

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ влияния жидкофазных огнетушащих составов на человека и окружающую среду

УДК 54-14:614.84:504

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Шибут Валерия Вячеславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Королева Наталья Валентиновна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук		

Томск – 2016 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

по направлению 280700 «Техносферная безопасность»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Организовать свою работу ради достижения поставленных целей с использованием эмоциональных и волевых особенностей психологии личности, готовности к сотрудничеству, расовой, национальной, религиозной терпимости, умения погашать конфликты, способностью к социальной адаптации, коммуникативностью, толерантностью.
P2	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать личную ответственность за результаты работы.
P3	Использовать основные программные средства, глобальные информационные ресурсы и владение современными средствами телекоммуникаций, для решения профессиональных задач.
P4	Использовать профессионально-ориентированную риторику, владеть методами создания понятных текстов, способностью осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P5	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по организации защиты человека в чрезвычайных ситуациях, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях.
P6	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по прогнозированию, измерению и

	профилактике негативных воздействий на человека и природную среду, а также деятельности по контролю технического состояния и применения используемых средств защиты.
P7	Организовывать и проводить установку, эксплуатацию и техническое обслуживание средств защиты, а также обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей.
P8	Использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.
P9	Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива в области анализа опасностей техносферы, исследования воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на население и промышленные объекты, разработки методов и средств защиты в чрезвычайных ситуациях.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2Б	Шибут Валерии Вячеславовне

Тема работы:

Разработка алгоритма расчета пожарных рисков линейного трубопровода	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

*Жидкофазные огнетушащие составы на основе воды, пенообразователи общего и целевого назначения с температурой застывания не выше -3-10°С.*

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сделать анализ состава и области применения жидкофазных огнетушащих составов.</li> <li>2. Проанализировать и проклассифицировать огнетушащие вещества.</li> <li>3. Провести сравнительный анализ жидкофазных огнетушащих составов по эффективности.</li> <li>4. Рассмотреть влияние жидкофазных огнетушащих составов на человека и на окружающую среду.</li> </ol>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
--	--

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>
---

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Королева Наталья Валентиновна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Шибут Валерия Вячеславовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНИНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Е2Б	Шибут Валерии Вячеславовне

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Техносферная безопасность

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p> <p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p> <p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p><i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, а также в нормативно-правовых документах.</i></p>
---	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p>	<p><i>Разработка технического задания и выбор направления исследований, потенциальные потребители исследования. SWOT-анализ.</i></p>
<p>2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i></p>	<p><i>Теоретические и экспериментальные исследования. Расчет бюджета НИИР: - Расчет материальных затрат;</i></p> <p><i>- Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ;</i></p> <p><i>- Основная заработная плата исполнителей темы;</i></p> <p><i>- Отчисления на социальные нужды;</i></p> <p><i>- Накладные расходы;</i></p> <p><i>- Формирование бюджета затрат.</i></p>
<p>3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i></p>	<p><i>Обобщение и оценка результатов, оформление отчета по НИИР</i></p>

**Перечень графического материала:**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

**Дата выдачи задания по линейному графику****Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Королева Н.В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Шибут Валерия Вячеславовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Е2Б	Шибут Валерии Вячеславовне

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Техносферная безопасность

#### **Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

*1. Описание рабочего места ( ) на предмет возникновения:*

- вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, шум, ЭМИ);
- опасных проявлений факторов производственной среды (электрической и пожарной природы);
- негативное воздействие на окружающую природную среду.

*Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме*

#### **Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

*1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:*

- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты.

*2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:*

- электробезопасность;
- пожаробезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

*3. Охрана окружающей среды:*

- экологическая безопасность.
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НПД по охране окружающей среды.

#### **Перечень графического материала:**

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	20.03.2016г
---	-------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ст. преподаватель	Романцов И. И.	к.т.н.		



**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Шибут В.В.		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное  
 учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
 Уровень образования: Бакалавр  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности  
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года)  
 Форма представления работы:

**Бакалаврская работа**

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**

**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

<b>Дата контроля</b>	<b>Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)</b>	<b>Максимальный балл раздела (модуля)</b>
30.02.2016	Введение	5
07.03.2016	Обзор литературы	10
03.04.2016	Анализ использования жидкофазных огнетушащих средств	30
03.05.2016	Современные тенденции в применении жидкофазных огнетушащих составов при пожаротушении	10
20.05.2016	Сравнительная характеристика жидкофазных огнетушащих составов по эффективности применения.	20
29.05.2016	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
04.06.2016	Раздел «Социальная ответственность»	10
25.05.2016	Заключение	5

Составил преподаватель:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший	Романцов Игорь	Кандидат		

преподаватель	Иванович	технических наук		
---------------	----------	------------------	--	--

**СОГЛАСОВАНО:**

<b>Зав. кафедрой</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на с., содержит рисунок, таблицу, имеет источников.

**Ключевые слова:** огнетушащий состав, горение, вода, эффективность, пенообразователи, пены, пожар.

**Объектом исследования являются:** жидкофазные огнетушащие составы.

**Цель работы:** проведение анализа эффективности использования жидкофазных огнетушащих составов.

**В процессе исследования был проведен анализ эффективности жидкофазных огнетушащих составов.**

**В результате исследования были изучены и проклассифицированы** огнетушащие вещества, изучены жидкофазные огнетушащие составы, проведен сравнительный анализ жидкофазных огнетушащих составов по эффективности, а также произведен анализ жидкофазных огнетушащих составов на человека и окружающую среду.

В дальнейшем данная тема исследования представляет интерес, т.к. посвящена актуальной проблеме – борьба с негативными последствиями пожара.

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.3.046-91 Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.

ГОСТ 28130-89 Пожарная техника. Огнетушители, установки пожаротушения и пожарной сигнализации. Обозначения условные графические.

ГОСТ Р 50680-94 Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний.

ГОСТ Р 50800-95 Установки пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний.

ГОСТ Р 50969-96 Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний.

ГОСТ Р 51043-2002 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний.

ГОСТ 12962-80. Генераторы пены средней кратности. Технические условия.

ГОСТ 11101-73. Ствол воздушно-пенный. Технические условия.

ГОСТ 13815-82. Оросители пенные спринклерные и дренчерные.

ГОСТ 4.99-83. СПКП. Пенообразователи для тушения пожаров. Номенклатура показателей.

ГОСТ Р 50588-93. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.

## Определения

В данной работе приведены следующие термины с определениями:

**Горение** – сложный физико-химический процесс превращения компонентов горючей смеси в продукты сгорания с выделением теплового излучения, света и лучистой энергии.

**Возгорание** – явление возникновения горения под действием источника зажигания.

**Воспламенение** – возгорание, сопровождающееся появлением пламени. При этом вся остальная масса горючего вещества остается относительно холодной.

**Самовозгорание** – явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций в веществе, приводящее к возникновению горения при отсутствии источника зажигания.

**Самовоспламенение** – это самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени. В производственных условиях могут самовозгораться древесные опилки, промасленная ветошь.

**Взрыв** – быстрое химическое превращение вещества (взрывное горение), сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

**Пожар** – неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и государства и природе.

## Сокращения

ГЖ – горючая жидкость

ОУ – огнетушитель углекислотный

ГОТВ – газовые огнетушащие вещества

ПАВ – поверхностно-активное вещество

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость

ПО – пенообразователь

ФПАВ – фторсодержащие поверхностно-активные вещества

УЗО – устройство защитного отключения

ПДК – предельно-допустимая концентрация

## Оглавление

Оглавление.....	16
Введение.....	18
1 Обзор литературы.....	21
1.1 Изучение процесса горения.....	21
1.1.1. Классификация видов горения.....	22
1.2.Понятие огнетушащих средств (веществ). Основная классификация .....	24
1.2.1. Основные огнетушащие составы.....	26
1.2.2. Огнетушащие вещества охлаждения.....	27
1.2.3. Огнетушащие вещества изоляции .....	32
1.2.4. Огнетушащие вещества разбавления горючих веществ .....	35
1.2.5. Огнетушащие вещества, химически тормозящие реакцию горения.....	36
2. Анализ использования жидкофазных огнетушащих составов .....	37
2.1. Жидкофазные огнетушащие вещества охлаждения .....	38
2.1.1. Вода.....	38
2.1.2. Вода со смачивателями .....	40
2.1.3.Хладоны как жидкофазное охлаждающее вещество.....	42
2.2. Жидкофазные огнетушащие вещества изоляции .....	43
2.2.1. Пены .....	44
2.2.1.1. Воздушно-механическая пена.....	44
2.2.1.2 Химическая пена .....	45
2.3. Пенообразователи .....	47
2.3.1. Пенообразователи общего назначения .....	47
2.3.2. Пенообразователи целевого назначения.....	49
2.3.3. Порядок применения пенообразователей.....	51
2.3.4. Виды пенообразователей по природе основного поверхностно-активного вещества .....	55
2.3.5. Стабилизация свойств пенообразователей и контроль качества .....	59
2.3.6. Требования безопасности и охраны окружающей среды .....	60



3. Анализ влияния жидкофазных огнетушащих составов на человека и окружающую среду.....	62
3.1. Условия образования продуктов неполного сгорания и снижение в них концентрации вредных веществ.....	62
3.2. Оценка опасности огнетушащих веществ.....	71
3.3. Оценка критических значений оказывающих негативное влияние на людей, находящихся в зоне пожара.....	72
4. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение».....	78
5. Социальная ответственность.....	101
Заключение .....	120
Список использованных источников .....	121

## **Введение**

Пожары наносят немалый вещественный урон и в ряде всевозможных случаев будут сопровождаться гибелью жителей нашей планеты. В силу данного обстоятельства, защита от пожаров является главной целью любого члена современного общества и проводится в общегосударственном масштабе.

Целью противопожарной защиты является изыскание наиболее действующих, экономически подходящих и на техническом уровне аргументированных методологий и средств предотвращения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом, при наиболее подходящем использовании сил и технических сред.

Пожарная безопасность – это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, но а в случае его зарождения употребляются нужные меры по уничтожению неблагоприятного воздействия небезопасных причин пожара на людей, постройки и материальных ценностей

Пожарная безопасность быть может обеспечена мерами пожарной профилактики и интенсивной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс событий, нацеленных на предупреждение пожара либо убавление его результатов. Энергичная пожарная оборона - меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожарами или же взрывоопасной ситуацией.

Основные действа, сопровождающие пожар – процессы горения, газо-и-теплообмена. Они изменяются во времени, месте и характеризуются параметрами пожара. Пожар рассматривается как открытая термодинамическая система, обменивающаяся с окружающей около средой, субстанциями и энергией.

На пожаре, процесс горения горючих веществ, которые были использованы, представляет из себя стремительно протекающие химические реакции окисления и физические действа, в отсутствии которых горение нереально, сопровождается это выделением тепла и свечением раскаленных

продуктов горения, с образованием ламинарного либо турбулентного диффузионного огня.

Появление и распространение процесса горения по субстанциям и материалам случается не сходу, а равномерно. Источник горения напрямую влияет на горючее вещество, вызывая его нагревание, при всем этом в большей мере греется верхний слой, случается активация плоскости, деструкция и испарение вещества, материала вследствие тепловых и физических действий, образование аэрозольных консистенций, состоящих из газообразных товаров реакции и жестких частиц начального препарата

На этапах развития пожара необходимым параметром является своевременное обнаружение источника горения и последующее его устранение. Огнетушащие средства различных видов и назначения выполняют эти функции.

Актуальность таких средств обусловлена наличием различного рода проблем в области обеспечения пожарной безопасности – противопожарной защите при нарушениях правил устройства и эксплуатации электроустановок, короткими замыканиями в электрооборудовании, перегрузкой проводов, большими переходными сопротивлениями в местах контакта проводников, плохой подготовкой оборудования к ремонту, самовозгоранием неправильно складированных материалов, в бытовых условиях в результате неосторожного обращения с огнем.

Для успешного тушения пожара необходимо применение наиболее эффективных огнетушащих средств, вопрос о выборе которых должен быть решен практически мгновенно.

Целью моего исследования является проведение анализа влияния жидкофазных огнетушащих составов на человека и окружающую среду в условиях пожара.

Вода является основным и легкодоступным огнетушащим веществом, в связи с этим на ее основе можно создавать различные виды огнетушащих составов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Сделать анализ состава и области применения жидкофазных огнетушащих составов.
2. Проанализировать и проклассифицировать огнетушащие вещества.
3. Провести сравнительный анализ жидкофазных огнетушащих составов по эффективности.
4. Рассмотреть влияние жидкофазных огнетушащих составов на человека и на окружающую среду.

В своей выпускной квалификационной работе я хочу провести сравнительный анализ жидкофазных огнетушащих составов с целью выявления их влияния на человека и окружающую среду. Также в ходе исследования будут изучены современные тенденции в применении жидкофазных огнетушащих составов.

# 1 Обзор литературы

## 1.1 Изучение процесса горения

Горение – сложный физико-химический процесс превращения компонентов горючей смеси в продукты сгорания с выделением теплового излучения, света и лучистой энергии. Описать природу горения можно как бурно идущее окисление.

Горение до сих пор остаётся основным источником энергии в мире и останется таковым в ближайшей обозримой перспективе. В 2010 году примерно 90 % всей энергии, производимой человечеством на Земле, добывалось сжиганием ископаемого топлива или биотоплив, и, по прогнозам Управления энергетических исследований и разработок, эта доля не упадёт ниже 80 % до 2040 года при одновременном росте энергопотребления на 56 % в период с 2010 по 2040 годы.

Отличительные черты горения, которые отличают его от иных видов окислительно-восстановительных реакций – немаленький термический результат реакции и немалая энергия активации, приводящая к сильной зависимости быстроты реакции от температуры. Реакции горения, обычно, идут по разветвлённо-цепному приспособлению с современным самоускорением за счёт выделяющегося в реакции тепла.

Процесс появления горения разделяется на некоторое количество видов:

- Вспышка – процесс моментального сгорания паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, стимулированный конкретным действием источника воспламенения.

- Возгорание – процесс появления горения под действием источника зажигания.

- Воспламенение – возгорание, сопровождаемое возникновением огня. При всем этом вся остальная масса горючего препараты остается условно прохладной.

- Самовозгорание – действие внезапного ускорения экзотермических реакций в веществе, приводящее к появлению горения при недоступности источника зажигания.

- Самовоспламенение – самовозгорание, сопровождаемое возникновением огня. Опилки, промасленная ветошь легко воспламенимы в производственных условиях. Самовоспламеняться сможет топливо, керосин.

- Взрыв – резкое химическое перевоплощение вещества (взрывное горение), сопровождаемое выделением энергии и образованием ужатых газов, способных выполнять механическую работу.

### **1.1.1. Классификация видов горения**

По скорости перемещения смеси горение разделяется на медлительное горение (дефлаграцию) и детонационное горение (детонацию). Волна дефлаграционного горения распространяется с дозвуковой скоростью, а нагрев начальной смеси осуществляется как правило теплопроводимостью. Детонационная волна перемещается со сверхзвуковой скоростью, при всем этом хим реакция поддерживается благодаря нагреву реагентов ударной волной и, в собственную очередь, поддерживает устойчивое распространение ударной волны. Медлительное горение разделяется на ламинарное и турбулентное.

В случае если начальные составляющие смеси – газы, тогда горение именуют газофазным (или гомогенным). В газофазном горении окислитель (как правило, кислород) взаимодействует с горючим. Если окислитель и горючее заблаговременно перемешаны на молекулярном уровне, тогда такой режим величается горением сначала перемешанной смеси. В случае если же окислитель и горючее изолированы друг от друга в начальной смеси и поступают в зону горения средством диффузии, тогда горение величается диффузионным.

Главными условиями горения считаются (классический тетраэдр пожара):

- присутствие горючего вещества;
- поступление окислителя в зону хим реакций;

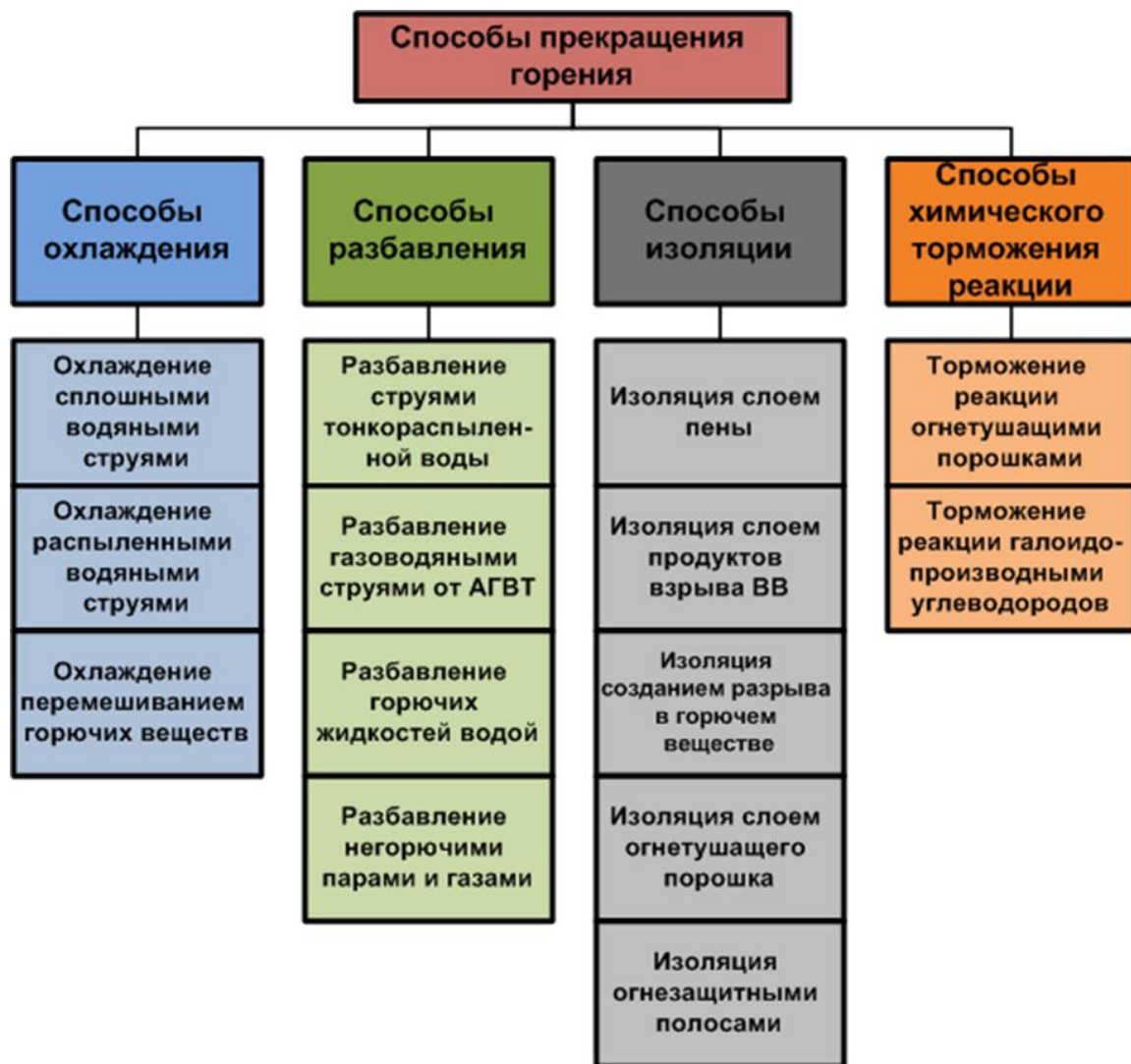
- непрерывное выделение тепла, требуемого для поддержания горения;
- образующаяся взрывная реакция.

Из этого надлежит, что для ликвидации горения нужно выполнить последующее (рис.2):

- остановить доступ окислителя (кислорода воздуха) или же горючего препарата в зону горения;
- понизить их поступление до величин, при которых горение не имеет возможности происходить;
- охладить зону горения ниже температуры самовоспламенения либо снизить температуру пламенеющего препарата ниже температуры воспламенения;
- разбавить горючие препараты негорючими веществами.[16]

С данной целью и используются самые многообразные огнетушащие препараты. Верный выбор огнетушащего средства даст возможность обеспечить приткое остановка горения, понизит опасность повторного воспламенения и сбавит результаты собственного воздействия.

Данная цель может гораздо облегчиться вступлением классификации пожаров.



## 1.2. Понятие огнетушащих средств (веществ). Основная классификация

Под огнетушащими препаратами в пожарной стратегии понимаются такие препараты, что именно действуют на процесс горения и делают условия для его остановки. К ним относятся вода, пены, порошки, газы, аэрозоли. Каждое огнетушащее вещество повлияет на 1 или же несколько граней пожарного тетраэдра.

Существуют следующие приемы действия на пожар:

- Замораживание – понижение температуры горючего препарата до ценности ниже температуры его воспламенения. Это ровная атака на грань теплоты в пожарном тетраэдре.

- Тушение – филиал горючего препараты от воздуха. Это действие может рассматриваться как атака на ребро пожарного тетраэдра, образованное гранями горючего препарата и кислорода.



- Понижение концентрации воздуха – падение числа имеющегося воздуха ниже уровня, требуемого для поддержания горения (атака на грань воздуха в пожарном тетраэдре).

- Прерывание цепной реакции – прерывание хим процесса, происходящего в период пожара (грань цепной реакции в пожарном тетраэдре.)

Приведем сводную таблицу главных огнетушащих средств, используемых для тушения пожаров и примеры данных веществ.

Таблица 1 – Основные огнетушащие вещества

Тип огнетушащего вещества	Пример вещества
Огнетушащие средства охлаждения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вода;</li> <li>- раствор воды со смачивателем;</li> <li>- твердый диоксид углерода (углекислота в снегообразном виде);</li> <li>- водные растворы солей.</li> </ul>
Огнетушащие средства изоляции	<ul style="list-style-type: none"> <li>- огнетушащие пены: химическая, воздушно-механическая;</li> <li>- огнетушащие порошковые составы (ОПС); ПС, ПСБ-3, СИ-2, П-1А;</li> <li>- негорючие сыпучие вещества: песок, земля, шлаки, флюсы, графит; листовые материалы, покрывала, щиты.</li> </ul>
Огнетушащие средства разбавления	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инертные газы: диоксид углерода, азот, аргон, дымовые газы, водяной пар, тонкораспыленная вода, газоводяные смеси, продукты взрыва взрывчатых веществ, летучие ингибиторы, образующиеся при разложении галоидоуглеродов.</li> </ul>
Огнетушащие средства химического торможения реакции горения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- галоидоуглеводороды: бромистый этил, хладоны 114В2 (тетрафтордибромэтан) и 13В1 (трифторбромэтан);</li> <li>- составы на основе галоидоуглеводородов; 4НД; БМ, БФ-1, БФ-2;</li> <li>- водобромэтиловые растворы (эмульсии);</li> </ul>

В взаимосвязи с данным, по главному (доминирующему) симптому остановки горения, все тушащие вещества разделяются на:

- огнетушащие препараты охлаждающего воздействия (вода, жесткий диоксид углерода и пр.);
- огнетушащие вещества изолирующего действия (воздушно-механическая пена разной кратности, хим пены, сыпучие негорючие материалы, порошки и пр.);
- огнетушащие вещества разбавляющего воздействия горючих веществ (негорючие газы, водяной пар, тонкораспыленная вода, диоксиды, азот, водяной пар и пр.);
- огнетушащие вещества, химически тормозящие реакцию горения (хладоны).

Огнетушащие вещества оказывают комбинированное действие на процесс горения вещества.

Резко исключать горение вполне возможно при верном выборе средств и приемов ликвидации горения. Для этого следует знать характеристики горючих веществ и нрав (вид) процесса горения; условия, при которых проходит горение; метеорологические условия; иметь в виду трудозатратность и безопасность работ собственного состава по ликвидации горения и использовать более действенное огнетушащее вещество.

### **1.2.1. Основные огнетушащие составы**

Ознакомимся с каждым видом огнетушащего состава более внимательно.

Самое популярное огнетушащее средство – вода. Вода считается наиболее экономически-выгодным и многоцелевым огнетушащим средством охлаждения.

Огнетушащая пена – коллоидная система, состоящая из пузырьков газа, окруженных пленками воды. Появляется при прибавлении к воде пенообразователей. Распознают пены невысокой (до 20), центральной (20–200) и высочайшей (наиболее 200) кратности.

Огнетушащие порошки – мелко размельченные (20–60 мкм) минеральные соли с разными добавками, обеспечивающими текучесть и мешающими смешиваемости (комкованию). Все виды порошков стремительно уничтожают горение, хотя не владеют остужающим действием.

Огнетушащие газы включают инертные разбавители: диоксид углерода, азот, аргон, водяной пар, дымовые газы и летучие ингибиторы – некие галогенуглеводороды (хладоны).

Слишком действенный класс огнетушащих веществ большого тушения – огнетушащие аэрозоли, получаемые при сжигании в генераторах особых твердотопливных композиций. Состоят из жестких частиц объемом не менее 2 мкм и газов. Самую большую перспективу имеют холодные аэрозоли.

### **1.2.2. Огнетушащие вещества охлаждения**

Ознакомимся с каждым видом огнетушащего состава более внимательно.

Самое популярное огнетушащее средство – вода. Вода считается наиболее экономически-выгодным и многоцелевым огнетушащим средством охлаждения.

Огнетушащая пена – коллоидная система, состоящая из пузырьков газа, окруженных пленками воды. Появляется при прибавлении к воде пенообразователей. Распознают пены невысокой (до 20), центральной (20–200) и высочайшей (наиболее 200) кратности.

Огнетушащие порошки – мелко размельченные (20–60 мкм) минеральные соли с разными добавками, обеспечивающими текучесть и

мешающими смешиваемости (комкованию). Все виды порошков стремительно уничтожают горение, хотя не владеют остужающим деянием.

Огнетушащие газы включают инертные разбавители: диоксид углерода, азот, аргон, водяной пар, дымовые газы и летучие ингибиторы – некие галогенуглеводороды (хладоны).

Слишком действенный класс огнетушащих веществ большого тушения – огнетушащие аэрозоли, получаемые при сжигании в генераторах особых твердотопливных композиций. Состоят из жестких частиц объемом наименее 2 мкм и газов. Самую большую перспективу имеют холодные аэрозоли.

Таблица 1. Оптимальные концентрации смачивателей в воде, %

Смачиватель ДБ	0,2
Сульфонат	0,4
Сульфанол НП-1	0,4
Синтанол Д-3С	0,5
Первичные алкилсульфаты С–С	0,6
Реагинированный алкилкрилсульфанол (РАС)	2
Эмульгатор ОП 4	2
Вспомогательное вещество:	
ОП-6	4
ОП-20	4
Сульфанол НП-3	0,6
Смачиватель НБ	0,75
Сульфанол хлорный	1
Вторичные алкилсульфаты (очищенные)	1,5
Пенообразователи ПО-1Д	5,0
Нейтрализованный черный контакт (НЧК)	5

Вода имеет символически несчетную плотность (при 4°C – 1 г/см<sup>3</sup>, при 100°C – 0,958 г/см<sup>3</sup>), что фактически ограничивает, а время от времени и исключают ее внедрение для тушения нефтепродуктов, имеющих меньшую плотность и нерастворимых в воде. Она непревзойденно тушит сероуглерод, имеющий более высочайшую плотность, нежели вода (1,264 г/см<sup>3</sup>).

Вода с абсолютной главной массой горючих веществ не вступает в химическую реакцию. Исключением считаются щелочные и щелочно-земельные сплавы, при содействии которых с водой мы получаем водород. Их гасить водой невозможно.

Как мы уже замечали, вода имеет маленькую вязкость. Отсюда вполне возможно сделать заключение, что означаемая часть ее утекает с места пожара, не оказывая существенного действия на процесс остановки горения. Нежели прирастить вязкость воды до 2,5-10<sup>-3</sup> м/с, тогда значительно снизится время тушения и коэффициент ее внедрения повысится более нежели в 1,8 раза. Для этих целей употребляют присадки из органических соединений, к примеру, КМЦ (карбоксиметилцеллюлоза).

Огнетушащая эффективность воды располагается в зависимости от способа подачи ее в очаг пожара (непрерывной или распыленной струей). При горении древесной породы, под действием тепла, выделяющегося в зоне реакции, на плоскости мат-ла бывает замечено слой угля, температура которого около 600–700°C, фактически значительно превосходит температуру начала пиролиза древесной породы, схожую около 200 °C.

Поданная вода при этом:

- охлаждает верхний более разогретый слой угля и зону реакции, пролетая через нее;
- испаряясь, разбавляет и остужает газы и пары в зоне горения;

- растекаясь по плоскости угля, изолирует древесную породу от действия лучистого тепла, препятствует выходу паров и газов (товаров разложения древесной породы) в зону горения.

Но к остановке горения приводит охлаждающее свойство воды как доминирующее. Изоляция и разбавление только содействуют остановке горения.

Поданная вода на тушение горячей древесной породы очень быстро понижает температуру в верхнем нешироком слое угля, и горение на этом участке прекращается. Очень быстро – потому что велика разность температуры у угля и воды; в тесном слое – из-за небольшой теплопроводности угля и кратковременного контакта его с водой. Вот почему при переносе потоки воды в другое место поверхностный слой угля очень быстро сохнет, продолжается разложение древесной породы и горение бывает замечено снова.

Для остывания отдельных видов горючих что были приняты на вооружение не полагая воды применяется строгий диоксид углерода. Это малюсенькая кристаллическая масса с плотностью  $\rho = 1.53 \text{ кг/м}^3$ , коя при нагревании перебегают в газ, избегая жидкое состояние. Это разрешает тушить ею мат-лы, портящиеся от деятельности воды. Кипит твердая углекислота (диоксид углерода) при температуре  $-78,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , и теплота ее улетучивания схожа  $573,6 \text{ Дж/кг}$ . Эта цифра значительно наименее, ежели у воды, но скорость остывания горящих веществ достаточно. Это разъясняется Немаленький разностью температур у углекислоты и на плоскости пылающего материала.

Строгий диоксид углерода завершает горение всех горючих веществ, помимо железного натрия и калия, магния и его сплавов. Он неэлектропроводен не смачивает горючие продукта. Потому применяется для тушения электроустановок под напряжением, движков, помимо прочего при пожарах в архивах, музеях, библиотеках, на выставках и т.д. При тушении он подается на плоскость горящих веществ равномерным слоем.

Не взирая, непосредственно что плотность строгой углекислоты более, чем воды, вследствие многократного перехода в газ и сотворения специфичной газовой подушечки, она не утопает в горячей воды и находится на ее плоскости. Поверхностный слой горящего продукта при этом всем охлаждается, и численность горючих паров и газов в зоне горения миниатюризируется. Возгонка (кипение) твердой углекислоты в газ и улетучивание горючего вещества происходят на одной плоскости. Потому в зону горения поступает смесь горючих паров с диоксидом углерода. Что приводит к понижению быстроты реакции и температуры горения ниже температуры потухания, следовательно и к ликвидации пожара.

Из всего вышесказанного навязывается заключение, фактически механизм остановки горения строгим диоксидом углерода находится в замораживании горящих что были применены и разбавлении их паровой фазы или продуктов разложения диоксидом углерода сходу. Но в прекращении горения самое большое действие делает процесс остывания. Вправду, горение не прекращается сходу после подачи слоя твердой углекислоты на плоскость горящего мат-ла, т. е. когда объем образующегося диоксида углерода величайший. Горение прекращается непосредственно после понижения температуры пламенеющего материала, понижения скорости улетучивания и термического разложения.

Более очень быстро строгая углекислота остужает жидкие горючие препарата, так как они личной текучестью возместят просчет ее удельной плоскости соприкосновения. Значительно медлительнее доводится остывание (остановка горения) горящих строгих веществ (древесной породы, резины и т. п.), и оно вообще не наступает у волокнистых веществ и что были применены (хлопок, шерсть, торф).

Снизить температуру горящего слоя горючих веществ и тем окончить горение вполне возможно смешиванием самих горящих веществ.

Всем известен прием остановки самонагрева сырого зерна на току перелопачиванием. Это не что другое, как остановка горения с помощью дробления очага пожара, увеличения его плоскости теплообмена, т. е. с помощью охлаждения.

Методом перемешивания вполне возможно остановить горение и горючих жидкостей. Неоспоримо, что в ходе горения воды прогреваются в глубину. Изначально толщина прогретого слоя не выше нескольких см, и нижние слои горючей воды в резервуаре имеют начальную температуру, т.е. температуру хранения. Если смешать жидкость, тогда вполне возможно охладить верхний ее слой и именно тем сбавить скорость горения. При конкретных условиях степень замораживания может оказаться такой, что температура верхнего слоя воды уменьшится ниже температуры воспламенения, и горение прекратится. Опытами и практикой подтверждено, что это действие может наступить в случае, когда температура вспышки горючей воды минимум чем на  $5^{\circ}\text{C}$  выше температуры хранения ее в этих условиях. К примеру, при температуре воздуха  $30^{\circ}\text{K}$  вполне возможно остановить горение перемешиванием воды в резервуаре с температурой вспышки  $35^{\circ}\text{C}$  и более. Но при всем этом обязано быть выполнено доп условие – активное замораживание стен пылающего резервуара.

### **1.2.3. Огнетушащие вещества изоляции**

Создание между зоной горения и горючим материалом либо воздухом изолирующего слоя из огнетушащих веществ и материалов – популярный прием тушения пожаров, используемый пожарными подразделениями. При его реализации используются самые разнородные огнетушащие средства, способные на пару месяцев изолировать доступ в зону горения кислорода воздуха, или горючих паров и газов.

В практике пожаротушения для таких пространственных внедрений обширное использование нашли:

- жидкие огнетушащие вещества (пена, в некоторых случаях вода и пр.);



- газообразные огнетушащие вещества (продукты взрыва и т. д.);
- негорючие сыпучие материалы (песок, тальк, флюсы, огнетушащие порошки и т. д.);
- твердые листовые материалы (асбестовые, войлочные покрывала и другие негорючие ткани, в некоторых случаях листовое железо).

Основным средством изоляции являются огнетушащие пены: химическая и воздушно-механическая.

Какие-либо качества химической пены: плотность 0,15–0,25 г/м<sup>3</sup>; кратность приблизительно равна 5. Трудозатратность получения химической пены и достаточно высочайшие материальные расходы, вредоносное действие на органы дыхания индивидуального состава пеногенераторного порошка в ходе введения его в воду и прочие недочеты ограничивают ее практическое использование.

Воздушно-механическая пена (ВМП) удаётся в следствии механического перемешивания аква раствора пенообразователя с воздухом в специальном стволе либо генераторе. Различают воздушно-механическую пену невысокой, центральной и высочайшей кратности. Кратность воздушно-механической пены находится в зависимости от сборки ствола (генератора), при помощи которого она удаётся.

Главное огнетушащее свойство пен – изолирующая способность. Пена изолирует зону горения от горючих паров и газов, а еще пламенеющую поверхность горючего материала от тепла, излучаемого зоной реакции. До этого чем накопится на пламенеющей плоскости необходимым слоем, изолирующим выход горючих паров и газов в зону горения, пена под поступком тепла сносится и освежает вещество. При данном жидкость, из которой .получена пена, испаряется, разбавляя горючие пары и газы, поступающие в зону горения, и т. д. Все это содействует остановке горения, хотя изоляция – доминирующее свойство, которое приводит непосредственно к потуханию.

Другое свойство пены, представляющее энтузиазм тружеников противопожарной службы – стойкость, т. е. способность какое-то время уцелеть, не разрушаясь. Так как конкретно от этого качества находится в зависимости нормативное время тушения пенами тех или же других горючих веществ и материалов.

Специфические характеристики воздушно-механической пены (ВМП) центральной и высочайшей кратности приводятся ниже:

- хорошо просачивается в помещения, непринужденно преодолевает повороты и подъемы;
- заполняет размеры помещений, вытесняет нагретые до высочайшей температуры продукты сгорания (в том числе токсичные), сокращает температуру в помещении в целом, а еще строй систем и т. п.;
- прекращает огненное горение и локализует тление веществ и материалов, с которыми соприкасается;
- создает условия для проникания ствольщиков к очагам тления для дотушивания (при надлежащих мерах защиты органов дыхания и зрения от попадания пены).

На основании данных качеств эти виды пены (особенно центральной кратности) сыскали использование при объемном тушении в зданиях домов, трюмах судов, в кабельных туннелях и на иных объектах. Пена центральной кратности считается ключевым средством тушения ЛВЖ и ГЖ как в резервуарах, так и разлитых на открытой плоскости. Впрочем неимение видимости при работе с пеной затрудняет ориентацию в помещении. Принимая во внимание превосходную смачивающую способность пены, начальствующий состав обязан принимать конструктивные меры для переодевания индивидуального состава в сухую одежду после работы в пене. Данный

прецедент приобретает необыкновенную значимость при ликвидации пожаров в осенне-зимний и весенний периоды.

Для продвижения пены при заполнении ею помещений нужно будет сделать благосклонные условия, т. е. вскрыть просветы для выпуска продуктов сгорания из помещения, или же при помощи передвижных установок для удаления дыма скорректировать направление газообмена по ходу перемещения пены.

В нынешнее время для тушения всевозможных горючих веществ все более обширное использование находят огнетушащие порошковые составы. Они не токсичны, не оказывают вредоносного действия на материалы, не электропроводны и вовсе не подмерзают.

Приспособление остановки горения порошками содержится как правило в изоляции пламенеющей плоскости от зоны горения, т. е. в прекращении доступа горючих паров и газов в зону реакции. Главным аспектом остановки горения порошковым составом считается удельный расход.

В случае большого тушения – приспособление остановки горения содержится в химического торможении реакции горения, т. е. ингибирующем действии порошков, связанном с обрывом цепной реакции горения.

#### **1.2.4. Огнетушащие вещества разбавления горючих веществ**

Для остановки горения разбавлением реагирующих веществ, используются такие огнетушащие средства, что готовы разбавить или горючие пары и газы до негорючих концентраций, или понизить содержание воздуха до сосредоточения, не поддерживающей горения.

Приемы остановки горения содержатся в том, что огнетушащие средства сервируются или в зону горения или же в пламенеющее вещество, или в воздух, поступающий к зоне горения. Величайшее распространение они отыскали в стационарных установках пожаротушения для сравнительно закрытых

помещений (трюмы судов, сушильные камеры, испытательные боксы и покрасочные камеры на промышленных предприятиях и т. д.), и еще для тушения горючих жидкостей, пролитых на земле, на маленькой площади. Помимо того, разбавление спиртов до 70 % водой – важное условие для эффективного тушения их в резервуарах воздушно-механической пеной.

Практика проявляет, что в роли разбавляющих огнетушащих средств величайшее распространение сыскали диоксид углерода (углекислый газ), азот, водяной пар и распыленная вода.

### **1.2.5. Огнетушащие вещества, химически тормозящие реакцию горения**

Сущность остановки горения хим торможением реакции горения содержится в том, что в воздух пылающего помещения либо лично в зону горения вводятся такие огнетушащие препараты, что вступают во взаимодействие с интенсивными центрами реакции окисления, образуют с ними или негорючие, или наименее интенсивные соединения, обрывая этим цепную реакцию горения. Потому что данные препараты оказывают действие именно на зону реакции, в какой реагирующие препараты пребывают в паровоздушной фазе, они обязаны отвечать грядущим специфическим требованиям:

- иметь невысокую температуру кипения, чтоб при небольших температурах распадаться, с легкостью переходить в парообразное состояние;
- иметь невысокую термическую стойкость, т. е. при небольших температурах распадаться на оформляющие их атомы и радикалы;
- продукты термического распада огнетушащих веществ обязаны энергично вступать в реакцию с интенсивными центрами горения.

Данным притязаниям отвечают галоидированные углеводороды – особенно интенсивные препарата, оказывающие ингибирующее действие, т. е. тормозящее хим реакцию горения. Впрочем в отношении данных веществ надлежит припомнить единые требования к огнетушащим средствам и особо это, как токсичность. Более обширное использование сыскали составы на базе

брома и фтора. Галоидированные углеводороды и огнетушащие составы на их базе имеют высшую огнетушащую способность при относительно небольших затратах.

Кроме того остановка горения достигается непосредственно хим методом, что подтверждается опытами. В случае если для остановки горения разбавлением нужно будет понизить сосредоточение воздуха, тогда в этом случае она остается около 20–20,6 %, что явно достаточно для протекания реакции окисления.

Изысканиями заключительных лет установлено, что огнетушащие порошки, что сервируются в пламенеющие размеры в форме аэрозоля (т. е. порошок не покрывает пылающую поверхность, а туча из него обрамляет зону горения), прекращают горение кроме того методом хим торможения.

Соли металлов, находящиеся в порошке, вступают в реакцию с интенсивными центрами. Соли сплава в зоне реакции разогреваются до высочайшей температуры и переходят в жидкое состояние (возможно, частично испаряются). Остальная часть молекулы соли разлагается с образованием либо металла, либо окиси или гидрата металла.

## **2. Анализ использования жидкофазных огнетушащих составов**

Процесс пожаротушения представляет из себя совокупу хим и физических процессов взаимодействия очага горения и огнетушащих веществ. Разнообразие горючих материалов по собственному хим составу и физическому состоянию обуславливает сложность в момент выбора более действенного средства пожаротушения, применительно к точному типу пожара. Главный принцип работы всех огнетушащих составов – остановка дальнейшего распространения огне. Тест каждого из этих видов огнетушащих средств, дает возможность привести их ключевые превосходства и дефекты применения. Помимо прочего надлежит отметить значимость применения жидкофазных огнетушащих составов, находящих свое обширное использование в передовых

системах пожаротушения. На базе воды вполне возможно делать разного семейства действенные составы, где главный компонент считается более экономически-выгодным и многоцелевым составом.

В этом разделе выпускной квалификационной работы специальное внимание уделено жидкофазным огнетушащим составам. Осмотрены огнетушащие препараты остывания и изоляции, оказавшиеся в водянистом состоянии.

## **2.1. Жидкофазные огнетушащие вещества охлаждения**

Огнетушащие препараты остывания снижают температуру зоны реакции либо пламенеющего вещества.[1]

Процесс горения вполне возможно охарактеризовать динамикой выделения тепла в этой системе. В случае если любым образом организовать отвод тепла с достаточно высокой скоростью, тогда что и ведет к остановке горения. Кроме того отвод тепла содействует предотвращению взрыва, в случае если при пожаре образуются взрывоопасная среда. Отвод тепла более разумно обеспечивать вступлением Специализированных хладагентов. Такой метод остывания дает возможность просто регулировать скорость теплоотвода, изменяя интенсивность введения хладагента.

### **2.1.1. Вода**

Вода – главное жидкофазное огнетушащее вещество остывания, более легкодоступное и всепригодное. Неплохое охлаждающее свойство воды обусловлено её высочайшей теплоемкостью  $C = 4187 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$  при обычных условиях.

Плюсами воды считаются её невысокая стоимость и доступность, что касается высочайшая удельная теплоемкость, высочайшая скрытая теплота улетучивания, хим инертность по отношению к основной массе веществ и материалов. К изъянам воды относятся высочайшая электропроводность (особенно в случае внедрения воды с добавками, повышающими её

огнетушащие и эксплуатационные свойства), что касается невысокая смачивающая способность, недостающая адгезия к объекту тушения и т.п.

Подача воды к очагу горения быть может в виде:

1. сплошной (компактной) потока из лафетных стволов с насадками диаметром 28-50 мм или же из ручных пожарных стволов с насадками диаметром 13-25 мм;
2. распыленной потоки при поперечнике капель воды выше 100 мкм;
3. тонкораспыленной потоки с диаметром капель воды до 100 мкм, приобретенной из стационарных либо переносных распылителей;
4. растворов, содержащих 0,2-2,0% массы смачивателей для понижения поверхностного натяжения;
5. водобромэтиловой эмульсии, содержащей 90% массы воды и 10% бромистого этила (способ подачи в зону горения).

В форме малогабаритных и распыленных потоков из лафетных и ручных пожарных стволов вода используется для тушения основной массы жестких горючих веществ и материалов (круглых и пиленых материалов и продуктов из древесины), тяжелых нефтепродуктов, для существа водяных завес и остывания объектов, окружающих рядом очага пожара. Тонкораспыленной водой отлично тушатся твердые препараты и материалы, горючие причем даже легковоспламеняющиеся воды. При данном снижается расход воды, мало увлажняются и портятся материалы, снижается температура в пламенеющем помещении и осаждаются дым.

Вода более эффективна для поглощения теплоты при температуре до 100°C. При температуре 100°C вода продолжает съедать теплоту, преобразаясь в пар, и отводит поглощенную теплоту от пламенеющего материала. Это резко понижает его температуру до ценности ниже температуры его воспламенения, в следствии чего же пожар прекращается. Она имеет весомый вторичный результат – преобразаясь в пар, она расширяется при всем этом в 1700 раз. Образовавшееся великое скопление пара обрамляет пожар, вытесняя воздух, в каком находится воздух, важный для поддержания процесса горения. Таковым

образом, помимо остужающей возможности, вода обладает эффектом большого тушения.

### 2.1.2. Вода со смачивателями

Для увеличения смачивающей (проникающей) возможности воды в неё прибавляют разные смачиватели. Последние, благодаря понижению поверхностного натяжения, помимо прочего содействуют увеличению дисперсности распыленной воды.

Добавка смачивателей дает возможность гораздо понизить поверхностное натяжение воды (до  $36,4 \times 10^3$  Дж/м<sup>2</sup>). В этой форме она обладает неплохой проникающей возможностью, с помощью чего же достигается величайший результат в тушении пожаров, особо при горении волокнистых материалов, торфа, сажки. Водные растворы смачивателей позволяют сбавить расход воды на 30 – 50%, также длительность тушения пожара. Виды смачивателей и их лучшие концентрации приведены в таблице 2.

Водные растворы полиоксиэтилена возымели название «скользящая вода». Линейные молекулы полимера, ориентируясь вдоль потока, сокращают его турбулизацию, что приводит к увеличению пропускной возможности трубопроводов.

Таблица 2 – Оптимальные концентрации смачивателей в воде

Смачиватель	Оптимальная концентрация	
	% к воде	По массовому содержанию
<b>Сульфанола:</b>		
НП-1	0,3–0,5	0,003– 0,005
НП-5	0,3–0,5	0,003 – 0,005
Б	1,5 –1,8	0,015 – 0,018
Некаль НБ	0,7 – 0,8	0,007 –0,008
<b>Вспомогательное вещество:</b>		
ОП-7	1,5 – 2,0	0,015 – 0,02
ОП-8	1,5 – 2,0	0,015 – 0,02
Эмульгатор ОП-4	1,95 – 2,1	0,0195– 0,021



<b>Пенообразователь:</b>		
ПО-1	3,5 – 4,0	0,035 – 0,04
ПО-1Д	6,0 – 6,5	0,06 – 0,065

Наиболее распространённый вид смачивателей – жесткий диоксид углерода (углекислота в снегообразном виде) тяжелее воздуха в 1,53 раза, без аромата, плотность 1,97кг/м<sup>3</sup>. Неэлектропроводен, не взаимодействует с горючими веществами материалов. Водорастворимые полимерные присадки используют помимо прочего для увеличения адгезии огнетушащего средства к пламенеющему объекту. Такие составы возымели название «вязкая вода». Это таковая вода, которая обработана в целях понижения возможности растекания и образует специальную пленку, прилипающую к пламенеющему материалу.

В этом разделе надлежит отметить, что воду не стоит использовать для тушения веществ, бурно реагирующих с ней с выделением тепла, горючих, а еще ядовитых и коррозионно-активных газов.

Таблица 3 – Препараты и материалы, при тушении которых небезопасно использовать воду и прочие огнетушащие средства на ее основе

<b>Вещество (материал)</b>	<b>Степень опасности</b>
Азид свинца	Взрывается при увеличении влажности до 30%
Алюминий, магний, цинк, цинковая пыль	При горении разлагают воду на кислород и водород
Битум	Подача компактных струй воды ведет к выбросу и усилению горения
Гидриды щелочных и щелочноземельных металлов	Реагируют с водой с выделением водорода, возможен взрыв
Гидросульфит натрия	Самовозгорается и взрывается от действия воды
Гремучая ртуть	Взрывается от удара водяной струи
Калий, кальций, натрий, рубидий, цезий металлические	Реагируют с водой с выделением водорода, возможен взрыв

Карбиды алюминия, бария и кальция	Разлагаются с выделением горючих газов, возможен взрыв
Негашеная известь	Реагирует с водой с выделением большого количества тепла
Серный ангидрид	При попадании воды возможен взрывообразный выброс

Основная масса прогрессивных технических средств, что пребывают на вооружении пожарной охраны, дают возможность использовать именно на тушение очага пожара лишь 5-10 % поданной на тушение воды. Практически 90-95 % воды при всем при этом вполне возможно считать напрасно пролитой. Нередко урон от напрасно пролитой воды наносит великие утраты. В следствии этого обширно и нередко используемая вода при тушении пожаров не имеет существенной производительности. Отсюда вытекает значимость и значимость применения смачивателей с целью совершенствования черт воды.

### 2.1.3. Хладоны как жидкофазное охлаждающее вещество

Хладоны (фреоны) как всепригодные огнетушащие препараты, оказавшиеся не лишь в газообразном, но и в водянистом состоянии используются для тушения разного семейства пожаров. В этом случае они считают свое использование, в роли жидкофазных огнетушащих составов охлаждающего воздействия.

Фреоны – галогеноалканы, фтор-и-хлорсодержащие производные интенсивных углеводородов (главным образом метана и этана), применяемые как хладагенты.

Хладоны в водянистом состоянии примут на вооружение в стационарных механических установках большого пожаротушения и в ручных огнетушителях. В таблице 4 представлены ключевые физико-химические свойства жидкофазных хладонов.

Таблица 4 – Ключевые физико-химические свойства жидкофазных хладонов

Свойство	Название хладона		
	13B1 (CF <sub>3</sub> Br)	114B <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> )	12B1 (CF <sub>2</sub> ClBr)
Т-ра кипения, °С	-57,8	47,5	-4,0

Т-ра замерзания, °С	-168,0	-110,5	-160,5
Огнетушащая концентрация, % по объему	5,0-6,0	2,0-2,5	6,5-7,5

Более эффективны комбинированные огнетушащие составы, действующие в одно и тоже время по механизмам ингибирования, остывания и разбавления. Для большого тушения могут использовать азотно-хладоновые и углекислотно-хладоновые огнетушащие составы, для поверхностного тушения – азотно-водо-хладоновые и хладоно-порошковые.

Фирма 3-М придумала огнетушащее вещество современной разработки Noves 1230 (флуорокетон С-6), превосходящее хладоны по безопасности для экологии и самочувствия человека. Новейший противопожарный агент относится к уровню фторированных кетонов (формула  $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$ ), съедает тепло эффективнее воды, обладает одной из самых невысоких из числа ГОТВ огнетушащих концентраций и хорошей для использования в системах пожаротушения температурой кипения 49,2°С.

Noves 1230 (Фторкетон ФК-5-1-12) – жидкость без цвета и аромата, порой именуемая «сухой водой»; шестиуглеродное вещество, разряд– фторированный кетон.

## **2.2. Жидкофазные огнетушащие вещества изоляции**

Создание между зоной горения и горючим материалом либо воздухом изолирующего слоя из огнетушащих веществ и материалов – популярный метод тушения пожаров, используемый пожарными подразделениями. При его реализации используются самые разнородные огнетушащие средства, в том числе и оказавшиеся в жидкофазном состоянии, способные на пару месяцев изолировать доступ в зону горения или воздуха воздуха, или горючих паров и газов.

Ключевым средством изоляции в водянистом форме считаются огнетушащие пены: хим и воздушно-механическая виды пен.

### **2.2.1. Пены**

Пена – более действенное и обширно используемое огнетушащее вещество изолирующего воздействия. Предполагает собой коллоидную систему из водянистых пузырьков, насыщенных газом. Пленка пузырьков имеет раствор ПАВ в воде с разными стабилизирующими добавками. Если пузырьки газа имеют сферическую форму, а их суммарный объем сравним с объемом воды, тогда такие системы величаются газовыми эмульсиями.

Пены обширно употребляются для тушения пожаров на промышленных предприятиях, складах, в нефтехранилищах, на транспорте.

Пены разделяются на воздушно-механическую и хим. В нынешнее время в практике пожаротушения как правило могут использовать воздушно-механическую пену.

#### **2.2.1.1. Воздушно-механическая пена**

Воздушно-механическая пена представляет из себя концентрированную эмульсию воздуха в аква растворе пенообразователя. Ее получают смешиванием воды и пенообразователя с одновременным примешиванием воздуха.

Воздушно-механическая пена выходит из 4–6 %-ного аква раствора пенообразователя, смешением аква данных растворов пенообразователей с воздухом в пропорциях от 1:3 до 1:1000 и более в Особых стволах (генераторах).

Различают пену обыкновенной и высочайшей кратности. 1-ая выходит в воздушно-пенных стволах, куда вводится под давлением 3–6 атм вода, смешанная с пенообразователем. Высокократная пена удается не подсосыванием в ствол воздуха, а его нагнетанием под каким-либо давлением, почему размер пены гораздо возрастает. Для тушения пожаров горючих и легковоспламеняющихся жидкостей в резервуарах пускают в ход воздушно-механическую пену центральной кратности. Высокократную пену более

отлично использовать для тушения пожаров в подвалах, шахтах и прочих замкнутых размерах, и еще разлитых в не очень большом числе жидкостей.

Воздушно-механическая пена безвредна для людей, не вызывает коррозии металлов, практически неэлектропроводна и экономична.

Эта пена интенсивно сносится при контакте с полярными органическими жидкостями. В итоге этого огнетушащая способность пены при тушении таковых жидкостей в высшей степени невысока. Основой для этих пенообразователей считаются фторорганические ПАВ совместно со специально выбранным полимерным соединением.

### **2.2.1.2 Химическая пена**

Химическая пена – огнетушительное средство, состоящее из пузырьков углекислого газа, образующихся в следствии взаимодействия кислоты и углекислой щелочи в пребывании пенообразующего препараты и являет из себя концентрированную эмульсию двуокиси углерода в аква растворе минеральных солей, содержащем пенообразующее вещество. В последнее время наметилась тенденция к уменьшению внедрения химической пены, что имеет какую либо связь со относительно высочайшей ее ценой и сложностью организации тушения пожаров.

Пенообразующий порошок состоит из сухих солей (сернокислого алюминия, бикарбоната натрия) и лакричного экстракта либо иного пенообразующего препараты. При содействии с водой сернокислый алюминий (или иные сернокислые соли), бикарбонат натрия и пенообразователь растворяются и безотлагательно обращают внимание с образованием диоксида углерода.

Хим пена считается превосходным средством тушения пламенеющих жидкостей, не соединяющихся и вовсе не смешивающихся с водой. Для тушения гидрофильных жидкостей пускают в ход хим пену из так именуемого омыленного пеногенераторного порошка. Она используется для тушения всех

огнеопасных жидкостей. Но с финансовой позиции ее подходяще использовать для тушения легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ).

В этом разделе, рассматривая пены, используемые для тушения пожаров, надлежит разглядеть их кратность, которая является их главной составляющей.

Кратность пены – значение, равная отношению объёмов пены и раствора, пошедшего на образование пены. В зависимости от величины ценности кратности пены, получаемой из пенообразователя, ее подразделяют на пену невысокой кратности (не более 20), пену центральной кратности (от 21 до 200) и пену высочайшей кратности (более 200).

Выбор кратности пены при тушении пожара связан с хим составом пенообразователя, его огнетушащей эффективностью, а еще условиями тушения (тип пожарного ствола, объект тушения).

Огнетушащая эффективность пены невысокой кратности из плёнкообразующих фторсодержащих пенообразователей близка к огнетушащей производительности пены центральной кратности из углеводородных пенообразователей. Исключительно использование пены невысокой кратности дает возможность использовать подслоный прием для тушения пожара углеводородного топлива в резервуаре.

Пена центральной кратности (60–100) из углеводородных пенообразователей применяется как правило для тушения нефтепродуктов и прочих горючих жидкостей в резервуарах. Пену центральной кратности помимо прочего применяют не исключительно для поверхностного, но и для объёмного тушения пожаров. Пена высочайшей кратности используется для большого тушения.

## **2.3. Пенообразователи**

Пенообразователи являются из себя водные смеси поверхностно-активных препаратов (ПАВ) и созданы для получения пены либо смесей смачивателей, применяемых при тушении пожаров.

Все промышленно изготавливаемые и продаваемые пенообразователи в местах общественной торговли различаются: по назначению, по текстуре, по химической природе ПАВ и по методу образования пены.[6]

По способности разлагаться под действием микрофлоры водоемов и почв пенообразователи относят к биологически «мягким» или «жестким».

По химическому составу пенообразователи подразделяют на искусственные углеводородные и искусственные фторсодержащие. Не считая искусственных пенообразователей в ряде государств используются помимо прочего пенообразователи на протеиновой базе, например такие, как фторированные ПАВ. Пенообразователи разделены на две классификационные категории зависимо от внедрения: пенообразователи совокупного назначения и пенообразователи мотивированного назначения.

### **2.3.1. Пенообразователи общего назначения**

К группе пенообразователей единого назначения относятся следующие: ПО-6К, ПО-ЗАИ, ПО-ЗНП, ТЭАС, ПО-6ТС. Они употребляются для получения огнетушащей пены и растворов смачивателей. Эти пенообразователи возымели более обширное использование благодаря сравнительно невысокой цене и доступности сырья, также отработанной технологии их изготовления.

По огнетушащей производительности они уступают пенообразователям целевого назначения. Такие виды пенообразователей содержат последующие компоненты:

- ПО-6К – смесь натриевых солей нефтяных сульфокислот;
- ПО-ЗАИ и ПО-ЗНП – вторичные алкилсульфаты с добавлением ингибитора коррозии; ТЭАС и ПО-6ТС – триэтаноламиновые соли изначальных алкилсульфатов.[7]

Пенообразователи ПО-ЗАИ и ПО-ЗНП нужно сначала разбавить в 2 раза водой при применении их в пенобаках пожарных автомашин. С 1998 года использование ПО-6К для пожаротушения прекращается ввиду его несоответствия притязаниям экологических характеристик и нормам загрязнения находящейся вокруг среды. В согласовании с действующей нормативно-технической документацией пенообразователи единого назначения по собственным показателям обязаны отвечать нормам, отмеченным в таблице 5.

Таблица 5 – Основные характеристики пенообразователи общего назначения

Показатель	<i>ПО-6К</i>	<i>ПО-ЗАИ</i>	<i>ПО-ЗНП</i>	<i>ТЭАС</i>	<i>ПО-6ТС</i>
Внешний вид	Однородные жидкости от светло-желтого до темно-коричневого цвета без осадка и посторонних включений				
Плотность при 20 °С, кг•м <sup>-3</sup> , не менее	1050	1020	1100	1000	1000
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> • с <sup>-1</sup> ,					
Не более	40	10	100	40	40
Температура застывания, °С, не выше, минус	3	3	3	6	3
Водородный показатель (рН)	7,5-10,5	8,0-10,0	7,0-10,5	7,5-9,0	7,8-10,0
Концентрация рабочего раствора, % (об.), не менее, для получения:					
пены средней кратности	6	3	3	6	6
смачивателя	4	2	2	2	2
Кратность пены:					
Низкая, не более	20	20	20	20	20
Средняя, не менее	60	60	60	60	60
Устойчивость пены средней кратности, с, не менее:					

Продолжение таблицы 5.

разрушение 50 % объема пены из	420	600	750	720	720
--------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----



ГПС-100 В 200 л емкости					
разрушение 50 % объема пены, полученной на стендовой установке	220	250	280	450	230
выделение из пены, полученной на стендовой установке, 50 % объема жидкости	180	200	200	240	220
Время тушения н-гептана (бензина А-76) при интенсивности подачи рабочего раствора $0,038 \text{ дм}^3 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ пеной средней кратности, с, не более	300	300	300	300	300
Показатель омачивающей способности, с, не более	9	9	9	9	8
Гарантийный срок хранения, мес.	18	12	18	30	12

### 2.3.2. Пенообразователи целевого назначения

К группе пенообразователей целевого предназначения относятся САМПО, ПО-6НП, ФОРЭТОЛ, «Многоцелевой», «Морской».

Они употребляются для получения пены при тушении нефтепродуктов и горючих жидкостей разных классов, более пожароопасных объектов, также для внедрения с морской водой.[5]

Все пенообразователи целевого назначения различаются завышенной огнетушащей эффективностью, впрочем фторсодержащие пенообразователи дороже, чем углеводородные. Пенообразователи содержат следующие компоненты:

- САМПО и ПО-6НП – вторичные алкилсульфаты со стабилизирующими добавками; «Морской» – смесь углеводородных ПАВ со стабилизирующими добавками;

- ФОРЭТОЛ – смесь фторсодержащих и углеводородных ПАВ с добавками полимерных соединений; «Универсальный» – смесь углеводородных и фторсодержащих ПАВ.

В согласовании с действующей нормативно-технической документацией пенообразователи целевого назначения по собственным показателям обязаны отвечать нормам, приведенным в таблице 6.

Таблица 6 – Основные характеристики пенообразователи целевого назначения

Показатель	<i>САМПО</i>	<i>ПО-6НП</i>	<i>«Морской»</i>	<i>ФОРЭТОЛ</i>	<i>«Универсальный»</i>
Внешний вид	Однородные жидкости без осадка, расслоения и посторонних механических включений				
Плотность при 20 °С, кг•м <sup>-3</sup> , не менее	1010	1010	1010	1100	1300
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> • с <sup>-1</sup> ,					
Не более	100	100	200	50	100
Температура застывания, °С, не выше, минус	10	8	10	5	10
Водородный показатель (рН)	8-10	7-10	8-10	5,5-7,0	6,5-9,0
Концентрация рабочего раствора, % (об.), не менее, для получения:					
не менее	6	6	6	10	10

Кратность пены:					
Низкая, не более	20	20	20	20	20
Средняя, не менее	60	60	60	40	40
Устойчивость пены средней кратности, с, не менее:					
разрушение 50 % объема пены из ГПС-100 в 200 л емкости	1200	2700	1200	1000	12000
разрушение 50 % объема пены, полученной на стендовой установке	5000	5000	1100	1500	1000

Продолжение таблицы 6.

выделение из пены, полученной на стендовой установке, 50 % объема жидкости	750	800	200	250	300
Время тушения н-гептана (бензина А-76) при интенсивности подачи рабочего раствора $0,038 \text{ дм}^3 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ пеной средней кратности, с; не более					
н-гептана (бензина А-76)	300(0,025)	300(0,027)	300(0,034)	120(0,03)	50(0,028)
Гарантийный срок хранения, мес.	18	18	18	36	12

### 2.3.3. Порядок применения пенообразователей

Пенообразователи совместного назначения применяются для получения пены разной кратности и растворов смачивателей при тушении горючих жидкостей, жестких сгораемых материалов, волокнистых и тлеющих веществ,

для защиты строй систем, технологических аппаратов и хранящихся материалов от действия тепловых потоков.

Пенообразователи единого назначения имеют все шансы образовывать пену невысокой (до 20), центральной (20-200) и высочайшей (более 200) кратности. Пенообразующие и огнетушащие характеристики пенообразователей в солидной мере находятся в зависимости от жесткости воды (наличия солей кальция и магния), используемой для получения трудящихся растворов. С повышением жесткости воды снижаются пенообразующие и огнетушащие характеристики пенообразователей. Для сохранения данных качеств нужно преумножить сосредоточение трудящихся растворов (при применении морской воды растет и интенсивность подачи пены).

Таблица 7 – Концентрация рабочих растворов пенообразователей на воде различной жесткости

Пенообразователь	Концентрация, %(об.) при жесткости воды, мг•экв•л <sup>-1</sup>		
	10-15	15-30	130 (морская вода)
ПО-6К	6	9	6
ПО-ЗНП	3	6	9
ТЭАС	6	6	9

Возможность применения используемой воды компаний для получения трудящихся растворов пенообразователей нужно квалифицировать заблаговременно в каждом точном случае. Вода для изготовления раствора не обязана содержать примесей нефти и нефтепродуктов.

Рабочие растворы пенообразователей сначала готовят в созданной для этого емкости, к примеру в цистерне пожарной автомашины, или получают при помощи пеносмесителей и дозирующих приспособлений. [3]

При применении пенообразователей единого назначения главным средством тушения водянистых нефтепродуктов считается пена центральной кратности (оптимальное значение  $100\pm 20$ ). Пена невысокой кратности

наименее эффективна, особо при тушении огню жидкостей с невысокой температурой кипения.

Пену центральной кратности применяют не лишь для поверхностного, ведь и для объемного тушения пожаров в подвалах, маленьких по размеру зданиях. Для большого тушения употребляется кроме того пена высочайшей кратности. Низкократная пена из пенообразователей этого класса употребляется при тушении огня высококипящих водянистых нефтепродуктов, жестких горючих материалов, и еще для замораживания пламенеющего и располагающегося рядом с ним оборудования.

Огнетушащая способность низкократных пен из пенообразователей совокупного назначения в солидной степени находится в зависимости от приема подачи пены и пенообразующих приборов, потому интенсивность ее подачи при тушении ориентируется в каждом точном случае.[4]

Пенообразователи совместного назначения, в том числе забракованные и вовсе не подлежащие регенерации, применяют в роли растворов смачивателей при тушении волокнистых гидрофобных (водоотталкивающих) горючих материалов (торф, хлопок, вата, ткань, бумага, древесина и т. п.). Это в 1,5–2 раза увеличивает эффективность тушения водой. Интенсивность подачи растворов смачивателей для тушения основной массы жестких материалов составляет  $0,05-0,1 \text{ дм}^3 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Пенообразователи целевого назначения целенаправлено применять согласно с точным назначением. Это особо актуально для пенообразователей, сделанных на базе дорогого фторированного сырья, и еще пенообразователей зарубежного производства.

Пенообразователи САМПО и ПО-6НП созданы для получения пены невысокой, центральной и высочайшей кратности. Они имеют завышенную огнетушащую способность и используются при тушении нефтепродуктов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и пожароопасных объектов. Эти

пенообразователи эффективны при объемном тушении и помимо прочего имеют все шансы применяться при тушении водорастворимых органических жидкостей с учетом их подготовительного разбавления водой либо трудящимся веществом пенообразователя.

Пенообразователь «Морской» предназначен для получения пены невысокой, центральной и высочайшей кратности на типовом оборудовании с внедрением морской и пресной воды. Он используется для тушения пожаров классов А и В. Пенообразователь «Морской» вполне возможно использовать с внедрением морской воды при тушении пожаров на морских и речных судах, нефтегазодобывающих установках, находящихся в акватории моря, и еще на прибрежных объектах, в зоне размещения которых присутствует недостаток пресной воды.

Фторсодержащие пенообразователи ФОРЭТОЛ и «Универсальный» образуют пену невысокой и центральной кратности. Применяются при тушении всех классов органических жидкостей, помимо химически взаимодействующих с водой, ФОРЭТОЛ экономически подходяще использовать для тушения водорастворимых ЛВЖ и ГЖ, к примеру спиртов.

Пенообразователь «Универсальный» благодаря присадкам фторсодержащих ПАВ обеспечивает высшую эффективность тушения при небольшом расходе. Он способен образовывать на плоскости нефтепродуктов водную пленку, ускоряющую их тушение и препятствующую повторному возгоранию. Помимо классических приемов тушения, подачи пены сверху в очаг горения, фторсодержащие пенообразователи имеют все шансы употребляться для тушения пожаров углеводородных горючих жидкостей в резервуарах подслоиным способом.

Нормы подачи пены из фторсодержащих пенообразователей при тушении нефти и нефтепродуктов приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Нормативные интенсивности подачи раствора фторсодержащих пенообразователей ФОРЭТОЛ и «Универсальный»,  $\text{дм}^3 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$

Нефтепродукт	Подача пены		
	Средней кратности на поверхность	Низкой кратности на поверхность	Низкой кратности в слой нефтепродукта
Бензин	0,05	0,08	0,12
Керосин	0,05	0,06	0,10
Дизельное топливо	0,05	0,06	0,08
Нефть с Т вспышки 28 °С и ниже	0,05	0,08	0,10
Нефть с Т вспышки более 28 °С	0,05	0,06	0,08

Необходимо подчеркнуть, собственно интенсивность подачи пены центральной кратности из ФОРЭТОЛА и «Многоцелевого» при тушении ряда полярных растворителей и спиртов имеет возможность достигать значений 0,1-0,2  $\text{дм}^3 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ .

При тушении неких бинарных консистенций органических жидкостей пеной из ФОРЭТОЛА и «Всепригодного» огнетушащая способность быть может существенно ниже, нежели при тушении компонентах компонент. При определении общепризнанных мерок подачи пены для тушения пожаров в производственных критериях, где обращаются, обычно, консистенции горючих препаратов, нужно учесть присутствие примесей, также располагать сведениями по тушению огню консистенций при разных концентрациях компонент.

#### **2.3.4. Виды пенообразователей по природе основного поверхностно-активного вещества**

Все промышленно изготавливаемые и продаваемые на рынке пенообразователи помимо прочего обозначаются по природе главного поверхностно-активного вещества.

По природе ключевого ПАВ пенообразователи обозначаются на: протеиновые; искусственные углеводородные; фторсодержащие.

Базу протеиновых пенообразователей составляют продукты гидролиза животного происхождения, таких как рога, копыта, перья и пр. Главными плюсами пенообразователей этого вида считается невысокая цена, сравнительно высочайшая стойкость и термическая стабильность пены. Ключевые недочеты – низкая огнетушащая способность и непродолжительный срок хранения.

Фтор протеиновые пенообразователи (FP) fluoric protein производятся методом прибавления особых фтор химикатов к протеиновой базе. Добавка фтор химикатов содействует увеличению текучести пены и, таким образом, несколько делает лучше огнетушащую способность.

Фтор протеиновые пленкообразующие пенообразователи (FFFP) film forming fluoric protein включают в собственный состав достаточное число фторсодержащих поверхностно-активных веществ (ФПАВ), чтоб образовывать узкую водную пленку на плоскости каких-либо углеводов. Эти пенообразователи имеют чрезвычайно высочайшие характеристики устойчивости пены и сравнительно высочайшие характеристики огнетушащей способности.

Фтор протеиновые пленкообразующие спиртоустойчивые пенообразователи (FFFP AR) film forming fluoric protein alcohol resistant включают в собственный состав помимо ФПАВ особые спиртоустойчивые соединения, позволяющие образовывать полимерную пленку на плоскости углеводов причём даже полярных жидкостей растворимых в воде. Эти пенообразователи имеют чрезвычайно высочайшие характеристики стойкости пены и самую высшую огнетушащую способность.

Выход в свет фторированных пленкообразующих искусственных и протеиновых пенообразователей даёт возможность использовать пену невысокой кратности для тушения горючих жидкостей на великих площадях. Возникающий пенный слой обеспечивает долгую локализацию плоскости горючего.



Базу искусственных пенообразователей (S) synthetic оформляют углеводородные ПАВ. Главное использование – генерирование пены центральной и высочайшей кратности для тушения пожаров в урезанных местах. Для них характерен долгий срок хранения.

Искусственные водные пленкообразующие пенообразователи (AFFF либо A3F) aqueous film forming foam – композиция фторированных ПАВ и углеводородных ПАВ. Образуют водную пленку на плоскости всех углеводородов. Водные растворы таких пенообразователей имеют необыкновенно невысокое поверхностное натяжение, что делает возможным образование аква пленок на плоскости углеводородного горючего. Она чрезвычайно проворно распространяется по плоскости пылающего топлива и дает возможность резко локализовать и потушить пожар класса В. В отличие от обрисованных выше, пенообразователи этого вида имеют все шансы отлично употребляться в роли смачивающей присадки для тушения пожаров класса А (обычно в еще наименьшей от номинала концентрации). Рабочие растворы этих пенообразователей замечательно смачивают и освежают материалы класса А, тушат глубоко залегающие пожары, остужают пламенеющие резервуары. Вспомогательное превосходство – долгий срок хранения.

Искусственные спиртоустойчивые пленкообразующие пенообразователи (AFFF AR или же A3F AR) aqueous film forming foam alcohol resistant делаются на синтетической базе в композиции с фторированными ПАВ и спиртоустойчивыми агентами, формирующими полимерную пленку. Эти пенообразователи работают так же, как и простые пленкообразующие пенообразователи при тушении пожаров углеводородов, но при контакте с полярной жидкостью наблюдается образование полимерной пленки, которая оберегает пенный покров от разрушительного действия спиртов. Самая высочайшая огнетушащая способность и стойкость к обратному возгоранию присущи непосредственно данной группе пенообразователей. Почти все из них подходящи для получения пены невысокой, центральной и высочайшей кратности при применении надлежащего оборудования, владеют долгим

сроком хранения. Они успешно используются на объектах увеличенного риска, этих как хим, нефтеперерабатывающие компании, нефтехранилища и суда морского флота и имеют все шансы работать как для тушения пожаров, так и для локализации аварийных выбросов химикатов и каких-либо сжиженных газов с помощью наличия полимерной пленки и в соответствии с этим больших характеристик стойкости пены.

В таблице 9 приведены обычные эксплуатационные качества для всевозможных классов пенообразователей обрисованных выше.

Таблица 9 – Эксплуатационные качества для различных классов пенообразователей

Тип пенообразователя (в сокращении)	Класс огнетушащей способности	Степень стойкости к повторному возгоранию	Способность к пленкообразованию
AFFF	1	B	Да
AFFFAR	1	A	Да
FFFP	1	B	Да
FFFPAR	1	A	Да
FP	2	A	Нет
FPAR	2	A	Нет
S	3	C	Нет
SAR	3	C	Нет
P	3	B	Нет
PAR	3	B	Нет

Все вышеуказанные пенообразователи, классифицирующиеся по природе ПАВ, возымели обширное использование в мире. Каждый из этих видов имеет собственные отличительные свойства, что обязаны предусматриваться пользователем в момент выбора важного огнетушащего препараты для защиты точного объекта. Каждый из пенообразователей в зависимости от числа и качеств, содержащихся в нем компонентов, быть может морозоустойчивым, пленкообразующим или же спиртоустойчивым.

Иные типы пенообразователей, такие как PAR (protein, alcohol resistant), SAR (synthetic, alcohol resistant), FP AR (fluoric protein, alcohol resistant) считаются узкоспециализированными и, как правило, делаются чрезвычайно не часто и как правило применяются для защиты явных объектов.

Рассматривая в роли объекта защиты технологические производства, нужно применять Особые полярные пенообразователи (AR), что не сносятся при контакте с водорастворимыми горючими жидкостями. Метод получения и подачи таких пен во многом схож с пленкообразующими фторированными пенами, но конкретная подача под слой полярных жидкостей не видится вероятной.

Эксплуатационные качества, отмеченные выше в таблице 9, типичны для всех пенообразователей, впрочем высококачественные характеристики точного пенообразователя имеют все шансы превышать или же ниже в зависимости от способностей производителя и целевого назначения пенообразователя.

При выборе пенообразователя следует знать настоящий класс огнетушащей возможности и степень стойкости к повторному возгоранию, потому что такие эти получаются лишь методом огневых тестирований и с высочайшей степенью точности отображают качество пенообразователя.

### **2.3.5. Стабилизация свойств пенообразователей и контроль качества**

Стабилизация – система событий, нацеленных на сбережение начальных пенообразующих и огнетушащих качеств пенообразователей и их растворов.

Для сохранения параметров пенообразователей и их растворов при хранении и эксплуатации необходимо:

- при исследовании составов пенообразователей учитывать содержание компонентов, снижающих отрицательное действие процесса гидролиза (разложение ПАВ под действием воды), коррозии материала емкости, воздействия бактерий;

- строго блюсти технологический регламент при промышленном производстве пенообразователей, начиная с выбора и ревизии качества начального сырья и заканчивая кропотливой проверкой норм технических требований, установленных в нормах тех. документации на пенообразователь; скрупулезно исполнять все требования, предъявляемые к чистоте тары при перевозке пенообразователей (выбор материала тары, неимение отпечатков нефтепродуктов).

Сбережение эксплуатационных данных ряда пенообразователей достигается кроме того методом присадки Специализированных хим компонентов: карбамида (мочевины), гидроксида натрия, триэтаноламина, тетрабората натрия (буры), полифосфатов, ингибиторов коррозии.

При поступлении пенообразователя с предприятия-изготовителя на базу или же склад надлежит выяснить присутствие документа предприятия-изготовителя о проверке качества продукта, состояние тары и поступившего продукта.

Нужно будет отобрать пробу (по ГОСТ 2517-85) и подтолкнуть ее на тестирования. Тесты ведутся профессионалами испытательной пожарной лаборатории (ИПЛ).

Контроль качества пенообразователя целенаправлено проводить по последующим показателям: водородному показателю, кратности и устойчивости пены центральной кратности, показателю смачивающей возможности, времени тушения при установленной интенсивности подачи.

При получении неудовлетворительных эффектов даже по 1 показателю по нему проводят повторные тесты из удвоенной выборки.

### **2.3.6. Требования безопасности и охраны окружающей среды**

Согласно уровню влияния на человеческий организм и здоровье пенообразователи ПО-6К, ПО-ЗАИ, САМПО относятся к 3-му классу опасности (вещества умеренно опасные); пенообразователи ПО-ЗНП, ТЭАС,

ПО-6ТС, ПО-6НП, «Морской», ФОРЭТОЛ, «Универсальный» – к 4-му классу опасности (вещества мапоопасные).

Пенообразователи в концентрированной форме владеют слабыми кумулятивными свойствами, и при контакте с кожными покровами или слизистой оболочкой глаза могут вызвать раздражение.

Рабочие смеси пенообразователей безобидны. Составы, имеющие фторированные соединения, владеют слабеньким кумулятивным и кожно-резорбтивным деянием.

Научно-технический процесс производства пенообразователей обязан быть механизирован, а оборудование герметизировано. Здание, где ведется работа с продуктом, обязательно должно быть оборудовано общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией.

При работах, связанных с разгрузкой пенообразователей, промывкой техники и тары, надлежит ликвидировать вероятность попадания состава на кожные покровы, слизистую глаз и в желудочно-кишечный тракт, Коллектив при всем этом обязан быть обеспечен средствами персональной охраны: непромокаемой спецодеждой, резиновыми сапожками, прорезиненными рукавицами либо перчатками, защитными очками и щигками. Для обороны рук идет воспользоваться защитными кремами на подобии «Силиконовый» либо «Ланолиновый». При попадании продукта в глаза или на кожу его надо смыть обильным количеством проточной воды.

Пенообразователи неспособны к самостоятельному горению. Пенообразователи ПО-ЗАИ, ПО-ЗНП, САМПО, ПО-6НП, «Морской» имеют все шансы образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при обыкновенной температуре. Температурные пределы воспламенения паров в воздухе для ПО-ЗАИ и ПО-ЗНП оформляют  $(53,3 \pm 3,1) ^\circ\text{C}$  – нижний;  $(68,3 \pm 3,1) ^\circ\text{C}$  – верхний; для САМПО и ПО-6НП –  $(37 + 2) ^\circ\text{C}$  – нижний и  $(59,1 \pm 3,2) ^\circ\text{C}$  – верхний. В взаимосвязи с данным при обращении с данными пенообразователями возбраняется воспользоваться открытым светом и прочими источниками зажигания. Рабочие растворы пенообразователей пожаровзрывобезопасны.

Отмеченные пенообразователи и их растворы не оказывают канцерогенного и мутагенного действия на организм человека. Каждый пенообразователь обязан иметь санитарно-гигиенический паспорт.

В процессе эксплуатации и хранения нужно будет использовать меры, исключающие пролив пенообразователей.

### **3. Анализ влияния жидкофазных огнетушащих составов на человека и окружающую среду**

Жидкофазные огнетушащие составы, при смешении с водой, которая средствами пожаротушения подается в очаг, под действием высоких температур испаряются и переходят в газовую составляющую. Поэтому, как объект исследования мы рассматриваем газоздушную смесь, в которой находится человек, в зоне непосредственного воздействия опасных негативных факторов от продуктов горения.

#### **3.1. Условия образования продуктов неполного сгорания и снижение в них концентрации вредных веществ**

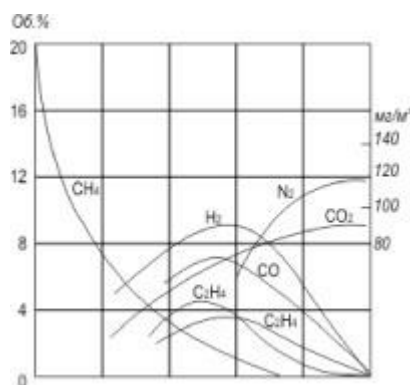


Рис. 8.12. Промежуточные продукты сгорания.

При сжигании горючих газов в продуктах сгорания имеют все шансы находиться составляющие как полного (диоксид углерода и водяной пар), но и неполного сгорания (оксид углерода, водород, ненасыщенные, разумеющими углеводороды и сажистые частички). Также, в продуктах сгорания постоянно

появляются и оксиды азота. Присутствие товаров неполного сгорания в значимых концентрациях неприемлемо, потому что приводит к засорению атмосферы токсическими субстанциями и к понижению КПД установок, работающих на газовом топливе.

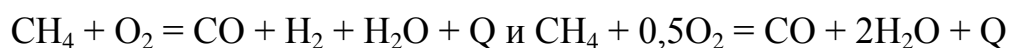
Главные предпосылки их Немаленького содержания:

- сжигание газов с недостающим численностью воздуха;
- плохое смешение горючих газов и воздуха до и в ходе горения;
- чрезмерное остывание огне до окончания реакций горения.

Для метана реакции горения (в зависимости от сосредоточения воздуха в реагирующей смеси) имеют все шансы быть описаны последующими уравнениями:



при стехиометрическом соотношении или же при излишке окислителя;



при недостатке окислителя.

На рис. 8.12 показан приближенный усредненный состав каких-либо промежуточных соединений — водорода, оксида углерода, этилена, ацетилена и относительно маленькое количество сочных и обыкновенных ароматических соединений — и диоксида углерода, образующихся в огне при диффузионном горении природного газа (97%). Сжигание газа производилось в ламинарном факеле, газ вытекал из трубки диаметром 12 мм. Общественная вышина огне 130–140 мм.

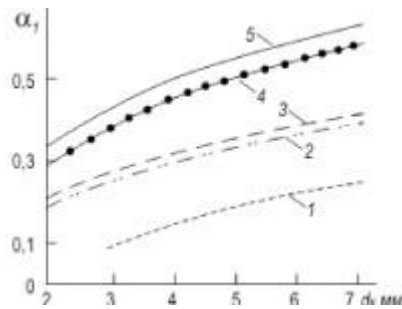


Рис. 8.13. Содержание изначального воздуха, при котором предотвращается образование желтоватых языков в огне. Газ: 1 – коксовый; 2 – естественный газовых месторождений; 3 – тогда же, нефтяных месторождений; 4 – пропан; 5 – бутан.

Наибольшая концентрация водорода и ацетилена достигается приблизительно на одной высоте от огня, они пропадают практически в одно и то же время в вершине светящейся зоны от огня. Из всех образующихся в огне переходных соединений (исключая сажистые частицы) оксид углерода исчезает последним. Это выдает причина судить по его индексу о полноте сгорания газа. В продуктах сгорания практически постоянно содержатся оксиды азота, предельная концентрация которых встает в зонах активного выгорания оксида углерода и водорода.

Горение углеводородных газов с дефектом окислителя приводит к образованию частиц сажи, придающих огню желтоватую окраску. Процесс выгорания сажи проходит стадийно и относительно медленно. Порой выгорание возникших частиц сажи затягивается и может прекратиться всецело при входе в низкотемпературную область факела либо при омывании огнем теплообменных плоскостей. Таким образом, присутствие светящегося от огня практически постоянно говорит о протекании пиролизических процессов и о возможности химической неполноты сгорания, в специфике в компактных экранированных топках котлов.



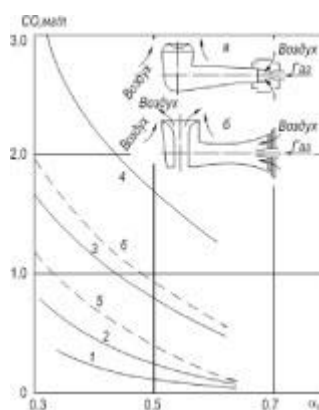


Рис. 8.14. Сосредоточение оксида углерода в продуктах сгорания в газовой плите. а – горелка с периферийной подачей вторичного воздуха; б – тогда же, с центральной и периферийной подачей вторичного воздуха. 1 – естественный газ, горелка с периферийным подводом вторичного воздуха, расстояние до дна посуды 25 мм; 2–4 – тогда же, горелка с периферийным и центральным подводом вторичного воздуха, расстояние до дна посуды, мм: 2 – 25, 3 – 18, 4 – 10; 5 – сжиженный газ, горелка с центральным и периферийным подводом вторичного воздуха, расстояние до дна посуды 25 мм; 6 – тогда же, горелка с периферийным подводом вторичного воздуха.

Предотвращение образования сажистых частиц достигается подготовительным смешением углеводородных газов с необходимым числом окислителя. Содержание изначального воздуха в смеси, при котором встает прозрачный огонь, находится в зависимости не только от вида углеводородов, ведь и от критерий смешения с вторичным воздухом (диаметра огневых каналов горелок) (рис. 8.13). На границе и выше кривых огонь прозрачен, а ниже кривых имеет желтоватые язычки. Кривые проявляют, что содержание изначального воздуха в смеси вырастает при повышении количества углеродных атомов в молекуле и диаметра огневых каналов горелок. Коэффициент излишка изначального воздуха  $\alpha_1$  в смеси, при котором скрываются желтоватые язычки огня, в зависимости от предписанных моментов быть может определен для небольших огневых каналов горелок:

$$\alpha_1 = 0,12 (m + n/4)0,5 (dk/d_0)0,25 \quad (8.35)$$

где  $m$  и  $n$  — количество углеродных и водородных атомов в молекуле или же среднее их количество для трудоемкого газа;  $d_k$  — диаметр огневых каналов горелки, мм;  $d_0$  — эталонный диаметр канала горелки (1 мм).

Обеспечение полноты сгорания в практических условиях — проблема достаточно трудная, зависящая не лишь от принципа сжигания газа, но и от критерий становления огня в топочном размере. Более высочайшие требования по полноте сгорания предъявляются к домашним аппаратам и прочим установкам, сбрасывающим продукты сгорания в атмосферу. Сгорание газа в таких установках считается более сложным, т.к. соединено с омыванием огнем прохладных теплообменных плоскостей. Для сжигания газа в домашних плитах могут использовать инжекционные многофакельные горелки, образующие гомогенную смесь с коэффициентом излишка изначального воздуха  $\alpha_1 < 1$ . Отсутствующий для сгорания газа воздух поступает с помощью диффузии из находящейся вокруг атмосферы.

На рис. 8.14 приведены схемы 2-конфорочных горелок для домашних газовых плит и усредненная концентрация оксида углерода CO в продуктах сгорания природного метана (95 о. %) и пропана (93 о. %) при работе горелок с номинальной тепловой мощностью. Отличие горелок содержится в том, что к одной из них вторичный воздух подводится лишь с периферии, а к другой — как с периферии, так и из центрального канала.

Полнота сгорания газа находится в зависимости от коэффициента излишка изначального воздуха в смеси, расстояния от огневых каналов горелки до дна посуды, вида горючего газа, метода подвода вторичного воздуха. При данном повышении содержания изначального воздуха в смеси, и еще повышение расстояния от горелки до дна посуды приводят к понижению концентрации оксида углерода в продуктах сгорания. Наименьшая концентрация оксида углерода соответствует коэффициенту излишка изначального воздуха  $\alpha_1 = 0,6$  и выше и расстоянию от горелки до дна посуды 25 мм, а наибольшая —  $\alpha_1 = 0,3$  и ниже и расстоянию от горелки до дна посуды

10 мм. Помимо того, повышение тепловой мощности горелок на 15–20% с помощью увеличения давления газа приводит к резкому увеличению сосредоточения оксида углерода в продуктах сгорания в 1,2–1,3 раза, а с помощью теплоты сгорания газа — в 1,5–2 раза.

На выход в свет в ходе горения ароматических соединений — бензола, полициклических бензпирена, безантрацена и др. — надлежит направить специальное внимание, ибо некие из них канцерогенны. Процесс их образования очень труден и проходит стадийно. На первом шаге бывает замечена ацетилен и его производные. В огненной зоне данные препараты претерпевают процессы удлинения цепи с перестройкой тройных углеродных связей на двойные. В эффекте циклизации и дегидратации приводят к выходу в свет всевозможных ароматических соединений, включая полициклические.

Эти табл. 8.16 демонстрируют, что при сжигании природных газов с коэффициентом излишка изначального воздуха  $\alpha_1 = 0,6$  и выше на —обоих —типах горелок сосредоточение оксида углерода продуктах сгорания отвечает притязаниям ГОСТ 5542–87.

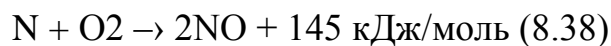
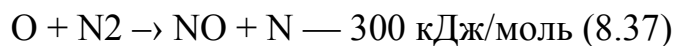
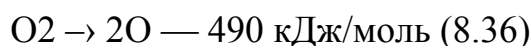
Исследования продемонстрировали, что расстояния меж кромками огневых каналов, обеспечивающие стремительное распространение огня, предотвращающие их соединение, находятся в зависимости от их объема и содержания изначального воздуха в смеси, уменьшаясь с его повышением. Рациональные расстояния меж кромками каналов, обеспечивающие необходимую полноту сгорания газа и прыткое распространение огне, приведены в табл. 8.17. При месторасположении огневых каналов в 2 ряда в шахматном порядке расстояния меж кромками имеют все шансы приниматься по данной же таблице. Расстояния меж рядами при всем при этом обязаны быть в 2–3 раза больше расстояний меж каналами.

Обобщение множественных экспериментальных этих разрешило получить усредненные кривые сосредоточения в продуктах сгорания разных

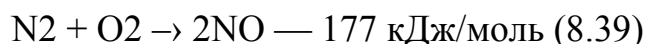
компонентов, отменно и количественно характеризующих процесс горения (рис. 8.15). Абсолютное сгорание гомогенной газовой смеси достигается лишь при коэффициенте избытка изначального воздуха  $\alpha = 1,05$  и выше. При убавлении содержания воздуха в смеси, в специфики при  $\alpha < 1,0$ , вырастает сосредоточение оксида углерода CO, ацетилена C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, этилена C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, пропилена C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> и пропана C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, также бенз(а)-пирена C<sub>20</sub>H<sub>9</sub>. Кроме того увеличивается сосредоточение и прочих компонентов — водорода, бензола и др.

Помимо рассмотренных продуктов незавершенного горения, при сжигании газа практически постоянно встает какое-либо число оксидов азота, образование которых наблюдается в зонах повышенных температур как после окончания главных реакций горения, так и в ходе горения. Предельная сосредоточение NO<sub>x</sub> встает на конечных стадиях, надлежащих выгоранию газа и интенсивному горению переходных продуктов в форме водорода и оксида углерода.

Первичное соединение при горении газовой смеси — оксид азота. Начало цепной реакции соединено с атомарным кислородом, образующимся в зонах повышенных температур с помощью диссоциации молекулярного кислорода:



Балансовая реакция



Образование атомарного воздуха наблюдается и при выборочной диссоциации продуктов сгорания: при понижении температуры и наличии воздуха часть возникшего оксида азота (1–3 о. %) окисляется до диоксида азота

NO<sub>2</sub>. Более интенсивно реакция проходит после выхода оксида азота в атмосферу.

Главные оказывающие большое влияние факторы:

- температура в реакционных зонах;
- коэффициент излишка воздуха и время контакта реагирующих компонентов.

Температура в зоне находится в зависимости от химического состава газа, содержания воздуха в газозудной смеси, степени ее однородности и теплоотвода из реакционной зоны. Очень вероятная при этой температуре концентрация оксида азота, о. %, может быть подсчитана по формуле:

$$NO_p = 4,6e^{-2150/(RT)} \sqrt{O_2 N_2} \quad (8.40)$$

где  $NO_p$  — равновесная концентрация оксида азота, о. %;  $R$  — универсальная газовая постоянная;  $T$  — полнейшая температура, К;  $O_2$  и  $N_2$  — концентрация, о. %, в соответствии с этим воздуха и азота.

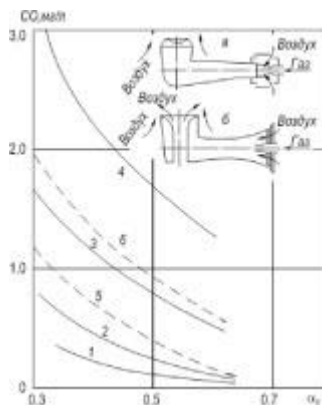


Рис. 8.15. Концентрация оксида углерода, ацетилена, этана, этилена и бенз(а)пирена в продуктах сгорания газа среднего давления в инжекционной горелке.

Высочайшая концентрация оксида азота, соизмеримая с равновесной, возникает при сжигании газа в топках сильных парогенераторов и в высокотемпературных мартеновских, коксовых и подобных печах. В котлах небольшой и центральной мощности, в маленьких нагревательных и

термических печах со сплошным теплоотводом и небольшим временем присутствия компонентов в высокотемпературных зонах выход оксида азота намного меньше. Помимо того, чем короче время присутствия реагирующих компонентов в зоне больших температур, тем меньше оксида азота в продуктах сгорания.

Отлично кроме того сжигание газа в излучающих горелках и в псевдооживленном слое: в таких случаях наблюдается микрофакельное горение гомогенной газовой смеси с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha=1,05$  при очень активном отводе теплоты из реакционной зоны. Сосредоточение оксидов азота при сжигании газа в излучающих горелках составляет в пределах 40, ну а в псевдооживленном слое — 80–100 мг/м<sup>3</sup>. Увеличение размеров огневых каналов излучающих горелок и огнеупорных зернышек в псевдооживленном слое содействует понижению выхода оксидов азота.

Скопленные эти дозволили применить ряд конфигураций в систему котельно-отопительного оборудования, которые обеспечивают не лишь высочайший КПД и невысокую концентрацию продуктов неполного сгорания, ведь и сниженный сброс в атмосферу оксидов азота. К данным переменам относятся:

- сокращение длины высокотемпературных туннелей и движение горения из них в топку;
- применение взамен керамических туннелей стабилизаторов горения в форме тел плохобтекаемой формы либо кольцевого пламени;
- организация плоского факела огня с повышенной поверхностью теплоотдачи;
- рассредоточение огня с помощью увеличения количества горелок либо применения блочных горелок;
- ступенчатый подвод воздуха в реакционную зону;
- равномерное распределение тепловых потоков в топке, экранирование топок и их разделение на отсеки экранами;

- применение диффузионного принципа сжигания газа (диффузионное горение допустимо лишь в тех случаях, когда быть может обеспечено свободное становление огню без омывания теплообменных поверхностей).

### **3.2. Оценка опасности огнетушащих веществ**

Для тушения пожаров объемным способом используются персональные препараты или же смеси, что имеют все шансы распределяться в атмосфере защищаемого размера (помещения, трюма, отсека и т. д.) и делать в каждом его составляющем огнетушащую концентрацию. Из модных средств тушения данной возможностью владеют основным образом газовые огнетушащие препараты (газовые ОТВ, огнетушащие газы) и твердофазные аэрозоли, получаемые при срабатывании генераторов огнетушащего аэрозоля (ГОА).

В одном ряду с огнетушащей возможностью главнейшей чертой огнетушащих газов и аэрозолей считается токсичность (степень химической вредности), или же в более широком представлении - токсическая опасность, зависящая в условиях пожаротушения от физико-химических качеств и биоактивности используемых веществ, их численности, времени контакта с огнем или же нагретыми поверхностями, длительности действия на биообъект и прочих моментов. Само действие огнетушащих веществ на человека в данных условиях надлежит осматривать, сначала как экстремальное, как отличный для аварийной ситуации непредвиденный, активный и недолгий хим удар. Получить информацию о био последствиях такового удара, расценить его опасность для жизни и самочувствия человека - актуальная цель профилактической токсикологии.

Газовые огнетушащие препараты и генераторы огнетушащего аэрозоля подлежат в РФ неотъемлемой сертификации. Контроль качества газовых ОТВ и ГОА осуществляется согласно с Нормами пожарной безопасности (НПБ 51-96 и НПБ 60-97), в каких изложены единые тех. требования к таким видам пожарно-технической продукции, характеристики, определяемые при тестированиях, способы тестирований, какие-либо требования безопасности и охраны

находящейся вокруг среды. Впрочем ни отмеченными Нормами пожарной безопасности, ни иными нормативными документами не регламентируются характеристики токсической угрозы огнетушащих газов и аэрозолей в условиях использования, способы их определения и аспекты оценки. Иными словами, вне сферы деяния нормативных документов остается токсикологический контроль качества огнетушащих веществ, хотя он и соглашается одним из более важных.

### **3.3. Расчет критических значений оказывающих негативное влияние на людей, находящихся в зоне пожара**

Для случая тушения пожара в помещении необходимо быть уверенным, что средства пожаротушения переходя в парогазовую фазу, не окажут вредного воздействия на ОС и людей. Это достигается путем применения определенных по свойствам средств пожаротушения.

Если применение этих средств не дает прирост величинам опасных факторов пожара, то их можно применять для тушения помещений и мест пребывания людей.

Величины ОФП можно получить расчетом при определении необходимого времени эвакуации.

Определяют критическую продолжительность пожара для данной схемы развития по каждому из опасных факторов пожара:

а) повышенной температуре:

$$t_{kp}^T = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - 25}{(273 + 25) \cdot 0,45} \right] \right\}^{1/3} = 18,176 \text{ с};$$

б) потере видимости:

$$t_{kp,j}^{ПВ} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{521,4 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 3,86 \cdot 49,5 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = 76 \text{ с};$$

в) пониженному содержанию кислорода:



$$t_{kpj}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,444}{\left( \frac{B \cdot L_{O_2}}{V} \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,444}{\left( \frac{3,86 \cdot 1,154}{521,4} \right) \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 133 \text{ с};$$

г) допустимое содержание  $CO_2$ :

$$t_{kpj}^{CO_2} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot x_{CO_2}}{B \cdot L_{CO_2} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{521,4 \cdot 0,11}{3,86 \cdot 1,478 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} > 0,$$

Значение отлично от нуля в положительную сторону, означает, что при сложившейся пожароопасной ситуации, в результате горения происходит выделение углекислого газа  $CO_2$ . Данный фактор представляет высокую опасность для эвакуируемых людей.

д) допустимое содержание  $CO$ :

$$t_{kpj}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot x_{CO}}{B \cdot L_{CO} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{521,4 \cdot 0,00116}{3,86 \cdot 0,03 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} > 0,$$

Значение по фактору выделения углекислого газа в процессе пожара в помещении читального зала говорит о наличии опасного воздействия углекислого газа на эвакуируемых людей.

е) допустимое содержание  $HCl$ :

$$t_{kpj}^{HCl} = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot x_{HCl}}{B \cdot L_{HCl} \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{ \frac{3,86}{18,6 \cdot 10^{-5}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{521,4 \cdot 0,0023}{3,86 \cdot 0,0058 \cdot 0,45} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} < 0,$$

Значение по фактору выделения соляной кислоты показывает, что данный фактор не несет угрозы для жизни эвакуируемых людей.

С помощью компьютерной программы ТОКСИ так же можно построить графики развития опасных факторов пожара. На графиках, представленных ниже, просматривается развитие опасных факторов пожара для рассматриваемого сценария пожара.

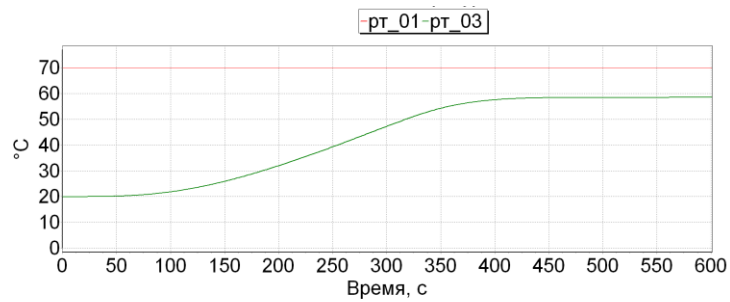


График 1 - Критическая продолжительность пожара по повышенной температуре

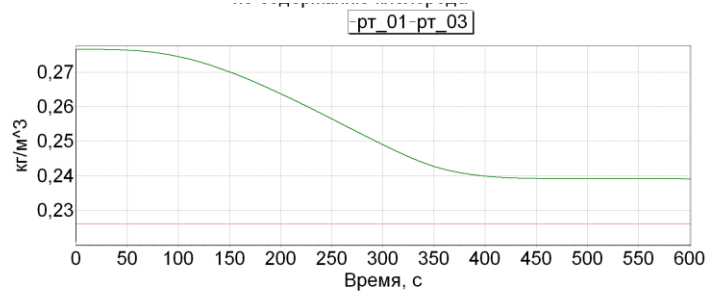


График 2 - Критическая продолжительность пожара по содержанию кислорода

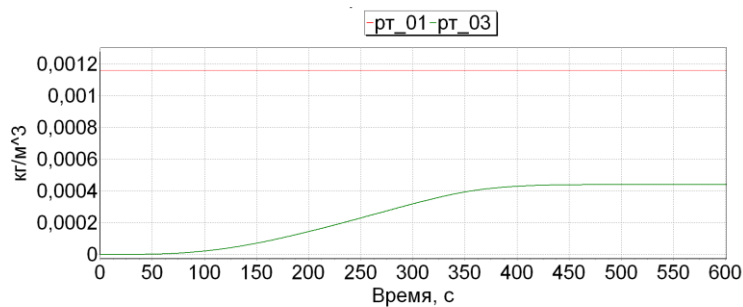


График 3 - Критическая продолжительность пожара по содержанию угарного газа

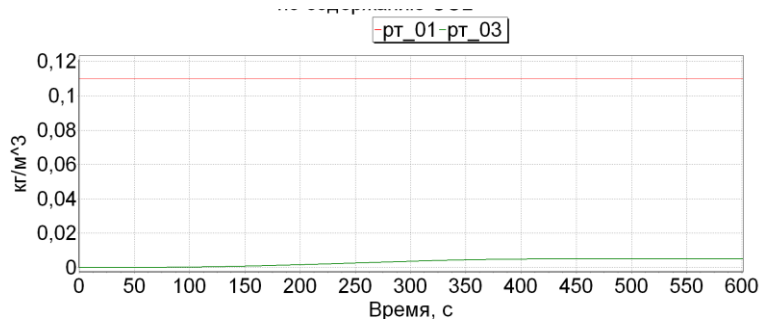


График 4 - Критическая продолжительность пожара по содержанию углекислого газа

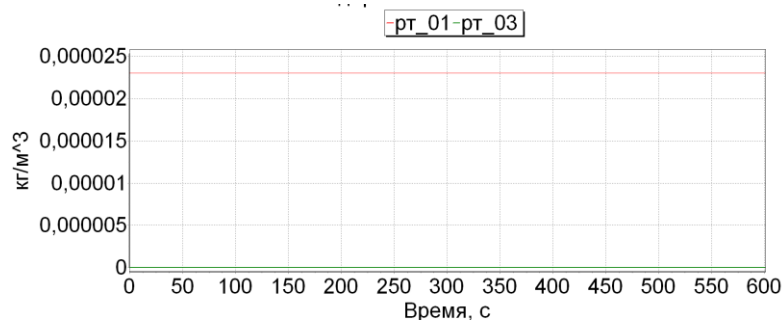


График 5 - Критическая продолжительность пожара по содержанию соляной  
КИСЛОТЫ

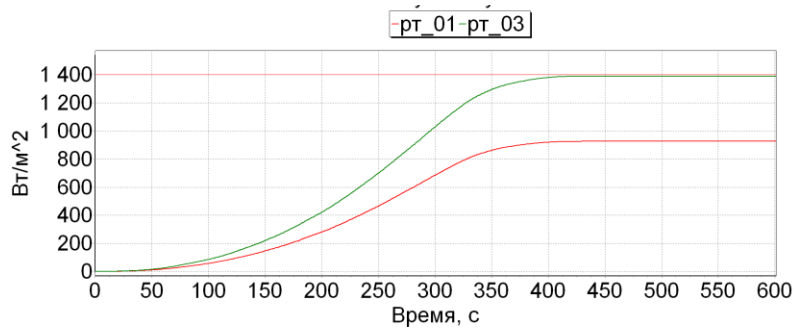


График 6 - Критическая продолжительность пожара по тепловому потоку

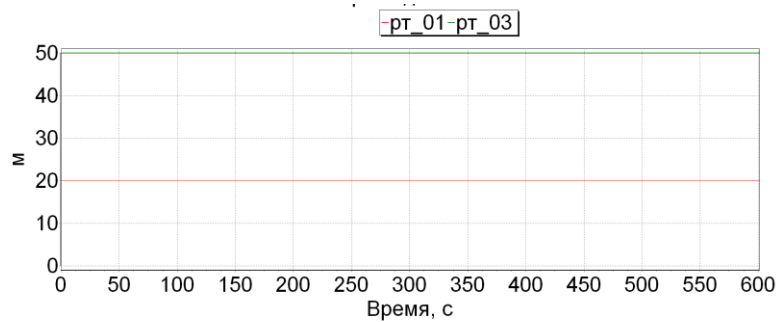


График 7 - Критическая продолжительность пожара по потере видимости

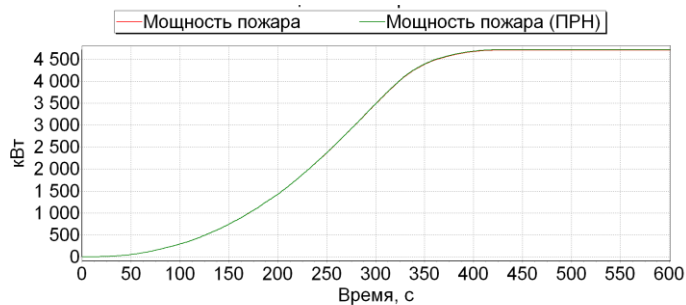


График 8 – Развитие мощности пожара

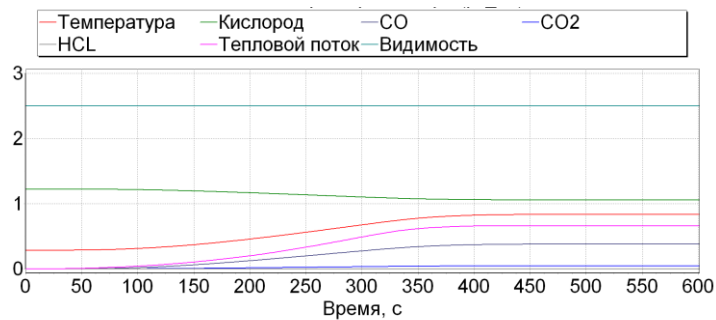


График 9 – Развитие всех опасных факторов пожаров

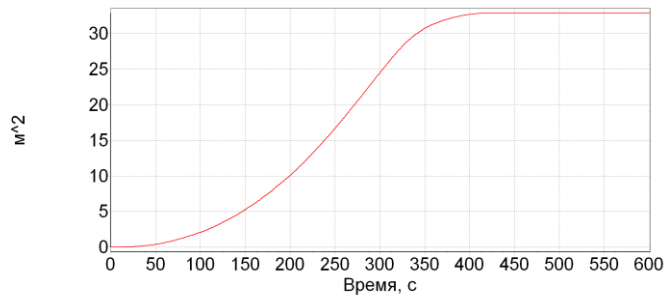


График 10 – Площадь развития пожара

Затем определяют критическую продолжительность пожара для данной расчетной схемы:

$$t_{крj} = \min \{ t_{крj}^T, t_{крj}^{ПВ}, t_{крj}^{O_2}, t_{крj}^{ТГ} \} = 76 \text{ с};$$

И рассчитывают необходимое время эвакуации:

$$t_{нб} = \kappa_{б} \cdot t_{кр} = 0,8 \cdot 79 = 63,2 \text{ с},$$

где:  $\kappa_{б} = 0,8$  - коэффициент безопасности.

Сравнивают необходимое время эвакуации с расчетным временем и делают вывод, что люди из-за воздействия опасных факторов пожара – повышенная температура, выделение углекислого газа, угарного газа, задымления и др., самостоятельно эвакуироваться смогут (не смогут), что показывает разница необходимого времени эвакуации с расчетным временем. На графиках по критической продолжительности ОФП видно, что с течением времени увеличивается выделение углекислого газа, угарного газа, повышается температура, уменьшается содержание кислорода в помещении, не изменяется содержание соляной кислоты.

## **Выводы:**

Таким образом можно отметить, что представленный метод расчета позволяет узнать только уровень воздействия ОФП на людей, и абсолютно не пригоден при использовании пенообразователей синтетических углеводородных общего назначения. В этом случае руководящие документы отправляют нас к своду норм и правил использования данные огнетушащих средств.

Искусственные фторсодержащие пленкообразующие пенообразователи образуют пену невысокой и центральной кратности. Употребляются при тушении всех классов органических жидкостей, помимо химически взаимодействующих с водой и полярных жидкостей. Они готовы образовывать на плоскости нефтепродуктов водную пленку, ускоряющую их тушение и препятствующую повторному возгоранию, обеспечивают высшую эффективность тушения при небольшом расходе.

Искусственные фторсодержащие пленкообразующие пенообразователи целевого назначения для тушения водорастворимых (полярных) горючих жидкостей целевого назначения созданы для тушения пожаров классов А и В с применением пены невысокой и центральной кратности, включая тушение в классе В углеводородных топлив и водорастворимых (полярных) жидкостей. Они готовы образовывать на плоскости нефтепродуктов и водорастворимых (полярных) горючих жидкостей полимерную пленку, ускоряющую их тушение и препятствующую повторному возгоранию. Помимо классических приемов тушения, подачи пены сверху в очаг горения, фторсодержащие пенообразователи имеют все шансы употребляться для тушения пожаров углеводородных горючих жидкостей в резервуарах подслоиным методом. Для получения пены невысокой кратности используются высоконапорные генераторы.

Практически все выпускаемые в РФ пенообразователи, имеющие фтор-ПАВ, делаются на иностранном сырье. Экологические вопросы с применением фторсодержащих пенообразователей (их токсичность, канцерогенность),

поставленных в США и европейских государствах, требуют решения и в РФ. Все фторированные поверхностно-активные препараты, входящие в состав пенообразователей, биологически не разлагаемые продукты, что, попадая в землю и водоемы, готовы вызвать экологические трудности. В также время невозможно вполне категорически отказаться от использования высокоэффективных фторированных пенообразователей. Пенообразователи надлежит бросить для использования в ограниченном числе на тех объектах, где невозможно в их отсутствие ограничиться. В случае пожара израсходованный пенообразователь обязан быть собран и выслан на завод для переработки либо на полигон хим отходов.

Фторированные пенообразователи надлежит беречь лишь в емкостях из нержавеющей стали либо в емкостях из полимерных материалов. Воспрещается внедрение железобетонных емкостей без полимерного покрытия для хранения пенообразователей. Долгое хранение (более 1 месяца) аква растворов пенообразователей в емкостях из углеродистой стали, не имеющих в собственном составе стабилизаторов, не допускается. При применении емкостей из стекла, пластмассы либо нержавеющей стали, срок хранения аква растворов составляет 3 года. Подобные условия нужны при хранении концентрированных пенообразователей более гарантийного срока.

Фторсодержащие пенообразователи и протеиновые невозможно перемешивать с синтетическими углеводородными единого и целевого назначения без понижения их огнетушащей эффективности.

Биологически «мягкие» пенообразователи, не подлежащие регенерации и утилизации, допускается скидывать в производственные сточные воды при разбавлении их водой до максимально возможной концентрации ПАВ (около 25 %). Воспрещается сброс производственных сточных вод, содержащих биологически «жесткие» и фторсодержащие пенообразователи, в систему канализации населенных пт. Обезвреживание «жестких» и фторсодержащих пенообразователей изготавливается методом сжигания концентрата в

Специализированных печах, имеющихся на химзаводах, или захоронения на свалке химических отходов.

#### **4. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение»**

### **1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Пожары наносят громадный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей. Поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в общегосударственном масштабе.

На этапах развития пожара необходимым параметром является своевременное обнаружение источника горения и последующее его устранение. Огнетушащие средства различных видов и назначения выполняют эти функции.

Актуальность таких средств обусловлена наличием различного рода проблем в области обеспечения пожарной безопасности – противопожарной защите при нарушениях правил устройства и эксплуатации электроустановок, короткими замыканиями в электрооборудовании, перегрузкой проводов, большими переходными сопротивлениями в местах контакта проводников, плохой подготовкой оборудования к ремонту, самовозгоранием неправильно складированных материалов, в бытовых условиях в результате неосторожного обращения с огнем.

Проведем сегментирование рынка услуг по определению алгоритма анализа жидкофазных огнетушащих составов.

Таблица 1. Карта сегментирования рынка услуг по разработке анализа жидкофазных огнетушащих составов.

Жидкофазные огнетушащие составы
---------------------------------



		Огнетушащие составы на основе жидкого стекла	Перспективы применения хладонов, как химически тормозящих реакцию горения веществ, в системах пожаротушения	Новейшая инновационная разработка в технологиях пожаротушения и противопожарной безопасности BONTEL	
Размер компании	Крупные	+	+	+	
	Средние	+	-	-	
	Малые	-	-	-	

«+» - удобство применения данного состава; «-» - нерациональность использования данного состава людьми.

Как видно из приведенной карты сегментирования, алгоритм анализа жидкофазных огнетушащих составов является наиболее универсальным и может использоваться компаниями всех размеров, а так же является наиболее простым в использовании.

## 1.2. Анализ конкурентных технических решений

Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, приведенной ниже.

Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности труда пользователя	0,2	4	2	3	0,2	0,4	0,3
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2

Помехоустойчивость	0,23	4	2	3	0,26	0,13	0,12
Энергоэкономичность	0,56	6	4	5	0,12	0,24	0,5
Надежность	0,05	5	4	3	0,52	0,25	0,39
Уровень шума	0,2	3	2	2	0,6	0,4	0,4
Безопасность	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Потребность в ресурсах памяти	0,17	3	3	2	0,51	0,34	0,26
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Уровень проникновения на рынок	0,1	5	2	1	0,5	0,2	0,1
Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Сотрудники узкого профиля для работы с методикой	0,05	4	2	2	0,2	0,1	0,25
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>3,58</b>	<b>3,43</b>	<b>2,38</b>

Где сокращения: Б<sub>ф</sub>- Огнетушащие составы на основе жидкого стекла; Б<sub>к1</sub> – Перспективы применения хладонов, как химически тормозящих реакцию горения веществ, в системах пожаротушения; Б<sub>к2</sub>- Новейшая инновационная разработка в технологиях пожаротушения и противопожарной безопасности BONTEL.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что наиболее конкурентно способным на рынке являются огнетушащие составы на основе жидкого стекла. Конкурентное преимущество заключается в прочности состава. Огнетушащие составы на основе жидкого стекла обладают значительными преимуществами и способны занять наиболее перспективные сегменты рынка. Алгоритм расчетов анализа жидкофазных огнетушащих составов и

полноценный их анализ является наиболее эффективным и целесообразным для использования на любых территориях, в том числе и на газокompрессорных станциях, входящих в состав магистральных трубопроводов. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как необходимость дополнительных исследований для получения достоверных результатов, использование дополнительного оборудования, необходимость иметь в штате сотрудников, узких специалистов, для работ с данными методиками на предприятии и т.д.

### 1.3. Технология QuaD

Оценка показателей качества и перспективности разработки представлена в таблице 2.

Таблица 2

*Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)*

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Ударопрочность	0,17	90	100	1	0,17
2. Удобство в эксплуатации	0,11	100	100	1	0,11
3. Безопасность	0,06	80	100	0,9	0,062
4. Подготовка к измерениям	0,12	100	100	1	0,12
5. Низкая погрешность	0,17	90	100	0,9	0,153
6. Воспроизводимость	0,11	90	100	0,9	0,099
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
7. Конкурентоспособность продукта	0,1	100	100	1	0,1
8. Цена	0,16	100	100	1	0,16
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0,964</b>

Вывод: Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности составляет 96,4%, следовательно, анализ жидкофазных

огнетушащих составов является перспективным. Основные инвестирования на внедрение на рынок. Основные направления улучшения анализа жидкофазных составов - это повышение качества и достоверности конечных результатов, повышение безопасности продукта.

#### 1.4. SWOT-анализ

**SWOT** – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны алгоритма расчетов пожарного риска газокompрессорной станции и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 3. Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Принципиально новая методика С2. Наличие опытного руководителя С3. Способность разрабатываемого метода быть применимым к мало изученным веществам и материалам. С4. Актуальность разработки. С5. Не требует уникального оборудования.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Узкая направленность жидкофазных огнетушащих составов. Сл2. Возможность появления новых методов. Сл3. Не все испытаны в работе. Сл4. Медленный процесс вывода на рынок новой методики. Сл5. Многостадийность методики.
<b>Возможности:</b> В1. Возможность создания партнерских отношений с рядом исследовательских	Актуальность разработки, опытный руководитель и принципиально новый подход к алгоритму	Возможность наличия партнерских отношений с исследовательскими институтами в испытании алгоритма в

<p>институтов.</p> <p>В2. Большой потенциал применения алгоритма анализа жидкофазных огнетушащих составов.</p> <p>В3. Возможность выхода на внешний рынок.</p> <p>В4. Рост потребности в обеспечении безопасности технологического производственного процесса.</p> <p>В5. В случае принятия рынком выход на большие объемы</p>	<p>анализа жидкофазных огнетушащих составов дает возможность сотрудничать с рядом ведущих исследовательских институтов;</p> <p>Большой потенциал применения алгоритма, а так же возможность выхода на внешний рынок обуславливаются принципиально новым алгоритмом, способностью нового алгоритма к применению к мало изученным веществам и материалам, актуальностью разработки;</p> <p>Рост потребности в обеспечении безопасности технологического производственного процесса возможен за счет принципиально нового алгоритма, не требующего использования специального оборудования;</p> <p>За счет новизны и принципиальных отличий возможен выход на большие объемы применения данного алгоритма.</p>	<p>работе</p>
--	---	---------------

<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на алгоритм анализа жидкофазных огнетушащих составов на производстве.  У2. Противодействие со стороны конкурентов: снижение цен, усовершенствование текущих методов.  У3. Захват внутреннего рынка иностранными конкурентами.  У4. Закрытие специализированных лабораторий на территории РФ.  У5. Подробное изучение термодинамических характеристик используемых веществ и материалов.</p>	<p>Принципиально новый алгоритм и актуальность разработки не сказываются на спросе на методики расчета анализа жидкофазных огнетушащих составов; Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя и потребность в уникальном оборудовании.</p>	<p>Медленный вывод алгоритма на рынок позволит переждать период спада спроса на методи расчета анализа жидкофазных огнетушащих составов.</p>
--	---	--

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствие или несоответствие помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Интерактивные матрицы проекта.

Таблица 4

Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	+	-	+	-
	B2	+	-	+	+	0
	B3	+	0	+	+	0
	B4	+	-	0	+	-
	B5	+	0	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C4, B2B3C1C3C4, B4C1C4, B5C1.

Таблица 5

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	0	0	+	0	0
	B2	-	-	0	0	0
	B3	0	-	-	-	0
	B4	0	0	0	-	0
	B5	-	-	-	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл3.

Таблица 6

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	-	0	+	0
	У2	-	-	+	0	+
	У3	-	0	0	0	0
	У4	-	0	-	-	-
	У5	0	-	-	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С1С4, У2С3С5.

Таблица 7

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	0	0	0	+	0
	У2	0	0	0	0	-
	У3	-	0	0	0	0
	У4	-	0	-	-	-
	У5	0	-	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл4.

## 2. Планирование научно-исследовательских работ

### 2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 9. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка	1	Составление и утверждение	Научный

технического задания		темы проекта	руководитель
	2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель
Выбор направления исследований	3	Постановка задачи	Научный руководитель
	4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Научный руководитель, студент
	5	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	6	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент
Теоретические и экспериментальное исследования	7	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	Студент
	8	Анализ конкурентных методик	Студент
	9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Студент
	10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
	12	Работа над выводами по проекту	Студент
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

## 2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$



где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 2.3. Разработка графика проведения научного исследования.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2016 год, количество календарных дней составляет 366 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных – 105 дней, а количество предпраздничных дней – 14, таким образом:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366-105-14} = 1,48,$$

$$k_{\text{кал}}=1,48.$$

Все полученные значения заносим в таблицу (табл. 10).

После заполнения таблицы 10 строим календарный план-график (табл. 11). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяем различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 10. Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожг}$ , чел-дни				Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3							
Составление и утверждение темы проекта	2	2	2	5	5	5	3,4	3,3	3,2	Руководитель	3	3	3	5	5	5
Выдача задания по тематике проекта	1	1,5	1	2	2	2	1,8	1,8	1,8	Рук.–студент	2	2	2,4	3	3	3
Постановка задачи	1	1	1	2,4	2	2	1,8	1,8	1,8	Студент	2	2	2	3,3	3	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	1	2	5	2	4	3,5	1,9	2,8	Рук. – студ.	2	1	1,5	3	1	2
Подбор литературы по тематике работы	7	6	7	10	8	10	8,4	6,8	8,2	Студент	8	7	8	12	10	12
Сбор материалов и анализ существующих методик	14	14	14	17	17	17	15,2	15,2	15,2	Студент	15	15	15	23	23	23
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	7	8	9	9	9	7,8	7,8	7,8	Студент	8	8	8	12	12	12
Анализ конкурентных методик	5	5	5	6	7	7	5,8	5,8	5,8	Студент	6	6	6	9	9	9
Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	3	2	3	5	4	3	3,4	2,4	3,4	Рук. – студ.	3,2	1	3	4	2	4
Согласование полученных данных с научным руководителем	2	1	2	5	3	4	3,2	1,8	2,8	Рук. – студ.	1	1	1,5	2	1	2
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	Студент	2,5	2,5	2,5	4	4	4
Работа над выводами по проекту	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Студент	2	2	2	3	3	3
Составление пояснительной записки к работе	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	Студент	5	5	5	7	7	7

Таблица 11. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>ки</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5	■										
2	Выдача задания по тематике проекта	Студент	3		■									
3	Постановка задачи	Студент	3		■									
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, Студент	3		■	■								
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	12			■	■	■						
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	23				■	■	■	■				
7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	12						■	■	■			
8	Анализ конкурентных методик	Студент	9								■	■	■	
9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Руководитель, Студент	4									■	■	
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, Студент	2									■	■	
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4										■	■
12	Работа над выводами	Студент	3											■
13	Составление пояснительной записки к работе	Студент	7											■

■ – студент; ■ – научный руководитель.

## 2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

### 2.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (6)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Данные по расходным материалам, приведенные в таблице 12, взяты по преysкуранту цен сети магазинов «Книжный мир» г. Томск за май 2016 года.

Таблица 12. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	лист	130	110	14	2	2	2	355	240	173
Картридж	шт.	1	1	1	1200	1200	1200	1250	1250	1250
ПК	шт.	1	1	1	3640	3640	3640	36400	36400	36400

Дополнительная литература	шт.	2	1	1	400	350	330	920	402,5	379,5
Итого								38925	38292,	38202,

### 2.4.3. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В этой статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i},$$

где  $t_i$  - затраты труда, необходимые для выполнения  $i$ -го вида работ, в рабочих днях,  $C_{зн_i}$  - среднедневная заработная плата работника, выполняющего  $i$ -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F}$$

где  $D$  - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы),  $K$  - районный коэффициент (для Томска – 30%),  $F$  – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице:

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	18221,96	1076,75	11,2	8	11,4	12059,6	8614	12274,95
Студент	6976,22	412,23	56,7	52,5	56,9	23373,44	21642,08	23455,89

Итого:	35433,04	30256,08	35730,81
--------	----------	----------	----------

Для руководителя:

$$C_{зи} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (18221,96 + 18221,96 \cdot 0,3) / 22 = 1076,75 \text{руб./дн.}$$

Для студента:

$$C_{зи} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (6976,22 + 6976,22 \cdot 0,3) / 22 = 412, \text{руб./дн.}$$

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (12)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

*Таблица 14. – Расчет дополнительной заработной платы*

*Таблица 14.1 – Расчет дополнительной заработной платы*

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	12059,6	8614	12274,95	0,15	1808,94	1292,1	1841,24
Студент	23373,44	21642,08	23455,89		3506,02	3246,31	3518,38
<b>Итого</b>					<b>5314,96</b>	<b>4538,41</b>	<b>5359,62</b>

#### 2.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (9)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 15. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	12059,6	8614	12274,9	1808,94	1292,1	1841,24
Студент-дипломник	23373,44	21642,0	23455,8	3506,02	3246,31	3518,38
Коэффициент отчислений	27,1%					
Итого						
Исполнение 1	11042,71					
Исполнение 2	9429,31					
Исполнение 3	11135,51					

#### 3.4.5. Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{нр}, \quad (10)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 50%.



Табл. 16 Расчет накладных расходов

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	38925	38292,5	38202,5
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	35433,04	30256,08	35730,81
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5314,96	4538,41	5359,62
4. Отчисления во внебюджетные фонды	11042,71	9429,31	11135,51
5. Накладные расходы	90715,71	82516,3	90428,44

### 3.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 17. Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	38925	38292,5	38202,5
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	35433,04	30256,08	35730,81
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5314,96	4538,41	5359,62
4. Отчисления во внебюджетные фонды	11042,71	9429,31	11135,51
5. Накладные расходы	90715,71	82516,3	90428,44
6. Бюджет затрат НТИ	181431,42	165032,6	180856,88

Минимальный бюджет НТИ представлен вторым исполнением и составляет 165032,6 рубля.

#### 4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (11)$$

где  $I_{финр}^{исп.i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{119828}{132863,3} = 0,9; \quad I_{финр}^{исп2} = \frac{114714,5}{132863,3} = 0,86; \quad I_{финр}^{исп3} = \frac{132863,3}{132863,3} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (12)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a^i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 17).

Таблица 17. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Визуализация результатов	0,2	5	3	3
Использование косвенных признаков для определения	0,3	5	3	4
Интерфейс	0,05	4	5	3
Модель математического моделирования	0,15	4	4	2
Ввод исходных данных	0,1	5	4	3
Визуализация результатов	0,2	5	4	3
Итого	1	4,8	3,55	3,15

$$I_{p-исп1} = 5 \times 0,2 + 5 \times 0,3 + 4 \times 0,05 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,1 + 5 \times 0,2 = 4,8$$

$$I_{p-исп2} = 3 \times 0,2 + 3 \times 0,3 + 5 \times 0,05 + 4 \times 0,15 + 4 \times 0,1 + 4 \times 0,2 = 3,55$$

$$I_{p-исп3} = 3 \times 0,2 + 4 \times 0,3 + 3 \times 0,05 + 2 \times 0,15 + 3 \times 0,1 + 3 \times 0,2 = 3,15$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (13)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,8}{0,9} = 5,3; \quad I_{исп2} = \frac{3,55}{0,86} = 4,13; \quad I_{исп3} = \frac{3,15}{1} = 3,15.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность

проекта (см.табл.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп\ i}}{I_{исп\ max}} \quad (14)$$

Таблица 18. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	0,86	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	3,55	3,15
3	Интегральный показатель эффективности	5,3	4,13	3,15
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,78	0,6

**ВЫВОД:** В результате выполненного анализа экономической эффективности было проведено сегментирование рынка, в результате которого были выбраны основные и наиболее перспективные сегменты. В результате анализа конкурентных технических решений наиболее конкурентоспособным оказались жидкофазные огнетушащие составы на основе жидкого стекла. Анализ качества и перспективности данного состава, что он является перспективной, средневзвешенное значение показателя качества и перспективности составило 96,4%.

В процессе работы мы провели расчет материальных затрат, минимальные затраты составили 38202,5 рублей (Исполнение 3 – Новейшая инновационная разработка в технологиях пожаротушения и противопожарной безопасности BONTEL.). Также был проведен расчет основной и дополнительной заработной

платы, отчислений во внебюджетные фонды и расчет накладных расходов. По результатам расчетов сделан вывод о том, что минимальный бюджет НИИ составил 165032,6 рубля (Исполнение 2 – перспективы применения хладонов, как химически тормозящих реакцию горения веществ, в системах пожаротушения).

Был составлен перечень этапов и работ, и распределены исполнители. В качестве исполнителей выступали: научный руководитель и студент. Также был составлен календарный план-график проведения НИОКР, на котором изображены временные интервалы выполнения различных этапов.

Были рассчитаны интегральные финансовые показатели разработок, интегральные показатели ресурсоэффективности и сравнительная эффективность вариантов исполнения.

## **5. Социальная ответственность**

### **Введение**

Воздушно-механическая пена является наиболее эффективным огнетушащим средством для тушения пожаров классов А (горение твердых веществ) и В (горение жидких веществ).

Для получения воздушно-механической пены используются пенообразователи и пожарная техника. В зависимости от области применения пенообразователи подразделяются на две классификационные группы: общего и целевого назначения. К пенообразователям общего назначения относятся: ПО-ЗНП, ПО-ЗАИ ТЭАС. К пенообразователям целевого назначения относятся: «Сампо», «Морской», «Поток», «Пленкообразующий», «Форэтол», «Универсальный», ПОФ-9М.

Пенообразователи целевого назначения отличаются от пенообразователей общего назначения более высокой огнетушащей способностью за счет использования вторированных добавок.

Все пенообразователи общего и целевого назначения при неоднократном замерзании и последующем постепенном оттаивании не теряют своих первоначальных физико-химических свойств.

На энергетических предприятиях в основном применяются пенообразователи общего назначения.

## **1. Производственная безопасность**

### **1.1. Огнетушители. Требования к эксплуатации.**

#### **1.1.1. Выбор огнетушителей**

Количество, тип и ранг огнетушителей, необходимых для защиты конкретного объекта, устанавливают исходя из величины пожарной нагрузки,

физико-химических и пожароопасных свойств обращающихся горючих материалов (категории защищаемого помещения, определяемой по НПБ 105-95), характера возможного их взаимодействия с ОТВ и размеров защищаемого объекта.

Запрещается применять углекислотные огнетушители для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением выше 10 кВ. Углекислотные огнетушители с диффузором, создающим струю ОТВ в виде снежных хлопьев, как правило, применяют для тушения пожаров класса А.

Углекислотные огнетушители с диффузором, создающим поток ОТВ в виде газовой струи, следует применять для тушения пожаров класса Е.

Хладоновые огнетушители должны применяться в тех случаях, когда для эффективного тушения пожара необходимы огнетушащие составы, не повреждающие защищаемое оборудование и объекты (вычислительные центры, радиоэлектронная аппаратура, музейные экспонаты, архивы и т. д.). Воздушно-пенные огнетушители применяют для тушения пожаров класса А (как правило, со стволом пены низкой кратности) и пожаров класса В.

Воздушно-пенные огнетушители не должны применяться для тушения пожаров оборудования, находящегося под электрическим напряжением, для тушения сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего.

Химические пенные огнетушители и огнетушители, приводимые в действие путем их переворачивания, запрещается вводить в эксплуатацию. Они должны быть исключены из инструкций и рекомендаций по пожарной безопасности и заменены более эффективными огнетушителями, тип которых

определяют в зависимости от возможного класса пожара и с учетом особенностей защищаемого объекта. Водные огнетушители следует применять для тушения пожаров класса А.

Запрещается применять водные огнетушители для ликвидации пожаров оборудования, находящегося под электрическим напряжением, для тушения сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего.

### **1.1.2. Размещение и обслуживание огнетушителей.**

Огнетушители следует располагать на защищаемом объекте в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009 (раздел 2.3) таким образом, чтобы они были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов (вибрация, агрессивная среда, повышенная влажность и т.д.). Они должны быть хорошо видны и легкодоступны в случае пожара. Предпочтительно размещать огнетушители вблизи мест наиболее вероятного возникновения пожара, вдоль путей прохода, а также около выхода из помещения. Расстояние от возможного очага пожара до ближайшего огнетушителя определяется требованиями ППБ 01-93, оно не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м - для помещений категорий А, Б и В; 40 м - для помещений категорий В и Г; 70 м - для помещений категории Д. Огнетушители не должны препятствовать эвакуации людей во время пожара.

Согласно п. 5.14 НПБ 105-95 химические пенные огнетушители и огнетушители, приводимые в действие путем их переворачивания, запрещается



вводить в эксплуатацию. Они должны быть исключены из инструкций и рекомендаций по пожарной безопасности, заменены более эффективными огнетушителями.

Перед введением огнетушителя в эксплуатацию проводится первоначальная проверка, в процессе которой производят внешний осмотр, проверяют комплектацию огнетушителя и состояние места его установки (заметность огнетушителя или указателя места его установки, возможность свободного подхода к нему), а также читаемость и доходчивость инструкции по работе с огнетушителем. Огнетушители, введенные в эксплуатацию, должны подвергаться техническому обслуживанию, которое обеспечивает поддержание огнетушителей в постоянной готовности к использованию и надежную работу всех узлов огнетушителя в течение всего срока эксплуатации. Техническое обслуживание включает в себя периодические проверки, осмотры, ремонт, испытания и перезарядку огнетушителей.

Внешним осмотром проверяется:

- наличие вмятин, сколов, глубоких царапин на корпусе, узлах управления, гайках и головке огнетушителя;
- защитные и лакокрасочные покрытия;
- наличие четкой и понятной инструкции;
- наличие и целостность пломбы на предохранительном устройстве;
- исправность манометра или индикатора давления (если он предусмотрен конструкцией огнетушителя), наличие необходимого клейма и величина давления в огнетушителе закачного типа или в газовом баллоне;

- масса огнетушителя, а также масса огнетушащего вещества (ОТВ) в огнетушителе (последнюю определяют расчетным путем);
- состояние гибкого шланга (при его наличии) и распылителя ОТВ (наличие механических повреждений, следов коррозии, литейного облоя или других предметов, препятствующих свободному выходу ОТВ из огнетушителя);
- состояние ходовой части и надежность крепления корпуса огнетушителя на тележке (для передвижного огнетушителя), на стене или в пожарном шкафу (для переносного огнетушителя).

Результаты проверки заносятся в паспорт огнетушителя. Нормами предусмотрено проведение ежеквартальных и ежегодных проверок огнетушителей. Ежеквартальная проверка включает в себя осмотр места установки огнетушителя и подходов к нему, а также проведение внешнего осмотра. При ежегодной проверке контролируют величину утечки вытесняющего газа из газового баллона или ОТВ из газового огнетушителя, производят вскрытие огнетушителей (полное или выборочное), оценку состояния фильтров, проверку параметров ОТВ и, если они не отвечают требованиям соответствующих нормативных документов, перезарядку огнетушителей.

### **1.1.3. Меры техники безопасности**

При работе с пенообразователями следует соблюдать меры предосторожности. Попадание концентрированного пенообразователя на незащищенную кожу вызывает раздражение. Воздействие на слизистую оболочку глаз приводит к раздражению и ожогу.

Работу с пенообразователями следует проводить в прорезиненных рукавицах, а глаза и лицо предохранять защитными щитками или очками.

При попадании пенообразователя на кожу, и особенно на слизистую оболочку глаз, их следует быстро промыть большим количеством проточной воды.

Ремонтные работы на станции пенопожаротушения и на системе должны производиться только по наряду.

На период пребывания в кабельных помещениях персонала (обход, ремонтные работы и т.п.) пуск установки пожаротушения переводится на дистанционный режим управления. По окончании выполнения работ в защищаемых помещениях восстанавливается автоматический режим работы установки пенного пожаротушения.

При эксплуатации технологического оборудования установок пенного пожаротушения персонал энергопредприятий должен соблюдать установленные требования техники безопасности, изложенные в ПТЭ, ППБ, ПТБ и в заводских паспортах и инструкциях по эксплуатации конкретного оборудования.

Запрещается сливать пенообразователь и его растворы в канализационные системы и ливневые стоки.

## **2. Экологическая безопасность**

### **2.1. Утилизация огнетушителей.**

Следует помнить о том, что утилизация огнетушителей, находящихся под давлением, строго запрещена, так как в обратном случае это может стать причиной взрыва. Помимо этого, утилизация огнетушителей может производиться только лицами возрастом старше 18 лет и при обязательном прохождении специального обучения с получением аттестата относительно знаний правил безопасной эксплуатации и устройства сосудов под давлением.

Вышедшие из срока эксплуатации огнетушители, как и любое другое оборудование, подлежат своевременной утилизации, метод которой напрямую зависит от типа устройства.

Утилизация огнетушителей углекислотного типа также предусматривает следующие операции:

- обязательная предварительная разрядка баллона;
- демонтаж оснащенного раструбом шланга;
- демонтаж выкидной трубки и рамы с колесами, в зависимости от модели огнетушителя;
- демонтаж пуско–запорного устройства с сифонной трубкой.

После чего, баллон приводится в непригодность для дальнейшего использования посредством просверливания или деформации с последующей сдачей на ближайший пункт приема металлолома. Но все пуско–запорное устройство огнетушителя в обязательном порядке сдается во вторцветмет.

## **2.2. Правила безопасности**

Утилизация огнетушителей требует обязательное соблюдение следующих правил:

- все работы должны выполняться лицами старше 18 лет, имеющими специальное образование и аттестат профессиональной пригодности;
- помнить о том, что выполнять какие-либо утилизационные работы с баллонами, находящимися под давлением строгойше запрещено;
- все исполнители утилизационных работ должны в обязательном порядке пройти аттестацию в специальной комиссии относительно знаний правил работы с сосудами под давлением ПБ – 03-576-03 и прослушать специальный вводный инструктаж.

### **2.3. Требования и основные способы утилизации огнетушащих веществ**

К огнетушащим веществам также предъявляются особые требования по утилизации. Утилизации подлежат огнетушащие вещества с истекшим сроком эксплуатации или непригодные к использованию согласно нормативно-техническим документам. Недопустимо сливание или сбрасывание подобных веществ без предварительной обработки. Огнетушащие вещества должны быть подвержены регенерации или утилизации.

Регенерация заключается в совокупности определенных технологических процедур, которые направлены на возвращение исходных свойств огнетушащего вещества. После процесса регенерации вещество может снова использоваться для заправки огнетушителей.

Утилизация заключается в использовании огнетушащего вещества для других целей или иным способом, который отличается от первоначального назначения.

К примеру, такое вещество может использоваться в качестве удобрения. Используют утилизацию в том случае, если вещество уже нельзя регенерировать. Способ утилизации огнетушащего вещества напрямую зависит от его состава. К примеру, огнетушащие порошковые составы на фосфорно-аммонийной основе используются в качестве добавок к удобрениям. Порошок на бикарбонатной основе используется в качестве составляющего в чистящих средствах или с целью нейтрализации кислых сточных вод. Заряды пенных и водных огнетушителей допускается сбрасывать в производственные стоки при условии разведения их с водой.

### **3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Перезарядка огнетушителей является чрезвычайной ситуацией. Поэтому необходимо строго соблюдать технику безопасности, чтобы не произошло серьезных аварий и никто не пострадал.

#### **3.1. Перезарядка огнетушителей**

Огнетушители, которые находятся в эксплуатации, периодически должны подвергаться осмотру и техническому обслуживанию. От этого зависит работоспособность огнетушителей и их готовность в случае применения.

Во время технического обслуживания выполняются такие виды работ: периодические проверки, испытания, ремонт огнетушителей и перезарядка.

##### **3.1.1. Периодичность перезарядки огнетушителей.**

Огнетушители подлежат перезарядке в случае:

- израсходования огнетушащего вещества (ОТВ) при использовании огнетушителя;
- истек срок гарантийного хранения заряда ОТВ;
- после проведения ремонта или испытания огнетушителей;
- при проведении проверки состояния заряда ОТВ, обнаружено несоответствие, какого-либо параметра требованиям тех. условий;
- величина утечки вытесняющего газа или газового ОТВ (в течение года), превышает норму.

Кроме этого, на сроки перезарядки влияют условия хранения и эксплуатации огнетушителей, а также разновидность огнетушащего вещества.

#### **Воздушно-пенные огнетушители.**

Перезаряжать воздушно-пенные огнетушители необходимо раз в 5 лет, если:

- поверхность внутри корпуса обработана эпоксидным или полимерным защитным покрытием;
- корпус огнетушителя выполнен из нержавеющей стали;
- концентрированный фторсодержащий пенообразователь находится в изолированной емкости и его смешивание с водой происходит во время использования огнетушителя.

Периодичная проверка производится в сроки, рекомендованные фирмой-производителем. Огнетушители, имеющие заряд ОТВ в виде многокомпонентного углеводородного пенообразователя, перезаряжаются один раз в 24 месяца.

### **Газовые огнетушители.**

К газовым огнетушителям относятся углекислотные (ОУ) и хладоновые (ОХ) огнетушители. Огнетушащим веществом в газовых огнетушителях, являются диоксид углерода (углекислота) и хладон, параметры которых, проверяют раз в 12 месяцев. Проверка производится с помощью взвешивания, определяющего величину утечки. Если эта величина не превышает допустимую норму, то перезарядка газовых огнетушителей, выполняется каждые 5 лет.

#### **3.1.2. Особенности перезарядки огнетушителей.**

Для того, чтобы операция по перезарядке огнетушителей проходила успешно и сохранялись все функциональные возможности этого средства пожаротушения, необходимо придерживаться определенных правил.

- Огнетушащие вещества, заряжаемые в огнетушитель, обязательно должны находиться в герметичной упаковке, на которую нанесена четкая маркировка, а также иметь всю сопроводительную документацию.
- ОТВ должны пройти контрольную проверку на соответствие основных параметров положениям нормативных документов. В случае несоответствия ОТВ нормативным требованиям, они не могут использоваться для зарядки.
- Во время перезарядки огнетушителей, запрещается применять неизрасходованную часть ОТВ, оставшуюся после использования огнетушителя, без проверки соответствия его параметров требованиям НТД. Для воздушно-пенных огнетушителей, заряд полностью меняется на новый.
- Не разрешается смешивать различные типы огнетушащих порошков, так как это ухудшит эксплуатационные качества порошковых составов и снизит их способность пожаротушения.
- Запрещается преобразовывать один тип огнетушителя в другой.
- Не допускается заряжать ОТВ с превышением допустимого значения, так как корпус огнетушителя может разрушиться во время наддува. Особенно это относится к воздушно-пенным огнетушителям.
- Неиспользованный заряд ОТВ хладонового огнетушителя, необходимо поместить в специальную герметичную емкость для дальнейшей регенерации или подвергнуть его утилизации.
- Перед зарядкой огнетушащего вещества, корпуса углекислотных, хладоновых или порошковых огнетушителей, нужно полностью просушить. При наличии влаги, зарядка не разрешается.



- Чтобы создать избыточное давление в ОП и ОХ, используется сжатый воздух или азот, предварительно пропущенные через фильтры и избавленные от частиц влаги. Точка росы не должна превышать -50 С.
- После перезарядки огнетушителя, необходимо сделать отметку в паспорте, а также на его корпусе (с помощью бирки или этикетки).

Квалифицированно выполненная перезарядка огнетушителей, позволит продлить срок их эксплуатации и сэкономить средства, так как отпадает необходимость в покупке новых огнетушителей.

## **4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **4.1. Требования к огнетушащим веществам**

1. Огнетушащие вещества должны обеспечивать тушение пожара поверхностным или объемным способом их подачи с характеристиками подачи огнетушащих веществ в соответствии с тактикой тушения пожара.
2. Огнетушащие вещества должны применяться для тушения пожара тех материалов, взаимодействие с которыми не приводит к опасности возникновения новых очагов пожара или взрыва.
3. Огнетушащие вещества должны сохранять свои свойства, необходимые для тушения пожара, в процессе транспортирования и хранения.

4. Огнетушащие вещества не должны оказывать опасное для человека и окружающей среды воздействие, превышающее принятые допустимые значения.

#### **4.2. Методы и способы хранения огнетушителей**

Исходя из модели, объема и габаритов огнетушителя, подбирается и способ его хранения. Переносные огнетушители небольших размеров, лучше подвешивать на стену с помощью кронштейнов. Для хранения и крепления огнетушителей в автомобилях, применяются специальные транспортные кронштейны. Напольные подставки и пожарные шкафы, как правило, используют для хранения огнетушителей более крупных размеров.

##### **Настенные кронштейны**

Настенные кронштейны предназначены для хранения переносных огнетушителей на стенах и других вертикальных поверхностях. Несмотря на различие материала конструкции (это может быть пластик или металл), настенный кронштейн может выдерживать огнетушители весом от 2 до 17 кг. Главное преимущество настенных кронштейнов - возможность быстрого доступа к огнетушителям.

##### **Подставка под огнетушитель**

Для хранения огнетушителей на полу, используется подставка под огнетушитель. Подставки под огнетушитель П-10, П-15 и П-20 изготавливаются из стального листа толщиной 1-1,2 мм. Каждая подставка рассчитана на один переносной огнетушитель (3-10 кг) и может устанавливаться в жилых зданиях, учреждениях, промышленных объектах. Подставки под огнетушитель П-10-2, П-15-2 и П-20-2 могут хранить по два переносных огнетушителя.

## **Транспортные кронштейны**

Транспортные кронштейны применяются для крепления огнетушителей на автомобилях (легковых, грузовых и автобусах), где требуется жесткое крепление корпуса огнетушителя. Могут использоваться и внутри помещений на вертикальных поверхностях.

Основные требования к транспортным кронштейнам - обеспечить надежность крепления и возможность быстро снять огнетушитель в случае необходимости. Транспортные кронштейны оснащаются резиновым хомутом, металлической застежкой или другим креплением.

## **Транспортные тележки**

Еще одной разновидностью напольной подставки под огнетушители, является транспортная тележка для углекислотных огнетушителей. На двухколесной базе, расположено крепление для огнетушителей: ОУ-15, ОУ-10, ОУ-15, ОУ-20, ОУ-25, ОУ-40, ОУ-55.

Производятся стандартный и усиленный варианты транспортных тележек. Это средство хранения, позволяет быстро доставить огнетушители к месту пожара.

## **Шкафы пожарные ШП-О**

Шкафы пожарные для огнетушителей ШП-О предназначены для хранения в них переносных огнетушителей. Шкафы пожарные для огнетушителей могут быть расположены в жилых зданиях, учреждениях, офисах, производственных и т.д.

Шкафы для огнетушителей закрепляются на стенах или любой другой вертикальной поверхности. По типу шкафы пожарные для огнетушителей

делятся на открытые (с окошком на дверце) и закрытые (без окошка), по способу крепления - на навесные, встроенные и угловые.

### **Основные правила хранения огнетушителей**

Перед размещением огнетушителей на объекте, необходимо провести первичный осмотр, в ходе которого проверить:

- целостность пломб;
- отсутствие повреждений и деформаций;
- наличие паспорта и сертификата соответствия у каждого огнетушителя;
- на маркировке огнетушителя, должны быть обозначены дата изготовления и дата проведения ТО;
- у закачных огнетушителей, стрелки индикаторов давления, должны располагаться в рабочем диапазоне;

После проведения такого осмотра, огнетушители можно размещать на настенных кронштейнах, напольных подставках или в пожарных шкафах. При этом следует соблюдать ряд правил:

- огнетушители должны располагаться на высоте до 1,5 м и в местах свободного доступа;
- необходимо защитить огнетушители от воздействия солнечных лучей и отопительных приборов;
- огнетушители (не рассчитанные на эксплуатацию при температуре ниже +5 С), расположенные в неотапливаемых помещениях, на время холодного периода, нужно переместить в отапливаемое помещение;
- размещение огнетушителей в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей;

- места размещения огнетушителей обозначаются соответствующими знаками пожарной безопасности.

Соблюдение этих правил, позволит хранить огнетушители в работоспособном состоянии.

#### **4.3. Организация контроля за соблюдением требований пожарной безопасности при производстве, применении и эксплуатации огнезащитных материалов, конструкций и изделий**

Порядок организации контроля за соблюдением требований стандартов, норм и правил, технических условий и других нормативных документов при производстве и применении средств огнезащиты, а также при эксплуатации огнезащитных материалов, конструкций и изделий регламентирован НПБ 232-96 "Порядок осуществления контроля за соблюдением требований нормативных документов на средства огнезащиты (разработка, применение и эксплуатация)". Контроль за соблюдением требований нормативных документов на средства огнезащиты осуществляется в соответствии с планом проверок, в ходе пожарно-технических обследований объектов и в случае необходимости.

Контроль за соблюдением нормативных документов на средства огнезащиты осуществляется комиссией, в состав которой включаются представители Государственной противопожарной службы, испытательной пожарной лаборатории, Госстандарта России и (или) Минстроя России. К работе комиссии могут привлекаться представители разработчика огнезащиты, предприятия-изготовителя огнезащиты, заказчика и подрядчика.

Работа по контролю за соблюдением требований нормативных документов на средства огнезащиты на предприятиях и объектах строительства

должна проводиться по следующим направлениям: проверка наличия и комплектности нормативных документов на средства огнезащиты; проверка наличия лицензии и соблюдения условий лицензирования; проверка наличия сертификатов, технических паспортов и других документов, подтверждающих качество средств огнезащиты и выполненных огнезащитных работ; экспертиза технической документации на предприятии-изготовителе на предмет ее соответствия нормативным документам, регламентирующим качество средств огнезащиты и выполненных огнезащитных работ; контроль качества выпускаемых и применяемых средств огнезащиты и их соответствие требованиям нормативных документов; проверка наличия и состояния технологического оборудования для приготовления огнезащитных составов; контроль норм расхода огнезащитных составов; проверка наличия на рабочих местах выписок из технологических карт по приготовлению и нанесению средств огнезащиты; проверка уровня квалификации лиц, осуществляющих контроль за качеством выпускаемых и применяемых средств огнезащиты, выполнением огнезащитных работ в рамках их должностных инструкций; наличие случаев использования в производстве компонентов без входного контроля или не соответствующих требованиям нормативных документов; контроль состояния огнезащитных покрытий, нанесенных на защищаемые материалы и конструкции, по истечении различных сроков их эксплуатации; проверка соответствия условий хранения огнезащитных составов требованиям нормативных документов; проверка соответствия условий эксплуатации огнезащитных покрытий требованиям нормативных документов.

При определении качества выполненной огнезащитной обработки металлоконструкций, кабелей, деревянных конструкций осуществляется визуальный осмотр нанесенных огнезащитных покрытий для выявления необработанных мест, трещин, отслоений, изменения цвета, посторонних

пятен, инородных включений и других повреждений, а также замер толщины нанесенного слоя. Внешний вид и толщина слоя огнезащитного покрытия, нанесенного на защищаемую поверхность, должны соответствовать требованиям нормативных документов на данное покрытие. Качество огнезащитной обработки деревянных конструкций пропиточным составом проверяется визуально для выявления необработанных мест, повреждений поверхностного слоя древесины и по горючести стружки согласно п. 6 раздела 4 руководства "Способы и средства огнезащиты древесины" (М.: ВНИИПО МВД России, 1994).

Требования нормативных документов на средства огнезащиты считаются не соблюденными, если выпускаемая продукция, выполненные работы (оказанные услуги), режимы эксплуатации не соответствуют хотя бы одному из установленных показателей. Результаты проверки оформляются актом (форма акта приведена в приложениях 2, 3, 4 НПВ 232-96). Копии актов доводятся до сведения ВНИИПО МВД России, территориального органа управления ГПС, руководителей фирмы (компании), проводившей огнезащиту и где проводилась проверка. При необходимости копии актов направляются в органы Госстандарта и Минстроя России.

## **Заключение**

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы была выполнена поставленная цель, а именно проведен анализ эффективности использования жидкофазных огнетушащих составов. Выполнение цели обеспечивалось выполнением следующих основных задач:

1. При выполнении литературного обзора изучены и проклассифицированы все имеющиеся огнетушащие вещества с позиции их воздействия на определенную грань пожарного тетраэдра.

2. Изучены жидкофазные огнетушащие составы: вода, вода со смачивателями, пены различных видов, жидкие хладоны и различные пенообразователи.

3. На основе имеющихся данных о жидкофазных огнетушащих составах, проведен их сравнительный анализ по некоторым критериям оценки эффективности.

4. В ходе исследования также рассмотрен анализ влияния жидкофазных огнетушащих составов на человека и окружающую среду.

В результате проведенного анализа литературных данных были выявлены наиболее эффективные жидкофазные огнетушащие составы, проведена их сравнительная характеристика, приведены основные преимущества и недостатки использования данных составов в современных системах пожаротушения, произведен расчет величины ОФП.

Из проведенного анализа имеющихся данных, следует сделать вывод о необходимости разработок в области улучшения показателей качеств водных составов, т.к. на их основе возможно создание различного рода эффективных огнетушащих составов.



## Список использованных источников

1. Беспмятный Г.Л., Фотов Ю.А. /Предельно допустимые концентрации химических веществ в воздухе и воде. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
2. Выбор типа автоматических установок пожаротушения: Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 1991. – 111 с.
3. ГОСТ 12962-80. Генераторы пены средней кратности. Технические условия.
4. ГОСТ 11101-73. Ствол воздушно-пенный. Технические условия.
5. Средства и нормы тушения: (Рекомендации) – М.: ВНИИПО, 1985 – 7 с.
6. ГОСТ 4.99-83. СПКП. Пенообразователи для тушения пожаров. Номенклатура показателей.
7. ГОСТ Р 50588-93. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.
8. ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация.
9. ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
10. ГОСТ 2517-85. Нефть и нефтепродукты. Метод отбора проб.
11. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах: Справочник. - Л.: Химия, 1982. – 525 с.
12. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
13. Повзик Я.С. Пожарная тактика: М.: ЗАО «Спецтехника», 2004. – 416с.
14. Терехнев В.В. Пожарная тактика: , 2007.
15. А. А. Мельник, С.А. Техтереков, Н. В. Мартинович, Ж. С. Калюжина – Справочник начальника караула пожарной части. – Справочник / Сибирская

- пожарно-спасательная академия - филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 2014.
16. Терещнев В.В., Смирнов В.А., Семенов В.А., Пожаротушение (Справочник). 2-е издание. - Екатеринбург: ООО Издательство «Калан», 2012г. – 472с. 6. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987.
  17. Определение нормативного запаса пенообразователя для тушения горючих жидкостей в резервуарах: (Рекомендации). – М.: ВНИИПО, 1986. - 29 с.
  18. Охрана труда / Под ред. Князевского Б.А. – М.: Высш. шк., 1982. – 320 с.
  19. Белов СВ. и др. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Изд. МГТУ, 1993. – 450с.
  20. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергия, 1981 – 590с.
  21. ГОСТ 12.1.019-2009 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. Государственный стандарт от 10.12.2009
  22. ГОСТ 12.1.033-81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.
  23. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
  24. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
  25. В.А.Лотов, А.П.Смирнов, Л.Г.Лотова. Водный раствор для тушения пожаров. Патент на изобретение №:2275951.