести, расчет коэффициента горючести. Особенности горения древесины, металлов, каучука, синтетических волокон и пластмасс. Пути снижения горючести твёрдых веществ и материалов. Образование взрывопожароопасных пылевоздушных смесей в производственных условиях. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности. Особенности горения и причины взрывов пылей. Основные показатели пожарной опасности пылей. Меры предупреждения загорания и взрывов пылевоздушных смесей
7.	Система показателей пожарной опасности веществ и материалов	Понятие пожарной опасности веществ и материалов. Документы, регламентирующие пожарную опасность. Классификация пожаровзрывоопасных веществ. Основные показатели пожарной опасности газовоздушных смесей, пылей, жидкостей, твердых веществ. Методы их определения и область применения.
Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества		
8.	Ударные волны и детонация. Явление взрыва	Взрывы: типы взрывов, физические и химические взрывы. Отличия

		механизмов дефлаграционного горения и взрыва. Максимальное давление взрыва как показатель пожаровзрывоопасности горючих систем. Классификация взрывчатых веществ. Характеристики взрывчатых веществ. Бризантное и фугасное действия взрыва. Теоретические и экспериментальные методы оценки фугасности и бризантности взрывчатых веществ. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу. Тротиловый эквивалент. Применение робототехники для обезвреживания конденсированных взрывчатых веществ

2.1. Тематика практических занятий

1. Материальный баланс процессов горения индивидуальных веществ.
2. Материальный баланс процессов горения смесей горючих веществ.
3. Тепловой баланс процессов горения. Расчёт теплоты горения по следствию из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева.

ПКПР: Основные химические процессы при горении. Расчет характера свечения пламени. Стехиометрическая концентрация и её расчет. Объём воздуха, необходимый для полного сгорания вещества, расчёт объема и состава продуктов горения. Теплота, выделяющаяся при горении, способы её расчёта.

4. Горение газов. Расчёт основных показателей пожарной опасности газов: концентрационных пределов распространения пламени; минимальной флегматизирующей концентрации.
5. Горение жидкостей. Расчёт основных показателей пожарной опасности жидкостей: температур вспышки и воспламенения, температурных пределов распространения пламени; скоростей выгорания.
6. Комплексная оценка пожарной опасности веществ и материалов.
7. Параметры ударных волн. Расчёт основных параметров ударных волн и максимального давления взрыва.

2.2. Тематика лабораторного практикума

№ п/п	№ темы	Наименование лабораторной работы
1	1	Основы процессов горения
2	3	Самовозгорание и самовоспламенение горючих систем
3	5	Определение показателей пожарной опасности жидкостей
4	6	Горение твёрдых горючих веществ и материалов

В ходе работы на практических и лабораторных занятиях осчень важно своевременно и систематически выполнять домашние задания и задания для самоконтроля знаний. Самоконтроль обучающихся обеспечивает функционирование внутренней обратной связи в процессе обучения, получение информации о полноте и качестве изучения программного материала, прочности сформированных умений и навыков, возникших трудностях и недостатках. Самопроверка имеет большое психологическое значение, стимулирует учение. С ее помощью обучающийся реально убеждается в том, как он овладел знаниями, проверяет правильность выполнения упражнений путем обратных действий, оценивает практическую значимость результатов выполненных задач, упражнений, опытов и т.д.

3. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

3.1. Рекомендации для преподавателя

Основными формами организации учебного процесса при изучении дисциплины «Теория горения и взрыва» являются: лекции, практические занятия и лабораторные работы. Лекционный материал должен быть актуальным, носить прикладной характер, излагаться в доступной, логичной форме. Практические занятия должны способствовать развитию самостоятельного мышления, умения обобщать теоретический материал. Лабораторный практикум должен способствовать формированию умений планирования и самостоятельного выполнения эксперимента, поиска методов исследования для достижения поставленной цели.

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером; проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран. Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории, оснащенной в соответствии с тематикой изучаемого материала.

При проведении лекционных, практических и лабораторных занятий необходимы:

- составление списка литературы, обязательной и дополнительной для изучения материала;
- разработка методики изложения курса: структуры и последовательности изложения материала, составление тестовых заданий, контрольных вопросов;
- разработка методики проведения и совершенствование тематики лабораторных работ; использование в лабораторном практикуме реальных данных и получение имеющих практический смысл результатов;
- разработка методики самостоятельной работы обучающихся;
- привитие обучаемым навыков практического применения методов расчётов и расчетного обоснования предлагаемых решений;
- постоянная корректировка структуры и содержания курса в соответствии с современными научно-практическими достижениями.

Наибольший активизирующий эффект на занятиях, направленный на развитие самостоятельности мышления, дают ситуации, в которых обучаемые должны:

- аргументированно отстаивать своё мнение;
- формулировать вопросы своим товарищам и преподавателям;
- оценивать ответы и письменные работы товарищей;
- помогать отстающим;
- находить несколько вариантов решения задач и выбирать из них оптимальный.

Наряду с традиционными формами обучения рекомендуется активно внедрять современные методы и средства обучения, основанные на использовании информационных систем и технологий. Опорной методологией в этом является компьютеризация и информатизация образовательного процесса.

3.2. Рекомендации для обучающихся

Для успешного освоения дисциплины в течение семестра необходимо систематически выполнять следующие виды работ:

- обязательная запись лекций преподавателя (лекция - основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даны необходимые подходы к изучаемым вопросам);
- подготовка и активная работа на практических и лабораторных занятиях;
- своевременное и качественное выполнение в часы самостоятельной подготовки таких видов работ как: самостоятельная и расчетная работы, лабораторная работа;

- проработка материалов лекций, практических и лабораторных работ, рекомендованной учебной литературы при подготовке к сдаче экзамена.

Методические указания по изучению разделов и тем

Раздел 1. Основные представления о горении.

Тема 1. Основы процессов горения.

При изучении данной темы следует уяснить цель, задачи и структуру курса дисциплины «Теория горения и взрыва», понять место и роль дисциплины в подготовке будущего специалиста среднего звена и её практическую значимость. Далее целесообразно кратко ознакомиться с историей и основными учениями о процессах горения и взрыва, особо отметив роль российских ученых в продвижении и развитии данной науки.

Наиболее подробно и качественно следует рассмотреть физико-химические основы процессов горения, понять и запомнить основные понятия, определения и классификации видов горения и пламен, свойства пламени, а также условия возникновения и прекращения горения.

Следует также подробно рассмотреть характеристики пламени (зон, цвета и беспламенного горения) и его видов (кинетическое, диффузное, стационарное, нестационарное, ламинарное и турбулентное). Важно усвоить механизм смесеобразования затопленных струй, понять структуру диффузионного факела пламени и скорость его распространения над различными поверхностями.

Тема 2. Материальный и тепловой баланс процессов горения.

Основное внимание следует уделить методикам расчета материального баланса процессов горения и тепловых эффектов реакций горения. Как можно больше практиковаться в решении расчетных задач. Изучая процесс теплопередачи, необходимо уяснить ее основные виды: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение. Рассматривая температурный режим пожара, необходимо освоить такие понятия, как «среднеобъемная температура» и «температура пламени». Важно уяснить способы прекращения процесса горения, а также изучить понятие «продукты сгорания» и «избыточный воздух».

Тема 3. Способы возникновения горения

При изучении данной темы основное внимание целесообразно уделить рассмотрению основных положений тепловой теории горения. При изучении данной темы необходимо уделить особое внимание рассмотрению перекисной теории окисления, а также теплового и цепного самовоспламенения. Следует уяснить критерии воспламенения (самовозгорания) и особенности химических превращений в процессе горения.

Важное значение имеет рассмотрение методик оценки теплового самовоспламенения О.М. Тодеса и Д.А. Франк-Каменецкого. Изучая эти теории, необходимо уяснить условия самовоспламенения, время полного

ГВС в сосуде, методику определения температуры стенки сосуда для самовоспламенения ГВС в сосуде, значения безразмерного критерия для сосудов.

При изучении данной темы необходимо рассмотреть понятие источника зажигания, особенности возникновения пламенного горения, вынужденного зажигания и самовоспламенения смесей. Рассмотреть факторы возникновения горения (источника возгорания, самонагревания, самовозгорания, пламенного горения и тления).

Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях.

Тема 4. Горение газов.

В первую очередь следует уяснить физические основы теории горения газов, разобраться со смыслом понятий «концентрационные пределы распространения пламени», «нормальная и видимая скорость распространения пламени». Важно получить представление о факторах, влияющих на величину КПРП, освоить порядок их расчета.

Особое внимание необходимо уделить изучению нижнего предела возгорания углеводородов, предельно безопасной концентрации воздуха газо- и паровоздушных смесях углеводородов, концентрационных пределов распространения пламени.

Важно освоить процесс сгорания газов в замкнутом объеме. Ознакомиться с понятием флегматизации газопаровоздушных смесей, понять назначение флегматизации и ингибирования горючих смесей.

Тема 5. Горение жидкостей.

Изучение данной темы целесообразно начать с рассмотрения факторов возникновения и условий развития процессов горения жидкостей. При освоении процессов горения жидкости (нефтепродуктов) следует уяснить различие между ее стационарным и нестационарным видами горения. Особое внимание следует обратить на изучение показателей пожарной опасности и взрывоопасности нефтепродуктов: температуры вспышки, пределов воспламенения, температуры самовоспламенения. При этом необходимо уяснить механизм протекания таких процессов, как испарение жидкости, распространение пламени по поверхности зеркала жидкости, механизм выгорания жидкости. Важно также изучить вопросы прогрева жидкости в глубину и механизм образования гомотермического слоя, причину вскипания и выброса жидких нефтепродуктов в процессе горения в резервуарах.

Тема 6. Горение твердых горючих материалов и пылей.

После рассмотрения горения жидкостей целесообразно перейти к изучению процессов горения твердых горючих материалов, в том числе горения неоднородных горючих материалов, скорости выгорания твердых горючих материалов. Следует подробно рассмотреть условия возникновения их горения. Важно ознакомиться с понятием «тепловой импульс возгорания древесины», с особенностями горения металлов и полимерных материалов.

Изучение горения пылей целесообразно начать с усвоения понятий аэрозолей, аэрогелей и порошков. Особое внимание необходимо уделить рассмотрению причин воспламенения и самовоспламенения пыли и пылевоздушных смесей. При этом следует изучить способы приобретения частицами пыли статического электричества, температуры самовоспламенения пыли.

Важно изучить концентрационные пределы воспламенения пылевоздушных смесей и распространения пламени в таких смесях. Кроме того, необходимо усвоить учебный материал по предельно безопасному содержанию воздуха в пылевоздушных смесях. В завершение изучения темы целесообразно ознакомиться с перечнем горючих взрывоопасных пылей и волокон.

Тема 7. Система показателей пожарной опасности веществ и материалов

Начинать изучение данной темы следует начать со знакомства с основными нормативными документами, регламентирующими пожарную опасность веществ и материалов. Затем изучить приведенные в нормативной литературе показатели пожарной опасности веществ и материалов и их практическое значение, методы их расчета и экспериментального определения.

Основное внимание необходимо уделить тому, чтобы качественно освоить методики анализа пожарной опасности веществ и материалов в различных агрегатных состояниях по полученным расчётным (или справочным) данным. Во многих случаях целесообразно уметь расчётными методами определять показатели пожарной опасности веществ и материалов, уметь анализировать эти данные и оценивать по ним пожарную опасность веществ и материалов. В итоге изучения данной темы необходимо также иметь представление: о влиянии различных факторов на значения показателей пожарной опасности.

Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества

Тема 8. Ударные волны и детонация. Явление взрыва

Изучение данной темы следует начать с усвоения понятия «взрыв». Целесообразно изучить причины и типы взрывов, понять процессы, происходящие при физическом, химическом и тепловом взрывах. Необходимо изучить классификацию взрывов по плотности вещества и типам химических реакций. Особое внимание следует обратить на рассмотрение понятий детонации, возбуждения взрыва, начального импульса и его длительности.

Следует четко уяснить понятие взрывчатого вещества. При этом важно освоить различия между инициирующими и бризантными взрывчатыми веществами. Особое внимание следует уделить рассмотрению процесса горения взрывчатых веществ и мер безопасности, в том числе и пожарной безопасности, при обращении со взрывчатыми веществами.

Важно изучить основные физико-химические характеристики взрывчатых веществ и освоить понятие и методы определения чувствительности взрывчатых веществ. Следует ознакомиться с бризантным и фугасным действиями взрывчатых веществ.

Важно рассмотреть условия устойчивого распространения детонации. При этом, изучая детонационную способность взрывчатых веществ, следует уяснить такие понятия, как «критический диаметр детонации», «критическая плотность ВВ», «канальный эффект». Здесь же следует изучить механизм детонации.

Основное внимание при самостоятельном изучении дополнительных вопросов данной темы необходимо уделить рассмотрению поражающих факторов аварийных взрывов, которые могут иметь место на предприятиях, а также при хранении и транспортировке взрывчатых веществ. При этом следует подробно рассмотреть воздействие взрыва на людей (прямое и побочное). Важно подробно изучить природу, форму, энергию и мощность ударной волны как одного из основных поражающих факторов.

Выполняя расчеты параметров, характеризующих воздушную падающую и отраженную ударную волну, целесообразно ознакомиться с понятиями избыточного давления во фронте ударной волны, импульса фазы сжатия, скорости движения фронта ударной волны. В завершении изучения темы необходимо изучить вопросы изменения избыточного давления во фронте воздушной ударной волны.

3.2.1. Принятые обозначение

n – число молей вещества

β − стехиометрический коэффициент при кислороде

$V_В^{теор}$ – теоретически необходимый для горения, м^3

$V_В^{действ}$ – действительный (практический) объём воздуха, пошедшего на горение, м^3

$V_{пг}^{теор}$ – теоретический объём продуктов горения, м^3

P − давление газа, Па

P_0 − исходное (атмосферное) давление, Па

P_s – давление падающей ударной волны, Па

P_r – давление отражённой ударной волны, Па

T – температура вещества, К

Q – количество теплоты, Дж

V_i – объём i-го газообразного вещества, м^3, кмоль

α − коэффициент избытка воздуха

$T_{свп}$ – температура самовоспламенения, К

$T_{всп}$ – температура вспышки, К

m – масса вещества, кг

W – масса взрывчатого вещества, кг
R – расстояние от эпицентра взрыва до точки наблюдения, м
M – молярная масса, т.е. масса одного киломоля вещества, кг/кмоль
$Q_н$ – низшая теплота сгорания вещества, кДж/моль, кДж/кг
H_i – энтальпия i-го вещества, кДж/моль, кДж/м^3
$T_Г$ – температура горения, К
c_{p_i} – теплоёмкость i-го газа при постоянном давлении, кДж/моль·К; кДж/м^3
η – коэффициент теплопотерь
$\varphi_{н\,(в)}$ – нижний (верхний) концентрационные пределы распространения пламени, %
$T_{н\,(в)}$ – нижний (верхний) температурные пределы
$M_р$ – число концевых функциональных групп
l_i – длина i-й углеродной цепи
t_a – время прихода ударной волны, с
T_s – время, за которое давление в точке прихода взрывной волны возвращается к исходному (атмосферному) давлению, с

3.2.2. Словарь основных терминов

Безопасный экспериментальный максимальный зазор (БЭМЗ) – наибольший зазор между фланцами взрывопреградителя (или другого устройства), при котором взрыв из оболочки не передается в окружающую среду.

Бризантное действие взрыва – действие, которое оказывают продукты взрыва на расстоянии, соизмеримом с размерами заряда ВВ (ближние формы работы взрыва).

Бризантность ВВ – способность ВВ к местному разрушительному действию в результате резкого воздействия продуктов взрыва на окружающую среду. Бризантность проявляется в непосредственной близости от поверхности заряда ВВ.

Взрывная волна – движение окружающей среды, порожденное взрывом.

Взрыв – процесс выделения энергии за короткий промежуток времени, связанный с мгновенным физико-химическим изменением состояния вещества, приводящим к возникновению скачка давления или ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов или паров, способных производить работу.

Взрывчатые вещества (ВВ) – индивидуальные химические соединения или их смеси, способные после инициирующего импульса к взрыву за счет химических реакций.

Гомотермальный слой – слой горящей жидкости определенной толщины, температура которого одинакова во всех его точках.

Горение – быстропротекающий (секунды или доли секунд), окислительно-восстановительный, экзотермический,самоподдерживающийся процесс, часто сопровождающийся образованием пламени.

Горение гомофазное – процесс, в котором исходные вещества, промежуточные стабильные вещества и продукты реакции находятся в пределах одной фазы.

Горение гетерофазное – процесс, в котором исходные вещества, промежуточные стабильные вещества и продукты реакции образуют более чем одну фазу.

Горение полное – процесс, при котором образуются продукты горения, не способные к дальнейшему окислению.

Горение неполное – процесс, при котором образуются продукты горения, способные к дальнейшему окислению.

Горение стационарное – процесс, при котором скорости прихода тепла из зоны химической реакции и расхода тепла на подготовку к горению нового объема вещества равны.

Горение кинетическое – процесс, при котором общая скорость горения и все его характеристики определяются скоростью химического взаимодействия молекул окислителя и горючего вещества.

Горение диффузионное – процесс, при котором общая скорость горения и его характеристики определяются скоростью диффузии молекул.

Горение ламинарное – процесс, при котором массообмен и перенос происходят путем молекулярной диффузии. При этом наблюдается спокойное, безвихревое пламя устойчивой геометрической формы.

Горение турбулентное – процесс, при котором массообмен и перенос осуществляются не только за счет молекулярной, но и турбулентной диффузии, в результате макроскопического вихревого движения газовых слоев горючей смеси.

Горючие (сгораемые) вещества – вещества, которые способны самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Детонация – волновой процесс распространения по веществу зоны экзотермической реакции с постоянной сверхзвуковой скоростью. Детонация – комплекс ударной волны и следующей за ее фронтом зоны химической реакции.

Зажигание – процесс воспламенения горючей смеси в результате нагревания источником зажигания малой (точечной) части объема холодной горючей смеси.

Заряд взрывчатого вещества – порция взрывчатого вещества, предназначенная для взрыва.

Йодное число – количество йода (в граммах), вступившего в химическую реакцию со 100 граммами вещества.

Источник зажигания – средство энергетического воздействия, инициирующее процесс горения.

Кислородный индекс воспламеняемости – минимальное содержание кислорода в азотно-кислородной смеси (в % об.), при котором еще возможно пламенное горение полимера.

Конвекция – вид теплообмена, при котором тепло передается за счет перемешивания слоев, вызванного подъемной (выталкивающей) силой.

Коэффициент избытка воздуха – отношение объема воздуха, практически расходуемого на горение, к теоретическому объему, необходимому для полного сгорания.

Критический диаметр детонации ВВ – минимальный диаметр цилиндрического заряда ВВ, способного детонировать при любой длине заряда.

Максимальное давление взрыва – наибольшее избыточное давление, возникающее при дефлаграционном сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде при начальном давлении смеси 101,3 кПа.

Минимальная энергия зажигания E_{min} – наименьшее значение электрического разряда, способного воспламенить наиболее легковоспламеняющуюся смесь горючего газа, пара или пыли с **воздухом.**

Минимальная флегматизирующая концентрация – наименьшая концентрация флегматизатора в смеси горючего с окислителем, при которой смесь становится неспособной к распространению пламени при любом соотношении горючего и окислителя.

Негорючие (несгораемые) вещества – вещества, которые не способны к горению в воздухе.

Нормальное (дефлаграционное) горение – дозвуковой процесс распространения горения по однородной горючей смеси, при котором движение фронта пламени происходит по диффузионно-тепловому механизму вследствие послойного разогрева смеси от продуктов горения.

Нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) – соответственно, минимальное и максимальное содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

Нижний (НТПР) и верхний (ВТПР) температурные пределы распространения пламени – температуры жидкости, при которых концентрация насыщенных паров над ее поверхностью равна соответственно нижнему и верхнему концентрационному пределу.

Область распространения пламени или область воспламенения – область концентраций горючего, заключенная между его концентрационными пределами воспламенения.

Огнепреградитель – устройство, основанное на явлении гашения пламени в узких каналах.

Пламя – излучающий свет газовый объем, в котором происходит реакция горения.

Пожарная опасность – возможность возникновения и быстрого развития пожара, заключенная в веществе или процессе.

Показатель токсичности продуктов горения – отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных.

Предел безопасности ВВ (нижний предел чувствительности к механическому или электрическому импульсу) – максимальная высота падения груза или максимальная энергия источника зажигания, при которой все испытания ВВ еще дают 100 % отказ на взрыв.

Предел безотказности ВВ (верхний предел чувствительности к механическому или электрическому импульсу) минимальная высота падения груза или минимальная энергия источника зажигания, при которой все испытания ВВ еще дают 100 % взрыв.

Пыль – дисперсная система, в которой твердые вещества или материалы, диспергированы до частиц размером 850 мкм (0,85 мм) и распределены в газовой фазе.

Реакция химическая гетерогенная – протекает в пределах одной фазы.

Реакция химическая гомогенная – протекает на границе раздела фаз.

Самовоспламенение – явление резкого увеличения скорости экзотермических объемных реакций окисления, приводящее к возникновению горения и /или взрыва.

Скорость выгорания – количество жидкости, выгорающей с единицы площади ее поверхности в единицу времени.

Скорость выгорания линейная – высота слоя жидкости, которая выгорает в единицу времени.

Скорость распространения пламени нормальная – минимальная скорость, с которой пламя может распространятся в горючей среде по нормали к своему фронту.

Скорость пламени видимая – наблюдаемая в реальных условиях скорость распространения фронта пламени относительно неподвижных предметов (стенки трубы, сосуда и т.п.).

Скорость нарастания давления при взрыве – это величина, равная производной давления взрыва по времени на восходящем участке зависимости давления взрыва газо-, паро- или пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде от времени.

Теплопроводность – вид теплообмена, при котором тепло передается за счет механических колебаний молекул (атомов) и взаимодействия свободных электронов.

Тепловое излучение – вид теплообмена, при котором перенос энергии осуществляется посредством электромагнитных волн (от 0,4 до 100 мкм). В отличие от теплопроводности и конвекции, лучистый теплообмен не требует наличия промежуточной среды между источником и приемником тепла.

Теплота сгорания низшая – количество тепла, выделяющееся при полном сгорании единицы массы вещества с образованием воды в парообразном состоянии.

Теплота сгорания высшая – количество тепла, выделяющееся при полном сгорании единицы массы вещества с образованием воды в жидком состоянии.

Температура горения – максимальная температура, до которой нагреваются продукты горения.

Температура горения теоретическая – температура, при которой выделившаяся теплота горения смеси стехиометрического состава расходуется на нагрев и диссоциацию продуктов горения.

Температура горения калориметрическая – температура, которая достигается при горении стехиометрической горючей смеси, с начальной температурой 273 К и при отсутствии потерь в окружающую среду.

Температура горения адиабатическая – температура полного сгорания смесей любого состава при отсутствии тепловых потерь в окружающую среду.

Температура горения действительная – температура горения, достигаемая в условиях реального пожара.

Тление – беспламенное горение.

Температура самовоспламенения – наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества.

Температура зажигания – минимальная температура источника зажигания, выше которой всегда происходит воспламенение от него горючей смеси.

Температура вспышки – наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает.

Температура воспламенения – наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие газы и пары с такой скоростью, что при воздействии источника зажигания наблюдается воспламенение жидкости и ее устойчивое горение.

Трудногорючие (трудносгораемые) вещества – вещества, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления.

Ударная волна – узкая переходная область, отделяющая объем сжатого газа от несжатого, в которой происходит резкое увеличение плотности, давления и скорости вещества. Распространяется со сверхзвуковой скоростью.

Удельный теоретический объем воздуха – минимальный объем воздуха, необходимый для полного сгорания единицы массы (или одного моля) горючего вещества при нормальных условиях (T^o =273 К; P^o=$1 \cdot 10^5$ Па).

Удельный тротиловый эквивалент ВВ (ТНТ-эквивалент) – величина, показывающая во сколько раз мощность взрыва 1 кг данного ВВ отличается от мощности взрыва 1 кг тротила (тринитротолуола).

Удельная теплота горения – количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы массы или объема горючего вещества.

Фаза – гомогенная часть гетерогенной системы, отделенная от других частей реальной или воображаемой границей раздела, при переходе через которую все свойства изменяются скачкообразно.

Фронт пламени – наиболее высокотемпературная часть пламени.

Фугасность (работоспособность) ВВ – полная удельная работа взрыва, создаваемого зарядом данного ВВ.

Фугасное действие взрыва – действие взрыва на расстоянии, существенно превышающем размеры заряда ВВ. Проявляется в совершении работы разрушения или перемещения среды продуктами взрыва в процессе их расширения.

3.2.3. Методические рекомендации по выполнению рефератов

Требования к реферату

После завершения изучения темы обучающимся предоставляются вопросы для самопроверки, позволяющие проверить, насколько продуктивно освоен пройденный материал. Если обучающиеся не могут ответить на поставленные вопросы, они должны вернуться к конспектам лекций и учебным пособиям и повторить содержание темы, прежде чем продолжать дальнейшее изучение раздела. В том случае, если обучающийся желает получить дополнительную (повышенную) оценку, либо по уважительной причине пропустил большое количество учебных занятий, он может отчитаться написанием реферата. Выполненный реферат отражает степень и уровень освоения обучающимся содержания отдельного раздела, либо всего курса «Теория горения и взрыва». Лучшие работы могут участвовать в конкурсе научных работ курсантов и студентов или быть представлены в качестве докладов на ученических научно-практических конференциях.

Для того, чтобы обучающийся мог лучше понять тему и в своем реферате достаточно полно раскрыть её содержание, он должен придерживаться предложенного плана и использовать рекомендованную литературу к данной теме.

Объём реферата вместе с планом и списком использованной литературы должен составлять не менее 20 страниц формата А-4 машинописного текста (требования к оформлению на странице: поля стандартные, на странице 30-35 строк, в строке 64 знака, интервал 1,5, страницы пронумерованы). На первой странице обязательно ставится личная

подпись обучающегося. Срок сдачи реферата обучающимся – не позднее, чем за 10 дней до зачёта. Подробно методические указания по выполнению рефератов приведены в пособии: Теория горения и взрыва. Методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы [Электронный ресурс]: Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Квалификация техник) / сост. Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 54 с.

Примерный перечень рекомендуемых тем рефератов

1. Развитие научных представлений о процессе горения.
2. Термодинамика процессов горения.
3. Возникновение и развитие горения веществ и материалов.
4. Тлеющее горение.
5. Диффузионные пламена и факелы.
6. Особенности горения жидкостей.
7. Вскипание и выброс жидкостей при их горении.
8. Особенности горения твёрдых веществ.
9. Горение металлов.
10. Горение полимеров.
11. Горение целлюлозных материалов.
12. Самовозгорание масел, жиров и олиф.
13. Самовозгорание торфа.
14. Горение жидких и твёрдых топлив.
15. Зажигание твёрдых веществ.
16. Распространение пламени.
17. Экспериментальное исследование пламён.
18. Ламинарные пламена.
19. Турбулентные пламена.
20. Низкотемпературное и высокотемпературное окисление.
21. Гашение пламени.
22. Ингибиторы.
23. Флегматизаторы.
24. Дымообразование и движение дыма.
25. Тепловой взрыв.
26. Взрыв. Причины и последствия.
27. Искровое зажигание.
28. Детонация.
29. Взрыв и взрывчатые вещества.
30. Взрывчатые вещества и их использование в мирных целях.
31. Пиротехнические составы.
32. Взрывозащита технологического оборудования.
33. Физико-химические основы механизмов прекращения горения.
34. Предельные явления в горении и тепловая теория потухания.

4. Рекомендации по подготовке к зачету

По окончании семестра по названной дисциплине предусмотрен зачет в устной форме. Зачет является итоговым контролем и имеет целью проверить учебную работу обучающихся, уровень полученных ими знаний и умение применять их при решении профессиональных практических задач.

Допуск обучающегося к итоговой семестровой аттестации осуществляется по итогам его текущей работы в семестре. Основными видами текущего контроля являются: сдача коллоквиумов, решение задач в проверочных и контрольной работах, выполнение лабораторных работ, работа на практических занятиях.

Для подготовки к сдаче зачета по теоретической части курса рекомендуется воспользоваться конспектом лекций, а также учебным пособием – Гайнуллина Е.В. Теория горения и взрыва: учебное пособие. Екатеринбург, 2019. - 114 с. При подготовке к зачету можно пользоваться также дополнительной литературой, перечень которой представлен в рабочей программе дисциплины.

Задачи к билетам подбираются аналогичные тем задачам, которые решались на практических занятиях и (или) предлагались на самостоятельную подготовку. Для подготовки к зачету, к практическим занятиям и к выполнению проверочных и контрольных работ обучающиеся могут воспользоваться многочисленными пособиями, в которых приводятся образцы решения задач. Здесь же укажем наиболее распространенное пособие: Теория горения и взрыва: задачник / авт.-сост Е.В. Гайнуллина. – Екатеринбург: Уральский Институт ГПС МЧС России, 2019. – 60 с.

У обучающихся зачет проводится в устной форме и включает в себя ответ на теоретический вопрос зачетного билета для проверки освоения теоретических знаний материала курса, а также решение задачи для проверки практических умений и навыков выполнения пожарно-технических расчётов.

Оценка знаний обучающихся, а также степени сформированности у них необходимых компетенций (табл. 1) на основании результатов проверки знаний и умений зачетных испытаний проводится по системе «зачтено – не зачтено».

В том случае, если теоретический вопрос в целом раскрыт (допускаются неточности в формулировках, не искажающие суть излагаемого вопроса); задача решена полностью, при этом допускаются неточности в арифметических расчётах, не влияющие на конечный результат и не искажающие его смысл, на дополнительные вопросы преподавателя в большинстве случаев получены верные ответы, обучающийся получает оценку *«зачтено»*.

Обучающийся считается *не сдавшим* зачет, если он неграмотно и неточно формулирует материал и не умеет применять полученные знания на практике (при решении практических заданий и задач); не в полном объеме (со значительными недочётами, ошибками в записи формул и уравнений, грубыми арифметическими ошибками, искажающими смысл полученного

результата) или не выполнил практическое задание, на дополнительные вопросы преподавателя ответить не может.

Перечень вопросов для самостоятельной подготовки к зачету

Раздел 1. Основные представления о горении.

Тема 1. Основы процессов горения.

1. Сущность процесса горения. Необходимые и достаточные условия процесса горения.
2. Химические и физические процессы, протекающие при горении (термическое разложение, окисление, диссоциация, ионизация молекул).
3. Классификация процессов горения: гомогенное и гетерогеннное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное.
4. Виды пламени, температура пламени, излучение пламени.

Тема 2. Материальный и тепловой баланс процессов горения.

5. Уравнение материального баланса процесса горения.
6. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха.
7. Закон Гесса и следствие из закона Гесса.
8. Высшая и низшая теплоты сгорания, физический смысл и расчёт.
9. Температура горения: калориметрическая, адиабатическая, теоретическая, действительная. Способы расчета температуры горения.

Тема 3. Способы возникновения горения.

10. Условия возникновения и развития процессов горения.
11. Самовоспламенение. Цепной и тепловой механизмы самовоспламенения.
12. Температура самовоспламенения и период индукции.
13. Влияние концентрации горючего вещества, объема и формы сосуда, давления, содержания инертных газов и химически активных ингибиторов на температуру самовоспламенения.
14. Практическое значение температуры самовоспламенения, экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения паров и газов в воздухе.
15. Тепловая теория самовозгорания.
16. Виды самовозгорания. Температуры самонагревания и тления.
17. Самовозгорание масел и жиров: классификация масел, понятие йодного числа и метод его расчета.
18. Самовозгорание химических веществ.
19. Виды источников зажигания.
20. Общие и отличительные особенности процессов самовоспламенения и зажигания.
21. Зажигание нагретым телом и электрической искрой. Критические условия зажигания.
22. Тепловая теория зажигания.

23. Минимальная энергия зажигания.
24. Анализ влияния состава горючей смеси, давления, наличия флегматизаторов на температуру и минимальную энергию зажигания, основные параметры ударной волны.

Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях.

Тема 4. Горение газов.

25. Общие закономерности кинетического режима горения.
26. Нормальная скорость распространения пламени и факторы, влияющие на ее величину.
27. Механизм распространения пламени в горючих газовоздушных смесях.
28. Предельные режимы нормального (дефлаграционного) горения и методы их оценки для реальных газопаровоздушных систем.
29. Условия перехода дефлаграции в детонацию в горючих газовых смесях.
30. Концентрационные пределы распространение пламени, их практическое значение и расчёт.
31. Механизм образования ударной волны, форма ударной волны, длительность импульса.

Тема 5. Горение жидкостей.

32. Условия возникновения горения жидкостей.
33. Температура вспышки и температура воспламенения жидкостей, методы их расчёта и экспериментального определения.
34. Скорость выгорания, методы расчета и экспериментального определения.
35. Распределение температуры в горящей жидкости.
36. Вскипание и выброс жидкостей, причины этих явлений.

Тема 6. Горение твердых горючих материалов и пылей.

37. Основные закономерности горения твердых органических веществ.
38. Горение древесины и угля.
39. Горение полимерных материалов.
40. Группы горючести, метод расчета коэффициента горючести.
41. Особенности горения металлов.
42. Пыли и их свойства. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности.
43. Особенности горения и причины взрывов пылей.

Тема 7. Система показателей пожарной опасности веществ и материалов.

44. Классификация пожаровзрывоопасных веществ.
45. Основные показатели пожарной опасности горючих газов, аэродисперсных систем, жидкостей, твердых веществ. Их взаимосвязь и методы расчета.
46. Оценка пожарной опасности веществ и материалов.

Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества.

Тема 8. Ударные волны и детонация. Явление взрыва.

47. Взрывы: типы взрывов, физические и химические взрывы.
48. Отличия механизмов дефлаграционного горения и взрыва.
49. Максимальное давление взрыва и скорость нарастания давления при взрыве как показатели пожаровзрывоопасности горючих систем.
50. Классификация взрывчатых веществ по химическому составу и областям применения.
51. Бризантное и фугасное действия взрыва.
52. Теоретические и экспериментальные методы оценки бризантности и фугасности взрывчатых веществ.
53. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу.

Задания и задачи:

1. Составление уравнений реакций горения.
2. Оценить характер свечения пламени при горении индивидуальных веществ различного химического состава.
3. Рассчитать количество воздуха, необходимое для полного сгорания заданного количества индивидуального химического вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях.
4. Рассчитать количество и состав продуктов горения индивидуального химического вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях.
5. Рассчитать теплоту сгорания индивидуальных веществ по следствию из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева.
6. Рассчитать концентрационные пределы воспламенения газа по аппроксимационной формуле.
7. Рассчитать концентрацию паров жидкости в смеси с воздухом, при которой давление при взрыве этой смеси будет максимальным.
8. Определить по номограмме давление насыщенного пара жидкости при заданной температуре.
9. Рассчитать температуру вспышки заданной жидкости по формуле Элея и через НТПВ.
10. Дать оценку пожарной опасности веществ, находящихся в газообразном, жидком или твердом состояниях.

При подготовке к зачету большое значение имеет правильное распределение времени, благодаря которому вы получите возможность хорошо усвоить каждую порцию, каждый слой информации. Таким образом, запоминаемый материал сможет основательно укорениться в вашей долговременной памяти. Не забывайте, что изучение нового материала – это кумулятивный процесс, который отталкивается от того, что вы уже знаете.

Подготовку к сдаче теоретической части зачета рекомендуется начинать по порядку следования тем изложения лекционного материала. Обучающиеся могут, в первую очередь, воспользоваться конспектами лекций. Проработку теоретического материала рекомендуется проводить по

конспектам и учебному пособию Гайнуллина Е.В. Теория горения и взрыва: учебное пособие. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России. 2019. – 114 с. Также можно пользоваться основной и дополнительной литературой, представленной в списке рекомендуемой литературы в разделе 5.

При первом чтении материала не стоит задерживаться на математических выводах и запоминании уравнений, сначала следует получить общее представление о рассматриваемых вопросах, а также выявить сложные и непонятные моменты. Внимательно прочитывайте текст, старайтесь выявить сущность вопросов и не пытайтесь сразу запомнить все определения и детали. Такой подход, при котором все физико-химические процессы рассматриваются на уровне сущности, а не набора отдельных понятий и фактов, способствует не только более глубокому и прочному усвоению материала, но и формированию логического мышления, способности воспринимать и осмысливать сущность процессов и явлений, протекающих при горении. При последующей проработке материала в прочитанном тексте выделяются главные идеи, устанавливаются логические взаимосвязи между ними, большее внимание уделяется деталям, особенностям протекания тех или иных процессов и явлений, материал повторяется несколько раз для лучшего запоминания определений и формул.

Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, рекомендуется завести рабочую тетрадь и кратко, в виде тезисов, записывать в неё формулировки законов, основные понятия и определения, формулы и уравнения реакций и т.д. Во всех случаях, когда материал поддаётся систематизации, составляйте схемы, диаграммы и таблицы – такой подход структурирует и облегчает восприятие больших объёмов информации и уменьшает её объём при конспектировании, что очень облегчает запоминание материала, в том числе и визуально. Также не ленитесь проговаривать, пересказывать вслух трудный для запоминания материал.

Подготовка к зачету должна обязательно сопровождаться повторением и решением задач, поскольку это один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Для повторения и закрепления методик решения расчётных задач рекомендуется воспользоваться учебно-методическим пособием Теория горения и взрыва: задачник / авт.-сост Е.В. Гайнуллина. – Екатеринбург: Уральский Институт ГПС МЧС России, 2019 – 60 с.

Следует напомнить, что для качественного освоения материала, облегчения подготовки к зачету и успешной его сдачи необходимо *систематическое* выполнение заданий для самостоятельной работы в течение семестра.

При планировании ответа на зачетный билет нужно быть готовым не только коротко и чётко изложить теоретический вопрос и ответить на дополнительные вопросы, но и при необходимости обосновать свои действия при решении задачи.

Приступая к самостоятельному решению задачи, необходимо обдумать план её решения, сравнивая её с предложенным в задачнике и имеющимися в конспекте вариантами решения типовых задач. В случае появления неясностей при выборе решения следует обратиться к теоретическому материалу той темы, на основании которого построена задача.

При записи решения задачи следует приводить весь ход решения и математические преобразования. Решение должно быть аккуратно оформлено, написано четким разборчивым почерком.

Если у обучающегося возникают затруднения при подготовке к зачету, то следует обратиться за консультацией к преподавателю.

5. Информационное обеспечение обучения

Основные источники

1. Гайнуллина, Е. В. Теория горения и взрыва [Текст] : учебное пособие. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 114 с.
2. Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие для СПО / В. Л. Адамян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-9007-3. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: https://e.lanbook.com/book/183611
3. Теория горения и взрыва : учебное пособие для СПО / сост. Н. Я. Илюшов. – Саратов : Профобразование, 2021. – 96 с.
4. Теория горения и взрыва [Текст] : задачник. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 60 с.
5. Теория горения и взрыва [Текст] : практикум. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (профессиональная подготовка) / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 38 с.

Дополнительные источники

1. Баратов, А. Н. Горение - пожар - взрыв - безопасность [Текст] / А. Н. Баратов. - М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. - 363 с.
2. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. Кн. 1, 2 [Текст] / под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. - М. : Химия, 1990.
3. Гельфанд, Б. Е. Взрывобезопасность : учебник [Текст] / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников; под ред. В. С. Артамонова. - СПб. : Астерион, 2006. - 392 с.
4. Горшков, В. И. Самовозгорание веществ и материалов [Текст] / В. И. Горшков. - М.: ВНИИПО, 2003. - 26 с.

5. Корольченко, А. .Я. Процессы горения взрыва [Текст] / А. Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2007. - 266 с.
6. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. [Текст] / А. Я. Корольченко, Д. Я. Корольченко - М.: Асс. «Пожнаука», 2004. Ч. 1. - 713 с; Ч.2. - 774 с.
7. Марков, В. Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров : учебник для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России [Текст] / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, С. Н. Пазникова; ред. В. Ф. Марков. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2013. - 305 с.
8. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов [Текст] / М. : ВНИИПО, 2004. - 67 с.
9. Русинова, Е. В. Теория горения и взрыва : курс лекций [Текст] / Е. В. Русинова. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2009. - 175 с. Лабораторный практикум по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность Профессиональная подготовка / сост. Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 43 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
10. Методические рекомендации по подготовке к контрольной работе по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс]. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 15 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
11. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 34 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
12. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / сост. Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 54 с.– Режим доступа: http://10.97.170.7.

Интернет-ресурсы

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000 – Режим доступа: http://eLibrary.ru.

2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Москва. 2010. – Режим доступа: http://e.lanbook.com.
3. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства Инфра-М и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: http://znanium.com.
4. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: http://www.rbc.ru.
5. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, http://www.mchs.gov.ru.
6. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны, http://www.vniipo.ru.

МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы

Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность

(квалификация техник)

Екатеринбург
2022

Теория горения и взрыва. Методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы [Электронный ресурс]: Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Квалификация техник) / сост. Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 58 с.

Составитель: Гайнуллина Е.В., доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, доцент, к.т.н.

Описывается порядок организации, планирования, контроля и самоконтроля самостоятельной работы обучающихся по программе среднего профессионального образования по дисциплине «Теория горения и взрыва». Приводится распределение часов при изучении дисциплины, вопросы для подготовки к коллоквиумам, перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, темы рефератов. В приложениях представлены: требования к результатам освоения дисциплины, структура и содержание дисциплины, список литературы для подготовки к занятиям и зачету.

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2022
© Кафедра химии и процессов горения, 2022

Содержание

Введение……..4
1. Сущность и содержание самостоятельной работы…….5
2. Планирование самостоятельной работы……..8
3. Организация самостоятельной работы……....10
3.1. Самостоятельная работа обучающихся
в процессе лекционных занятий……..11
3.2. Самостоятельная работа при подготовке к
практическим занятиям и в ходе их проведения……13
3.3. Самостоятельная работа при изучении вопросов,
вынесенных на самостоятельное рассмотрение…….18
3.4. Самостоятельная работа во время консультаций……19
3.5. Домашняя контрольная работа…….20
3.6. Самостоятельная работа при написании рефератов……...21
3.7. Презентация в Microsoft Power Point……..24
3.8 Организация работы и поиск информации в сети «Интернет»……..27
3.9. Самостоятельная работа при подготовке к зачету……..36
4. Контроль и самооценка качества самостоятельной работы……..40
Заключение…….45
Список литературы……46
Приложение 1……47
Приложение 2……49
Приложение 3……56

Введение

Неотъемлемой частью учебного процесса является самостоятельная работа. Она относится к числу основных методов обучения.

Самостоятельная работа – основа успешного освоения изучаемых дисциплин при формировании умений и навыков по применению теоретических основ к решению конкретных практических задач. Учебные занятия, как бы хорошо они не проводились, не могут в полной мере обеспечить высокого качества подготовки специалистов, отвечающих современным требованиям. Главным условием для достижения этой цели является активная самостоятельная познавательная деятельность самих обучающихся. Знания, полученные на лекциях, практических занятиях, нуждаются в закреплении, углублении в процессе самостоятельного изучения соответствующих вопросов учебной программы, поэтому часть учебного времени, в соответствии с учебным планом, отводится на самостоятельную работу. Кроме того, обучающиеся должны уметь самостоятельно осваивать новый материал, поэтому некоторые вопросы дисциплины вынесены на самостоятельное изучение.

Умело организованная самостоятельная работа обучающихся способствует воспитанию привычки и устойчивых навыков повышения общекультурных и профессиональных компетенций, формированию потребности в самообразовании. Таким образом, требуется не просто изучить материал учебных дисциплин, а научиться эффективно учиться. Это означает, что за период обучения необходимо выработать такую технику учебной познавательной деятельности, которая позволит полностью освоить материалы программы обучения, а в процессе активной профессиональной деятельности заниматься самосовершенствованием.

В предлагаемом пособии содержатся рекомендации по организации, планированию самостоятельной работы, конспектированию лекций, методике подготовки к практическим занятиям и зачёту, самостоятельному изучению вопросов дисциплины и т.д. Данные рекомендации рассчитаны на то, что каждый обучающийся имеет возможность выбрать в соответствии со своими личностными особенностями оптимальные и приемлемые для него способы организации и ведения самостоятельной работы, сформировать индивидуальный стиль учебной познавательной деятельности.

1. Сущность и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа в учебном заведении представляет собой планируемую, организационно и методически направляемую преподавателем деятельность обучающихся по освоению учебных дисциплин и приобретению профессиональных навыков, осуществляемую за рамками аудиторной учебной работы.

Целью самостоятельной работы (СР) является освоение в полном объеме основной образовательной программы и достижение соответствия уровня подготовки выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций, к которым относятся:

- развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей обучающихся);
- информационно-обучающая (подкрепление информации, полученной на лекциях и практических занятиях, поиском информации в других источниках (научной литературе, ресурсах Интернета, средствах массовой информации);
- ориентирующая и стимулирующая (способность ориентироваться в причинно-следственном поле опасностей среды обитания, знание опасностей, содержания мероприятий по их предупреждению);
- воспитывающая (готовность к саморазвитию, самообразованию);
- исследовательская (способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в профессиональной деятельности, умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов).

Самостоятельная работа – достаточно широкое понятие. Оно включает в себя не только учебную познавательную деятельность, которую обучающиеся выполняют в часы самостоятельного освоения учебных материалов, но и ту СР, которую они осуществляют во время лекций, практических и лабораторных занятий. Например, чтобы усвоить учебный материал, изложенный в ходе лекции или практического занятия, надо проделать определенную умственную работу: понять, обобщить услышанную информацию, записать ее в тетрадь своими словами, составить схемы и т.д. При подготовке к практическим занятиям – самостоятельно изучить и законспектировать рекомендованную учебную литературу, выполнить различные задания или решить задачи.

Самостоятельная работа в процессе обучения включает в себя работу в присутствии преподавателя на различных видах занятий, в часы самостоятельного освоения материалов программы обучения и во внеаудиторное время.

В психолого-педагогическом плане СР представляет собой упорядоченную динамическую систему приемов чтения, прослушивания, наблюдения, осмысления, обобщения, систематизации, конспектирования, запоминания и воспроизведения учебного материала.

Самостоятельная работа подчиняется строгим законам, определяющим последовательность познавательных актов: знакомство, восприятие, переработка, осознание, овладение новыми знаниями до того уровня, который позволяет применять эти знания в учебной или профессиональной деятельности. Способность человека к самостоятельному поиску нужной информации, к усвоению на ее основе профессиональных знаний, к творческому использованию их в различных ситуациях – это воспитываемое качество личности. Оно формируется на протяжении всей жизни человека и особенно интенсивно в период обучения.

Самостоятельная работа имеет определенные дидактические цели, основными из которых выступают:

а) самостоятельное добывание знаний, формирование навыков и умений, необходимых для предстоящей профессиональной деятельности;

б) повышение ответственности личности за свою профессиональную подготовку;

в) развитие самостоятельности в планировании, организации и выполнении своей деятельности.

Достижение этих целей обеспечивается организацией в образовательном процессе различных видов занятий и многообразием методов СР по овладению учебным материалом.

Содержание СР носит двухсторонний характер: с одной стороны – это способ деятельности обучающихся во всех организационных формах учебных занятий и во внеаудиторное время, когда они самостоятельно изучают материал, определенный содержанием учебной программы, с другой стороны – это вся совокупность учебных заданий, которые должен выполнить обучающийся в образовательном учреждении.

Основными видами самостоятельной работы являются:

- предварительная подготовка к занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый для обучающихся учебный материал, такая подготовка предполагает изучение учебной программы, установление связи с ранее полученными знаниями, выделение наиболее значимых и актуальных проблем, на изучение которых следует обратить особое внимание и т.д.;
- прослушивание лекций, осмысление учебной информации, сообщаемой преподавателем, ее обобщение и систематизация, краткая запись, своевременная доработка конспектов лекций;
- подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы по учебной дисциплине;

- выяснение наиболее сложных, неясных вопросов и их уточнение во время консультаций;
- подготовка к лабораторным, практическим и контрольным занятиям, активная познавательная деятельность в ходе их проведения;
- выполнение специальных учебных заданий, предусмотренных учебной программой;
- написание рефератов, контрольных и других письменных работ;
- систематическое чтение периодической печати, поиск и анализ дополнительной информации по учебной дисциплине;
- просмотр видео- и кинофильмов, прослушивание телевизионных и радиопередач, посещение выставок в интересах освоения будущей профессии и т.п. Все эти виды СР применяются при изучении дисциплины «Теория горения и взрыва».

По своему характеру всё многообразие самостоятельной работы можно условно разделить на

- репродуктивную (самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы, прослушивание лекций, заучивание, пересказ, запоминание, повторение учебного материала);
- познавательно-поисковую (подготовка сообщений, докладов, выступлений на практических занятиях, подбор литературы по учебной проблеме, написание контрольной работы);
- творческую (написание рефератов, участие в научно-исследовательской работе, выполнение специальных творческих заданий).

Различие СР по характеру познавательной деятельности не означает преимущества одного вида над другим. В подготовке будущей профессиональной деятельности одинаковое значение имеют каждый из них. Например, репродуктивная СР способствует увеличению багажа профессиональных знаний, навыков и умений, расширяет эрудицию. Познавательно-поисковая и творческая СР развивают интеллектуальные, профессиональные, творческие способности.

Эффективность СР зависит в первую очередь от уровня развития личности, психических, познавательных и эмоционально-волевых процессов, памяти, личной подготовленности, организованности обучающегося, его умения сосредотачивать свое внимание на изучаемом материале, стремления реализовать себя, самоутвердиться, от сформированности умений и навыков такой работы.

2. Планирование самостоятельной работы

Планирование – главная предпосылка правильной организации самостоятельного учебного труда. Необходимость в этом обусловлена потребностью работать ритмично, без перегрузок, для этого нужен личный план. Следует всегда помнить – чем больше человек занят, тем тщательнее приходится планировать время, сочетать умственную, физическую работу и отдых.

Исходными материалами для составления личных планов служат: расписание занятий и графики обязательных заданий, графики текущего, рубежного и промежуточного контроля.

Структура и содержание дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины, распределение учебного времени при изучении дисциплины (с учётом самостоятельной работы) представлены в приложениях 1-4.

Личный план работы с указанием содержания самостоятельных занятий лучше всего составлять на месяц, а уточнять еженедельно и ежедневно. Как правило, в план на день необходимо включать 4 – 5 пунктов, основные из них:

а) доработка лекций, прослушанных накануне (20-30 минут ежедневно);

б) подготовка к лабораторным и практическим занятиям (планируется за 2 – 3 дня до их проведения);

г) ознакомление с дополнительной литературой и подготовка к очередным лекциям (30-45 минут). В план включается 1,5–2 часа на самостоятельную работу в выходные и праздничные дни.

План не должен быть громоздким (задетализированным), некоторые моменты его должны продумываться, учитываться, но не фиксироваться. При разработке плана следует придерживаться правила – перспективный план содержит лишь основные вопросы, план на неделю и день должен быть более конкретным, с расчетом времени, сил и возможностей.

Установлено, что при однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разнообразного характера. Вместе с тем нельзя впадать в другую крайность – изучение многих предметов, т.к. это приводит к временным потерям. На начальном этапе любой работы производительность труда низкая. Следовательно, чем больше будет таких этапов, тем, естественно ниже эффективность использования времени самостоятельных занятий. Поэтому ежедневно целесообразно работать не больше чем над двумя-тремя дисциплинами.

Проработку лекционного материала (всего 7 лекций), нужно планировать в тот же день или на второй день после объяснения учебного материала. Самостоятельная проработка учебного материала через 4-6 дней после его предъявления приводит к увеличению временных затрат до 20 %. Подготовку к лабораторным занятиям, проверочным, коллоквиумам,

контрольной работе следует планировать так, чтобы оставался резерв времени, гарантирующий от случайностей. Поэтому подготовку к ним необходимо начинать за 2-3 дня.

В первые недели семестра, когда практических занятий и лабораторных работ еще мало, нужно больше времени отводить на изучение и осмысление теоретического материала лекций. Примерная техника планирования такова. Вначале определяются время и сроки выполнения трудоемких работ (контрольных заданий, написание реферата или реферативного сообщения, подготовки к зачету), т.е. на длительный период намечаются основные вехи самостоятельной работы.

Затем распределяется время на очередную неделю между такими видами работ, как ежедневная отработка лекций и изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и конспектирование первоисточников или изучение нормативных документов.

По дисциплине «Теория горения и взрыва» (специальность 20.02.04 Пожарная безопасность) обучающимся необходимо сдать следующие работы:

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование работы
1	Раздел 1. Основные представления о горении (темы №1 - 3)	Коллоквиум по теме 1. Тест по теме 3 (письменно). Отчёт по лабораторной работе тема №1. Отчёт по лабораторной работе тема №3. Контрольная работа (аудиторная).
2	Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях (темы №4 - 7)	Коллоквиум по темам 4-6. Проверочная работа по темам 4-5. Отчёт по лабораторной работе тема №5. Отчёт по лабораторной работе тема №6. Расчётная работа по теме 7 (в соответствии с вариантом).
3	Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества (тема №9)	Домашняя расчётная работа по теме 8 (в соответствии с вариантом).

3. Организация самостоятельной работы

Обязательным условием эффективной организации СР по учебной дисциплине является наличие учебно-методического обеспечения.

Контроль СР может осуществляться в виде контрольной работы, теста, коллоквиума, обсуждения рефератов, защиты учебных заданий, экспресс-опросов на практических занятиях; других мероприятий.

Учебно-методическое обеспечение СР по учебной дисциплине включает:

- методические рекомендации по организации и выполнению СР;
- перечни заданий и контрольных мероприятий СР;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- наглядные пособия, мультимедийные, аудио- и видеоматериалы;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций.

По дисциплине «Теория горения и взрыва», согласно рабочей программе дисциплины, по очной форме обучения предусмотрено 7 лекций (14 часов) Для конспектирования лекций на очной форме обучения рекомендуется завести общую тетрадь объёмом 48 листов. В случае отсутствия на лекции по уважительной причине необходимо переписать конспект лекции у товарищей или законспектировать пропущенный материал по учебному пособию: [*Гайнуллина Е.В.* Теория горения и взрыва: учебное пособие. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019 – 114 с.] После лекции преподаватель может выборочно собрать конспекты лекций и выставить за конспект оценки в журнал.

Прежде чем приступить к изучению учебного материала, необходимо мысленно продумать весь ход СР от начала до конца, для того чтобы окончательно сложилась готовая модель работы, последовательность изучения дисциплины, количество необходимого времени. Затем целесообразно составить краткий письменный план СР на данный день.

К началу самостоятельных занятий необходимо подготовить все необходимое (учебные пособия, учебно-методические пособия,

методические рекомендации, справочные материалы и т.д.), включая даже на первый взгляд второстепенные вещи. На столе не должно быть ничего лишнего, что приводило бы к пустой суете и поискам необходимых предметов для работы.

Важно знать, что для сохранения необходимой работоспособности во время СР важно избавиться от всего постороннего, что может отвлечь внимание от выполнения главного дела. Необходимая предпосылка успешности самостоятельной работы – хорошее настроение, отсутствие тревог и беспокойства. Книги, конспекты, учебные пособия, методические рекомендации должны по возможности располагаться в одном и том же установленном порядке.

Для качественной организации самостоятельной работы требуется соблюдение определенного режима, ровной работы, сосредоточения внимания на главных вопросах, упорство в овладении учебным материалом, целеустремленности в работе с тем, чтобы усвоить материал глубоко и прочно. После окончания самостоятельной работы необходимо привести в порядок свое рабочее место (убрать учебники, конспекты, сдать литературу в библиотеку и т.д.).

В вопросах организации самостоятельной работы важнейшее место занимает фактор оптимального распределения времени между видами деятельности и дисциплинами. Многое в этом вопросе зависит от индивидуальных особенностей обучающегося, его кругозора, эрудиции, навыков в работе, жизненного опыта, работоспособности и других обстоятельств. Однако независимо от всех факторов каждый обучающийся должен твердо знать, что при условии высокой организации труда, умелого распределения времени на изучение каждой дисциплины и даже вопроса, ему представляется полная возможность успешно овладевать учебным материалом в отведенное распорядком дня время.

Работать над учебным материалом целесообразно систематически, каждый день, учитывая свои индивидуальные особенности, темп работы, зависящий от навыков работы и т.д. Плодотворно сказывается на качестве самостоятельной работы точное и строгое выполнение распорядка дня, личная дисциплинированность и организованность, соблюдение режима труда и отдыха.

3.1. Самостоятельная работа обучающихся в процессе лекционных занятий

Эффективность освоения учащимися дисциплины «Теория горения и взрыва» зависит от многих факторов, прежде всего, от работы на лекциях. Лекция – это не иллюстрация учебника, не его копия, а скорее «путеводитель» по тому материалу, которым должен овладеть учащийся. На лекции преподаватель освещает наиболее важные и проблемные

вопросы, вызывая у обучающихся интерес к дальнейшему поиску материала, углублению и систематизации знаний.

Восприятие лекции и ее запись представляет собой процесс постоянного сосредоточения внимания, направленного на понимание рассуждений лектора, обдумывание полученных сведений, их оценку и сжатое изложение на бумаге в удобной для восприятия форме. Самостоятельная работа на лекции проявляется в осмыслении новой информации и ее краткой рациональной записи. Конспектирование лекций – сложный труд, требующий от обучающихся определенных навыков, а от преподавателя – помощи в их формировании. Записанная лекция помогает глубже усвоить материал, подготовиться к семинарским занятиям, зачетам и экзаменам.

Некоторые обучающиеся пытаются записывать все содержание излагаемого материала. Это приводит к тому, что они автоматически выключаются из числа активно мыслящих слушателей, вся их энергия и внимание направлены на то, чтобы записать все услышанное, в результате чего на осмысление не остается времени. Необходимо осмысленно прослушивать лекцию и для ее записи владеть навыком быстрого письма. Слушатель все внимание уделяет содержанию лекции, выделяя те положения, на которые больше всего обращает внимание лектор интонацией, повторением отдельных суждений.

Методика записи – дело индивидуальное, однако существуют некоторые наиболее употребляемые и целесообразные способы записи лекции.

1) запись лекции ведется в виде кратких тезисов; в таком конспекте отражены основное содержание и логика изложения; последующее же изучение темы требует проработки дополнительной литературы;

2) кроме тезисов основного содержания записываются примеры и доказательства, даты, цифры, имена с выделением их в тексте для уяснения основной идеи;

3) конспект лекции дополняется собственными мыслями, суждениями, вопросами, возникающими в ходе прослушивания лекции; этот способ наиболее эффективен, но он предполагает хороший уровень общеобразовательной подготовки, устойчивое внимание, большой опыт ведения записей, способность мыслить быстро и предметно; такой конспект носит ярко выраженный творческий характер и свидетельствует о высоком уровне самостоятельной работы обучающегося.

При составлении подобных конспектов необходимо овладеть простейшими навыками стенографии, а также оставлять большие поля для последующих записей. В процессе совершенствования навыков конспектирования лекций важно выработать индивидуальную систему, научиться рационально сокращать слова и отдельные словосочетания. Например, рекомендуется следующим образом сокращать

общеупотребительные слова: может быть – м. б., например – напр., таким образом – т. о.

Хорошо записанные лекции оказывают существенную помощь в овладении материалом, однако для получения всесторонних и глубоких знаний обязательно требуется изучить рекомендованную учебную и научную литературу по теме.

3.2. Самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям и в ходе их проведения

Одним из видов самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей является самообучение и закрепление учебного материала путем решения практических заданий различного уровня сложности. Решение практических заданий обучающимися являются одними из немаловажных этапов изучения дисциплины «Теория горения и взрыва» и позволяют осуществить эффективный текущий контроль, самоконтроль отдельных тем курса, подготовку к зачету.

Самоконтроль обучающихся обеспечивает функционирование внутренней обратной связи в процессе обучения, получение информации о полноте и качестве изучения программного материала, прочности сформированных умений и навыков, возникших трудностях и недостатках. Самопроверка имеет большое психологическое значение, стимулирует учение. С ее помощью обучающийся реально убеждается в том, как он овладел знаниями, проверяет правильность выполнения упражнений путем обратных действий, оценивает практическую значимость результатов выполненных задач, упражнений, опытов и т.д.

В последнее время, важную роль играет тестирование с целью оценки остаточных знаний, уровень которых является одним из важнейших показателей при аттестации и аккредитации вуза. Кроме того, работы в этом направлении актуальны в связи с проведением исследований по введению федерального экзамена в сфере высшего образования, национальным агентством по аккредитации в сфере образования, где в качестве исследования предполагается проведение компьютерного интернет-тестирования с целью установления соответствия уровня подготовки обучаемых требованиям государственных образовательных стандартов.

По дисциплине «Теория горения и взрыва» согласно рабочей программе дисциплины по очной форме обучения предусмотрено 8 практических занятий (16 часов) и письменная контрольная работа (ПКПР - 2 часа):

№ темы	Наименование работы	Трудоем-кость, час
Раздел 1. Основные представления о горении		
2	Пламя и его характеристики	2
2	Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения веществ в газообразном и конденсированном состоянии	2
2	Расчет теплоты горения	2
	ПКПР	2
Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях		
4	Расчёт концентрационных пределов распространения пламени и стехиометрической концентрации	2
5	Расчет давления насыщенного пара	2
5	Расчет температуры вспышки и воспламенения жидкости	2
7	Оценка пожарной опасности газов и аэровзвесей	2
7	Оценка пожарной опасности жидкостей, твёрдых веществ и аэрогелей	2
ИТОГО		18
Зачет		4

При подготовке к практическим занятиям СР достигает наибольшей интенсивности. В отличие от других форм учебных занятий в ходе практических занятий имеется возможность в большей степени проявить себя, показать свою активность, самостоятельность, способность применять полученные теоретические знания при решении задач, анализе практических проблем профессиональной деятельности.

Практические занятия проводятся с целью:

- закрепления знаний, полученных во время лекций и самостоятельной работы с учебной литературой;
- расширения и углубления представлений по наиболее актуальным теоретическим и практическим проблемам;
- формирования и развития практических навыков и умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности;
- осуществления контроля за качеством усвоения учебной программы.

Обучающиеся должны готовиться к практическому занятию, соблюдая следующую последовательность: изучить конспект лекции по данной теме, познакомиться с соответствующим разделом учебного

пособия, прочитать рекомендуемую литературу, обратить внимание на нормативные документы, составить конспект прочитанного, решить задачи.

Подготовку к практическому занятию лучше начинать сразу же после лекции по данной теме или консультации преподавателя. Проводить ее рекомендуется в определенной последовательности. Прежде всего следует доработать текст лекции по соответствующей теме, внимательно изучить алгоритмы и методики решения задач, содержание основных заданий, выносимых для решения, а также список рекомендованной литературы и дополнительные задания, которые могут быть даны преподавателем.

Выполнение практических заданий позволяет приобрести конкретные навыки и умения выполнения прикладных пожарно-технических расчетов. Перед выполнением практических заданий необходимо изучить соответствующие темы по литературным источникам.

Важно тщательно спланировать самостоятельную работу по подготовке к занятию: когда, какие источники, по какому вопросу следует найти и изучить; когда и по каким вопросам подготовить краткие письменные ответы, выступления или доклады. Работа должна быть спланирована таким образом, чтобы подготовка к практическому занятию распределялась равномерно на все оставшееся до занятия время.

Важная роль отводится также самостоятельной работе при подготовке к сдаче коллоквиума.

Вопросы для подготовки к коллоквиуму № 1

1. Дать определение процесса горения. В чем отличия процесса горения от других окислительно-восстановительных реакций?
2. Виды горения. Состав воздуха.
3. Сформулировать необходимые и достаточные условия для горения.
4. Какие вещества являются горючими?
5. Какие химические вещества могут выполнять роль окислителя при горении? Приведите примеры химических реакций.
6. Перечислить физические и химические процессы, протекающие в пламени и дать им краткую характеристику (привести примеры).
7. Дать определения и объяснить физический смысл основных видов горения: гомогенное и гетерогенное, диффузионное и кинетическое горение, полное и неполное.
8. Привести схему распределения концентраций горючего вещества, продуктов горения и окислителя в ламинарном диффузионном пламени.
9. Дать определение пламени и назвать его основные зоны.
10. Объяснить распределение температуры по зонам пламени.

11. Что является причиной свечения пламени?
12. В каких случаях при горении в верхней части пламени образуется сажа?
13. От чего зависит характер свечения пламени?
14. Какие факторы влияют на химический состав продуктов горения?

Вопросы для подготовки к коллоквиуму № 2

1. Какой процесс называют самовоспламенением?
2. В чем причины цепного и теплового самовоспламенения?
3. Что называется температурой самовоспламенения?
4. Что понимается под периодом индукции?
5. В чем причина существования индукционного периода воспламенения?
6. Как зависит температура самовоспламенения от удельной поверхности горючей системы, от состава смеси, от наличия флегматизаторов и ингибиторов, от давления?
7. От чего зависит температура самовоспламенения вещества?
8. Объясните практическое значение температуры самовоспламенения, поясните методы её определения.
9. На чем основано устройство огнепреградителей?
10. Что называется самовозгоранием? В чем его отличие от самовоспламенения?
11. В чем причина самовозгорания масел и жиров? Меры пожарной безопасности, исключающие их самовозгорание.
12. Причины самовозгорания ископаемых углей. Меры, предупреждающие их самовозгорание.
13. Вещества, самовозгорающиеся при контакте с кислородом воздуха. Способы их хранения.
14. Вещества, самовозгорающиеся при контакте веществ с сильными окислителями, режим их хранения.
15. Вещества, самовозгорающиеся при контакте с водой. Способы их хранения.
16. Механизм микробиологического самовозгорания.
17. Приведите примеры химического самовозгорания.

Вопросы для подготовки к коллоквиуму № 3

1. Механизм распространения пламени в горючих газовоздушных смесях.
2. Фронт пламени. Изменение температуры и концентрации исходных компонентов во фронте пламени.
3. Виды пламени (стационарное и нестационарное).
4. Скорости распространения пламени по газовоздушным смесям, факторы на них влияющие.

5. Структура и параметры диффузионного пламени, его зависимость от различных факторов.
6. Дайте определение нижнему и верхнему концентрационным пределам распространения пламени, области воспламенения.
7. Раскройте влияние на область воспламенения мощности источника зажигания, турбулентности, температуры давления смеси.
8. Проанализируйте влияние объема и диаметра сосуда, примесей негорючих газов на область воспламенения веществ.
9. Предельно допустимая взрывобезопасная концентрация: практическое значение и расчёт.
10. Что называется испарением? Факторы, влияющие на процесс испарения жидкостей.
11. Дать определение температуры вспышки, температуры воспламенения. Какие факторы влияют на температуру вспышки?
12. Какая температура вспышки у ЛВЖ и ГЖ в закрытом/открытом тигле?
13. Категорийность помещений по пожарной опасности.
14. Изменится ли температура вспышки при изменении концентрации кислорода в окружающей среде? Объясните природу явления.
15. Температурные пределы распространения пламени, факторы на них влияющие.
16. Практическое значение температурных пределов распространения пламени.
17. Скорость выгорания и её зависимость от различных факторов.
18. Типы прогрева жидкостей при их горении.
19. Объясните явление вскипания и выброса жидкостей при их горении.
20. Какие меры нужно предпринять, чтобы избежать вскипания и выброса жидкостей?

Вопросы для подготовки к коллоквиуму № 4

1. Какие процессы предшествуют воспламенению древесины?
2. Какие существуют режимы горения древесины? Дайте им характеристику.
3. Дайте характеристику основным стадиям медленного терморазложения древесины.
4. Как осуществляется передача тепла от пламени к поверхности твердого материала?
5. В чем заключается механизм распространения пламени по древесине?
6. Какие факторы влияют на скорость распространения пламени по поверхности твердого горючего материала?
7. Как влияют на параметры горения ориентация и размеры образца?
8. Как влияет влажность горючего материала на скорость распространения пламени по его поверхности?
9. Как влияет толщина твердого горючего материала на скорость

распространения пламени?

10. Как влияют теплофизические характеристики ТГМ (теплоемкость, теплопроводность, время зажигания) на скорость распространения фронта пламени?
11. Как влияет форма образца ТГМ на скорость распространения фронта пламени, при условии, что образцы изготовлены из одного материала?
12. Классификация полимеров и особенности их горения.
13. Характеристики горения и пожарной опасности полимеров.
14. Раскройте влияние дисперсности и адсорбционной способности пыли на ее пожароопасность.
15. Влияние химической активности и склонности к электризации на пожароопасность пыли. Способы электризации пыли.
16. Какие условия должны быть обеспечены для быстрого протекания реакции горения пыли?
17. В чем сходство и отличие горения пыли и горения газовоздушных смесей?
18. Классификация пылей по пожароопасности.
19. В чем заключаются основные меры предупреждения пожаров и взрывов пылей в производственных условиях?
20. Какие факторы влияют на скорость распространения пламени при горении пыли?
21. В чем заключается особенность горения летучих металлов?
22. В чем заключается особенность горения нелетучих металлов?

Подготовка к коллоквиуму не сводится только к поиску ответов на поставленные вопросы. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

3.3. Самостоятельная работа при изучении вопросов, вынесенных на самостоятельное рассмотрение

Для самостоятельного изучения по дисциплине «Теория горения и взрыва» в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины вынесены следующие вопросы.

№ темы	Вопросы на самостоятельное изучение
1	Горение в воздухе, состав воздуха. Дым и его характеристики
2	Горение простых веществ и сложных горючих смесей. Избыток воздуха

3	Индукционный период самовоспламенения и его зависимость от различных факторов. Практическое значение температуры самовоспламенения. Температуры самонагревания и тления. Меры по предотвращению самовозгорания Общие и отличительные особенности процессов самовоспламенения и зажигания. Условия воспламенения газо- и парообразных горючих смесей. Минимальная энергия зажигания и её зависимость от различных факторов
4	Стехиометрическая концентрация газа. Образование взрывопожароопасных газовоздушных смесей в производственных условиях. Минимальная флегматизирующая концентрация
5	Давление насыщенного пара. Скорость испарения жидкостей и её зависимость от различных факторов.
6	Пути снижения горючести твёрдых веществ и материалов. Основные показатели пожарной опасности пылей
7	Документы, регламентирующие пожарную опасность. Методы определения и область применения основных показателей пожарной опасности
8	Отличия механизмов дефлаграционного горения и взрыва. Характеристики взрывчатых веществ. Применение робототехники для обезвреживания конденсированных взрывчатых веществ

Для изучения вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, необходимо подобрать в библиотеке литературу, которая рекомендована для подготовки к занятиям (приложение 4) и бегло просмотреть ее. Это даст возможность выбрать те источники, где имеются ответы на поставленные учебные вопросы. Затем более внимательно ознакомиться с содержанием материала выбранных источников (учебного пособия или учебно-методического пособия), отметить те части текста, в которых интересующие вопросы раскрываются наиболее глубоко и подробно, сделать необходимые закладки.

После подбора и предварительного просмотра литературы можно приступить к ее углубленному изучению, в ходе которого выделяются главные мысли, проблемы, требующие дополнительного обоснования, практического разрешения и т.д. В процессе углубленного чтения литературы нужно составить краткие конспекты, тезисы своих будущих ответов на практических занятиях, зачёте. Конспекты, которые отражают содержание вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, лучше всего вести в той же тетради, в которой конспектируются лекции по данному предмету. В дальнейшем такие записи значительно облегчат подготовку к зачёту и использование полученных знаний.

3.4. Самостоятельная работа во время консультаций

Индивидуальная консультация является одной из эффективных форм помощи обучающимся в самостоятельном изучении дисциплины, особенно в системе заочного обучения.

Цели консультации - оказать помощь обучающимся при изучении трудных вопросов, дополнить и расширить знания по изучаемому материалу, помочь правильно организовать СР.

Обучающиеся могут обращаться на консультациях к преподавателю за разъяснением сложных вопросов, которые возникли у них при изучении темы. Им необходимо понять методику изучения дисциплины, чтобы в процессе дальнейшей самостоятельной работы повысить эффективность своей учебной деятельности, исключить вероятность ошибок при выполнении заданий.

Консультация не должна подменять СР обучающихся и сводиться к изложению содержания отдельных тем курса. Преподаватель, не давая прямых ответов, с помощью наводящих вопросов или примеров подводит обучающихся к разрешению проблемы, способствуя тем самым развитию у них навыков мышления. Беседуя со студентом, он выявляет пробелы в знаниях, помогает устранить их, лучше усвоить научную терминологию.

Консультация эффективна только тогда, когда обучающиеся в соответствии с полученными рекомендациями самостоятельно изучают основную и дополнительную литературу, а также методические разработки кафедры, своевременно готовятся к практическим и лабораторным занятиям, выполняют контрольные задания. Выработав четкий ритм занятий в течение изучения дисциплины «Теория горения и взрыва», обучающиеся смогут приобрести глубокие и прочные знания, сформировать навыки учебной работы.

Кроме индивидуальных, проводятся и групповые консультации. Их назначают перед проведением лабораторных работ, контрольной работы и зачета. На таких консультациях, как правило, доводятся требования к предполагаемой форме контроля знаний, рассматриваются наиболее сложные вопросы и типичные ошибки обучающихся.

3.5. Домашняя контрольная работа

Контрольные работы – это одна из основных форм межсессионного контроля знаний обучающихся. Цель контрольной работы заключается в оценке качества усвоения курсантами и студентами отдельных наиболее важных разделов, тем и вопросов изучаемой дисциплины, а также умения решать конкретные практические задачи. Тематика контрольных работ представлена в рабочей программе дисциплины.

Вариант домашней контрольной работы определяется в порядке, установленном преподавателем: по фамилии, по списку группы, по последней цифре номера зачетной книжки. Замена варианта контрольной работы не допускается.

Домашняя контрольная работа задается обучающимся во время проведения занятий по разделу №9 «Взрыв и взрывчатые вещества».

При выполнении данных заданий следует во время консультаций предъявлять решения на проверку преподавателю с целью разбора ошибок и объяснения преподавателем правильного решения.

В контрольной работе должны быть правильно решены задачи, даны обстоятельные ответы на теоретические вопросы, если таковые имеются.

Замечания, выявленные преподавателем в ходе проверки, фиксируются на полях работы. К рассмотрению не принимаются ксерокопии контрольных работ и работы, которые выполнены с нарушением установленных требований.

3.6. Самостоятельная работа при написании рефератов

В процессе изучения учебных дисциплин курсантам и студентам рекомендуется работа над рефератами, которые представляют собой краткое изложение сущности какой-либо проблемы.

Реферат – это краткое изложение на заданную тему, сделанное на основе критического обзора соответствующих источников информации.

Подготовка и написание рефератов являются важным средством самостоятельного изучения учебных дисциплин и формой учебной отчетности. Их выполнение способствует повышению уровня теоретических знаний и практических навыков.

Подготовка письменных работ состоит из нескольких этапов:

1) выбор темы и составление плана работы;
2) подбор и изучение литературы;
3) написание текста и составление библиографического списка;
4) оформление работы.

Выбор темы и составление плана работы. Тема реферата определяется преподавателем или выбирается студентом (курсантом) самостоятельно и затем согласовывается с преподавателем. При выборе темы следует ознакомиться с рекомендациями кафедры по тематике работ, которые обновляются с учетом изменений учебной программы и актуальных проблем современности. Обучающиеся могут сами проявить инициативу при определении темы в соответствии со своими интересами, склонностями и способностями. Выбор темы, которая нравится слушателю, интересует его, представляется ему нужной для будущей практической деятельности, во многом может определить успешность

выполнения им научного сочинения. Вместе с тем следует проконсультироваться с преподавателем, чтобы правильно сформулировать название темы. Необходимо учитывать такие критерии, как актуальность, практическая ценность, возможность использования в профессиональной деятельности.

Перечень рекомендуемых тем рефератов

1. Развитие научных представлений о процессе горения.
2. Термодинамика процессов горения.
3. Возникновение и развитие горения веществ и материалов.
4. Тлеющее горение.
5. Диффузионные пламена и факелы.
6. Особенности горения жидкостей.
7. Вскипание и выброс жидкостей при их горении.
8. Особенности горения твёрдых веществ.
9. Горение металлов.
10. Горение полимеров.
11. Горение целлюлозных материалов.
12. Самовозгорание масел, жиров и олиф.
13. Самовозгорание торфа.
14. Горение жидких и твёрдых топлив.
15. Зажигание твёрдых веществ.
16. Распространение пламени.
17. Экспериментальное исследование пламени.
18. Ламинарные пламена.
19. Турбулентные пламена.
20. Низкотемпературное и высокотемпературное окисление.
21. Гашение пламени.
22. Ингибиторы.
23. Флегматизаторы.
24. Дымообразование и движение дыма.
25. Тепловой взрыв.
26. Взрыв. Причины и последствия.
27. Искровое зажигание.
28. Детонация.
29. Взрыв и взрывчатые вещества.
30. Взрывчатые вещества и их использование в мирных целях.
31. Пиротехнические составы.
32. Взрывозащита технологического оборудования.
33. Физико-химические основы механизмов прекращения горения.
34. Предельные явления в горении и тепловая теория потухания.

При работе над рефератом необходимо четко выделить основные идеи цитируемых авторов, стараться объяснить степень их новизны, оригинальности и актуальности, ясно и сжато изложить аргументацию.

В реферате нужно обязательно отразить и доказать собственную позицию, включить в него свои краткие комментарии, логично изложить весь материал. Таким образом, работа над рефератом является творческой и имеет научный характер.

Общее число источников, которые используются при подготовке реферата, может быть более 5, но это должны быть не традиционные учебные пособия, а работы научно-исследовательского характера (монографии, научные сборники, журнальные статьи). Примерный объем реферата 10-20 листов машинописного текста (кегль 14, интервал 1,5). Страницы работы должны быть пронумерованы, причем титульный лист считается первой страницей, хотя на нем порядковый номер не ставится. Текст работы необходимо отредактировать, сверить цитаты и цифровые данные.

Содержание реферата может служить докладом на семинарском занятии (если тема реферата совпадает с тематикой вопросов, рассматриваемых на нем).

Хорошая работа требует длительной и планомерной подготовки, поэтому выбирать тему необходимо заранее, чтобы иметь время для систематических занятий, качественной подготовки к установленному сроку.

Следующим важным этапом является составление плана. При этом обучающиеся и студенты могут руководствоваться примерным планом. При подготовке плана необходимо ознакомиться с основной литературой и проконсультироваться с преподавателем, который подскажет структуру изложения материала. Первоначально составляется примерный план, который в ходе работы уточняется и конкретизируется.

Обязательными разделами плана любой письменной работы являются: содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы, использованной при подготовке работы. С помощью плана вырабатывается логическая стройность и комплексность изложения. Планы рекомендуется составлять в детализированном, развернутом виде, что помогает автору при подготовке письменной работы, а преподавателю – во время ее проверки.

Работа над темой письменной работы осуществляется путем подбора соответствующей литературы и ее изучения. Эти вопросы уже рассмотрены в предыдущих разделах методических рекомендаций.

Написание текста работы. После завершения работы с литературой составляется окончательный план. Важно, чтобы каждый пункт плана раскрывал одну из сторон рассматриваемой темы, а все в совокупности охватывали ее целиком. Следует соблюдать единый принцип деления

разделов по объему, следить, чтобы каждый пункт был соотнесен с главной темой работы и не имел повторения в других его частях.

Основные требования к обучающимся: самостоятельность в обобщении изученного материала; оценка различных точек зрения на рассматриваемую проблему; собственное осмысление проблемы на основе теоретических знаний; стройность изложения и логическая завершенность работы.

Реферат в себя включает: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, список использованной литературы, приложения (если есть).

Введение знакомит читающего с темой. В нем дается обоснование актуальности выбранной темы, определяется цель и задачи данного исследования. Во Введении должны быть рассмотрены следующие вопросы:

1) важность (актуальность) выбранной темы для науки и практической деятельности;

2) степень разработанности данного вопроса в науке (необходимо найти слабо изученные или противоречивые стороны вопроса, которым и будет посвящена работа;

3) определение цели, задач исследования. Введение по объему обычно составляет одну печатную страницу или две рукописные тетрадные страницы.

В основной части работы излагается содержание темы в соответствии с планом. Каждый раздел завершается четким и кратким выводом. При раскрытии темы необходимо показать теоретические знания, умение работать с литературой, сравнивать, анализировать и обобщать данные. Главы и параграфы должны иметь заголовки, отражающие их содержание. При этом заголовки глав не должны повторять название работы, а заголовки параграфов − название глав. Каждая глава заканчивается выводами, к которым пришел курсант.

Основная часть работы делится на главы и состоит, как правило, из трех глав; допускаются две главы, гораздо реже − четыре. Первая глава носит теоретический характер, в ней определяется предмет исследования, может рассматриваться история вопроса, которому посвящена работа; должны сопоставляться различные точки зрения ученых, т. е. намечаться тот конфликт, который должен быть разрешен в следующих главах. Не забывайте, что изложение в работе ведется от констатации к опровержению, а затем к доказательству. В первой главе даются констатация и опровержение. В последующих главах излагаются фактические данные, доказывается выдвинутая автором гипотеза (тезис). Каждая глава включает в себя несколько параграфов, которым предшествует небольшое вступление. В конце каждой главы приводится вывод.

В Заключении подводятся итоги проделанной работы, делаются обобщения и выводы, а также могут быть высказаны предложения по решению обозначенных в исследовании проблем. Заключение обязательно должно быть связано с содержанием работы. Оно не должно быть длинным.

3.7. Презентация в Microsoft Power Point

Презентация дает возможность наглядно представить аудитории свои идеи, разработки и планы. Учебная презентация представляет собой результат самостоятельной работы курсантов и студентов, с помощью которой они наглядно демонстрируют материалы публичного выступления перед аудиторией.

Компьютерная презентация– это файл с необходимыми материалами, который состоит из последовательности слайдов. Каждый слайд содержит законченную по смыслу информацию, так как она не переносится на следующий слайд автоматически в отличие от текстового документа. Автору презентации необходимо уметь распределять материал в пределах страницы и грамотно размещать отдельные объекты. В этом ему поможет целый набор готовых объектов (пиктограмм, геометрических фигур, текстовых окон и т.д.).

Бесспорным достоинством презентации является возможность при необходимости быстро вернуться к любому из ранее просмотренных слайдов или буквально на ходу изменить последовательность изложения материала. Презентация помогает самому выступающему не забыть главное и точнее расставить акценты.

Компьютерная презентация обладает целым рядом достоинств:

- *Информативность*– элементы анимации, аудио – и видеофрагменты способны не только существенно украсить презентацию, но и повысить ее информативность;
- *Копируемость* – с электронной презентации моментально можно создать копии, которые ничем не будут отличаться от оригинала;
- *Транспортабельность* – электронный носитель с презентацией компактен и удобен при транспортировке. При необходимости можно переслать файл презентации по электронной почте или опубликовать в Интернете или сделать сообщение дистанционно.

Одной из основных программ для создания презентаций в мировой практике является программа PowerPoint компании Microsoft.

Структура презентации:

Удерживать активное внимание слушателей можно не более 15 минут, а, следовательно, при среднем расчете времени просмотра – 1 минута на слайд, количество слайдов не должно превышать 15-ти.

Первый слайд презентации должен содержать тему работы, фамилию, имя и отчество исполнителя, номер учебной группы, а также фамилию, имя, отчество, должность и ученую степень преподавателя.

На втором слайде целесообразно представить цель и краткое содержание презентации.

Последующие слайды необходимо разбить на разделы согласно пунктам плана работы.

На заключительный слайд выносится самое основное, главное из содержания презентации.

Рекомендации по оформлению презентаций в MicroSoft Power Point:

Для визуального восприятия текст на слайдах презентации должен быть не менее 18 пт, а для заголовков – не менее 24 пт.

Макет презентации должен быть оформлен в строгой цветовой гамме. Фон не должен быть слишком ярким или пестрым. Текст должен хорошо читаться. Одни и те же элементы на разных слайдах должен быть одного цвета.

Пространство слайда (экрана) должно быть максимально использовано, за счет, например, увеличения масштаба рисунка. Кроме того, по возможности необходимо занимать верхние ¾ площади слайда (экрана), поскольку нижняя часть экрана плохо просматривается с последних рядов.

В конце заголовков точка не ставится. В заголовках должен быть отражен вывод из представленной на слайде информации. Оформление заголовков заглавными буквами можно использовать только в случае их краткости.

На слайде следует помещать не более 5-6 строк и не более 5-7 слов в предложении. Текст на слайдах должен хорошо читаться.

При добавлении рисунков, схем, диаграмм, снимков экрана (скриншотов) необходимо проверить текст этих элементов на наличие ошибок. Необходимо проверять правильность написания названий улиц, фамилий авторов методик и т.д.

Нельзя перегружать слайды анимационными эффектами – это отвлекает слушателей от смыслового содержания слайда. Для смены слайдов используйте один и тот же анимационный эффект.

Наименование программ, в которых были сделаны расчеты, графика и т.д. должны быть указаны в именительном падеже (не «рисунок в Allplane», а «рисунок в Allplan»).

Порядок и принципы выполнения компьютерной презентации:

Перед созданием презентации необходимо четко определиться с целью, создаваемой презентации, построить вступление и сформулировать

заключение, придерживаться основных этапов и рекомендуемых принципов ее создания.

Основные этапы работы над компьютерной презентацией:

1. Спланируйте общий вид презентации по выбранной теме, опираясь на собственные разработки и рекомендации преподавателя.
2. Распределите материал по слайдам.
3. Отредактируйте и оформите слайды.
4. Задайте единообразный анимационный эффект для демонстрации презентации.
5. Распечатайте презентацию.
6. Прогоните готовый вариант перед демонстрацией с целью выявления ошибок.
7. Доработайте презентацию, если возникла необходимость.

Основные принципы выполнения и представления компьютерной презентации:

- помните, что компьютерная презентация не предназначена для автономного использования, она должна лишь помогать докладчику во время его выступления, правильно расставлять акценты;
- не усложняйте презентацию и не перегружайте ее текстом, статистическими данными и графическими изображениями. Наиболее эффективная презентация Power Point – простая презентация;
- не читайте текст на слайдах. Устная речь докладчика должна дополнять, описывать, но не пересказывать, представленную на слайдах информацию;
- дайте время аудитории ознакомиться с информацией каждого нового слайда, а уже после этого давать свои комментарии показанному на экране. В противном случае внимание слушателей будет рассеиваться;
- делайте перерывы. Не следует торопиться с демонстрацией последующего слайда. Позвольте слушателям подумать и усвоить информацию;
- предложите раздаточный материал в конце выступления, если это необходимо. Не делайте этого в начале или в середине доклада, т.к. все внимание должно быть приковано к вам и к экрану;
- обязательно отредактируйте презентацию перед выступлением после предварительного просмотра (репетиции).

3.8 Организация работы и поиск информации в сети «Интернет»

Общие принципы работы в сети «Интернет»

В течение всего периода обучения слушатель заочной формы обучения по большей части работает самостоятельно. Эффективность его труда во многом зависит от той информации, которую он сможет найти.

Это могут быть учебные пособия, журналы, монографии и т.д., которыми располагает учебное заведение. Немаловажный вклад в процесс самоподготовки может внести современные средства компьютерной связи. Работа с Интернет-ресурсами предоставляет не только богатый выбор материала, но и позволяет существенно сократить время поиска необходимых сведений.

Однако не каждый обучающийся обладает необходимыми навыками работы в сети «Интернет». Для того чтобы сделать поиск электронных ресурсов эффективным, и предлагаются следующие рекомендации.

Первый запуск программы и знакомство с рабочим окном программы



Запустим Internet Explorer, чтобы начать знакомство с ним. Нажмите кнопку **Пуск** в левом нижнем углу **Панели задач.** Откроется основное меню **Windows.** Выберите команду **Программы,** далее **Internet Explorer** главного меню **Windows.** Программа будет запущена. Иногда значок **Internet Explorer** есть на рабочем столе. Нажав на него, можно запустить сеть «Интернет».

Рабочее окно программы. После запуска программы на экране появится окно проводника Internet Explorer. Рассмотрим названия и назначение всех элементов рабочего окна программы.

Заголовок окна – стандартный заголовок Windows, в котором, кроме названия программы, отображается еще и название текущей открытой Web-страницы. Заголовок не отличается от заголовка любого другого окна в системе Windows. В правой части **заголовка окна** расположены кнопки, предназначенные для стандартных действий с окнами в операционной системе Windows. Под заголовком располагается **меню**. С его помощью вы можете выбрать любую команду Internet Explorer.

Ниже меню находится **панель инструментов**. На этой панели расположены значки, обозначающие различные действия, которые можно выполнять в процессе работы. В отличие от других программ для Windows, в Internet Explorer эти значки не оформлены в виде кнопок. Если подвести стрелку – указатель к одному из этих значков, вокруг него появляется рамка, и значок «превращается» в кнопку. После чего можно щелкнуть стрелкой – указателем по этой кнопке, и нужная команда будет выполнена. Если же отвести стрелку – указатель, то изображение кнопки пропадет, и останется только рисунок инструмента.

Под полосой панели инструментов расположено **поле для ввода адреса** страницы **(**или просто – **поле адреса)**, которую вы хотите

просмотреть. Справа от поля для ввода адреса есть кнопка – **Ссылки**, открывающая панель с несколькими ссылками на различные Web-страницы. **Ссылка** – это значок, за которым закреплен адрес какой-то Web-страницы в сети Интернет. Щелкните мышью по полю **Ссылки**, расположенном правее поля адреса. Поле для ввода адреса сменится панелью, которая содержит ссылки. Вы можете щелкнуть мышью по кнопке интересующей вас ссылки, и загрузить нужную страницу. Щелкните мышью по полю **Адрес**, которое расположено левее панели ссылок, чтобы вернуть в окно программы поле адреса. Разработчики Internet Explorer по умолчанию настроили ссылки на различные страницы фирмы Microsoft. Вы можете изменить как названия ссылок, так и адреса этих ссылок на любые другие адреса.

Индикатор подключения – фирменный знак Internet Explorer. Во время подключения к Интернету этот знак «оживает» и превращается в изображение вращающегося земного шара или развевающегося флага.

Центральная часть окна программы **(рабочая область)** предназначена для отображения открытой в настоящий момент Web-страницы. Если эта страница не помешается в отведенное для нее поле просмотра, то в поле просмотра появляются вертикальная и горизонтальная полосы прокрутки, позволяющие просматривать Web-страницу по частям.

Строка состояния предназначена для индикации тех действий, которые в данный момент выполняет программа Internet Explorer. Например, в строке состояния могут появляться следующие сообщения: Готов, Загружаю изображение с узла, Поиск www.microsoft.com или Обнаружен узел Web, а также для отображения адресов ссылок на текущей Web-странице при выборе их указателем мыши.

Прогресс-индикатор представляет собой поле, расположенное в правом нижнем углу окна программы. Заполнение этого поля информирует о том, как выполняется операция, занимающая достаточно длительное время, например такая, как загрузка изображения, если текущая Web-страница содержит графическую информацию.

При работе в Интернете можно открывать и пользоваться одновременно несколькими Web-страницами. Для этого можно еще раз нажать на значок Internet Explorer.

Переключаться между окнами можно с помощью панели задач Windows (низ экрана). Вы можете указать разные адреса в разных окнах и знакомиться с одной Web-страницей, пока в другом окне будет загружаться другая Web-страница. Обратите внимание на то, что на Панели задач появились кнопки 

. Нажатая кнопка соответствует текущему окну программы Internet Explorer. Щелкните мышью по кнопке 

, которая расположена на Панели задач Windows. Первое окно Internet Explorer станет текущим. Выберите команду меню **Файл**>**Закрыть**

или щелкните мышью на кнопке в правом верхнем углу окна программы Internet Explorer. Текущее окно InternetExplorer будет закрыто.

Основные принципы работы с программой

После знакомства с элементами окна Internet Explorer и предварительной настройки рассмотрим основные принципы работы с программой.

Одним из главных понятий при работе с Internet Explorer является понятие **Web-страницы**. Под страницей понимается документ, который содержит в себе кроме текста еще и графические изображения, звуковое сопровождение и даже видеоизображения. Кроме того, Web-страница может содержать ссылки на другие страницы или почтовые ящики. В зависимости от настройки программы такие ссылки обычно выделяются в документе цветом или подчеркиванием. Чтобы узнать, является фрагмент ссылкой или нет, подведите указатель мыши к интересующему вас участку. Это может быть текст или графическое изображение. Указатель мыши, проходя над ссылкой, должен изменить свою форму на стилизованное изображение руки, а в строке состояния будет отображен адрес перехода, соответствующий ссылке.

Работа программы начинается с загрузки на ваш компьютер начальной страницы. По умолчанию, ею является страница приветствия фирмы Microsoft. Вы можете назначить в качестве начальной любую Web-страницу, например, страницу вашего поставщика услуг сети «Интернет». Это удобно для просмотра самых свежих новостей о работе вашего поставщика или вашей учетной информации, то есть, сколько времени вы работали, сколько времени или денег осталось на вашем счету и тому подобное.

В процессе работы вы можете прервать процесс загрузки Web-страницы на ваш компьютер. Для этого вам необходимо нажать кнопку **Стоп (Остановить)**. Если нажать кнопку **Обновить**, то текущая Web-страница будет заново загружена из сети. Это может быть полезным для просмотра страницы, загрузка которой была прервана кнопкой **Стоп**.

Для отображения других Web-страниц вы должны или ввести в **поле адреса** новый адрес, или указателем мыши выбрать интересующую вас ссылку в текущей Web-странице и щелкнуть на ней мышью. После указания адреса, происходит поиск Web-страницы в сети Интернет и ее загрузка. Вы можете сохранить эту страницу на своем компьютере для дальнейшего использования, если она вас заинтересовала, с помощью команд меню: **Файл>Сохранить как файл**.

Таким образом, работа с программой представляет собой перемещение в бесконечной паутине ссылок на различные Web-страницы в Интернет. Для облегчения такого перемещения можно воспользоваться кнопками **Назад** и **Вперед**. Для перехода на начальную страницу пользуйтесь кнопкой **Основная**. Очень полезной является способность

программы Internet Explorer запоминать введенные вами с клавиатуры адреса в поле Адрес. Пользуйтесь кнопкой с правой стороны **поля для ввода адреса**, чтобы выбрать из списка нужный вам адрес.

При вводе адреса с клавиатуры велика вероятность допустить ошибку. При этом вы получите сообщение о том, что адрес не найден. В этом случае повторите ввод адреса еще раз, более внимательно. Во время сеанса работы, то есть с момента запуска программы Internet Explorer и до выхода из нее, можно повторно вызвать уже посещенные вами Web-страницы с помощью кнопок **Назад** и **Вперед**.

Работа с Web-страницей. После запуска Internet Explorer на ваш компьютер начнет загружаться начальная Web-страница. Эта Web-страница состоит из одного или нескольких рисунков и текста, который содержит несколько ссылок на другие Web-страницы. Ссылки в тексте выделены цветом и подчеркиванием. Подведите стрелку – указатель к тексту. Выберите любую ссылку.

Как уже отмечалось, стрелка – указатель, проходя над ссылкой, изменит свою форму на стилизованное изображение руки, а в строке состояния будет отображен адрес перехода, соответствующий ссылке. Щелкните мышью по ссылке. Начнется загрузка на ваш компьютер новой Web-страницы. Нажмите кнопку **Назад**, чтобы вернуться к начальной Web-странице. Обратите внимание, что загрузка начальной Web-страницы происходит значительно быстрее, чем в первый раз. Это связано с тем, что Internet Explorer загружает ее из папки временных файлов на вашем жестком диске.

Если вместо ожидаемой Web-страницы после перехода по ссылке вы увидите непонятное сообщение типа «HTTP/1.0 500 Server Error» или что-то похожее, то это значит, что данное место в Интернете изменилось. Если через день или два сообщение повторяется, то пропустите посещение этого места и продолжайте поиск дальше.

Поиск информации в сети «Интернет»

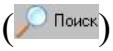
Найти нужную информацию в Интернете можно несколькими способами:

1. Узнать из рекламы, периодических изданий, от друзей или другим способом адрес.

2. Воспользоваться поисковыми системами, задав критерии для поиска информации.

3. Путешествовать по Интернету, начиная путь в узлах с многочисленными ссылками на другие узлы.

В данном разделе речь пойдет о работе с поисковыми системами. Существует два способа работы с поисковыми системами.

1. Чтобы воспользоваться механизмом поиска, нажмите на кнопку Поиск (

) на передней панели программы, при этом основное окно

разделится на две части, в левой из них будет находиться программа поиска, а в правой части та страница, которая является начальной при загрузке программы обозревателя.

2. Другой способ поиска заключается в работе с поисковыми системами в основном окне. Для этого следует просто набрать в **поле для ввода адреса страницы** адрес одной из поисковых систем.

Имя поисковой системы. Существует несколько поисковых систем, причем все эти системы работают по-разному. Это отличие заключается в том, что поисковые системы имеют разные алгоритмы поиска, поэтому при поиске с одними и теми же ключевыми словами в различных поисковых системах можно получить неодинаковый результат, то есть разное количество найденных страниц. Для выбора оптимальной поисковой системы следует проверить на практике каждую из них.

Имеются следующие поисковые системы: **MSNSearch, Yandex, Rambler, Apport** и др. Этот список может меняться со временем, однако, некоторые поисковые системы существуют уже много лет.

Адрес поисковой системы. Введем указанный адрес в поле **Адрес**. Для этого, сначала щелкнем по тексту, который находится в данном поле. Когда он полностью выделится, тогда введем при помощи клавиатуры адрес: «Yandex.ru», после чего нажмем на клавишу **Enter**. В результате в окне появится содержимое страницы Yandex, а в поле Адрес полный адрес страницы.

Поиск. Поиск ведется по ключевым словам, которые указываются поисковой системе. Поисковая система каждый день просматривает страницы в Интернете, выбирает слова, которые там имеются, и создает свой словарь ссылок. Когда пользователь указывает ключевые слова для поиска, то просит поисковую систему найти страницы, которые содержат эти слова.

Предположим, что нужно найти информацию по истории. В этом случае ключевыми словами могут быть слова «история» или, например, «история России». При таком поиске основной задачей является точное указание ключевых слов, что может резко сузить область и сократить время поиска.

Если указать одно слово «история», то получим список страниц, которые содержат не только исторические сведения, но и все страницы где упоминается это слово. Поэтому при поиске лучше указать второе слово: «отечественная», в результате мы попадем на страницы посвященные истории отечества. Таким образом, чем больше ключевых слов, тем точнее будет поиск. Если известно название нужного документа или тема для подготовки, то целесообразно указать их полностью или частично.

Следующей важной особенностью является точный выбор самого ключевого слова. Почти каждое слово имеет синонимы и вместо слов «отечественная история» можно указать «история России». Так как авторы

сайтов часто указывают на своей странице различные варианты обозначений нужной информации, то при поиске можно не получить нужный список требуемых страниц. Имеет значение также и то, на каком языке ведется поиск. Используя иностранные слова в качестве ключевых, вы будете получать сайты, где содержатся именно эти слова.

Если известно название сайта, который размещает искомую информацию, то можно указать его название и поиск будет сужен до минимального числа страниц. Чем менее распространено слово, тем меньшее количество страниц будет найдено, и тем быстрее будет происходить поиск.

Строка с ключевыми словами. В данной строчке вводятся ключевые слова. Как уже отмечалось, выбор ключевых слов является довольно важной задачей для того, чтобы эффективно использовать поисковую систему. Отметим также, что поисковая система находит не только указанные слова, но и похожие слова. Например, указав слово «философия» поисковая система также ищет слова «философ», «философии», «философией» и прочие. Кроме того, поисковая система может не только добавлять окончания, но и менять основу слова, например, вместо слова «Иванов» могут найти страницы со словами «Иванцов». При этом, вначале выводятся страницы со словами, которые совпадают точно, а затем слова, которые такого совпадения не имеют.

Кнопка «Искать». Предполагается, что после того, как в предыдущую строку будут введены ключевые слова, следует нажать на эту кнопку. Однако, чаще после ввода ключевых слов, нажимают на клавишу **Enter**, действие которой аналогично кнопке **Искать**.

Список найденных страниц. Этот список содержит страницы, на которых имеются ключевые слова, указанные пользователем. Для того чтобы получить дополнительную информацию о странице, следует подержать курсор на названии некоторое время. В результате около названия появится дополнительная справочная информация.

Чтобы просмотреть информацию на странице, щелкните по названию страницы. Появится выбранная страница.

Кроме того, можно щелкнуть по названию правой кнопкой мыши, то есть, подвести курсор мыши на название, нажать и отпустить правую кнопку мыши. При этом на экране появится меню, которое называется контекстным.

Режим **Открыть** позволяет открыть страницу.

Режим **Открыть** в новом окне открывает страницу так, что на экране появится еще одно окно программы Internet Explorer, в которой будет находиться выбранная страница.

Сохранить объект как… позволяет сохранить содержимое страницы в файл.

Печать… распечатывает содержимое страницы на принтере.

Копировать ярлык заносит адрес текущей страницы в буфер обмена.

Добавить в избранное обеспечивает добавление адреса текущей страницы в список избранных страниц.

Свойства позволяет просмотреть тип страницы и ее адрес. Отметим, что страница может иметь разный тип.

Адрес страницы состоит из нескольких частей. Первая часть названия имеет **префикс**: «http://www.» (для веб-страницы), «ftp://ftp.» (для файла). Раньше файловые серверы и Web-страницы требовали разного программного обеспечения, однако ныне браузеры научились работать со всеми типами программ и пользователь не видит различия в работе с ними. Файловый сервер содержит список основных разделов и файлов, а если войти в раздел, то будет видно, что он также содержит подразделы, файлы и так далее, то есть структура файлового сервера аналогична директориям или папкам на обычном компьютере. Кроме этих префиксов, могут быть и другие: gopher:// (узлы компьютеров, содержащие только текстовую информацию), Ttelnet:// (для терминального доступа к удаленному компьютеру), news: (для групп новостей), file:// (файл на вашем компьютере) и т.д. Именно этот тип и указывается в режиме Свойства.

Цифры 1, 2 и символ «>>». Понятно, что названия не всех найденных страниц выводятся на экран. Список найденных страниц делится на группы по 10 наименований и первые десять выводятся на экран. Для того чтобы просмотреть остальные найденные страницы, нужно щелкнуть по цифре «2», после чего на экран будет выведен список следующих десяти названий.

Иногда система не может вывести цифры всех десяти страниц. Поэтому для того, чтобы просмотреть все названия найденных страниц, следует нажать на значок «>>», после чего на экран будет выведен следующий список названий страниц. Для того, чтобы вернуться на первый список, нужно щелкнуть на появившийся значок «<<».

Работа с поисковой системой Yandex. Первоначальная страница поисковой системы **Yandex** содержит ссылки на разные разделы. Сначала коротко рассмотрим эти ссылки. Сделать Яндекс стартовой страницей – позволяет установить данную страницу как начальную, то есть при входе в систему Интернет первой появится именно эта страница.

Помощь – содержит разделы помощи, которые показаны на рисунке внизу, где можно узнать, как работать с поисковой системой, подписаться на запрос, побывать в форуме и т.д.

Зарегистрироваться – позволяет получить имя пользователя и пароль для работы со многими возможностями системы пароль для работы со многими возможностями системы Yandex, так как эта система не только поисковая, но в ней можно также организовать почтовый ящик, создать

Web-страницу, получить игровые программы, подключиться к теле- и радиостанциям, а также использовать другие возможности.

Войти в почту – создание почтового ящика.

Народ – доступ к страницам пользователей, которые организованы на сайте Народ.

Деньги – работа с финансами, в том числе получение денежной карточки, оплата услуг, товаров и пр.

Игрушки – игровые программы.

Словари – возможность перевода слова или словосочетания на другие языки.

Новости – ниже находятся несколько строчек с последними новостями. Если что-то вызвало интерес, то можно щелкнуть по подчеркнутым словам, в результате будет дано подробное описание новостей.

Поисковая система – осуществляет поиск.

Кроме того, в системе **Яндекс** имеются и другие режимы: **Адреса, Картинки, Города, Деньги, Карты, Каталог, Лента, Открытки** и другие, понятные из названий.

Справа представлена сводка погоды, котировка доллара и евро по отношению к рублю, телевизионная программа.

Поиск в системе Yandex. Укажем для поиска ключевые слова: **учение о бытии**. В результате получим список страниц. Для работы с этим списком имеются дополнительные возможности. Рассмотрим их подробней.

Ниже поля, в котором указываются ключевые слова находятся названия разделов, где можно выполнить поиск: **Везде, Каталог, Новости, Маркет, Энциклопедии, Картинки.** Мы провели поиск в разделе **Везде**. Однако можно выполнить поиск в другом разделе. В результате поиск приведет к тому, что список страниц будет короче и проще будет найти нужную страницу.

Далее находится надпись о результате поиска страниц. Всего найдено предположим 47880 страниц, 398 сайтов, которые будут выведены ниже. Также можно посмотреть, сколько было запросов по данным ключевым словам в течение месяца.

Ниже находится список страниц. Слева показан номер найденной страницы, а правее текст, который содержит ключевые слова. Для того, чтобы просмотреть страницу, следует щелкнуть по названию страницы, по ссылке **Похожие документы, Еще с сайта** и т.д. Каждый раз будут показаны разные страницы, так как на одном и том же сайте находится несколько страниц. Причем каждая страница будет выводиться в отдельном окне, что также удобно, так как можно просматривать список и щелкать по ссылкам, а параллельно выбранные страницы будут загружаться по сети в компьютер.

Всего на странице находится 10 названий страниц. Ниже этого списка расположены ссылки на следующие списки названий в виде цифр. Всего имеется 8 таких списков. Можно просмотреть следующий список (**следующая**) или предыдущий (**предыдущая**), если текущий список не первый.

Кроме того, список названий страниц можно выводить **по релевантности** и **по дате**. **По релевантности** означает, что сначала будут выведены названия страниц, которые более точно соответствуют ключевым словам, а затем соответствие будет меньшее, а **по дате** – по дате их создания. Хотя в списке по дате могут попадаться страницы, отсортированные не точно, тем не менее этот режим также очень полезен для того, чтобы просмотреть последние найденные страницы по данном запросу.

Ниже имеется возможность произвести запрос с теми же ключевыми словами, но в конкретной рубрике или даже в другой поисковой системе.

Если список названий страниц большой, и нужно его сократить, то требуется включить переключатель **Искать в найденном**, после чего указать новое ключевое слово. В результате поиск будет проводиться в тех страницах, которые уже найдены, что позволит выводить меньшее число страниц и сузит поиск.

3.9. Самостоятельная работа при подготовке к зачету

Систематическая работа обучающегося в течение всего учебного семестра – основа успешной сдачи зачета. Вместе с тем СР во время сессии имеет свои особенности.

Примерно за 1-2 недели до зачета необходимо приступить к повторению пройденного материала дисциплины «Теория горения и взрыва». Не рекомендуется готовиться только по вопросам к зачету, так как это приводит к поверхностному знанию предмета, нарушению логики и взаимосвязи проблем учебной дисциплины, а знания приобретают фрагментарный характер. Бывает, что при подготовке к зачету обучающиеся пользуются чужими конспектами. Такая подготовка не принесет положительного результата в связи с тем, что конспекты несут индивидуальные черты каждого учащегося или могут вообще не раскрывать основное содержание курса, если их писал неопытный человек.

Некоторые обучающиеся мало работают в течение семестра: не читают литературу, не регулярно ведут конспекты, не работают на практических и лабораторных занятиях. Очень трудно за 1–2 дня, отведенные на подготовку к зачету, прочитать, осмыслить и запомнить весь материал, пройденный за семестр. В результате они не могут своевременно сдать зачет.

Готовиться к зачету следует в спокойной обстановке, имея под рукой письменные принадлежности, необходимые учебники и учебные пособия, конспекты. По мере изучения материала следует делать на полях конспекта пометки уточняющего характера. Тогда перед зачетом можно достаточно быстро повторить по конспекту основные положения, вспомнить логику изложения нужного вопроса.

Изучаемый материал можно фиксировать и на отдельных листах любого формата. Всякая фиксация изученного полезна, так как «включает» дополнительные виды памяти, что позволяет основательнее и быстрее запомнить требуемый материал.

Рекомендуется через 40–45 минут занятий делать перерыв на 5–10 минут. Через 3–4 часа занятий необходим более длительный отдых на 1–2 часа. Во время перерывов и отдыха не следует читать другую литературу или смотреть телевизор. Это дополнительная нагрузка на мозг и зрение, а они и так находятся в максимально мобилизованном состоянии. Лучший отдых в это время – прогулки на воздухе, подвижные и спортивные игры, занятия текущими делами. Продолжительность сна следует поддерживать в пределах 7–8 часов.

Если обучающиеся систематически самостоятельно работали в течение семестра и придерживались вышеизложенных рекомендаций, то зачет по дисциплине будет сдан своевременно и успешно.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

Раздел 1. Основные представления о горении

Тема 1. Основы процессов горения.

1. Сущность процесса горения. Необходимые и достаточные условия процесса горения.
2. Химические и физические процессы, протекающие при горении.
3. Пламя. Основные характеристики пламени.
4. Физические и химические процессы, протекающие в пламени.
5. Классификация процессов горения: гомогенное и гетерогеннное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное.

Тема 2. Материальный и тепловой баланс процессов горения.

6. Уравнение материального баланса процесса горения.
7. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха.
8. Закон Гесса и следствие из закона Гесса.
9. Уравнение теплового баланса.
10. Высшая и низшая теплоты сгорания, физический смысл и расчёт.
11. Температура горения: калориметрическая, адиабатическая, теоретическая, действительная.

Тема 3. Самовоспламенение и самовозгорание горючих систем.

1. Понятие самовоспламенения. Условие и механизм самовоспламенения горючих систем.
2. Температура самовоспламенения и её зависимость от различных факторов.
3. Практическое значение температуры самовоспламенения и методы её определения.
4. Тепловая теория самовозгорания.
5. Виды самовозгорания: причины, температуры самонагревания, меры по предотвращению.
6. Сходство и различие явлений самовоспламенения и самовозгорания горючих систем.
7. Самовозгорание масел и жиров: классификация масел, понятие йодного числа и метод его расчета.
8. Самовозгорание каменного угля.
9. Микробиологическое самовозгорание.
10. Самовозгорание химических веществ.
11. Общие и отличительные особенности процессов самовоспламенения и зажигания. Виды источников зажигания.
12. Минимальная энергия зажигания.
13. Температура зажигания и её зависимость от различных факторов.

Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях

Тема 4. Горение газов.

14. Общие закономерности кинетического режима горения парогазовых смесей.
15. Нормальная скорость распространения пламени и факторы, влияющие на ее величину.
16. Концентрационные пределы распространения пламени: определение; физический смысл; зависимость от различных факторов; методы определения.
17. Флегматизаторы и ингибиторы горения.
18. Условия перехода дефлаграции в детонацию в горючих газовых смесях.

Тема 5. Горение жидкостей.

19. Условия возникновения горения жидкостей.
20. Температура вспышки и воспламенения, как характеристики пожарной опасности жидкостей (определение, физический смысл, расчёт, практическая значимость).
21. Температурные пределы распространения пламени: физический смысл; методы определения; практическое значение).
22. Распределение температуры в горящей жидкости.

23. Вскипание и выброс жидкостей, причины этих явлений, меры по предотвращению.

Тема 6. Горение твердых горючих материалов и пылей.

24. Основные закономерности горения твердых органических веществ.
25. Группы горючести, метод расчета коэффициента горючести.
26. Горение древесины. Основные стадии процесса пиролиза древесины: температура горения древесины, продукты горения на разных этапах горения древесины.
27. Горение полимерных материалов, классификация полимеров по показателю токсичности продуктов горения.
28. Особенности горения металлов.
29. Пыли и их свойства. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности.
30. Особенности горения и причины взрывов пылей.

Тема 7. Система показателей пожарной опасности веществ и материалов.

31. Пожарная опасность веществ и материалов (что понимают под пожарной опасностью?; что значит «оценить пожарную опасность вещества»)
32. Основные показатели пожарной опасности горючих газов, аэродисперсных систем, жидкостей, твердых веществ. Их взаимосвязь и методы расчета.
33. Оценка пожарной опасности веществ и материалов.

Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества

Тема 8. Взрывы и взрывчатые вещества.

34. Взрывы: типы взрывов, физические и химические взрывы.
35. Отличия механизмов дефлаграционного горения и взрыва.
36. Максимальное давление взрыва и скорость нарастания давления при взрыве как показатели пожаровзрывоопасности горючих систем.
37. Классификация и характеристика взрывчатых веществ.
38. Бризантное и фугасное действия взрыва.
39. Методы оценки бризантности и фугасности взрывчатых веществ.
40. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу.

Перечень практических заданий

1. Записать реакцию горения вещества.
2. Оценить характер свечения пламени при горении индивидуальных веществ различного химического состава.
3. Рассчитать количество воздуха, необходимое для полного сгорания заданного количества индивидуального химического вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях.

4. Рассчитать количество и процентный состав продуктов горения индивидуального химического вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях.
5. Рассчитать теплоту сгорания индивидуальных веществ по следствию из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева.
6. Рассчитать стехиометрическую концентрацию горючего вещества (в % и кг/м^3).
7. Рассчитать концентрационные пределы воспламенения газа по аппроксимационной формуле (в % и кг/м^3).
8. Определить по номограмме и по уравнению Антуана давление насыщенного пара жидкости при заданной температуре.
9. Рассчитать концентрацию паров жидкости в смеси с воздухом с использованием номограммы (в % и кг/м^3).
10. Рассчитать температуру вспышки заданной жидкости по формулам Блинова и Элея.
11. Дать оценку пожарной опасности вещества (в газообразном, твердом или жидком состоянии).
12. Рассчитать давление взрыва вещества.

4. Контроль и самооценка качества самостоятельной работы

Обязательными условиями эффективной организации СР по учебной дисциплине являются наличие учебно-методического обеспечения.

Контроль СР может осуществляться в виде контрольной работы, теста, коллоквиума, обсуждения рефератов, защиты учебных заданий, экспресс-опросов на практических занятиях; других мероприятий.

Учебно-методическое обеспечение СР по учебной дисциплине включает:

- методические рекомендации по организации и выполнению СР по учебной дисциплине;
- перечни заданий и контрольных мероприятий УСР по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- наглядные пособия, мультимедийные, аудио- и видеоматериалы;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика

рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций.

Правильное восприятие, понимание и усвоение знаний предполагает постоянную самопроверку качества усвоения изучаемого материала – это исключительно важный этап умственного труда в процессе обучения и самообразования. Различают обычную проверку и самопроверку, вербальную и практическую проверки качества усвоения знаний.

Обычная проверка осуществляется преподавателями на занятиях, консультациях, зачетах, экзаменах. Самопроверка ведется обучающимся без посторонней помощи и носит непрерывный характер, в то время как проверка обычно бывает лишь эпизодической, выборочной. Овладеть культурой умственного труда – значит научиться постоянно контролировать самого себя, проверять качество усвоения в самом процессе восприятия, осмысления и закрепления знаний. Вербальная проверка – это устное или письменное воспроизведение усвоенного материала. Еще в процессе восприятия и запоминания необходимо про себя или вслух повторять отдельные формулировки, определения, даты, наименования и т.п. Это непосредственное воспроизведение. После того как материал осмыслен и запомнился, приходится время от времени повторять, восстанавливать его по памяти. Это – отсроченное воспроизведение. И тот, и другой вид есть способы вербальной (словесной) проверки усвоения.

Отметим, что при ней часть материала воспроизводится точно, буквально (нетрансформированное воспроизведение), часть – видоизмененно, своими словами (трансформированное воспроизведение). В отдельных случаях рекомендуется перефразировать материал, попытаться пересказать его своими словами. Если вы можете выразить содержание материала своими словами (точно зная исходный текст), значит, вы его поняли, и наоборот.

Если человек способен лишь к вербальному воспроизведению, но не может применить своих знаний на практике (при решении профессиональных задач), значит, налицо формальное усвоение, ограничиваться которым ни в коем случае нельзя. Систематическая проверка глубины и прочности усвоения знаний – необходимое условие правильной организации умственной деятельности.

Процесс восприятия, понимания, закрепления и применения знаний на практике предполагает целенаправленное формирование устойчивых, привычных, повторяющихся приемов умственного труда, составляющих сердцевину оптимального стиля самостоятельной работы каждого курсанта и слушателя. Самостоятельный учебный труд не должен быть инертным, поверхностным, формальным. Формальное отношение обычно связано с непониманием необходимости творческого отношения к усвоению знаний и навыков, с пассивной позицией курсантов, студентов и

слушателей. Интерес к делу определяется не только его содержанием, но и отношением к нему. Следовательно, сознательное изменение своего отношения к делу есть один из приемов самопобуждения интереса к деятельности.

В процессе самостоятельной работы человек воздействует не только на учебный материал, но и на самого себя. Таким образом, ее эффективность определяется не только социально-личностными позициями и установками, но и конкретными психолого-педагогическими знаниями о собственных особенностях – сильных и слабых сторонах своего типа восприятия, памяти, мышления, воображения, чувств, воли и т.д. Очень важно научиться объективно оценивать свою работоспособность, свои познавательные возможности. Тогда самостоятельная работа над предметом и над самим собой образует прочное единство, и будет способствовать сознательному, творческому овладению профессиональными знаниями, умениями, навыками, личностными качествами.

Позитивные изменения в стиле работы человека проявляются лишь тогда, когда он имеет четкую программу самосовершенствования, которая должна быть конкретной и реалистичной. Это означает, что следует точно определить, какие конкретно качества должны быть усовершенствованы и развиты, какие силы, возможности будут для этого задействованы.

Достижение намеченных рубежей не должно быть слишком легким или недосягаемым. Программа должна опираться только на личные способности и требовать от себя полной отдачи. Вот некоторые рекомендации по самосовершенствованию:

- ставьте перед собой ясные цели, постарайтесь мысленно представить себе результат, который хочется достичь. Запишите его как можно более подробнее. Обучающиеся и слушатели иногда терпят неудачу в самосовершенствовании из-за того, что слабо представляют цели, к которым стремятся;
- определите, по каким признакам будете судить об успехе, цели становятся более притягательными, если их можно измерить. Выработайте количественные и качественные критерии, которые помогут измерить прогресс в самосовершенствовании. Таким критерием, например, в развитии организованности, может быть количество высвободившегося в течение дня времени, оформленные в виде графика или таблицы результаты сделают успех более наглядным;
- будьте довольны скромным прогрессом, быстро достигнутый результат, также быстро может быть утрачен. Импульсивный человек, решивший изменить себя в течение недели, редко достигает успеха. Скромный прогресс, достигаемый чаще, закрепляется прочнее, быстрее становится чертой характера;

- помните, что своим развитием управляете только Вы сами. Перед каждым человеком есть возможность выбора: либо работать над собой и становиться лучше, либо игнорировать свое развитие, предаться благодушию, остановиться в своем росте и постепенно потерять уважение окружающих, каждый сам определяет свой путь и сам несет ответственность за то, каким специалистом он станет;
- нельзя упускать возможности – современная жизнь полна различных нестандартных ситуаций, которые требуют принятия как можно более быстрого самостоятельного решения, как лучше действовать и поступать. Используйте новые обстоятельства и условия, для проверки своего характера и своих способностей. Анализируйте свое поведение и поступки в таких ситуациях в соответствии с выработанными критериями. Умение использовать любую возможность для самосовершенствования – отличительная черта работающих над собой людей;
- старайтесь учиться у других. У окружающих можно научиться многому. В их поведении и деятельности немало того, что может быть полезно и Вам. Присмотритесь к окружающим людям, проанализируйте, в чем причины их успехов и неудач. Заимствуйте то, что считаете нужным. Консультируйтесь с авторитетными для Вас людьми. Их беспристрастный взгляд, оценки, советы создадут новые возможности для совершенствования. В то же время не бойтесь подвергать сомнению чужие взгляды, что позволит по достоинству оценить мысли этих людей, и, скорее всего, поднимет Ваш авторитет в их глазах;
- учитесь на свих неудачах и ошибках. Если не удалось достичь к запланированному сроку намеченное, если допустили существенные ошибки, будьте готовы признать их. Подумайте над тем, почему, это произошло. Рассматривайте наудачу, как перспективу и возможности для дальнейшего роста;
- участвуйте в откровенных дискуссиях о своих взглядах и принципах.

Укоренившиеся взгляды, предрассудки, привычки можно изменить, если вынести на открытое обсуждение и откровенно проанализировать. Изложив свою позицию и точку зрения, Вы получаете шанс увидеть реакцию на них со стороны окружающих. Выделите людей, с которыми трудно общаться – их расходящиеся с Вашими мнением оценки могут быть наиболее стимулирующими;

- слова не должны расходиться с делами. Помните, что о Вас судят не потому, что Вы говорите, а потому, что делаете и как поступаете. Люди скептически относятся к тем, чьи красивые речи не подкреплены делами. В то же время старайтесь понять, что стоит за словами окружающих, и судите о них по их делам;

- получайте удовольствие от своего развития. Это добавит Вам энтузиазма и заинтересованности в дальнейшем профессиональном самосовершенствовании;
- не останавливайтесь на достигнутом. Если рубеж в совершенствование каких-либо качеств взят, ставьте перед собой новые цели. Совершенствовании личностных качеств происходит непрерывно. Изменения в человеке требуют постоянного внимания и реалистичных сроков выполнения.

Таковы лишь общие рекомендации по разработке и выполнению индивидуальной программы самосовершенствования. Многие более мелкие детали и личностные аспекты своего развития нужно определить самостоятельно с учетом своих индивидуальных особенностей и опыта.

Заключение

Самостоятельная работа – важнейшее условие успешного получения профессионального образования. Это объясняется тем, что она рассматривается как равноправная форма учебных занятий, наряду с лекциями, семинарами, экзаменами и зачетами, но реализуемая во внеучебное время, в виде выполнения различных учебных заданий, контрольных и курсовых работ, дипломного проекта и т.п. В то же время эффективность аудиторных занятий во многом зависит от того, как умело обучающиеся и слушатели организуют в ходе них свою самостоятельную учебную познавательную деятельность. Самостоятельная работа предполагает также самообразование и самовоспитание, осуществляемые в интересах повышения профессиональной компетенции.

Следовательно, прежде чем приступать к изучению учебной программы, обучающийся должен научиться работать самостоятельно, овладеть соответствующей методикой и техникой самостоятельной учебной деятельности. В данном пособии раскрыты основы содержания, организации и методики планирования и ведения самостоятельной работы курсантов и слушателей образовательных учреждений МВД России. Основное внимание уделяется показу и разъяснению конкретных приемов, способов и средств ведущих видов самостоятельного учебного труда.

Рекомендации, изложенные в пособии, ориентированы на то, что значительная часть курсантов и слушателей уже владеет некоторыми навыками и умениями самостоятельной работы. Предлагаемые приемы и способы самостоятельной деятельности не носят обязательного, категоричного характера. Они подготовлены таким образом, чтобы каждый обучающийся оценил уровень своей индивидуальной техники и при необходимости воспользовался приведенными советами и пожеланиями. Важно только помнить, что применение соответствующей индивидуальным особенностям человека техники самостоятельной работы требует постепенности и тренировки. Существенное продвижение вперед будет заметно лишь тогда, когда все приемы, способы и средства самостоятельной деятельности будут выполняться автоматически.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Педагогика профессионального образования: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений [Текст] / под ред. В. А. Сластенина. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 368 с.
2. Ширманов В. С. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов: учебно-метод. пособие [Текст] / В.С. Ширманов, В.Н. Волков, Е.И. Яковлева, А.В. Крымов, Ю.В. Родионова, О.Н. Косырева. – Нижний Новгород: Нижегород. Гос. ун-т, 2013. – 45 с.
3. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст] : рабочая программа дисциплины по направлению подготовки 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета) / сост. Гайнуллина Е. В. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 22 с.
4. Измайлова М. А. Организация внеаудиторной самостоятельной работы студентов: Методическое пособие. [Текст] / А.Н. Баратов – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2008. – 64 с.
5. Резник С. Д. Студент вуза: технологии и организация обучения: учебное пособие для вузов [Текст] / С. Д. Резник, И. А. Игошина / под общ. ред. С. Д. Резника. – М. : ИНФРА-М, 2009. – 474 с.
6. Гайнуллина Е. В. Расчет основных параметров горения и тушения пожаров газовых фонтанов. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность [Текст] / : учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы / Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург. : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 46 с.
7. Марков, В. Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст] : учебник / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, С. Н. Пазникова. – Екатеринбург : УрО РАН, 2013. – 305 с.
8. Измайлова М. А. Организация внеаудиторной самостоятельной работы студентов: Методическое пособие. / М. А. Измайлова– М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2008. – 64 с.
9. Балакирева Э. В. Организация самостоятельной работы студентов по педагогическим дисциплинам: Учебно-методическое пособие для преподавателей высшей школы. Часть I. [Текст] / Э. В. Балакирева, Р. У. Богданова, О. Б. Даутова, Л. И. Даргевичене, Е. В. Пискунова, А. П. Тряпицына / под редакцией профессора, члена-корреспондента РАО А. П. Тряпицыной. – СПб., 2008. – 43 с.
10. Уваровская О. В. Самостоятельная работа студентов: Учебно-методическое пособие [Текст] / О. В. Уваровская, И. Ю. Краева. – Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2009. – 30 с.

Приложение 1

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория горения и взрыва» направлен на формирование следующих компетенций, предусмотренных ФГОС СПО по направлению подготовки 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник):

Содержание компетенций	Результаты освоения
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	Уметь: осуществлять расчеты параметров воспламенения и горения веществ, условий взрыва горючих газов, паров горючих жидкостей, тепловой энергии при горении, избыточного давления при взрыве; Знать: физико-химические основы горения; основные теории горения, условия возникновения и развития процессов горения; типы взрывов, классификацию взрывов, основные параметры энергии и мощности взрыва, принципы формирования формы ударной волны; горение как основной процесс на пожаре, виды и режимы горения; механизм химического взаимодействия при горении; физико-химические и физические процессы и явления, сопровождающие горение; показатели пожарной
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы решения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	
ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	
ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.	
ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	
ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, людьми, находящимися в зонах пожара.	
ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.	
ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	
ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	
ПК 1.1. Организовывать несение службы и выезд	

по тревоге дежурного караула пожарной части.	опасности веществ и материалов и методы их определения; материальный и тепловой балансы процессов горения; возникновение горения по механизмам самовоспламенения и самовозгорания, вынужденного воспламенения; распространение горения по газам, жидкостям и твердым материалам; предельные явления при горении и тепловую теорию прекращения горения; огнетушащие средства, свойства и область их применения при тушении пожаров; механизм огнетушащего действия инертных газов, химически активных ингибиторов, пен, воды, порошков, комбинированных составов; теоретическое обоснование параметров прекращения горения газов, жидкостей и твердых материалов
ПК 1.2. Проводить подготовку личного состава к действиям по тушению пожаров.	
ПК 1.3. Организовывать действия по тушению пожаров.	
ПК 1.4. Организовывать проведение аварийно-спасательных работ.	
ПК 2.1. Осуществлять проверки противопожарного состояния промышленных, сельскохозяйственных объектов, зданий и сооружений различного назначения.	
ПК 2.2. Разрабатывать мероприятия, обеспечивающие пожарную безопасность зданий, сооружений, технологических установок и производств.	
ПК 2.3. Проводить правоприменительную деятельность по пресечению нарушений требований пожарной безопасности при эксплуатации объектов, зданий и сооружений.	
ПК 2.4. Проводить противопожарную пропаганду и обучать граждан, персонал объектов правилам пожарной безопасности.	
ПК 3.1. Организовывать регламентное обслуживание пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательного оборудования и техники.	
ПК 3.2. Организовывать ремонт технических средств.	
ПК 3.3. Организовывать консервацию и хранение технических и автотранспортных средств.	

Приложение 2

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы или 72 часа.

Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	**Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная учебная нагрузка обучающихся, курсовая работа (проект)**	**Объем часов/ в т.ч. в интерактивной форме**	**Уровень освоения**
1	2	3	4
Раздел 1 Основные представления о горении		**30**	
Тема 1.	Основы процессов горения	**8**	
	Содержание учебного материала. Определение процесса горения. Понятия горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Горение в воздухе, состав воздуха. Необходимые и достаточные условия для горения. Классификация видов горения: гомогенное и гетерогенное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное. Пламя, его строение и основные характеристики: температура, цвет, характер свечения; виды пламен. Дым и его характеристики.		**2**
	Лекционное занятие № 1. Основы процессов горения	**2**	
	Лабораторная работа № 1. Основы процессов горения	**4**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. Подготовка к теоретической части лабораторной работы № 1 (коллоквиум) по вопросам для самостоятельной работы	**2**	
Тема 2.	Материальный и тепловой баланс процесса горения.	**10**	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная учебная нагрузка обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов/ в т.ч. в интерактивной форме	Уровень освоения
1	2	3	4
	Содержание учебного материала. Материальный и тепловой баланс процесса горения. Горение простых веществ и сложных горючих смесей. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха. Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения при горении индивидуальных веществ, газовых смесей и конденсированных веществ сложного состава. Стехиометрическая концентрация. Теплота сгорания и ее расчет по следствиям из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева (низшая и высшая теплоты сгорания). Температура горения: калориметрическая, адиабатическая, теоретическая, действительная.		**2**
	Практическое занятие № 1 «Пламя и его характеристики».	**2**	
	Практическое занятие № 2 «Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения при сгорании индивидуальных горючих веществ в газообразном и конденсированном состоянии».	**2**	
	Практическое занятие № 3 «Расчет теплоты горения».	**2**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. Составление реакций горения веществ в воздухе, определение характера свечения пламени для веществ, заданных преподавателем. Решение задач по расчету объема воздуха, объема и состава продуктов горения при сгорании индивидуальных горючих веществ в газообразном и конденсированном состоянии. Расчет низшей и высшей теплоты сгорания по формулам Д.И. Менделеева. Расчет теплового эффекта реакции горения по следствию из закона Г.И. Гесса.	**4**	
Тема 3.	Способы возникновения горения	**12**	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная учебная нагрузка обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов/ в т.ч. в интерактивной форме	Уровень освоения
1	2	3	4
	Содержание учебного материала. Сущность процессов самовоспламенения и вынужденного воспламенения и их различие. Цепной и тепловой механизмы самовоспламенения. Индукционный период самовоспламенения. Температура самовоспламенения. Виды самовозгорания. Температуры самонагревания и тления. Самовозгорание масел и жиров, понятие йодного числа. Самовозгорание каменного угля. Самовозгорание торфа. Самовозгорание химических веществ. Зажигание. Источники зажигания. Температура зажигания.		**3**
	Лекционное занятие № 2. «Способы возникновения горения».	**2**	
	Практическое занятие № 4. «Контрольная работа»	**2**	
	Лабораторная работа № 2. «Самовозгорание и самовоспламенение горючих систем».	**4**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. 1. Подготовка к теоретической части лабораторной работы № 2 (коллоквиум) по вопросам для самостоятельной работы. 2. Самостоятельная нагрузка обучающихся по подготовке к письменной контрольной работе. Составление реакций горения веществ в воздухе. Расчет объема воздуха, объема и состава продуктов горения при сгорании индивидуальных горючих веществ в газообразном и конденсированном состоянии. Расчет низшей и высшей теплоты сгорания по формулам Д.И. Менделеева. Расчет теплового эффекта реакции горения по следствию из закона Г.И. Гесса. Расчет йодного числа растительных масел и жиров. Определение характера свечения пламени.	**4**	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная учебная нагрузка обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов/ в т.ч. в интерактивной форме	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях		**34**	
Тема 4.	Горение газов	**6**	
	Содержание учебного материала. Механизм распространения пламени в горючих газовоздушных смесях. Нормальная скорость распространения пламени. Концентрационные пределы распространения пламени, их зависимость от различных факторов, методы определения и практическое значение. Предельно допустимая взрывобезопасная концентрация горючего вещества. Образование взрывопожароопасных газовоздушных смесей в производственных условиях. Флегматизаторы. Минимальная флегматизирующая концентрация		**2**
	Лекционное занятие № 3. «Горение газов»	**2**	
	Практическое занятие № 5 «Расчет концентрационных пределов распространения пламени и стехиометрической концентрации».	**2**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. Расчет концентрационных пределов распространения пламени, стехиометрической концентрации, предельно-допустимой взрывобезопасной концентрации.	**2**	
Тема 5.	Горение жидкостей	**12**	
	Содержание учебного материала. Условия возникновения горения жидкостей. Испарение жидкостей, давление насыщенного пара. Температура вспышки и температура воспламенения жидкостей, методы их расчёта и экспериментального определения. Классификация жидкостей и категорийность помещений по пожарной опасности. Температурные пределы распространения пламени.		**3**

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная учебная нагрузка обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов/ в т.ч. в интерактивной форме	Уровень освоения
1	2	3	4
	Взрывобезопасный температурный режим. Массовая и линейная скорости выгорания: методы расчета и экспериментального определения. Распределение температуры в горящей жидкости. Вскипание и выброс жидкостей, причины и меры по предупреждению		
	Лекционное занятие № 4. «Горение жидкостей»	**2**	
	Лабораторная работа № 3 «Горение жидкостей».	**4**	
	Практическое занятие № 6 «Расчет давления насыщенного пара жидкости».	**2**	
	Практическое занятие № 7 «Расчет температуры вспышки и воспламенения жидкости».	**2**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. 1. Подготовка к теоретической части лабораторной работы № 3 (коллоквиум) по вопросам для самостоятельной работы.	**2**	
Тема 6.	Горение твердых горючих материалов и пылей	**8**	
	Содержание учебного материала. Поведение твердых веществ при нагревании. Основные закономерности горения твердых органических веществ. Группы горючести, расчет коэффициента горючести. Особенности горения древесины, металлов, каучука, синтетических волокон и пластмасс. Пути снижения горючести твёрдых веществ и материалов. Образование взрывопожароопасных пылевоздушных смесей в производственных условиях. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности. Особенности горения и причины взрывов пылей. Основные показатели пожарной опасности пылей. Меры предупреждения загорания и		**3**

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная учебная нагрузка обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов/ в т.ч. в интерактивной форме	Уровень освоения
1	2	3	4
	взрывов пылевоздушных смесей.		
	Лекционное занятие № 5 «Горение твердых горючих материалов и пылей».	**2**	
	Лабораторная работа № 4 «Горение твердых веществ и материалов».	**4**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся.		
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. Подготовка к теоретической части лабораторной работы № 4 (коллоквиум) по вопросам для самостоятельной работы.	**2**	
Тема 7.	Система показателей пожарной опасности веществ и материалов	**8**	
	Содержание учебного материала. Понятие пожарной опасности веществ и материалов. Документы, регламентирующие пожарную опасность. Классификация пожаровзрывоопасных веществ. Основные показатели пожарной опасности газовоздушных смесей, пылей, жидкостей, твердых веществ. Методы их определения и область применения.		**2**
	Практическое занятие № 8 «Оценка пожарной опасности веществ в газообразном состоянии».	**2**	
	Практическое занятие № 9 «Оценка пожарной опасности веществ в конденсированном состоянии».	**2**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. Оценка пожарной опасности веществ в разных агрегатных состояниях: в газах, в жидкостях и в твердых веществах.	**4**	
Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества		**8**	
Тема 8.	Ударные волны и детонация. Явление взрыва	**8**	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная учебная нагрузка обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем часов/ в т.ч. в интерактивной форме	Уровень освоения
1	2	3	4
	Содержание учебного материала. Взрывы: типы взрывов, физические и химические взрывы. Отличия механизмов дефлаграционного горения и взрыва. Максимальное давление взрыва как показатель пожаровзрывоопасности горючих систем. Классификация взрывчатых веществ. Характеристики взрывчатых веществ. Бризантное и фугасное действия взрыва. Теоретические и экспериментальные методы оценки фугасности и бризантности взрывчатых веществ. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу. Тротиловый эквивалент. Применение робототехники для обезвреживания конденсированных взрывчатых веществ		**2**
	Лекционное занятие № 6 «Ударные волны и детонация. Явление взрыва».	**2**	
	Лекционное занятие № 7 «Основные характеристики взрывчатых веществ»	**2**	
	Самостоятельная нагрузка обучающихся. Проработка теоретического материала по учебному пособию.	**4**	
Зачет по дисциплине		**4**	
	Всего	**76**	

Приложение 3

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Гайнуллина, Е. В. Теория горения и взрыва [Текст] : учебное пособие. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 114 с.
2. Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие для СПО / В. Л. Адамян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-9007-3. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: https://e.lanbook.com/book/183611
3. Теория горения и взрыва : учебное пособие для СПО / сост. Н. Я. Илюшов. – Саратов : Профобразование, 2021. – 96 с.
4. Теория горения и взрыва [Текст] : задачник. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 60 с.
5. Теория горения и взрыва [Текст] : практикум. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (профессиональная подготовка) / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 38 с.

Дополнительная литература

1. Лабораторный практикум по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность Профессиональная подготовка / сост. Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 43 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
2. Методические рекомендации по подготовке к контрольной работе по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс]. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 15 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
3. Методические указания для подготовки к зачету по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс] . Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (профессиональная подготовка) / сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 17 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.

4. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 34 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
5. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / сост. Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 54 с.– Режим доступа: http://10.97.170.7.
6. Курс лекций по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс] : учебное пособие. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность Профессиональная подготовка / сост. Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 178 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
7. Баратов, А. Н. Горение - пожар - взрыв - безопасность [Текст] / А. Н. Баратов. - М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. - 363 с.
8. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. Кн. 1, 2 [Текст] / под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. - М. : Химия, 1990.
9. Гельфанд, Б. Е. Взрывобезопасность : учебник [Текст] / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников; под ред. В. С. Артамонова. - СПб. : Астерион, 2006. - 392 с.
10. Горшков, В. И. Самовозгорание веществ и материалов [Текст] / В. И. Горшков. - М.: ВНИИПО, 2003. - 26 с.
11. Корольченко, А. .Я. Процессы горения взрыва [Текст] / А. Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2007. - 266 с.
12. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. [Текст] / А. Я. Корольченко, Д. Я. Корольченко - М.: Асс. «Пожнаука», 2004. Ч. 1. - 713 с; Ч.2. - 774 с.
13. Марков, В. Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров : учебник для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России [Текст] / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, С. Н. Пазникова; ред. В. Ф. Марков. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2013. - 305 с.
14. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов [Текст] / М. : ВНИИПО, 2004. - 67 с.
15. Русинова, Е. В. Теория горения и взрыва : курс лекций [Текст] / Е. В. Русинова. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2009. - 175 с.

Интернет-ресурсы

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000 – Режим доступа: http://eLibrary.ru.
2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Москва. 2010. – Режим доступа: http://e.lanbook.com.
3. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства Инфра-М и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: http://znanium.com.
4. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: http://www.rbc.ru.
5. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, http://www.mchs.gov.ru.
6. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны, http://www.vniipo.ru.

МЧС РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА»

Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность
(квалификация техник)

Екатеринбург
2022

Методические указания для подготовки к зачету по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс]: Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / сост. Е.В. Гайнуллина – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 17 с.

Составитель: Гайнуллина Е.В., доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, доцент, к.т.н.

Приведены рекомендации для подготовки к зачету по дисциплине «Теория горения и взрыва». Описывается порядок проведения и система оценки знаний на зачете. Представлен перечень вопросов и задач по дисциплине, которые используются при составлении билетов. Приведен пример ответа на билет. Рекомендации дополнены списком литературы по дисциплине. Рекомендуется обучающимся по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) при изучении дисциплины «Теория горения и взрыва».

© ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2022
© Кафедра химии и процессов горения, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
1. Система контроля знаний по дисциплине 5
2. Порядок проведения зачета и система оценки знаний обучающихся 6
2.1. Критерии оценки ответа 6
2.2. План проведения зачета 7
3. Перечень вопросов для самостоятельной подготовки к зачету 8
4. Список рекомендуемой литературы 11
5. Рекомендации по подготовке к зачету 13
6. Пример ответа на зачетный билет 15

Введение

Целью преподавания дисциплины «Теория горения и взрыва» является формирование представлений о физико-химической сущности процесса горения различных веществ и материалов. Структура курса такова, что по окончании его изучения обучающиеся должны получить представление об основных законах и теориях современной науки, изучающих процессы зарождения и развития горения веществ в различных агрегатных состояниях, знание основ которых необходимы специалистам в области пожарной безопасности для успешного решения сложных задач пожаротушения и разработки мер, направленных на профилактику и расследование пожаров.

Организационными формами изучения курса являются лекции, практические, лабораторные занятия и самостоятельная проработка материала, рекомендуемого преподавателем, а также индивидуальная работа преподавателей с обучающимися.

При подготовке к сдаче зачета по дисциплине «Теория горения и взрыва» важная роль принадлежит умению обучающихся эффективно организовать самостоятельную работу, в ходе которой дорабатываются вопросы, рассмотренные на лекциях, происходит ознакомление с литературой, справочными пособиями, указанными в методических рекомендациях, а также проводится повторение основных методик решения задач. Данное методическое пособие составлено для помощи обучающимся при подготовке к зачету и содержит конкретные методические указания, направленные на организацию самостоятельной работы обучаемых на завершающем этапе изучения дисциплины.

1. Система контроля знаний по дисциплине

Дисциплина «Теория горения и взрыва» у обучающихся по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональна подготовка) изучается на II курсе в 3 семестре. По окончании семестра по названной дисциплине предусмотрен зачет в устной форме. Зачет является итоговым контролем и имеет целью проверить учебную работу обучающихся, уровень полученных ими знаний и умение применять их при решении профессиональных практических задач.

Количество квалификационных заданий готовится не менее чем на 15 % больше числа обучающихся в учебной группе, а их содержание охватывает весь пройденный материал.

Допуск обучающегося к итоговой семестровой аттестации осуществляется по итогам его текущей работы в семестре. Основными видами текущего контроля являются: сдача коллоквиумов, решение задач в проверочных и контрольной работах, выполнение лабораторных работ, работа на практических занятиях.

Для подготовки к сдаче зачета по теоретической части курса рекомендуется воспользоваться конспектом лекций, а также учебным пособием – *Гайнуллина Е.В., Кокшаров А.В. Теория горения и взрыва: учебное пособие. Екатеринбург, 2019. – 114 с.* При подготовке к зачету можно пользоваться также дополнительной литературой, перечень которой представлен в рабочей программе дисциплины.

Задачи к билетам подбираются аналогичные тем задачам, которые решались на практических занятиях и (или) предлагались на самостоятельную подготовку. Для подготовки к зачету, к практическим занятиям и к выполнению проверочных и контрольных работ обучающиеся могут воспользоваться многочисленными пособиями, в которых приводятся образцы решения задач. Здесь же укажем наиболее распространенное пособие: *Теория горения и взрыва: задачник / авт.-сост. Е.В. Гайнуллина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 60 с.*

Для проведения зачета на кафедре разрабатываются следующие материалы:

- учебно-методическая документация;
- билеты для проведения зачета;
- программные вопросы для подготовки к зачету.

В аудитории, где проводится зачет, должны находиться следующие документы и материалы:

- рабочая программа по дисциплине;
- учебно-методическая документация для проведения зачета;
- билеты для проведения зачета;
- зачетная ведомость;
- зачетные книжки обучающихся;
- журнал учебной группы;

– средства материального обеспечения и справочные материалы, разрешённые для использования на зачете согласно Перечню, приведённому в методических материалах для проведения зачета.

2. Порядок проведения зачета и система оценки знаний обучающихся

2.1. Критерии оценки ответа

У обучающихся зачет проводится в устной форме и включает в себя ответ на теоретический вопрос зачетного билета для проверки освоения теоретических знаний материала курса, а также решение задачи для проверки практических умений и навыков выполнения пожарно-технических расчётов.

Оценка знаний обучающихся, а также степени сформированности у них необходимых компетенций (табл. 1) на основании результатов проверки знаний и умений зачетных испытаний проводится по системе «зачтено – не зачтено».

Таблица 1

Критерии оценивания и показатели сформированности компетенций для промежуточного контроля

№	Показатели для оценки устного ответа на зачете	Показатели достижения планируемого уровня компетенций	Коды компетенций	Шкала оценивания
1	– не раскрыто основное содержание учебного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; – допущены принципиальные ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; – допущены грубые, принципиальные ошибки при решении задач.	обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах и решении задач, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.	ОК-1 - ОК-9, ПК-1.1. – 1.4., ПК-2.1 – 2.4., ПК-3.1. – 3.3.	*Оценка* «Не зачтено»
2	– знание учебного материала; – успешное выполнение предусмотренных в программе заданий и задач; систематический характер	обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; усвоение	ОК-1 - ОК-9, ПК-1.1. – 1.4., ПК-2.1 – 2.4.,	*Оценка* «Зачтено»

	– знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. – допускаются затруднения или ошибки в определении понятий, формулировках законов и т.д., математические ошибки при решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов	содержания основной литературы, рекомендованной кафедрой; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок.	ПК-3.1. – 3.3.	

В том случае, если теоретический вопрос в целом раскрыт (допускаются неточности в формулировках, не искажающие суть излагаемого вопроса); задача решена полностью, при этом допускаются неточности в арифметических расчётах, не влияющие на конечный результат и не искажающие его смысл, на дополнительные вопросы преподавателя в большинстве случаев получены верные ответы, обучающийся получает оценку *«зачтено»*.

Обучающийся считается *не сдавшим* зачет, если он неграмотно и неточно формулирует материал и не умеет применять полученные знания на практике (при решении практических заданий и задач); не в полном объеме (со значительными недочётами, ошибками в записи формул и уравнений, грубыми арифметическими ошибками, искажающими смысл полученного результата) или не выполнил практическое задание, на дополнительные вопросы преподавателя ответить не может.

2.2. План проведения зачета

Подготовка к зачету: за 10 минут до начала зачета дежурный раздаёт средства материального обеспечения, разрешённые для использования на зачете.

Проведение зачета: зачет проводится в течение 4 учебных часов (2 пары). В начале зачета преподаватель проверяет готовность группы к зачету, кратко напоминает порядок сдачи зачета и правила поведения обучающихся.

В аудитории остаётся 6 - 10 человек. Обучающиеся берут экзаменационные билеты и бумагу для выполнения заданий и приступают к выполнению заданий. На подготовку отводится 30 минут. Остальные обучающиеся заходят в аудиторию для сдачи зачета по мере сдачи зачета ранее вошедшими.

Обучающемуся на зачете разрешается брать лишь один билет. На зачете разрешено пользоваться только теми информационно-справочными

материалами, которые представлены в Перечне. Использовать учебники, задачники или конспекты запрещается. В случае заявления обучающегося, что он не может ответить на вопросы задания, ему выставляется оценка «не зачтено». В случае нарушения установленных правил сдачи зачета обучающийся удаляется с зачета и ему также выставляется оценка «не зачтено».

По готовности преподаватель проводит собеседование с обучающимся. Для ответа на каждый из вопросов билета отводится не более 3 минут. Преподаватель проверяет выполнение практического задания (задачи). После ответов на дополнительные вопросы преподавателя (не более трёх) выставляется итоговая оценка.

По окончании зачета итоговая оценка выставляется в зачетную ведомость и зачетную книжку. Зачетная ведомость подписывается преподавателем и сдается в учебный отдел.

Обучающийся, не сдавший зачет, может быть допущен к повторной сдаче зачета в период, предусмотренный для пересдачи.

3. Перечень вопросов для самостоятельной подготовки к зачету

Раздел 1. Основные представления о горении.

Тема 1. Основы процессов горения.

1. Сущность процесса горения. Необходимые и достаточные условия процесса горения.
2. Химические и физические процессы, протекающие при горении (термическое разложение, окисление, диссоциация, ионизация молекул).
3. Классификация процессов горения: гомогенное и гетерогеннное, кинетическое и диффузионное, ламинарное и турбулентное, дефлаграционное и детонационное.
4. Виды пламени, температура пламени, излучение пламени.

Тема 2. Материальный и тепловой баланс процессов горения.

5. Уравнение материального баланса процесса горения.
6. Избыток воздуха и коэффициент избытка воздуха.
7. Закон Гесса и следствие из закона Гесса.
8. Высшая и низшая теплоты сгорания, физический смысл и расчёт.
9. Температура горения: калориметрическая, адиабатическая, теоретическая, действительная. Способы расчета температуры горения.

Тема 3. Способы возникновения горения.

10. Условия возникновения и развития процессов горения.
11. Самовоспламенение. Цепной и тепловой механизмы самовоспламенения.
12. Температура самовоспламенения и период индукции.
13. Влияние концентрации горючего вещества, объема и формы сосуда, давления, содержания инертных газов и химически активных ингибиторов на температуру самовоспламенения.

14. Практическое значение температуры самовоспламенения, экспериментальные и расчетные методы определения температуры самовоспламенения паров и газов в воздухе.
15. Тепловая теория самовозгорания.
16. Виды самовозгорания. Температуры самонагревания и тления.
17. Самовозгорание масел и жиров: классификация масел, понятие йодного числа и метод его расчета.
18. Самовозгорание химических веществ.
19. Виды источников зажигания.
20. Общие и отличительные особенности процессов самовоспламенения и зажигания.
21. Зажигание нагретым телом и электрической искрой. Критические условия зажигания.
22. Тепловая теория зажигания.
23. Минимальная энергия зажигания.
24. Анализ влияния состава горючей смеси, давления, наличия флегматизаторов на температуру и минимальную энергию зажигания, основные параметры ударной волны.

Раздел 2. Горение веществ в различных агрегатных состояниях

Тема 4. Горение газов. Ударные волны и детонация.

25. Общие закономерности кинетического режима горения.
26. Нормальная скорость распространения пламени и факторы, влияющие на ее величину.
27. Механизм распространения пламени в горючих газовоздушных смесях.
28. Предельные режимы нормального (дефлаграционного) горения и методы их оценки для реальных газопаровоздушных систем.
29. Условия перехода дефлаграции в детонацию в горючих газовых смесях.
30. Концентрационные пределы распространение пламени, их практическое значение и расчёт.
31. Механизм образования ударной волны, форма ударной волны, длительность импульса.

Тема 5. Горение жидкостей.

32. Условия возникновения горения жидкостей.
33. Температура вспышки и температура воспламенения жидкостей, методы их расчёта и экспериментального определения.
34. Скорость выгорания, методы расчета и экспериментального определения.
35. Распределение температуры в горящей жидкости.
36. Вскипание и выброс жидкостей, причины этих явлений.

Тема 6. Горение твердых горючих материалов и пылей.

37. Основные закономерности горения твердых органических веществ.
38. Горение древесины и угля.
39. Горение полимерных материалов.
40. Группы горючести, метод расчета коэффициента горючести.
41. Особенности горения металлов.

42. Пыли и их свойства. Классификация пылей по пожаровзрывоопасности.
43. Особенности горения и причины взрывов пылей.

Тема 7. Система показателей пожарной опасности веществ и материалов.

44. Классификация пожаровзрывоопасных веществ.
45. Основные показатели пожарной опасности горючих газов, аэродисперсных систем, жидкостей, твердых веществ. Их взаимосвязь и методы расчета.
46. Оценка пожарной опасности веществ и материалов.

Раздел 3. Взрыв и взрывчатые вещества.

Тема 8. Ударные волны и детонация. Явление взрыва

47. Взрывы: типы взрывов, физические и химические взрывы.
48. Отличия механизмов дефлаграционного горения и взрыва.
49. Максимальное давление взрыва и скорость нарастания давления при взрыве как показатели пожаровзрывоопасности горючих систем.
50. Классификация взрывчатых веществ по химическому составу и областям применения.
51. Бризантное и фугасное действия взрыва.
52. Теоретические и экспериментальные методы оценки бризантности и фугасности взрывчатых веществ.
53. Оценка чувствительности взрывчатых веществ к механическим воздействиям (удар и трение) и электрическому импульсу.

Задания и задачи:

1. Составление уравнений реакций горения.
2. Оценить характер свечения пламени при горении индивидуальных веществ различного химического состава.
3. Рассчитать количество воздуха, необходимое для полного сгорания заданного количества индивидуального химического вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях.
4. Рассчитать количество и состав продуктов горения индивидуального химического вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях.
5. Рассчитать теплоту сгорания индивидуальных веществ по следствию из закона Гесса и формулам Д.И. Менделеева.
6. Рассчитать концентрационные пределы воспламенения газа по аппроксимационной формуле.
7. Рассчитать концентрацию паров жидкости в смеси с воздухом, при которой давление при взрыве этой смеси будет максимальным.
8. Определить по номограмме давление насыщенного пара жидкости при заданной температуре.
9. Рассчитать температуру вспышки заданной жидкости по формуле Элея и через НТПВ.
10. Дать оценку пожарной опасности веществ, находящихся в газообразном, жидком или твердом состояниях.

4. Список рекомендуемой литературы

Основные источники

1. Гайнуллина, Е. В. Теория горения и взрыва [Текст] : учебное пособие. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / Е. В. Гайнуллина, А. В. Кокшаров. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 114 с.
2. Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие для СПО / В. Л. Адамян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-9007-3. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: https://e.lanbook.com/book/183611
3. Теория горения и взрыва : учебное пособие для СПО / сост. Н. Я. Илюшов. – Саратов : Профобразование, 2021. – 96 с.
4. Теория горения и взрыва [Текст] : задачник. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (квалификация техник) / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 60 с.
5. Теория горения и взрыва [Текст] : практикум. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (профессиональная подготовка) / авт.-сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 38 с.

Дополнительные источники

1. Баратов, А. Н. Горение - пожар - взрыв - безопасность [Текст] / А. Н. Баратов. - М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. - 363 с.
2. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. Кн. 1, 2 [Текст] / под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. - М. : Химия, 1990.
3. Гельфанд, Б. Е. Взрывобезопасность : учебник [Текст] / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников; под ред. В. С. Артамонова. - СПб. : Астерион, 2006. - 392 с.
4. Горшков, В. И. Самовозгорание веществ и материалов [Текст] / В. И. Горшков. - М.: ВНИИПО, 2003. - 26 с.
5. Корольченко, А. .Я. Процессы горения взрыва [Текст] / А. Я. Корольченко. - М. : Пожнаука, 2007. - 266 с.
6. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. [Текст] / А. Я. Корольченко, Д. Я. Корольченко - М.: Асс. «Пожнаука», 2004. Ч. 1. - 713 с; Ч.2. - 774 с.
7. Марков, В. Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров : учебник для курсантов, студентов и слушателей образовательных учреждений МЧС России [Текст] / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, С. Н. Пазникова; ред. В. Ф. Марков. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2013. - 305 с.

8. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов [Текст] / М. : ВНИИПО, 2004. - 67 с.
9. Русинова, Е. В. Теория горения и взрыва : курс лекций [Текст] / Е. В. Русинова. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2009. - 175 с. Лабораторный практикум по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность Профессиональная подготовка / сост. Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 43 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
10. Методические рекомендации по подготовке к контрольной работе по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс]. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / сост. Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 15 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
11. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / Е. В. Гайнуллина. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 34 с. – Режим доступа: http://10.97.170.7.
12. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы. Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) / сост. Е. В. Гайнуллина – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 54 с.– Режим доступа: http://10.97.170.7.

Интернет-ресурсы

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000 – Режим доступа: http://eLibrary.ru.
2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Москва. 2010. – Режим доступа: http://e.lanbook.com.
3. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства Инфра-М и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: http://znanium.com.
4. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: http://www.rbc.ru.
5. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,

чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, http://www.mchs.gov.ru.

6. Сайт Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны, http://www.vniipo.ru.

5. Рекомендации по подготовке к зачету

При подготовке к зачету большое значение имеет правильное распределение времени, благодаря которому вы получите возможность хорошо усвоить каждую порцию, каждый слой информации. Таким образом, запоминаемый материал сможет основательно укорениться в вашей долговременной памяти. Не забывайте, что изучение нового материала – это кумулятивный процесс, который отталкивается от того, что вы уже знаете.

Подготовку к сдаче теоретической части зачета рекомендуется начинать по порядку следования тем изложения лекционного материала. Обучающиеся могут, в первую очередь, воспользоваться конспектами лекций. Проработку теоретического материала рекомендуется проводить по конспектам и учебному пособию *Гайнуллина Е.В., Кокшаров А.В. Теория горения и взрыва: учебное пособие. Екатеринбург, 2019. – 114 с.* Также можно пользоваться основной и дополнительной литературой, представленной в списке рекомендуемой литературы в разделе 4.

При первом чтении материала не стоит задерживаться на математических выводах и запоминании уравнений, сначала следует получить общее представление о рассматриваемых вопросах, а также выявить сложные и непонятные моменты. Внимательно прочитывайте текст, старайтесь выявить сущность вопросов и не пытайтесь сразу запомнить все определения и детали. Такой подход, при котором все физико-химические процессы рассматриваются на уровне сущности, а не набора отдельных понятий и фактов, способствует не только более глубокому и прочному усвоению материала, но и формированию логического мышления, способности воспринимать и осмысливать сущность процессов и явлений, протекающих при горении. При последующей проработке материала в прочитанном тексте выделяются главные идеи, устанавливаются логические взаимосвязи между ними, большее внимание уделяется деталям, особенностям протекания тех или иных процессов и явлений, материал повторяется несколько раз для лучшего запоминания определений и формул.

Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, рекомендуется завести рабочую тетрадь и кратко, в виде тезисов, записывать в неё формулировки законов, основные понятия и определения, формулы и уравнения реакций и т.д. Во всех случаях, когда материал поддаётся систематизации, составляйте схемы, диаграммы и таблицы – такой подход структурирует и облегчает восприятие больших объёмов информации и уменьшает её объём при конспектировании, что очень облегчает

запоминание материала, в том числе и визуально. Также не ленитесь проговаривать, пересказывать вслух трудный для запоминания материал.

Подготовка к зачету должна обязательно сопровождаться повторением и решением задач, поскольку это один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Для повторения и закрепления методик решения расчётных задач рекомендуется воспользоваться учебно-методическим пособием *Теория горения и взрыва: задачник / авт.-сост. Е.В. Гайнуллина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 60 с.*

Следует напомнить, что для качественного освоения материала, облегчения подготовки к зачету и успешной его сдачи необходимо *систематическое* выполнение заданий для самостоятельной работы в течение семестра.

При планировании ответа на зачетный билет нужно быть готовым не только коротко и чётко изложить теоретический вопрос и ответить на дополнительные вопросы, но и при необходимости обосновать свои действия при решении задачи.

Приступая к самостоятельному решению задачи, необходимо обдумать план её решения, сравнивая её с предложенным в задачнике и имеющимися в конспекте вариантами решения типовых задач. В случае появления неясностей при выборе решения следует обратиться к теоретическому материалу той темы, на основании которого построена задача.

При записи решения задачи следует приводить весь ход решения и математические преобразования. Решение должно быть аккуратно оформлено, написано четким разборчивым почерком.

Если у обучающегося возникают затруднения при подготовке к зачету, то следует обратиться за консультацией к преподавателю.

6. Пример ответа на зачетный билет

Образец билета для сдачи устного зачета

Уральский институт ГПС МЧС России	Билет № … Кафедра химии и процессов горения Дисциплина «Теория горения и взрыва»	Утверждаю Начальник кафедры _____ «___» _____2022 г.
1. Нормальная и видимая скорости распространения пламени: зависимость от различных факторов. 2. Рассчитать теплоту сгорания этана, используя следствие из закона Гесса. Данные взять из справочной литературы.		

Ответ на 1 вопрос зачетного билета

Нормальная скорость распространения пламени $u_н$ - это минимальная скорость, с которой пламя может распространятся в горючей среде по нормали к своему фронту. Размерность ее [м/с]. Нормальная скорость является важной характеристикой горючей смеси.

Форма фронта пламени, возникшего от небольшого источника зажигания в неподвижной однородной среде - сферическая, а в ряде случаев, например, при горении в трубах, может быть плоской. Наблюдаемая в реальных условиях скорость распространения пламени относительно неподвижных предметов (стенки трубы, сосуда и т.п.), называется видимой скоростью.

В зависимости от направления и величины линейной скорости потока газовой смеси фронт пламени может быть неподвижным (стационарным) или движущимся. Стационарное пламя возникает в тех случаях, когда горючая смесь движется навстречу фронту пламени с такой же скоростью. Типичным примером стационарного пламени являются пламена факельных горелок в промышленных печах, лабораторных горелок Бунзена, Теклю и др.

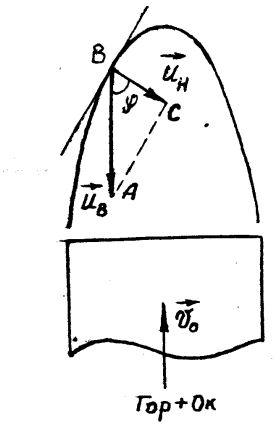


Рис. 1Схема распространения пламени в горелке Бунзена

Векторы нормальной и видимой скоростей пламени в горелке Бунзена составляют угол φ, поэтому из прямоугольного треугольника АВС следует:

$$u_н = u_в \cdot cos\ \varphi\ .$$

Эта закономерность называется законом косинуса. Ее установил один из основателей теории горения, российский физик В.А. Михельсон.

Нормальная скорость распространения пламени зависит от химической природы горючего вещества (энергия активации и тепловой эффект реакции), исходной температуры и температуры реакции горения, скорости реакции окисления (концентрации горючего вещества и окислителя), теплофизических свойств (коэффициента теплопроводности и изобарной теплоёмкости).

1. Зависимость от концентрации горючего вещества: самая высокая скорость реакции окисления и как следствие, скорость распространения пламени, развивается при концентрации горючего вещества равной стехиометрической. Зависимость скорости горения от концентрации горючего в смеси имеет вид параболы.

2. Зависимость от температуры: чем выше температура, тем выше нормальная скорость распространения пламени.

3. Зависимость нормальной скорости распространения пламени от содержания флегматизаторов и ингибиторов: введение в горючую смесь азота N_2, аргона Ar, диоксида углерода CO_2 и других инертных газов разбавляет ее и тем самым снижает скорость реакции окисления и распространения пламени. При введении в смесь ингибиторов возрастает значение энергии активации, что также приводит к снижению нормальной скорости распространения пламени. Разная флегматизирующая способность этих газов связана с различием их теплофизических свойств, в частности теплоемкости и теплопроводности.

Для различных веществ $u_н$ зависит от их химического строения и колеблется в довольно широких пределах. Для большинства смесей углеводородных топлив с воздухом $u_н < 1$ м/с.

Ответ на 2 вопрос зачетного билета

Задача. Рассчитать теплоту сгорания этана, используя следствие из закона Гесса. Данные взять из справочной литературы.

Решение:

1. Запишем уравнение реакции горения этана:

$C_2H_6 + 3{,}5 \cdot (O_2 + 3{,}76N_2) = 2\ CO_2 + 3\ H_2O + 3{,}76 \cdot 3{,}5\ N_2$

2. Теплоту сгорания рассчитываем согласно следствию из закона Гесса. Значения теплоты образования углекислого газа, воды и этана берём из информационно-справочного материала.

$$\Delta H_г = \Delta H_{CO_2} \cdot n_{CO_2} + \Delta H_{H_2O} \cdot n_{H_2O} - \Delta H_{C_2H_6} \cdot n_{C_2H_6} =$$

$$= -396{,}6 \cdot 2 + (-242{,}2) \cdot 3 - (-84{,}68) = -793{,}2 - 726{,}6 + 84{,}68 =$$

$$= -1435{,}12(кДж / моль) < 0 \rightarrow экзотермическая\ \ реакция$$

Ответ: теплота сгорания этана составила 1435,12 кДж/моль.

МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА»

Учебно-методическое пособие

Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность
(Профессиональная подготовка)

Екатеринбург
2022

Лабораторный практикум по дисциплине «Теория горения и взрыва»: Специальность 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) [Электронный ресурс] / : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ сост. Е. В. Гайнуллина, О.В. Беззапонная – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 43 с.

Автор-составитель:
Гайнуллина Е.В., доцент кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, к.т.н., доцент;
Беззапонная О.В., старший научный сотрудник адъюнктуры Уральского института ГПС МЧС России, к.т.н., доцент.

Рецензент:
Яковенко Т.А., доцент кафедры общетехнических дисциплин Уральского института ГПС МЧС России, к.т.н.

В учебно-методическом пособии представлены основные теоретические положения, а также практическое руководство по выполнению лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Теория горения и взрыва». Предназначено обучающимся по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность (Профессиональная подготовка) Уральского института ГПС МЧС России для закрепления теоретического материала и методики выполнения лабораторных работ. Пособие может быть полезно преподавателям высших учебных заведений, а также специалистам в области пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций.

© ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2022
© Кафедра химии и процессов горения, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 4
Общая часть 5
Техника безопасности в лаборатории теории горения и взрыва 5
Организация рабочего места в лаборатории и порядок выполнения лабораторных работ 6
Правила оформления отчетов 6
Лабораторная работа № 1 «Основы процессов горения» 7
1.1. Теоретическая часть 7
1.2 Экспериментальная часть 10
1.2.1. Опыт 1: «Определение температуры в различных зонах пламени» 10
1.2.2. Опыт 2: «Установление зависимости между химическим составом вещества и характером свечения пламени» 11
1.2.3. Опыт 3 «Определение концентрации газообразных продуктов горения сложной смеси» 12
1.2.4. Опыт 4: «Исследование химических свойств окислителей» 14
1.3. Вопросы для самопроверки 14
Лабораторная работа №2 «Самовозгорание и самовоспламенение горючих систем» 15
2.1. Теоретическая часть 15
2.2. Экспериментальная часть 17
2.2.1. Опыт 1: «Исследование способности растительных масел к самовозгоранию» 17
2.2.2. Опыт 2: «Определение зависимости температуры самовоспламенения паров жидкости от их концентрации в горючей паровоздушной смеси» 19
2.3. Вопросы для самопроверки знаний 21
Лабораторная работа №3 «Горение жидкостей» 22
3.1. Теоретическая часть 22
3.2. Экспериментальная часть 24
3.2.1. Опыт 1: «Определение температуры вспышки жидкостей» 24
3.2.2. Определение зависимости скорости выгорания жидкости от диаметра горелки 26
3.3 Расчётная часть работы 27
3.4. Контрольные вопросы для самоподготовки 28
Лабораторная работа №4. «Горение твёрдых веществ и материалов» 29
4.1. Теоретическая часть 29
4.2. Экспериментальная часть 33
4.2.1. Опыт 1: «Определение группы горючести твёрдых веществ и материалов методом «огневой трубы» 33
4.2.2. Определение эффективности огнезащитных средств 35
4.4. Вопросы для самопроверки знаний 36
Список использованной литературы 37
Приложения 38

Предисловие

При профессиональной подготовке специалистов среднего звена в области пожарной безопасности большое внимание уделяется изучению специальных дисциплин, таких, как «Пожарная профилактика», «Пожарно-спасательная техника и оборудование», «Здания и сооружения», «Автоматизированные системы управления и связь», «Тактика тушения пожаров», «Тактика аварийно-спасательных работ», но все они основаны на глубоком знании закономерностей возникновения и развития процессов горения. Лабораторные работы по дисциплине «Теория горения и взрыва» являются важнейшим этапом учебного процесса, совершенствующим теоретическую и практическую подготовку будущего специалиста. Они обычно проводятся параллельно с изучением теоретического курса с целью закрепления знаний обучающихся по основным вопросам дисциплины, контроля уровня усвоения ими полученных знаний и отработки практических умений и навыков при работе с лабораторным оборудованием.

В первой главе практикума приведены правила техники безопасности при работе в лаборатории процессов горения, порядок организации рабочего места и проведения работ, даны рекомендации по составлению и оформлению отчетов.

Следующие главы содержат информацию о подготовке и проведении лабораторно-практических занятий по четырем темам, согласно тематическому плану рабочей программы дисциплины. К каждому занятию предпослана теоретическая часть, где дано краткое обоснование изучения данной темы для формирования будущего специалиста – техника пожарной безопасности. Контрольные вопросы ориентируют обучаемых в самостоятельной работе с литературой, помогают систематизировать материал. В приложение вынесены справочные данные общего характера и основные физико-химические свойства веществ, необходимые для выполнения расчетной части лабораторной работы. Работы практикума доступны для выполнения, не требуют сложных экспериментальных установок.

Содержание лабораторных работ соответствует рабочей программе дисциплины «Теория горения и взрыва» и отвечает требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по специальности 20.02.04 Пожарная безопасность Профессиональная подготовка).

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Техника безопасности в лаборатории теории горения и взрыва

Все вещества, используемые при проведении работ, в той или иной степени ядовиты, а многие из них – пожаро- и взрывоопасны. Поэтому, работая в лаборатории, необходимо строго соблюдать перечисленные ниже основные правила техники безопасности.

Работать одному в лаборатории запрещается. Приступать к выполнению работы разрешается только после инструктажа и соответствующей записи в журнале по технике безопасности.

1. Запрещается держать на лабораторном столе сумку, портфель и другие посторонние предметы.
2. В лаборатории запрещается пить воду, принимать и хранить пищу, курить.
3. Все эксперименты необходимо проводить в вытяжном шкафу при работающей вентиляции.
4. Запрещается оставлять действующие приборы и установки без наблюдения.
5. Все эксперименты необходимо проводить в чистой посуде.
6. Запрещается сливать в канализацию отработанные химические реактивы. Все отходы сливать в специальные ёмкости с надписью «Слив».
7. Запрещается пробовать химические вещества на вкус, набирать ртом любые жидкие вещества в пипетки
8. При открывании колб и склянок с химическими реактивами запрещается вдыхать их содержимое. В случае необходимости определить запах содержимого колб, необходимо направлять пары и газы лёгким движением руки к себе.
9. При проведении экспериментов запрещается допускать попадание химических реактивов на кожу рук или одежду. При попадании смыть вещества большим количеством воды.
10. Запрещается трогать мокрыми руками приборы, находящиеся под напряжением, ставить ёмкости с горючими жидкостями рядом с нагревательными приборами.
11. Приступая к работе, надо ознакомиться с имеющимися средствами противопожарной безопасности (огнетушитель, ящик с песком, асбестовые одеяла и т.д.), аптечкой с набором необходимых средств оказания первой помощи, а также с их местонахождением.
12. После окончания работы необходимо провести уборку рабочего места, проверить, выключены ли вода, газ и электроэнергия.

Организация рабочего места в лаборатории и порядок выполнения лабораторных работ

Для проведения лабораторных работ каждому обучающемуся отводится определенное место, которое является постоянным на время прохождения практикума. Рабочее место должно быть укомплектовано необходимым набором химической посуды, реактивами и простейшими приборами. Рабочее место должно быть максимально свободным и чистым.

Практическая часть работы выполняется в лаборатории теории горения и взрыва обучающимися в количестве, не превышающем 12-13 человек. Опыты, предусмотренные лабораторной работой, выполняются небольшими группами (бригадами) в количестве 2-3 человек. В связи с этим перед началом работы вся учебная группа разбивается на бригады.

Рабочее время делится на три интервала. В течение первой трети занятия половина учебной группы выполняет практическую часть работы под руководством основного преподавателя. В это время вторая половина учебной группы сдаёт коллоквиум или выполняет письменную проверочную работу в учебной аудитории под руководством второго преподавателя. В течение следующей части занятия бригады меняются местами. На заключительном этапе занятия все учащиеся находятся в учебной аудитории – оформляют отчёт по работе. В конце занятия преподаватели принимают защиту отчётов.

Правила оформления отчетов

При выполнении лабораторной работы обучающийся обязан записывать все наблюдения, полученные результаты и расчеты в тетрадь для лабораторных работ. При необходимости зарисовывают схему установки или прибора. Делая записи в тетради, необходимо четко излагать суть проведенного опыта. Отмечают лишь то, что наблюдается при выполнении эксперимента. Желательно указывать продолжительность отдельных операций, а также все изменения или возможные отступления от прописанной методики.

Отчёт по работе должен содержать:

1. Название эксперимента.
2. Цель эксперимента.
3. Материальное обеспечение.
4. Краткое описание хода проведения эксперимента (рисунки и схемы лабораторных установок).
5. Результаты эксперимента (таблицы, графики).
6. Обработка результатов эксперимента (расчет величин, оценка погрешности).
7. Выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 «ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ»

1.1. Теоретическая часть

Горение **–** быстропротекающий, окислительно-восстановительный, экзотермический, самоподдерживающийся процесс, часто сопровождающийся образованием пламени. Для протекания горения необходимо наличие трёх составляющих: горючего вещества, окислителя (кислород воздуха, озон, перекись водорода, галогены, перманганат калия, хромовый ангидрид и т. д.) и теплового фактора (источник зажигания; физико-химический или биологический процесс, протекающий с выделением тепла).

С точки зрения электронной теории в основе химических реакций горения лежат процессы перераспределения валентных электронов между атомами (молекулами) горючего вещества и окислителя. Горючим веществом называется вещество, атомы (молекулы) которого способны отдавать в процессе реакции свои валентные электроны. Горючее вещество в процессе реакции окисляется, образуя продукты окисления. Окислителем называется вещество, атомы (молекулы) которого способны присоединять валентные электроны в процессе реакции. Окислитель в ходе реакции восстанавливается.

В зависимости от агрегатного состояния компонентов горючей смеси различают гомогенное и гетерогенное горение.

Гомогенное горение – процесс взаимодействия горючего и окислителя, находящихся в зоне химической реакции в одинаковом агрегатном состоянии. Примером гомогенного горения является горение горючих газов и паров жидкостей, газообразных продуктов термического распада большинства твёрдых горючих веществ, а в ряде случаев пылевого аэрозоля в среде газообразного окислителя. При этом горючее и окислитель в зоне химической реакции перемешаны и не имеют поверхности раздела.

Гетерогенное горение **–** процесс взаимодействия горючего и окислителя, находящихся в различных агрегатных состояниях, горение происходит на поверхности раздела фаз (твердое тело–газ). Особенностью гетерогенного горения является отсутствие пламени. Беспламенное горение называют тлением. Примерами являются горение антрацита, кокса, древесного угля, нелетучих металлов. При гетерогенном горении кислород (или другой газообразный окислитель) диффундирует сквозь продукты сгорания к поверхности горючего вещества, а затем вступает с ним в химическую реакцию.

В зависимости от условий горения различают кинетическое и диффузионное горение.

Кинетическое горение – процесс горения гомогенной однородной (предварительно перемешанной) горючей смеси. Скорость кинетического горения определяется скоростью химической реакции, которая, в свою очередь, находится в степенной зависимости от температуры.

В большинстве случаев на реальных пожарах горючее и окислитель предварительно не перемешаны. В этом случае окислитель (кислород воздуха) поступает в пламя из окружающей среды преимущественно за счёт процессов диффузии.

Диффузионное горение – процесс горения неоднородной (предварительно не перемешанной) горючей смеси, в котором существенную роль играют процессы диффузии окислителя к фронту пламени. Скорость диффузионного горения лимитируется скоростью диффузии окислителя к зоне горения. Горение большинства горючих веществ сопровождается появлением пламени. Пламя образуется при горении тех веществ, которые при разложении, испарении или окислении выделяют горючие газы и пары.

Пламя – это газовый объём, в котором непосредственно происходит реакция горения. Пламя выделяет лучистую теплоту, а также конвективный поток теплоты и газов. Наиболее высокотемпературная поверхность пламени, где протекают окислительно-восстановительные процессы, называется реакционной зоной или ***фронтом пламени***. Пламя может быть кинетическим или диффузионным в зависимости от того, горит ли заранее подготовленная смесь паров или газов с воздухом, или такая смесь образуется в пламени в процессе горения. В условиях пожара газы, жидкости и твёрдые вещества горят диффузионным пламенем.

Структура диффузионного пламени существенно зависит от сечения потока горючих паров и газов и его скорости. По характеру потока различают ламинарное и турбулентное диффузионное пламя. Ламинарное пламя возникает при малых сечениях потока паров или газов, движущихся с небольшой скоростью (пламя свечи, спички, газа в горелке небольшого диаметра и т. д.). При пожарах образуется турбулентное пламя.

Пламя состоит из зоны паров горючего вещества и зоны горения. Выделяют также ещё зону продуктов горения. Зона горения в диффузионном пламени представляет собой очень тонкий слой, в котором протекает реакция горения. Толщина этого слоя порядка 0,1-1,0 мм.

На рис. 1.1. показана схема распределения концентраций газов и паров в ламинарном диффузионном пламени и окружающей его среде.

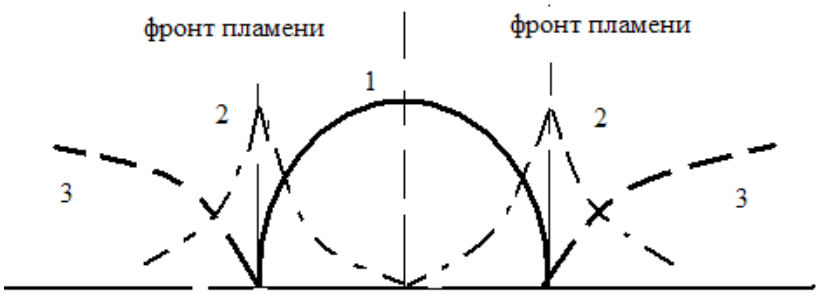


Рис. 1.1. Распределение концентраций газов и паров в ламинарном диффузионном пламени:
1 – пары горючего вещества, 2 – продукты горения, 3 – кислород воздуха

Эта схема отражает процессы диффузии, происходящие в пламени. Образующиеся в зоне горения продукты сгорания диффундируют как в воздух, так и в горючие пары и газы.

По газодинамическим параметрам различают ламинарное и турбулентное горение (пламя).

Ламинарное горение – процесс, при котором массообмен и перенос тепла происходят путем молекулярной диффузии и возникающих конвективных потоков окислителя и горючего вещества в зоне химической реакции. При этом наблюдается спокойное, безвихревое пламя устойчивой геометрической формы.

Турбулентное горение – процесс, при котором массообмен и перенос осуществляются не только за счет молекулярной, но и турбулентной диффузии, в результате макроскопического вихревого движения газовых слоев горючей смеси.

Характер свечения пламени зависит от состава горючего вещества (главным образом от процентного соотношения углерода и кислорода). Свечение пламени связано с наличием несгоревших раскалённых твёрдых частиц углерода. При термическом разложении веществ с массовой долей углерода менее 50 % и содержащих в своём составе кислород (более 30 %) несгоревших частиц углерода образуется очень мало, и в момент образования они успевают окислиться до CO или CO_2. Такие вещества имеют бесцветное пламя. При горении веществ, содержащих более 75 % углерода (бензол, керосин), в зоне горения образуется настолько много частиц углерода, что поступающего путём диффузии в зону горения воздуха не хватает для полного окисления всего углерода. Не окислившийся в пламени углерод выделяется в виде копоти, и пламя при горении таких веществ будет ярким коптящим. В таблице 1.1 приведены данные, демонстрирующие зависимость характера свечения пламени от процентного содержания углерода и кислорода в составе горючего вещества.

Таблица 1.1.

Характер свечения пламени в зависимости от состава веществ

Характер свечения пламени	Содержание кислорода в горючем веществе, %	Содержание углерода в горючем веществе, %
Пламя бесцветное	Более 30	До 50
Пламя яркое, не коптящее	Отсутствует или менее 30	Не более 75
Пламя яркое, коптящее	Отсутствует или менее 25	Более 75

Процентное содержание углерода рассчитывают по формуле:

$$C(c) = \frac{Ar_{\text{С}} \cdot n_{\text{С}}}{Mr_{\text{ГВ}}} \cdot 100\%, \qquad (1.1)$$

где A_{rc} – атомный вес углерода;

$M_{rГВ}$ – молекулярная масса горючего вещества;

n_c – количество атомов углерода в формуле горючего вещества.

Процентное содержание кислорода рассчитывают по формуле:

$$C(o) = \frac{Ar_O \cdot n_O}{Mr_{гв}} \cdot 100\%, \qquad (1.2)$$

где A_{rO} – атомный вес кислорода;

$M_{rГВ}$ – молекулярная масса горючего вещества;

n_O – количество атомов кислорода в формуле горючего вещества.

Распределение температуры по зонам удобно рассмотреть на примере пламени при горении предварительно перемешанной газовой смеси. Изменение температуры по высоте пламени показано на рис. 1.2. Можно выделить три зоны пламени: I – зона предварительного нагревания, в которой температура газов поднимается до некоторого определенного значения; II – зона химической реакции, в которой происходит наибольшая часть процессов горения; III – зона за фронтом пламени, которая характеризуется высокой температурой. Вслед за этим наступает охлаждение. Из этих трех зон вторая зона является видимой частью пламени.

1.2 Экспериментальная часть

1.2.1. Опыт 1: «Определение температуры в различных зонах пламени»

Цель работы: изучить строение ламинарного диффузионного пламени, измерить температуру пламени в разных его зонах.

Схема экспериментальной установки представлена на рис 1.2.

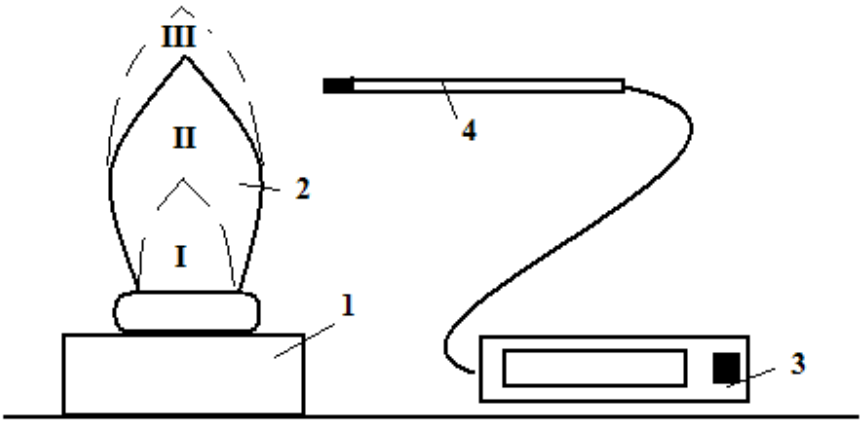


Рис. 1.2. Схема лабораторной установки для определения температуры пламени в различных зонах:

1 – спиртовка, 2 – пламя, 3 – термометр, 4 – термопара.

Приборы, оборудование и реактивы:

- цифровой термометр EcoScan Temp 6 с датчиком температуры RTD PT 100 Ом (платина);
- этиловый спирт;
- спиртовка с толщиной фитиля 5 мм.

Порядок проведения эксперимента.

1. Включить измерительное устройство термометра, прибор при этом автоматически входит в режим измерения температуры. Индикатор на жидкокристаллическом дисплее отражает единицы измерения температуры (ºC или ºF).
2. Клавишей переключения выбрать нужные единицы – ºC.
3. Зажечь фитиль спиртовки и добиться установления спокойного пламени с высотой 3-4 см.
4. Внести датчик в пламя и снять показание с дисплея.
5. Вывести датчик из зоны пламени и дождаться установления на дисплее исходной температуры. После этого снова провести измерение. В каждой зоне пламени измерить температуру минимум три раза.
6. Рассчитать среднее значение температуры в каждой зоне пламени, оценить погрешность с учетом систематической погрешности прибора (±2ºC).
7. Зарисовать схему пламени и отметить на ней зоны с измеренными значениями температур. Составить уравнение химической реакции горения этанола в воздухе.
8. Объяснить экспериментальные результаты, сделать вывод.

1.2.2. Опыт 2: «Установление зависимости между химическим составом вещества и характером свечения пламени»

Цель опыта: экспериментально определить характер свечения пламени и установить зависимость между химическим составом вещества и характером свечения пламени.

Приборы, оборудование и реактивы:

- фарфоровые тигли;
- стекло для прекращения горения жидкостей;
- спиртовка;
- лучина;
- лабораторные металлические щипцы;
- исследуемые жидкости (не менее трех).

Порядок проведения эксперимента.

1. Расчетным путем определить процентное содержание углерода и кислорода в исследуемых жидкостях. Полученные данные занести в таблицу 2.

2. В фарфоровые тигли налить исследуемые жидкости (например, глицерин, бутиловый спирт, бензол), поджечь пары жидкостей с помощью лучины. Если жидкость не воспламеняется, то следует **осторожно** прогреть тигель с жидкостью на спиртовке в течение 2-3 минут.
3. Визуально определить характер свечения пламени.
4. Результаты определений занести в таблицу 1.2.

Таблица 1.2.

Результаты испытаний

Исследуемая жидкость	Содержание кислорода в горючем веществе, % масс.	Содержание углерода в горючем веществе, % масс.	Наблюдаемый характер пламени

5. Составить уравнения химических реакций горения исследованных жидкостей. Сделать вывод о влиянии элементного состава на характер свечения пламени.

1.2.3. Опыт 3 «Определение концентрации газообразных продуктов горения сложной смеси»

Цель опыта: определить концентрацию продуктов горения смеси горючих веществ и установить степень её опасности для жизнедеятельности человека.

Приборы, оборудование и реактивы:

- аспиратор АМ-4;
- индикаторные трубки для определения веществ;
- фарфоровая чашка;
- стеклянный колпак;
- вата, сера, н-бутанол, этанол;

Концентрация газов в воздухе рабочей зоны определяется с помощью аспиратора АМ-4. Перед началом работы аспиратор проверяют на герметичность, для чего вставляют в мундштук аспиратора закрытую индикаторную трубку. Сжимают резиновый мех до упора. Аспиратор считается герметичным, если в течение нескольких минут сжатый резиновый мех полностью не раскрывается. При выполнении анализа воздуха индикаторные трубки вскрывают, обламывая их концы о скобы аспиратора и вставляют в отверстие аспиратора таким образом, чтобы нарисованная на трубке стрелка была направлена к аспиратору. Прокачивают необходимое

количество воздуха (указанное на упаковке с индикаторными трубками) через трубку, сжимая меха аспиратора. За одно сжатие через аспиратор прокачивается 100 мл воздуха.

Порядок проведения эксперимента.

1. Смесь (вата или целлюлоза, сера, горючая жидкость) поместить в фарфоровую чашку.
2. Поджечь полученную смесь.
3. По истечении 2 минут накрыть фарфоровую чашку стеклянным колпаком для прекращения горения.
4. После прекращения горения с помощью аспиратора произвести забор пробы продуктов горения для анализа.
5. Зафиксировать значение концентрации вещества по шкале индикаторной трубки (в %).

Схема установки для определения концентрации вредных веществ в рабочей зоне изображена на рис. 1.3.

Рис. 1.3. Схема лабораторной установки для определения концентрации продуктов горения:

1 – фарфоровая чашка, 2 – стеклянный колпак, 3 – продукты горения, 4 – дисплей газоанализатора, 5 – зонд.

Порядок обработки результатов эксперимента.

1. Используя специальные шкалы на упаковках трубок, по формуле (1.3.) рассчитывают процентное содержание газов в продуктах сгорания:

$$\varphi = \frac{10 M \varphi_{\%}}{\mathrm{V_t}}, \qquad (1.3)$$

где M – молярная масса вещества, кг/кмоль;

$\varphi_{\%}$ - концентрация соответствующего газа, найденная по специальной шкале, %;

$\mathrm{V_t}$ – молярный объём соответствующего газа при заданных условиях, $м^3$/кмоль, рассчитанный по объединенному газовому закону (1.4). Величина температуры и давления берутся по показаниям термометра и барометра, установленных в лаборатории.

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} \qquad (1.4)$$

2. Полученные значения концентрации газов сравнивают с величиной их предельно допустимой концентрации (ПДК), которая указана на коробках с индикаторными трубками, и делают **вывод** об опасности данной концентрации для человека.

1.2.4. Опыт 4: «Исследование химических свойств окислителей»

Цель опыта: изучить пожароопасные свойства окислителей.

Приборы, оборудование и реактивы:
- пробирка с перманганатом калия;
- держатель для пробирок;
- спиртовка;
- лучина.

Порядок проведения эксперимента.
1. Пробирку с перманганатом калия укрепить в держателе для пробирок и равномерно нагреть всю пробирку на спиртовке.
2. Внести в пробирку тлеющую лучину.
3. Зафиксировать результат.
4. Составить уравнение реакции, сделать вывод о свойствах перманганата калия.

1.3. Вопросы для самопроверки

1. Дать определение процесса горения. В чем отличия процесса горения от других окислительно-восстановительных реакций?
2. Виды горения. Состав воздуха.
3. Сформулировать необходимые и достаточные условия для горения.
4. Какие вещества являются горючими?
5. Какие химические вещества могут выполнять роль окислителя при горении? Приведите примеры химических реакций.
6. Перечислить физические и химические процессы, протекающие в пламени и дать им краткую характеристику (привести примеры).
7. Дать определения и объяснить физический смысл основных видов горения: гомогенное и гетерогенное, диффузионное и кинетическое горение, полное и неполное.
8. Привести схему распределения концентраций горючего вещества, продуктов горения и окислителя в ламинарном диффузионном пламени.
9. Дать определение пламени и назвать его основные зоны.
10. Объяснить распределение температуры по зонам пламени.
11. Что является причиной свечения пламени?
12. В каких случаях при горении в верхней части пламени образуется сажа?
13. От чего зависит характер свечения пламени?
14. Какие факторы влияют на химический состав продуктов горения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «САМОВОЗГОРАНИЕ И САМОВОСПЛАМЕНЕНИЕ ГОРЮЧИХ СИСТЕМ»

2.1. Теоретическая часть

Воспламенение горючих смесей может быть осуществлено двумя способами. В первом случае высокотемпературный источник нагревает холодную смесь в *очень малом* объеме. Дальнейшее воспламенение всего объема происходит самопроизвольно при определенных условиях. Этот способ носит название зажигание. Во втором случае *весь объем* горючей смеси достигает определенной температуры, выше которой в смеси возникает горение. В этом случае процесс горения возникает как бы самопроизвольно, поэтому его называют самовоспламенением.

Самовоспламенение – это явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций окисления, приводящее к возникновению горения и/или взрыва.

В некоторых случаях горение может возникнуть за счёт самонагревания, которое обусловлено происходящими в веществах физическими, химическими и биологическими процессами при низких (до 70°С) температурах (окисление, разложение, адсорбция, конденсация, жизнедеятельность микроорганизмов и т. д.). Этот процесс называется **самовозгоранием**.

Причинами теплового самовозгорания веществ и материалов являются процессы адсорбции и окисления. Жизнедеятельность термофильных микроорганизмов служит причиной микробиологического самовозгорания. В основе химического самовозгорания лежит химическая реакция, протекающая с выделением большого количества тепла. К веществам, склонным к тепловому самовозгоранию, относятся также масла, жиры и олифы.

Условия самовозгорания зависят от химической природы материала, его формы и массы, начальных и граничных условий теплообмена с окружающей средой. При разработке мероприятий по предотвращению пожаров от самовозгорания необходимы знания параметров пожарной опасности веществ и материалов. К этим параметрам относятся температура самонагревания, температура тления и условия теплового самовозгорания.

Температура самонагревания – это температура, начиная с которой в веществе или материале, находящемся в атмосфере воздуха, возникают практически различимые процессы окисления, разложения и т. п.

Температура самонагревания является самой низкой температурой вещества, нагревание при которой может потенциально привести к самовозгоранию. Безопасной температурой длительного нагрева вещества считается температура не выше 90 % от температуры самонагревания.

Условия теплового самовозгорания – это экспериментально выявленная зависимость между температурой окружающей среды, массой вещества и временем до момента его самовозгорания.

Сущность метода определения условий теплового самовозгорания согласно ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения», заключается в термостатировании исследуемого вещества при заданной температуре в закрытом реакционном сосуде и установлении зависимости между температурой, при которой происходит тепловое самовозгорание образца, его размерами и временем до возникновения горения. В случае масел, жиров и олиф в качестве реакционного сосуда можно использовать прибор Маккея.

На практике достаточно часто происходят случаи самопроизвольного возникновения горения горючих веществ, когда горение возникает без источника зажигания. Это связано с тем, что при некоторой температуре пары и газы начинают интенсивно окисляться. Процесс этот – самоускоряющийся, т. к. выделение тепла в ходе реакции окисления приводит к повышению скорости реакции.

Теория теплового самовоспламенения была разработана академиком Н. Н. Семёновым. Сущность теории заключается в том, что в замкнутом объёме горючей смеси при температуре самовоспламенения скорости тепловыделения и теплоотвода становятся равны. При температурах выше температуры самовоспламенения скорость тепловыделения превышает скорость теплоотвода, реакции окисления резко ускоряются, и происходит так называемый «тепловой взрыв», т. е. самовоспламенение.

Температура самовоспламенения **–** наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества.

Температура самовоспламенения относится к числу важнейших показателей пожарной опасности. Ее используют при оценке пожаровзрывоопасности веществ, при определении группы взрывоопасности горючей смеси и т. д.

Установлено, что в пределах гомологического ряда величина $T_{свп}$ является функцией длины углеродной цепи в молекуле. Чем длиннее цепь, тем ниже температура самовоспламенения.

Температура самовоспламенения зависит от состава горючей смеси, принимая минимальное значение при стехиометрическом соотношении компонентов (рис. 2.1). Эта зависимость используется для экспериментального определения $Т_{свп}$. Начиная с некоторых предельных значений концентраций, смеси, как бедные, так и богатые не способны воспламеняться.

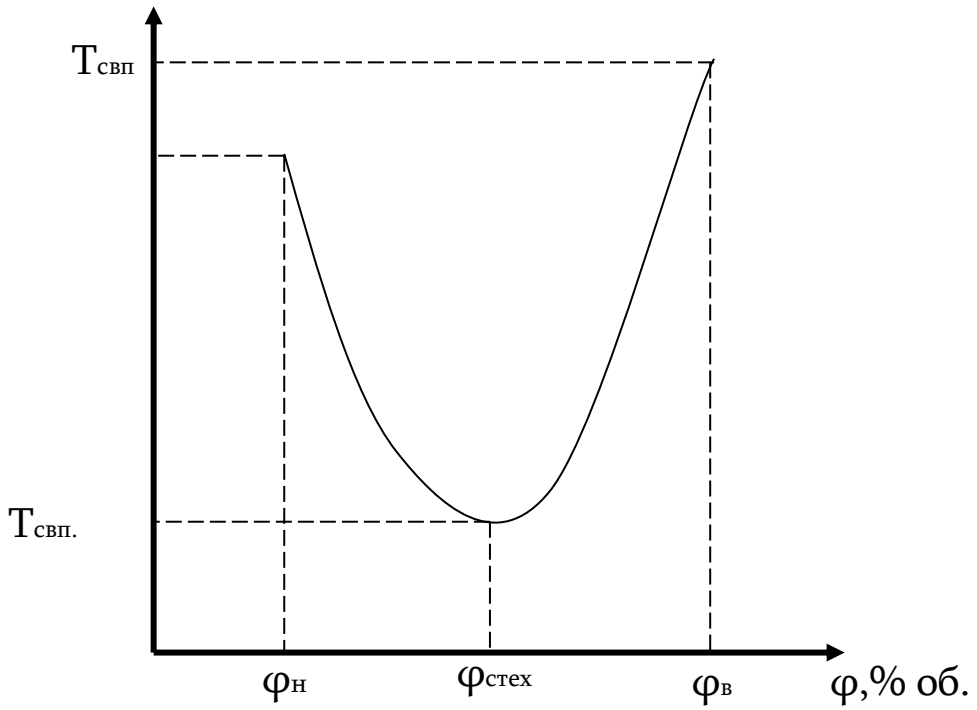


Рис. 2.1. Зависимость температуры самовоспламенения от концентрации горючего вещества в смеси.

Температуру самовоспламенения можно определить расчётным путём по эмпирической зависимости $T_{свп}$ от длины углеродной цепи. Метод используют для расчета $T_{свп}$ алифатических углеводородов, алифатических спиртов и ароматических углеводородов. Задача состоит в том, чтобы по структурной формуле химического соединения найти для него среднюю длину углеродных цепей.

2.2. Экспериментальная часть

2.2.1 Опыт 1: «Исследование способности растительных масел к самовозгоранию»

Цель опыта: исследовать способность растительных масел к самовозгоранию.

Приборы, оборудование и реактивы:
– прибор Маккея;
– ртутные термометры;
– электроплитка;
– фарфоровая ступка с пестиком;
– стакан (50 мл) с растительным маслом (14 г);
– хлопковая вата (7 г);
– перманганат калия ($KMnO_4$);. металлические щипцы;
- керамическая плитка.

В работе в качестве реакционного сосуда используют прибор Маккея (рис. 2.2.), а в качестве исследуемого вещества промасленную вату с добавками катализатора (перманганата калия).

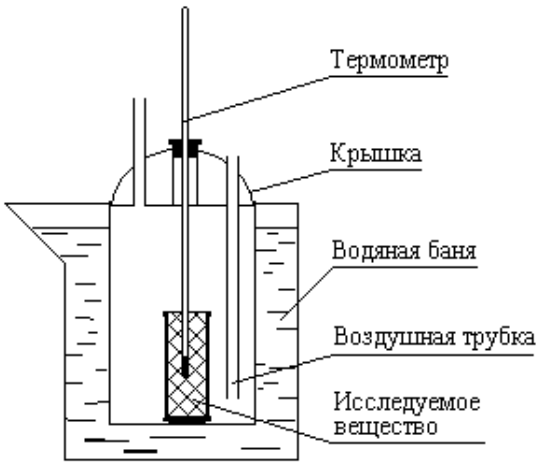


Рис. 2.2. Устройство прибора Маккея

Порядок проведения эксперимента.

1. Залить воду в прибор Маккея и поставить прибор на разогретую электроплитку.
2. Поместить термометр в носик прибора Маккея для измерения температуры воды.
3. В фарфоровой ступке осторожно растереть перманганат калия с исследуемым маслом, после чего тщательно пропитать всю вату полученной смесью.
4. Поместить вату во вкладыш с отверстиями для доступа воздуха, закрыть крышкой, вставить термометр для определения температуры ваты и вести наблюдение за повышением температуры ваты и воды.
5. Время начала эксперимента отмечают с момента закипания воды в приборе Маккея, показания обоих термометров каждые 10 минут заносят в таблицу для расчета скорости самонагревания промасленной ваты. Температуру воды поддерживают 100 ºС в течение всего опыта, добавляя при необходимости горячую воду через носик прибора.
6. Масло считают способным к самовозгоранию, если температура промасленной ваты поднимется выше 100 ºС.
7. При достижении температуры ваты 120 -130 °С вату аккуратно достать из прибора, выложить на керамическую плитку и наблюдать за возникновением тления и самовозгорания. В положительном случае записать время с момента начала тления до возникновения пламенного горения.
8. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.1.
9. Построить график зависимости температуры ваты от времени

Таблица 2.1.

Зависимость температуры ваты и воды от времени

Время нагрева τ, мин	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Температура ваты, *t* ° С									
Температура воды, °С	100	100	100	100	100	100	100	100	100

При составлении отчета необходимо привести уравнения химических реакций окисления глицеридов непредельных кислот, которые приводят к самовозгоранию ваты, пропитанной растительным маслом.

2.2.2. Опыт 2: «Определение зависимости температуры самовоспламенения паров жидкости от их концентрации в горючей паровоздушной смеси»

Цель опыта: ознакомиться с методикой определения температуры самовоспламенения жидкости в приборе «Щелевая печь».

В работе для определения температуры самовоспламенения используют метод щелевой печи ВНИИПО. Щелевая печь представляет собой вертикальную трубчатую электропечь. В крышке печи имеются два отверстия: одно для ввода пробы жидкости, другое для ввода термопары. В боковой стенке печи прорезана вертикальная щель 10×100 мм для визуального наблюдения за самовоспламенением. Реакционный сосуд – кварцевый стакан диаметром 55 мм и высотой 100 мм – подвешен при помощи проволочной корзинки внутри канала печи на высоте 50 мм от дна. Термопару помещают на высоте 20-30 мм от дна и на расстоянии 5-10 мм от стенки стакана. Степень нагрева печи регулируют автотрансформатором. Эффект самовоспламенения наблюдают через щель визуально.

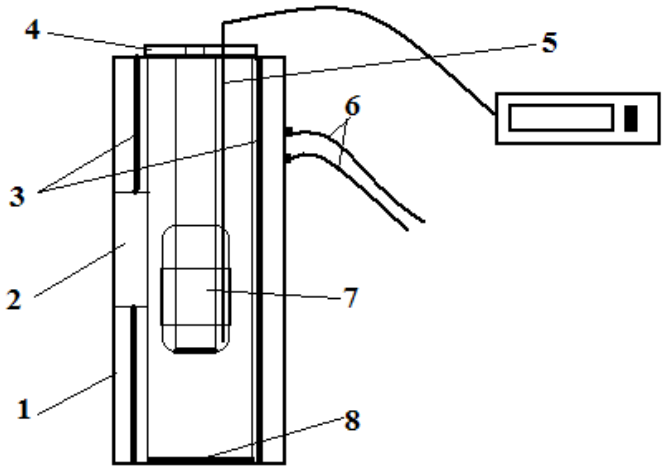


Рис. 2.3. Схема прибора «Щелевая печь» ВНИИПО:
1 – нагревательная печь; 2 – смотровая щель; 3 – нагревательные элементы; 4 – крышка; 5 – термопара с милливольтметром; 6 – подключение к сети через автотрансформатор; 7 – реакционный стакан.

Приборы, оборудование и реактивы:
– щелевая печь ВНИИПО;
– насос Камовского;
– милливольтметр с термопарой;
– стеклянные пипетки (2 мл);
– исследуемые жидкости.

Порядок проведения эксперимента.
1. Получить у преподавателя исследуемую жидкость. По справочнику найти и выписать температуру самовоспламенения исследуемой жидкости $T_{свп}$.
2. Включить щелевую печь, ввести термопару в рабочую зону печи.
3. При достижении температуры внутри печи на 50 ºС ниже справочной величины $T_{свп}$ с помощью пипетки ввести три капли жидкости в реактор (печь) и наблюдать результат. Если в течении 5 секунд самовоспламенения не произошло, провести продувку реактора чистым воздухом с использованием насоса Камовского и продолжить нагрев печи.
4. Испытание на определение температуры самовоспламенения проводят каждые 10 ºС.
5. Продолжить эксперимент до тех пор, пока не произойдёт самовоспламенение паров жидкости внутри печи. Записать значение $T_{свп}$.
8. Результаты испытаний занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Температуры самовоспламенения паров жидкости при разных концентрациях в рабочей зоне щелевой печи.

Название вещества	Температура в печи, ºС	Результат испытания
		отказ
		отказ
		…
		…
		самовоспламенение

2.3. Вопросы для самопроверки знаний

1. Объяснить механизм самовозгорания твёрдых веществ и материалов, стадии развития процесса самовозгорания.
2. Виды самовозгорания.
3. Причина самовозгорания растительных масел.
4. Запишите условие теплового самовозгорания.
5. Способы определения склонности масел, жиров и олиф к самовозгоранию. Иодное число.
6. Меры профилактики самовозгорания промасленной одежды и ветоши.
7. Причины самовозгорания сульфидов металлов. Способы предупреждения самовозгорания сульфидов металлов.
8. Способы тушения щелочных металлов, карбидов и гидридов щелочных и щелочноземельных металлов.
9. Самовозгорание (СВЗГ) под действием воды. Меры предупреждения химического СВЗГ под действием воды.
10. СВЗГ под действием галогенов.
11. Приведите примеры веществ, самовозгорающихся при контакте с кислородом воздуха.
12. Какие вещества относят к пирофорным? Приведите примеры.
13. Общие меры предупреждения СВЗГ при контакте с жидкими и твердыми окислителями.
14. Причины и условия СВЗГ ископаемых углей.
15. Явление адсорбции. Критическая температура самонагревания угля.
16. Условия и наиболее вероятные места появления очагов СВЗГ в штабеле каменного угля. Способы предупреждения самовозгорания углей.
17. Причины и условия СВЗГ торфа и растительных материалов.
18. СВЗГ алюминиевой пудры и цинковой пыли: причины, способы предупреждения.
19. Методы определения температуры самовозгорания, ее зависимость от различных факторов.

20. Температура самовоспламенения: определение, практическое значение и расчёт.
21. Цепной механизм самовоспламенения. Примеры.
22. Тепловая теория самовоспламенения. Скорость тепловыделения и теплоотвода при тепловом механизме самовоспламенения.
23. Условие теплового взрыва.
24. Дайте определение периода индукции самовоспламенения.
25. Как зависит период индукции от начальной температуры горючей смеси?
26. Практическое значение температуры самовоспламенения.
27. От каких факторов зависит температура самовоспламенения? Привести примеры.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «ГОРЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ»

3.1. Теоретическая часть

Жидкости испаряются при любой температуре, при этом каждой температуре жидкости соответствует определенное парциальное давление пара. При нагревании жидкости повышается парциальное давление пара и, следовательно, увеличивается его концентрация над поверхностью жидкости.

Если нагревать жидкость, то можно найти наименьшую температуру, начиная с которой пары в смеси с воздухом дают вспышку от поднесения источника воспламенения.

Температура вспышки – это наименьшая температура жидкости, при которой в условиях специальных испытаний над ее поверхностью образуется парогазовая смесь, способная вспыхивать от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает.

При дальнейшем нагревании жидкости можно достичь такой температуры, при которой скорость испарения будет уже достаточной для возникновения самоподдерживающегося процесса горения жидкости после удаления источника зажигания. Такая температура называется температурой воспламенения.

Температура воспламенения – это наименьшая температура жидкости, при которой в условиях специальных испытаний скорость испарения горючих паров достаточна для их воспламенения и устойчивого горения после удаления источника зажигания.

Температура вспышки является экспресс-параметром, ориентировочно показывающим температурные условия, при которых жидкое горючее вещество становится огнеопасным в открытом сосуде, в закрытом сосуде или при разливе. Температура вспышки является важнейшим показателем пожарной опасности жидкостей. Она применяется при классификации жидкостей по степени пожарной опасности, при категорировании помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, а также при определении классов взрывоопасных и пожароопасных зон.

Жидкости с температурой вспышки до 61 °С (в закрытом тигле) относятся к **легковоспламеняющимся (ЛВЖ),** а выше 61°С – к **горючим (ГЖ).** Температура воспламенения обычно на 1–30 °С выше температуры вспышки.

Различия в свойствах жидкостей и количестве передаваемого им из зоны горения тепла обусловливают различную скорость их выгорания.

Скорость выгорания – количество жидкости, выгорающей в единицу времени с единицы площади поверхности. Скорость выгорания характеризует интенсивность горения жидкости в условиях пожара. Различают линейную скорость выгорания, определяющую скорость понижения уровня вследствие выгорания (м/с), и массовую скорость выгорания, определяющую массу жидкости, выгорающей с единицы площади поверхности в единицу времени (кг/(м^2 с).

Между значениями линейной и массовой скорости выгорания в одинаковых условиях горения существует соотношение, позволяющее легко переходить от одной скорости к другой:

$$\upsilon_м = \upsilon_{лин} \cdot \rho_ж , \qquad (3.1)$$

где $\upsilon_{лин}$ – линейная скорость выгорания;

$\upsilon_м$ – массовая скорость выгорания;

$\rho_ж$ – плотность жидкости.

Скорость выгорания жидкостей непостоянна и меняется в зависимости от её начальной температуры, диаметра резервуара, уровня жидкости в резервуаре, скорости ветра и других факторов.

Линейная скорость выгорания жидкостей в значительной степени зависит от диаметра резервуара, размер которого влияет на режим горения и механизм теплопередачи от пламени к поверхности горящей жидкости (рис. 3.1).

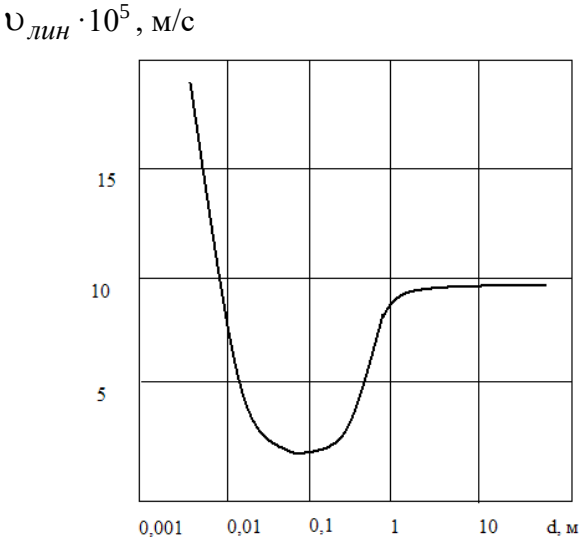


Рис. 3.1. Изменение скорости выгорания жидкостей ($\upsilon_{лин} \cdot 10^5$, м/с) в зависимости от диаметра горелки и резервуара.

Скорость выгорания жидкости при ламинарном горении (d < 0,1 м) определяется количеством тепла, которое получает жидкость от пламени в единицу времени. Это количество тепла слагается из тепла, излучаемого от пламени, а также тепла, получаемого жидкостью от стенок резервуара. Чем меньше диаметр резервуара, тем быстрее прогревается жидкость между его стенками и тем выше скорость выгорания.

Увеличение скорости горения с увеличением диаметра (при d > 0,1 м) связано с переходом от ламинарного режима горения к турбулентному. Этот переход сопровождается уменьшением полноты сгорания, а большое количество выделяющейся сажи способствует увеличению степени черноты пламени, что приводит к увеличению теплового потока от пламени. При диаметре резервуара выше 1 м горение становится полностью турбулентным и количество тепла, передаваемого на единицу площади поверхности жидкости, с увеличением диаметра резервуара изменяется очень незначительно, поэтому скорость выгорания увеличивается мало.

В лабораторных условиях скорость выгорания исследуемых жидкостей определяют методом малой горелки на приборе СВ.

3.2. Экспериментальная часть

3.2.1. Опыт 1: «Определение температуры вспышки жидкостей»

Цель опыта: определить температуру вспышки жидкости в приборах закрытый и открытый тигель.

Приборы, оборудование, реактивы:

– прибор ТВЗ;
– прибор ТВО;
– кристаллизатор;
– исследуемые жидкости.

Порядок проведения эксперимента

1. Для определения температуры вспышки в закрытом тигле исследуемую жидкость налить в тигель прибора ТВЗ до кольцевой метки. Закрыть тигель крышкой, установить термометр, привести механизм привода мешалки в состояние сцепления с мешалкой.
2. Для определения температуры вспышки и воспламенения на приборе ТВО исследуемую жидкость налить в тигель до кольцевой метки, установить его на нагревательную пластину прибора. Подвижную часть стойки с термометром перевести в рабочее положение.
3. Испытуемую жидкость нагревают в тигле со скоростью 5-6 ºС/мин при непрерывном перемешивании. Для этого тумблер включения нагрева

установить в положение *ВКЛ*, а ручку регулировки нагрева в положение «*2*».

4. Испытания на вспышку (воспламенение) начинают при температуре жидкости, на 5 ºС ниже справочного значения. Испытание проводят с шагом 1 °С.
5. В момент испытания на вспышку в приборе ТВЗ поворотом пружинного механизма открыть заслонку на крышке и опустить пламя фитиля внутрь тигля. По истечении 1-2 с вернуть фитиль с пружинным механизмом в исходное положение. За температуру вспышки принять минимальную температуру, при которой над поверхностью жидкости в тигле происходит вспышка паров испытуемой жидкости.
6. По мере нагрева жидкости в открытом тигле через каждый градус провести пламя фитиля над тиглем с испытуемой жидкостью.
7. По показанию термометра зафиксировать минимальную температуру жидкости, при которой произойдёт вспышка её паров.
8. После получения вспышки и регистрации её по термометру немедленно установить тумблер включения нагрева в положение *ВЫКЛ*, а ручку регулятора нагрева в положение «*0*».
9. На приборе ТВО определить минимальную температуру жидкости, при которой устанавливается устойчивое горение.
10. Результаты испытаний занести в таблицу. Пример оформления результатов испытаний представлен в таблице 3.1.

Рис. 3.2. Прибор закрытого типа для определения температуры вспышки:
1 – зажигательное устройство; 2 – заслонка; 3 – термометр;
4 – крышка; 5 – тигель; 6 – мешалка.

Таблица 3.1

Результаты по определению температуры вспышки

Температура, ° С	Результат испытаний в закрытом тигле	Результат испытаний в открытом тигле
25	Отказ	Отказ
26	Отказ	Отказ
27	Отказ	Отказ
28	Вспышка	Отказ
29	Вспышка	Вспышка
30	-	Воспламенение

11. Сравнить величины температур вспышки в открытом и закрытом тиглях и объяснить полученные результаты.

3.2.2. Определение зависимости скорости выгорания жидкости от диаметра горелки

Цель эксперимента: установить зависимость массовой скорости выгорания жидкости от диаметра горелки.

Приборы, оборудование и реактивы:

– прибор СВ;
– электронные весы;
– металлический противень с песком;
– алюминиевый экран;
– стеклянная пластина;
– секундомер;
– исследуемые жидкости.

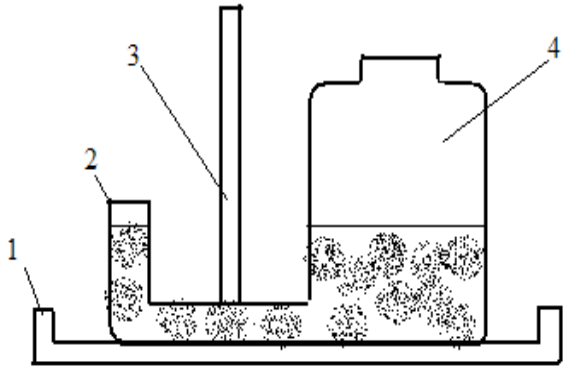


Рис. 3.4. Схема установки для определения скорости выгорания жидкостей:
1 – металлический противень с песком; 2 – горелка; 3 – алюминиевый экран; 4 – резервуар с жидкостью.

Порядок проведения эксперимента

1. Получить исследуемую жидкость у преподавателя.
2. Налить исследуемую жидкость в прибор СВ с таким расчетом, чтобы до края горелки оставалось 2,5-3 мм.
3. Прибор с жидкостью взвесить на электронных весах, полученный результат занести в таблицу.
4. Поместить прибор в противень с песком, установить защитный экран.
5. Зажечь жидкость в горелке и одновременно включить секундомер. Высота пламени не должна превышать 2-3 см.
6. Через 10 минут после поджигания горение прекратить, накрыв пламя горелки стеклянной пластиной.
7. Через 1-2 минуты взвесить прибор с оставшейся жидкостью на электронных весах, результат занести в таблицу.
8. Опыт повторить трижды, рассчитать погрешность определения массы выгоревшей жидкости.

Массовую и линейную скорости выгорания рассчитывают по формулам:

$$\upsilon_m = \frac{m}{\left(\pi \cdot d^2 \cdot \tau\right)/4} = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot \tau} \quad (3.2),$$

$$\upsilon_{лин} = \frac{\upsilon_m}{\rho}, \quad (3.3)$$

где υ_m - массовая скорость выгорания, кг/ м^2 ·с;

m - масса выгоревшей жидкости, кг;

d- внутренний диаметр горелки, м;

τ - время горения, с;

$\upsilon_{лин}$ - линейная скорость выгорания, м/с;

ρ - плотность жидкости, кг/ м^3.

9. Результаты расчётов занести в таблицу.
10. Провести опыт на приборе СВ с другим диаметром горелки и рассчитать массовую и линейную скорости выгорания, как это описано выше.
11. Построить график зависимости массовой скорости выгорания от диаметра горелки.
12. Сделать вывод о влиянии диаметра горелки (резервуара) на скорость выгорания жидкости и объяснить полученные результаты.

Таблица 3.2

Результаты испытаний жидкостей на приборе СВ

№ п/п	Масса жидкости с прибором до выгорания m_1, кг	Масса жидкости с прибором после выгорания m_2, кг	Масса выгоревшей жидкости $m = m_1 - m_2$, кг	Диаметр горелки, d, м	Время выгорания τ, с	Массовая скорость выгорания υ_m, кг/м^2·с	Линейная скорость выгорания $\upsilon_{лин}$, м/с

3.3 Расчётная часть работы

После выполнения экспериментальной части работы необходимо рассчитать температуру вспышки и воспламенения исследуемой жидкости, используя формулы Элея и Блинова.

1. По формуле Элея:

$$t_{всп} = t_{кип} - 18 \cdot \sqrt{K}, \quad (3.4)$$

где $t_{всп}$ - температура вспышки жидкости, °С;

$t_{кип}$ - температура кипения жидкости;

К – коэффициент горючести, рассчитывается по формуле:

$$К = 4 \cdot C + H + N - 2 \cdot O - 2 \cdot Cl - 3 \cdot F - 5 \cdot Br, \quad (3.5)$$

где C, H, O, N, Cl, F, Br– количество атомов углерода, серы, водорода, азота, кислорода, галогенов в молекуле жидкости.

2. Метод расчета температуры вспышки по формуле В.И. Блинова основан на предположении, что концентрации паров жидкости и кислорода в потоке, направленном к поверхности горения, отвечают стехиометрическому составу, пар к пламени подводится благодаря молекулярной диффузии, а давление пара над жидкостью связано с температурой самой жидкости.

Формула Блинова имеет вид:

$$T_{всп} = \frac{A}{Д_0 \cdot n \cdot P_{нп}} \quad (3.6)$$

где A - постоянная прибора, зависящая от условий опыта;

$Д_о$ - коэффициент диффузии, м^2/с;

n - число молей кислорода, необходимое для полного сгорания одного моля пара жидкости;

$P_{нп}$ - давление насыщенного пара жидкости при $Т_{всп}$, Па.

По рассчитанному значению температуры вспышки делают вывод о классе жидкости и категории пожарной опасности помещения, в котором эту жидкость можно хранить.

3.4. Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Какие физические и химические процессы протекают при горении жидкостей?
2. К какому типу горения (гомогенному или гетерогенному) относится горение жидкостей?
3. Что такое насыщенный пар и как зависит давление насыщенных паров от температуры?
4. От каких факторов зависит скорость испарения жидкостей?
5. Относительная плотность паров по воздуху: определение, практическое значение и расчёт.
6. Дать определение температуры вспышки и воспламенения жидкостей. Какие жидкости относятся к ЛВЖ и ГЖ? Как определить категорию помещения, в котором хранятся жидкости?
7. Что называется массовой и линейной скоростью выгорания? Методы экспериментального определения скорости выгорания.

8. Объясните зависимость скорости выгорания жидкостей от концентрации горючего вещества в смеси, диаметра резервуара, высоты слоя жидкости, скорости ветра и т. д.
9. Как изменяется температура на поверхности горящей жидкости во времени? Процессы вскипания и выброса жидкостей: причины, условия и меры профилактики.
10. Типы распределения температуры в горящей жидкости. Объясните причины образования гомотермального слоя при горении жидкостей.
11. Дайте определение температурных пределов распространения пламени.
12. Что называется взрывобезопасным температурным режимом?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. «ГОРЕНИЕ ТВЁРДЫХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ»

4.1. Теоретическая часть

Классификация веществ и материалов по пожарной опасности основывается на их свойствах и способности к образованию опасных факторов пожара или взрыва [7]. Группа горючести является основным параметром пожароопасности, который применяют при классификации веществ и материалов по степени пожароопасности в соответствии с действующими противопожарными нормами.

Горючесть – способность вещества или материала к распространению пламенного горения или тления. Горючесть не является независимой константой вещества. Она зависит от температуры, давления, концентрации окислителя в среде, скорости потока окислительной среды, размера (степени раздробленности) образца и др. факторов.

По способности к горению (горючести) в соответствии с ГОСТ 12.1.044 - 89 пожароопасные вещества и материалы подразделяют на негорючие, трудногорючие и горючие.

Негорючие (несгораемые) – вещества, не способные к горению в атмосфере воздуха нормального состава (кислорода примерно 21 %). Практика показывает, что достаточным критерием для отнесения вещества к группе негорючих веществ является неспособность вещества гореть в воздухе при температуре среды 750 ºС. Однако необходимо учитывать, что многие негорючие вещества могут быть пожароопасными. Наиболее распространёнными классами пожароопасных негорючих веществ являются следующие.

1. Окислители, например перманганат калия $KMnO_4$, хлор Cl_2, азотная кислота HNO_3, сжатый и жидкий кислород O_2, перекись натрия Na_2O_2, перекись водорода H_2O_2.
2. Вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой или одно с другим, например карбид кальция CaC_2 и гидросульфит натрия $Na_2S_2O_4$ с водой, разбавленные кислоты (серная, соляная и др.) с металлами.

3. Вещества, реагирующие с водой или одно с другим со взрывом, воспламенением или с выделением значительного количества тепла, например хлорсульфоновая кислота $HOSO_2Cl$, негашёная известь CaO.
4. Вещества, нагревание которых в закрытых сосудах сопровождается значительным повышением давления, например сжатые и сжиженные газы (сжатый азот, сернистый ангидрид, жидкая двуокись углерода и др.), термически нестойкие вещества (карбонат аммония $(NH_4)_2CO_3$ и т.п.).
5. Вещества, способные к взрывчатому превращению без участия кислорода воздуха (взрывоопасные, или взрывчатые вещества) при нагревании или инициировании ударом, трением, а также взрывом или детонацией других веществ, например азид бария, разлагающийся со взрывом по реакции:

$$4BaN_6 \rightarrow Ba + Ba_3N_2 + 11N_2$$

Трудногорючими (трудносгораемыми) называют вещества и материалы, способные возгораться в воздухе от источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления.

Трудногорючие вещества неоднородны по пожарной опасности. Среди них различают следующие.
1. *Трудногорючие вещества*, горение которых наблюдается лишь вблизи минимальных пожароопасных параметров состояния. Основная опасность веществ этого класса состоит в возможности перехода их в горючие при изменении параметров состояния среды (например, в результате аварии или пожара). Следует помнить, что подобные вещества в зоне пожара могут гореть, увеличивая тем самым горючую нагрузку помещений.
2. *Трудногорючие вещества*, выделяющие пары или газы, имеющие определённую область воспламенения, например слабые водные растворы спиртов, аммиачная вода и др.

Горючие (сгораемые) – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться от источников зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. По воспламеняемости, т.е. по отношению к воздействию различных источников зажигания, горючие вещества подразделяют на легковоспламеняющиеся, собственно горючие – их можно назвать веществами «средней» воспламеняемости – и трудновоспламеняющиеся.

Особыми классами горючих веществ являются *пирофорные и взрывчатые*, или взрывоопасные, вещества. К *пирофорным* относят вещества с температурой самовозгорания не выше 50 ºС, например жёлтый фосфор, жидкий фосфористый водород, скипидар и т. д.

Взрывчатыми (взрывоопасными) называют вещества, способные к быстрому экзотермическому превращению с образованием сжатых газов без участия кислорода. К взрывчатым (взрывоопасным) веществам относятся, например, нитроглицерин, гидразин, ацетилен, перекись бензоила, промышленные взрывчатые вещества (пороха, динамит, тротил и т.п.).

Большое влияние на горючесть веществ и материалов оказывают условия определения горючести. Наибольшее влияние на горючесть

оказывает степень дисперсности. Наиболее наглядно это проявляется у металлов. В компактном виде большинство металлов являются негорючими веществами. В то же время высокодисперсный порошок или пыль металла не только горючи, но во взвешенном состоянии взрывоопасны. Значения параметров состояния, при которых вещество или материал становится горючим, называются минимальными пожароопасными.

Вещества, выделяющие при нагревании летучие горючие компоненты, обычно более горючи, чем вещества, не выделяющие летучих компонентов.

Большое влияние на горючесть твёрдых веществ и материалов оказывают различные покрытия и пропитки, снижающие их горючесть. Все огнезащитные составы можно разделить на *пропитки, краски и лаки.*

Пропитки предназначены в основном, для защиты деревянных и тканевых изделий. Огнезащитные *краски*, эмали, *лаки* задерживают воспламенение материалов, уменьшают распространение пламени по поверхности материалов. Они подразделяются на две группы: *невспучивающиеся* и *вспучивающиеся*.

Создание материалов пониженной горючести достигается путём:
- поверхностной и глубокой пропитки материалов специальными составами;
- введения антипиренов в состав исходных композиций;
- использования различных минеральных наполнителей.

Главными целями огнезащиты древесины являются:

- обеспечение невоспламеняемости древесины от энергии малых калорий;

- снижение скорости распространения огня по поверхности;

- обеспечение нераспространения огня по поверхности деревянных конструкций на разных стадиях развития пожара.

Для огнезащиты чаще всего используют состав, компоненты которого комплексно препятствуют горению:
- в твердой фазе, изменяя процесс разложения целлюлозного материала;
- в газовой фазе, препятствуя окислению продуктов разложения.

Составы, которые применяются для защиты древесины, должны соответствовать требованиям пожарной безопасности, установленным в НПБ в НПБ 251-98 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на её основе. Общие технические требования. Методы испытаний». Показатели огнезащитных свойств пропиток или покрытий для древесины определяются ГОСТ 16363. Согласно указанному стандарту существуют две группы огнезащитной эффективности материалов:

- применение материалов **I группы** обеспечивает получение **трудногорючей** древесины (потеря массы образца при горении в определённых условиях составляет **не более 9 %),**

- материалов **II группы** – **трудновоспламеняемой** древесины (потеря массы составляет **от 9 до 25 %).**

Наиболее эффективными с точки зрения обеспечения огнезащиты в твердой фазе и при тлении являются фосфорсодержащие соединения,

способные при нагревании разлагаться с образованием фосфорной кислоты. Наличие фосфорной кислоты изменяет отношение CO/CO_2 в направлении ингибирования прямого окисления углерода в CO_2 снижая в значительной мере экзотермический эффект процесса.

Для приближённой оценки группы горючести используют расчётный способ, определяя коэффициент горючести *К* по формуле:

$$K = 4 \cdot C + 4 \cdot S + H + N - 2 \cdot O - 2 \cdot Cl - 3 \cdot F - 5 \cdot Br \qquad (4.1)$$

где C, S, H, O, N, Cl, F, Br – количество атомов указанных элементов в формуле горючего вещества.

Для *негорючих* веществ $K \leq 0$, для *трудногорючих* $0{,}1 < K \leq 1$, для *горючих* величина $K > 1$.

Чем выше коэффициент горючести, тем выше горючесть и пожароопасность вещества.

Группу горючести экспериментально можно определить несколькими методами: методом тигельной печи; методом огневой трубы; методом керамической трубы; методом калориметрии; методом распространения пламени и др.

Теплота сгорания является одной из важнейших термодинамических констант, характеризующих степень горючести вещества. Теплоту сгорания широко используют при оценке пожарной опасности для вычисления пределов воспламенения, температуры горения, удельной теплоты пожара, минимальной флегматизирующей и огнетушащей концентраций средств тушения и в других случаях. В соответствии с новым техническим регламентом [7] удельная теплота сгорания включена в состав показателей пожарной опасности веществ и материалов, необходимых для оценки их пожарной опасности.

Зависимость горючести от величины теплоты сгорания обычно не простая, и сопоставление теплот сгорания двух веществ, даже находящихся в одинаковом агрегатном состоянии, не всегда может дать корректные результаты. Однако существует низший предел теплоты сгорания, ниже которого вещества становятся не способными к горению в атмосфере воздуха. Большинство веществ относится к негорючим, если их теплота сгорания в воздухе не превышает 2100 кДж/кг.

Под ***теплотой (энтальпией) сгорания*** вещества понимают изменение энтальпии, которое сопровождает изотермически- или изобарно-протекающую реакцию горения единицы количества или массы вещества (моль, кг и т. д.) с эквивалентным количеством кислорода воздуха.

Существует нижний предел теплоты сгорания, ниже которого вещества становятся не способными к горению в атмосфере воздуха. Экспериментальные данные показывают, что вещества являются негорючими, если они не относятся к взрывоопасным и если их низшая теплота сгорания в воздухе не превышает 2100 кДж/кг. Следовательно,

теплота сгорания может служить для ориентировочной оценки горючести веществ.

Значения теплот сгорания ($\Delta H_{сг}$) вещества можно рассчитать с использованием следствия из закона Гесса:

$$\Delta H_{сг} = (\sum \Delta H_{i\,обр} \cdot n_i)_{прод} - (\sum \Delta H_{i\,обр} \cdot n_i)_{исх} \qquad (4.2),$$

где $\Delta H_{i\,обр}$ - теплота образования i-го вещества, кДж/моль;

n_i – количество молей i-го вещества.

Если горючее является сложным веществом и его элементный состав задан в массовых процентах, то для расчёта теплоты сгорания используют формулу Д.И. Менделеева, в которой теплота сгорания эквивалентна низшей теплоте сгорания

$$Q_н = 339{,}4 \cdot C + 1257 \cdot H - 108{,}9(O + N - S) - 25(9 \cdot H + W) \text{ кДж/кг} \qquad (4.3)$$

где *C, H, O, N, S* – процентное содержание данного элемента в горючем веществе;

W – содержание влаги в веществе, масс. %.

Теплоту сгорания экспериментально можно точно определить калориметрическим способом. Калориметрия является основным экспериментальным методом термохимии, с помощью которого измеряются энергетические эффекты процессов и изучаются термические свойства веществ. Измерения энергетических эффектов химических реакций выполняют с помощью калориметров. В зависимости от условий проведения опыта выделяют пламенную и бомбовую калориметрию. Наибольшее распространение получила бомбовая калориметрия – метод, когда при проведении эксперимента реакцию горения вещества в газообразных окислителях проводят в специальном сосуде (бомбе), который размещен в перемешивающейся жидкости. Реакция проводится при постоянном объеме. Следовательно, бомбовая калориметрия позволяет определить изменение энергии в ходе процесса ΔU, которое расчетным путем приводят к стандартным условиям и далее определяют стандартную молярную энтальпию реакции сгорания $\Delta H_{сг}$.

4.2. Экспериментальная часть

4.2.1. Опыт 1: «Определение группы горючести твёрдых веществ и материалов методом «огневой трубы»

Цель опыта: определить группу горючести твёрдого вещества методом огневой трубы.

Метод огневой трубы является экспресс-методом для определения группы горючести сгораемых твёрдых материалов.

Приборы, оборудование, реактивы:
– лабораторный штатив универсальный ПЭ-2700 ;
– металлическая труба;
– электронные весы Mettler ToledoB-S/Fact;
– спиртовка;
– спички;
– секундомер;
– стеклянная чашка для сбора продуктов горения;
– образцы твердых материалов (линолеум, древесина и др.).

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 4.1.

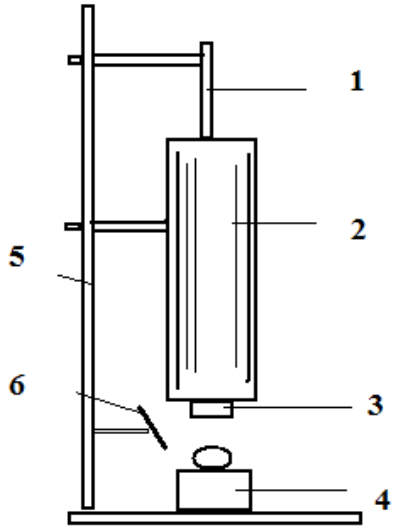


Рис. 4.1.Схема установки «огневая труба».

Установка «огневая труба» представляет собой вертикально расположенную металлическую трубу диаметром 50 мм и высотой 65 мм ***2***, которая закреплена на штативе ***5*** и снабжена держателем образца ***1***, а также смотровым зеркалом ***6*** и спиртовкой ***4*** с фитилём диаметром 5 мм или газовой горелкой с диаметром 7 мм.

Толщина испытуемых монолитных материалов ***3*** не должна превышать 10 мм, а их размеры должны составлять 45×150 мм. У испытуемых образцов на расстоянии 10 мм от одного из торцов делают отверстие диаметром 1-2 мм для подвешивания образца в трубе.

Порядок проведения эксперимента

1. Подготовленные для испытаний шесть образцов взвесить на электронных весах с точностью до 0,01 г.
2. Один из образцов подвесить в центре трубы прибора так, чтобы нижний конец его выступал из трубы на 5 мм и находился на 10 мм выше горелки.
3. Смотровое зеркало установить так, чтобы весь образец в трубе был виден наблюдателю.
4. Зажечь спиртовку или горелку и отрегулировать высоту пламени: она должна быть 40 мм для газовой горелки и 55 мм для спиртовки.

5. Подвести спиртовку под образец так, чтобы пламя действовало на середину нижнего торца образца. Запустить секундомер.
6. Через 2-2,5 минуты источник зажигания удалить и установить ванночку для сбора продуктов горения.
7. Зафиксировать время горения и тления образца.
8. Через 2-3 минуты (после остывания образца) образец взвесить и определить потерю массы в % от массы исходного образца по формуле:

$$ПМ = \frac{m_{нач} - m_{кон}}{m_{нач}} \cdot 100\,\%,$$

где $ПМ$ – потеря массы, %;

$m_{нач}$ – начальная (исходная) масса образца, г;

$m_{кон}$ – конечная масса образца, г.

9. Аналогично испытывают остальные пять образцов.
10. Результаты испытаний занести в таблицу.

Таблица.5.1

Результаты испытаний

№ образца	$m_{нач}$, г	$m_{кон}$, г	Δm, г	$ПМ$, %	Время τ, сек	
					Пламенного горения	Тления
1						
2						
3						
…						
…						

11. Рассчитать абсолютную и относительную погрешности измерений.
12. Определить группу горючести исследуемого вещества:

- если самостоятельное пламенное горение или тление, которое оценивают по выделению дыма, продолжается 60 сек и потеря массы при этом выше 20 %, то испытанный материал относят к группе **горючих** веществ;
- если потеря массы составляет менее 20 % и образцы не горят самостоятельно более 60 сек., то такие вещества и материалы относят к группе **трудногорючих.**

4.2.2. Определение эффективности огнезащитных средств

Цель работы: определить эффективность огнезащитных покрытий (антипиренов).

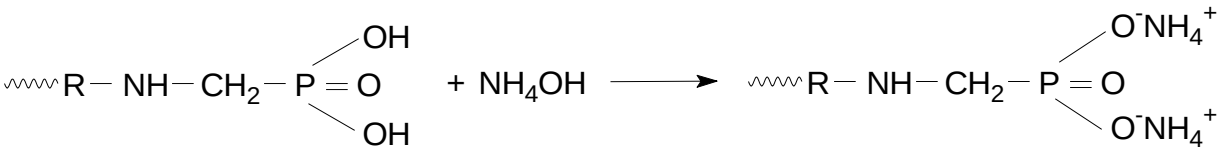
Приборы, оборудование и реактивы:

– лабораторный штатив универсальный ПЭ-2700 ;

– металлическая труба;

– электронные весы Mettler ToledoB-S/Fact;
– спиртовка;
– спички;
– секундомер;
– стеклянная чашка для сбора продуктов горения;
– образцы твердых материалов, пропитанные фосфорсодержащими антипиренами.

В качестве огнезащитного покрытия используется состав на основе продуктов аминолиза полиэтилентерефталата:



Готовый огнезащитный состав представляет собой прозрачную жидкость темно-красного цвета.

Порядок проведения эксперимента.

1. Методом «огневой трубы» (по методике, описанной выше) определить потерю массы образца, не подвергавшегося огнезащитной обработке.
2. Получить у преподавателя обработанный огнезащитным покрытием образец материала.
3. Определить потерю массы образца, обработанного огнезащитным покрытием.
4. Сделать вывод об эффективности огнезащитного покрытия и определить группу огнезащиты.

4.4. Вопросы для самопроверки знаний

1. Дайте определение гетерогенного горения. Какие материалы горят по механизму гетерогенного горения?
2. Приведите примеры веществ, разлагающихся с выделением летучих веществ и образованием углистого остатка.
3. Какие вещества называют полимерами? Опишите способы их получения.
4. В чём различие термопластов и реактопластов, особенности их горения?
5. Назовите токсичные продукты неполного сгорания полимеров.
6. Дайте определения: показатель токсичности продуктов горения, кислородный индекс, показатель возгораемости. Как можно экспериментально определить эти параметры?
7. Какой процесс называют пиролизом?
8. В каком интервале температур наблюдается максимальный выход газообразных продуктов горения древесины?
9. Особенности строения и состава древесины.

10. Назовите основные стадии горения древесины.
11. Особенности горения летучих и нелетучих металлов. Какие металлы и их соединения нельзя тушить водой? Почему?
12. На какие группы горючести (согласно ГОСТ 12.1.044-89) по способности к горению подразделяют вещества и материалы?
13. Экспериментальные способы определения группы горючести вещества.
14. Какие вещества называют пирофорными?
15. Как называют вещества, которые применяют в качестве огнезащиты строительных материалов?
16. Объясните физико-химические принципы действия огнезащитных материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корольченко, А. Я. Процессы горения и взрыва [Текст] / А. Я. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2007. – 266 с.
2. Марков, В. Ф. Физико-химические основы развития и тушения пожаров [Текст] : учебник / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева, С. Н. Пазникова. – Екатеринбург : УрО РАН, 2013. – 305 с.
3. Корольченко, А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2 частях [Текст] / А. Я. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2006. – 709 с.
4. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов [Текст] / М. : ВНИИПО, 2004. - 67 с.
5. Горшков, В. И. Самовозгорание веществ и материалов [Текст] / В. И. Горшков. - М. : ВНИИПО, 2003. - 446 с.
6. Русинова, Е. В. Теория горения и взрыва : курс лекций [Текст] / Е. В. Русинова. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2009. - 175 с.
7. Теория горения и взрыва : информационно-справочный материал. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность. Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность [Текст] / сост. : Е. В. Гайнуллина, О. В. Беззапонная. - Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2015. - 52 с.
8. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов» М.: Изд-во стандартов. 1990. - 44 с.
9. Федеральный закон №123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Утвержден Федеральным законом от 22.07.08. Принят Государственной Думой 4 июля 2008 года : офиц. изд. - Новосибирск : Норматика, 2016. - 112 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Основные единицы СИ

Величина		Единица измерения	
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение
Длина	L	метр	м
Масса	m	килограмм	кг
Время	τ	секунда	с
Термодинамическая температура	T	Кельвин	К
Количество вещества	n	моль	моль

Примечание

Кроме термодинамической температуры (обозначение ***T***) допускается применять также температуру Цельсия (обозначение ***t*)**, определяемую выражением ***T*= *t* +273,16**. По размеру градус по шкале Цельсия равен градусу по шкале Кельвина.

Приложение 2

Кратные и дольные единицы

Множитель	**Приставка**	**Обозначение**
Кратные		
10	дека	да
10^2	гекта	га
10^3	кило	к
10^6	мега	М
10^9	гига	Г
10^{12}	тера	Т
10^{15}	пета	П
10^{18}	экса	Э
Дольные		
10^{-1}	деци	д
10^{-2}	санти	с
10^{-3}	милли	м
10^{-6}	микро	мк
10^{-9}	нано	н
10^{-12}	пико	п
10^{-15}	фемто	ф
10^{-18}	атто	а

Приложение 3

Физико-химические параметры некоторых горючих жидкостей

Название	Химическая формула	M, кг/кмоль	ρ, кг/м^3	$T_{пл}$, º С	$T_{кип}$, º С	$Д$*10^{-4}, м^2/с	ΔH_f^0, кДж/моль
Ацетон	C_3H_6O	58,08	790,8	-95,35	56,5	0,086	-217,57
Бензол	C_6H_6	78,11	873,68	5,5	80,1	0,096	82,98
Гексан	C_6H_{14}	86,18	654,81	-65,32	68,74	0,0663	-167,2
Глицерин	$C_3H_8O_3$	92,1	1260,4	17,9	290	0,08	-669,05
Пентан	C_5H_{12}	72,15	621,4	-129,7	36	0,073	-146,54
Метиловый спирт	CH_3OH	32,04	786,9	-	64,9	0,162	-201,3
Этиловый спирт	C_2H_5OH	46,07	785	-114,6	78,5	0,132	-234,9
Пропиловый спирт	C_3H_7OH	60,10	801	-127	97,8	0,080	-257,7
н-Бутиловый спирт	C_4H_9OH	74,12	805,5	-89,5	117	0,0681	-274,6
н-Амиловый спирт	$C_5H_{11}OH$	88,15	811	-78,5	138	0,068	-302,5
Толуол	$C_6H_5CH_3$	92,14	866,9	-95	110,6	0,0753	50,17
Диэтиловый эфир	$C_4H_{10}O$	74,12	713,5	-	34,5	0,0772	-252,2
Уксусноэтиловый эфир (этилацетат)	$C_4H_8O_2$	88,10	900,3	-83,6	77	-	-442,9
Этиленгликоль	$C_2H_6O_2$	62,07	1116	-15,6	197	-	-453,8
Масло подсолнечное	-	91,0	920-927	-19,0	300	-	-
Нефть	-	-	730-1040	-	293	-	-
Скипидар	-	-	870	-	152-180	-	-

Приложение 4

Показатели пожарной опасности некоторых горючих жидкостей

Название	$T_{всп}$, ºС	$T_{воспл}$,ºС	ТПРП, ºС	$T_{свп}$, ºС	КПРП, %	$T_{г}$, ºС	$Q_{н}$, кДж/моль	E_{min}, мДж	МВСК (по CO_2)
Ацетон	-18	-5	-20– 6	535	2,2-13	1887	1668		14,9
Бензол	-11	-	-15–13	560	1,4-7,1	2102	3141	0,22	14,4
Гексан	-23	-	-26– 4	233	1,24-7,5	1965	3864	0,25	14,6
Глицерин	198	203	182-217	400	2,6-11,3	-	1483	-	-
Пентан	-44	-34	-48– -23	287	1,4-7,8	1734	3272	0,22	14,8
Метиловый спирт	6	13	5-39	440	6-34,7	-	642	0,14	13,4
Этиловый спирт	13	18	11-41	400	3,6-19	-	1242	0,246	14,9
Пропанол – 1	23	29	21-55	371	2,1-13,5	-	1852	-	11,34
н-Бутиловый спирт	35	43	34-67	340	1,7-12	-	2456	0,276	28,0
н-Амиловый спирт	48	57	45-79	300	1,2-10	-	3077	11,5	28
Толуол	4	-	0-300	490	1,3-6,7	2344	3741	0,26	11,1
Диэтиловый эфир	-41	-	-44 – 16	180	1,7-49	-	2514	0,2	13
Этиленгликоль	111	-	100-124	412	3,8-6,4	-	1064		--
Бензин А-76	-35	-	-35 – 17	375	0,79-5,16	2375	46928*	0,46	-
Керосин тракторный	4 - 28	-	27-51	260	1,4-7,5	-	41481-46090*	-	-
Трансформаторное масло	135-140	-	125-193	300	-	-	-	-	-
Вазелиновое масло	147	-	124-190	290	-	-	-	-	-
Масло подсолнечное	229	-	204-229	370	-	-	-	-	-
Нефть	-21	-	-21 – -25	320	-	1373	43514-46024*	-	-
Скипидар	34	-	32-53	300	0,8	-	-	0,396	-

* - в кДж/кг

Приложение 5

Давление насыщенных паров некоторых индивидуальных веществ в зависимости от температуры

Давление $P_{нп}$, кПа	0,133	1,333	2,666	5,332	7,999	13,33	26,66	53,32	101,3
Температура, К									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	213,6	241,9	252,2	263,6	271,0	280,7	295,7	312,5	329,5
Альдегид уксусный	191,5	216,5	225,2	235,2	241,6	250,4	263,0	277,9	293,2
Ангидрид уксусный	274,7	309,0	321,8	335,1	343,8	355,2	373,0	392,8	412,6
Акриловая кислота	276,5	312,0	325,0	339,2	348,0	359,1	376,3	395,0	414,0
Бензол	236,3	261,5	270,4	280,6	288,4	299,1	315,2	333,6	353,1
Бутилбензол	295,7	335,0	349,3	365,4	375,6	389,2	409,9	432,2	456,1
Бромистый этил	198,7	225,5	235,2	246,3	253,5	263,0	287,5	294,0	311,4
Бутилформиат	246,6	279,1	291,0	304,6	312,8	324,0	340,9	359,2	379,0
Метиэтилкетон	224,2	255,3	266,5	279,0	287,0	298,0	314,6	333,0	352,6
Метилциклогексан	237,1	269,8	281,7	295,0	303,5	315,1	332,6	352,6	373,9
3-метил-2-бутанол	253,1	281,3	291,3	302,6	309,2	318,5	332,0	346,8	361,9
2-метилбутан	190,1	216,0	225,7	236,5	243,4	-	267,1	283,5	300,8
Окись этилена	198,0	224,0	233,7	244,6	251,7	261,0	275,1	290,8	307,5
Октан	259,0	281,3	304,5	318,1	326,8	338,7	256,6	377,0	398,6
Пропилбензол	279,3	316,4	329,8	344,6	354,1	-	386,5	408,7	432,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Спирты:									
аллиловый	253,0	283,5	294,7	306,4	313,3	323,0	337,5	353,2	369,6
амиловый	286,6	317,9	328,8	341,0	348,5	358,8	375,0	392,8	410,8
бензиловый	331,0	365,6	378,8	392,8	402,3	414,7	433,0	456,0	477,7
бутиловый	271,8	303,2	314,5	326,4	333,3	343,1	357,3	373,8	390,5
бутиловый (втор)	260,8	289,9	300,3	311,1	318,2	327,1	340,9	356,9	372,5
бутиловый (трет)	252,6	278,5	287,3	297,5	304,0	312,8	325,7	341,0	355,9
изобутиловый	264,0	287,3	294,7	317,1	324,7	334,5	348,9	364,4	381,0
метиловый	229,0	256,8	267,0	278,0	285,1	294,2	307,8	322,9	337,7
н-пропиловый	258,0	287,7	298,3	309,4	316,5	325,8	339,8	355,0	370,8
пропиловый (втор)	249,1	275,4	285,7	296,8	303,5	312,5	326,0	340,8	355,5
этиловый	241,7	270,7	281,0	292,0	299,0	307,9	321,4	336,5	351,4
Стирол	266,0	303,8	317,6	332,8	342,5	355,0	374,3	395,5	418,2
Сероуглерод	199,2	228,3	238,7	250,5	257,7	267,9	283,4	301,0	319,5
Толуол	246,3	279,4	291,4	304,8	313,3	324,9	342,5	362,5	383,6
Эфиры:									
диэтиловый	198,7	224,9	234,5	245,2	251,2	261,5	275,2	290,9	307,6
уксуснометиловый	215,8	243,7	253,9	265,1	272,5	282,4	297,0	313,0	330,8
уксуснопропиловый	246,3	278,4	289,0	301,8	310,0	320,8	337,0	-	374,8
уксусноэтиловый	229,6	259,5	270,0	282,1	289,6	300,0	315,0	332,3	350,1
Этилциклопентан	240,8	272,9	284,7	298,0	306,4	318,0	335,4	355,3	381,4
Этилбензол	263,2	298,9	311,6	325,8	334,8	347,1	365,7	386,8	409,2

Приложение 6

Показатели пожарной опасности некоторых твёрдых горючих материалов

Название вещества	$T_{всп}$, К	$T_{свп}$, К	$Q_н$, кДж/кг
Антрацит	-	773	34400
Винипласт	623	723	18105
Волокно ацетатное	593	718	-
Волокно вискозное	508	733	-
Волокно лавсан	663	713	-
Волокно капрон	668	713	-
Древесина сосновая (W = 9 %)	528	672	18731-20853
Картон	632	713	31087
Каучук натуральный	402	648	44769
Линолеум ПВХ	603	683	13690-14309
Пенопласт ПХВ	699	774	18325-19493
Парафин ($C_{13} – C_{15}$)	371-385	473	-
Полистирол	618	763	39800-40700
Полиэтилен	-	653	46588
Стекло органическое	533	733	27702
Хлопок (W = 4,5 %)	483	680	15712,5