МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(*наименование института*)

Департамент магистратуры

(*Наименование департамента*)

20.04.01 Техносферная безопасность

(*код и наименование направления подготовки*)

Управление пожарной безопасностью

(*направленность (профиль)*)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИННАЯ РАБОТА**

**(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Снижение пожарной опасности технологического процесса в газовой промышленности путём применения в системах пожаротушения инновационных технологий на примере Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

|  |  |
| --- | --- |
| Студент | А. В. Иванов  *(И.О. Фамилия) (личная подпись)* |
| Научный  руководитель | к.т.н. И.И. Рашоян  *(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)* |

Тольятти 2021

Содержание

[Введение 4](#_Toc71980842)

[Термины и определения 9](#_Toc71980843)

[Перечень сокращений и обозначений 12](#_Toc71980844)

[1 Теоретические основы организации пожарно-профилактической работы на предприятиях газовой промышленности 14](#_Toc71980848)

[1.1 Характеристика Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород» 14](#_Toc71980849)

[1.2 Пожарная опасность технологических процессов 17](#_Toc71980861)

[1.3 Планирование и реализация пожарно-профилактической работы на предприятиях газовой промышленности 21](#_Toc71980862)

[2 Планирование и реализация пожарно-профилактической работы на объекте. Критерии планирования 42](#_Toc71980983)

[2.1 Критерии планирования пожарно-профилактической работы на объекте 42](#_Toc71980984)

[2.2 Существующие технологии пожаротушения, применяемые на объекте 43](#_Toc71980985)

[2.3 Анализ инновационных технологий, применяемых в системах пожаротушения объектов газовой отрасли 51](#_Toc71980987)

[2.4 Выбор и обоснование инновационной системы пожаротушения для внедрения в Волжском линейном производственном управлении магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород» 58](#_Toc71980988)

[3 Оценка реализации инновационных технологий в Волжском линейном производственном управлении магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород» 68](#_Toc71980989)

[3.1 Анализ экономической эффективности до внедрения инновационных технологий 68](#_Toc71980990)

[3.2 Анализ экономической эффективности после внедрения технологии 71](#_Toc71980991)

[Заключение 77](#_Toc71980992)

[Список используемых источников 81](#_Toc71980993)

[Приложение А Схема противопожарной системы ГТК-25И 96](#_Toc71981006)

# Введение

Актуальность исследования. В настоящее время в России достаточно много особо опасных и технически сложных производственных объектов нефтегазового комплекса повышенной пожарной опасности. Именно здесь аварии с пожарами и взрывами могут привлечь за собой негативные последствия, способные привести к катастрофе. На современном этапе развития нефтегазового комплекса опасные производственные объекты содержат значительное количество построек с высокой концентрацией горючих веществ и материалов и достаточно близко расположены к населенным пунктам, а в некоторых случаях они находятся в черте города [1].

Многими учеными, как отечественными, так и зарубежными проведены исследования в области обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса (А.Н. Баратов, И.А. Болодьян, Н.Н. Брушлинский, Н.Н. Бурдаков, Ю.И. Дешевых, Ю.Н. Шебеко, А.П. Шевчук, C.M. Pietersen, M. Morris, G.A. Clay, V.C. Marshall, B.J.M. Alle, N.A. Roberts, A. Wolski, B.J. Paaske, O. Thomassen, A. Rajendram и др.). При большом количестве трудов в данной области существуют до сих пор неосвещенные вопросы.

Как отмечается в Градостроительном кодексе Российской Федерации, к особо опасным и технически сложным объектам, входящим в состав объектов нефтегазового комплекса, относятся опасные производственные объекты, на которых получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, превышающих предельные [9]. Такие вещества и предельные количества опасных веществ соответственно указаны в приложениях 1 и 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [17].

Можно сделать вывод о том, что проблема обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазового комплекса является на сегодняшний день по-прежнему актуальной.

Объект исследования: система пожарной безопасности Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Предмет исследования: инновационные технологии, применяемые в системах пожаротушения для снижения пожарной опасности технологического процесса в газовой промышленности.

Цель исследования: теоретически изучить и практически обосновать эффективность использования в системах пожаротушения инновационных технологий для снижения пожарной опасности технологического процесса в газовой промышленности.

Гипотеза исследования состоит в том, что пожарная опасность технологического процесса в газовой промышленности будет снижена более эффективно, если в системах пожаротушения применять инновационные технологии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

* проанализировать пожарную опасность технологических процессов на предприятиях газовой промышленности;
* рассмотреть существующие технологии обеспечения пожарной безопасности технологических процессов Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»;
* разработать критерии планирования пожарно-профилактической работы на объекте;
* проверить эффективность внедрения инновационных технологий в системах пожаротушения Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Теоретико-методологическую основу исследования составили работы А.Н. Баратова, И.А. Болодьяна, Н.Н. Брушлинского, Н.Н. Бурдакова, А.И. Гилетича, Ю.И. Дешевых, А.Н. Елохина, И.В. Каплина, М.В. Лисанова, М.Н. Мансурова, В.П. Молчанова, В.П. Назарова, В.И. Присадкова, С.В. Пузача, В.С. Сафонова, В.В. Холщевникова, А.Н. Черноплекова, Ю.Н. Шебеко, А.П. Шевчука, С.А. Швыркова, C.M. Pietersen, M. Morris, G.A. Clay, V.C. Marshall, B.J.M. Alle, N.A. Roberts, A. Wolski, B.J. Paaske, L. Nesheim, O. Thomassen, L. Tronstad, A. Rajendram.

Опытно-экспериментальная база исследования: Волжское линейное производственное управление магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Методы исследования: теоретические (обзор научной литературы, анализ теоретического материала), практические (математический расчет экономической эффективности внедрения систем пожаротушения).

Научная новизна исследования заключается в разработке научно обоснованных теоретических, методических положений и рекомендаций по формированию и реализации механизма противопожарной защиты на объекте газовой промышленности с целью повышения эффективности их деятельности.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

* анализе пожарной опасности технологических процессов;
* рассмотрении вопросов обеспечения пожарной безопасности на предприятиях газовой промышленности;
* характеристике инновационных технологий, применяемых в системах пожаротушения.

Практическая значимость исследования состоит в проверке эффективности использования инновационных технологий, применяемых в системах пожаротушения, для снижения пожарной опасности технологического процесса в газовой промышленности на примере Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в проведении опытно-экспериментальной апробации инновационной системы пожаротушения в Волжском линейном производственном управлении магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. По основным идеям исследования была написана статья в научно-практический электронный журнал «Аллея науки» на тему «Применение инновационных технологий в системах пожаротушения для снижения пожарной опасности технологического процесса в газовой промышленности» (статья опубликована в №5(44), 2020 г., стр. 65-70).

На защиту выносятся:

* результаты анализа пожарной опасности технологических процессов Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»;
* результаты анализа существующих технологий обеспечения пожарной безопасности технологических процессов Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»;
* результаты разработки критериев планирования пожарно-профилактической работы на объекте;
* результаты проверки эффективности внедрения инновационных технологий в системах пожаротушения Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Структура магистерской диссертации.

Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 7 рисунков, 4 таблицы, список использованных источников (102 источника). Основной текст работы изложен на 95 страницах.

# Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Автоматическая система водопенного пожаротушения – установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне. Особенностью водопенных АУПТ является дополнительная необходимость контроля исправности цепей управления задвижками запорных устройств, электрических цепей приборов, регистрирующих срабатывание узлов управления и формирующих команду на автоматическое включение пожарных насосов и насосов-дозаторов на обрыв и короткое замыкание, аварийного уровня огнетушащего вещества (ОТВ) в резервуаре и емкости с пенообразователем, давления в гидропневмобаке.

Автоматическая система газового пожаротушения – это установки, применяющиеся для выявления очагов возгорания, оперативного оповещения о пожаре и его тушения специальным огнетушащим газом. Использование таких автоматических систем позволяет защитить оборудование от коррозий, а последствия работы подобных установок устраняются обычным проветриванием помещения. Системы автоматического газового пожаротушения устойчивы к высоким и низким температурам, а их установка идеальна в тех помещениях, где расположено электрооборудование под напряжением.

Автоматическая система порошкового пожаротушения – это близкая по своей схеме, составу оборудования к спринклерным/дренчерным, газовым АУПТ установка с единой емкостью/резервуаром хранения огнетушащего вещества, сетью распределительных/разводящих трубопроводов с насадками/головками для подачи порошка в очаг пожара, побудительной сетью АПС с тепловыми, дымовыми пожарными извещателями, приборами контроля/управления пожаротушением.

Автоматическая установка пожарной сигнализации – совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических водяных, газовых, порошковых и прочих установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем противодымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты.

Автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) – автоматически срабатывающая установка пожаротушения. Запускается автоматически при превышении пороговых значений опасных факторов пожара. АУПТ запускаются ручным (кроме спринклерных) и автоматическим способом и выполняют функции автоматической пожарной сигнализации.

Мобильные установки пожаротушения – это передвижные средства пожарной охраны. К ним относятся пожарные автомобили, поезда, суда, средства тушения с воздуха (самолеты и вертолеты), пожарные мотопомпы и другие передвижные технические средства (прицепы, трактора).

Первичные средства пожаротушения – средства пожаротушения, используемые для борьбы с пожаром в начальной стадии его развития.

Пожарная опасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

Пожарная опасность технологических сред – возможность возникновения и (или) развития пожара, обусловленная физико-химическими свойствами и параметрами указанных сред.

Пожарная сигнализация – это совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем противодымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты.

Противопожарный режим – комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации оборудования, направленных на обеспечение пожарной безопасности данного объекта.

Система пожаротушения тонкораспыленной водой – установки, распыляющие для тушения пожара струи мелких водяных капель (водяного тумана).

Технологическая среда – сырьевые вещества и материалы, полупродукты и продукты, обращающиеся в технологической аппаратуре (технологической системе).

Уровень пожарной опасности – количественная оценка возможного ущерба от пожара и частоты его реализации.

# Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения:

АРМ СИ – автоматизированное рабочее место сменного инженера

АУГП – автоматическая установка газового пожаротушения

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения

АХОВ – аварийно-химические опасные вещества

ВПВ – внутренний противопожарный водопровод

ГГПА – газотурбинные газоперекачивающие агрегаты

ГНВП – газонефтеводопроявления

ГОТВ – газовое огнетушащее вещество

ГПА – газоперекачивающие агрегаты

ИДД – ионизационный детектор дыма

КС – компрессорная станция

КТП АВО - комплектная трансформаторная подстанция аппаратов воздушного охлаждения

КТП ПЭБ – комплектная трансформаторная подстанция производственно-энергетического блока

ЛПУ – линейное производственное управление

МГ – магистральные газопроводы

МГП – модули газового пожаротушения

МИЖУ - модуль изотермический для жидкой двуокиси углерода

МПП – модуль порошкового пожаротушения

ОДД – оптический детектор дыма

ОТВ – огнетущащее вещество

ПДК – предельно-допустимая концентрация

ПДС – пункт диспетчерской связи

ППЗ – противопожарная защита

ПР – пожарный робот

РВС – резервуар вертикальный стальной

РУП – роботизированная установка пожаротушения

СДКП – специализированная двухкомпонентная композиция для пожаротушения

ТД – температурный детектор

ТРВ – тонкораспыленная вода

ТЭК – топливно-энергетический комплекс

УПО – уровень пожарной опасности

УПТПИГ – установка подготовки топливного, пускового и импульсного газа

УФД – ультрофиолетовый детектор дыма

# 1 Теоретические основы организации пожарно-профилактической работы на предприятиях газовой промышленности

## 1.1 Характеристика Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

В качестве базы исследования выбрано Волжское линейное производственное управление магистральных газопроводов (Волжское ЛПУМГ), входящее в состав ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Место нахождения: Российская Федерация, 425016, Республика Марий Эл, Волжский район, село Новые Параты.

Общество с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород» (далее - Общество) создано в соответствии с:

* Гражданским кодексом Российской Федерации,
* Федеральным законом «Об обществах с ограниченной ответственностью»,
* другими нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Наименование Общества при его создании – Общество с ограниченной ответственностью «Волготрансгаз» (ООО «Волготрансгаз»). ООО «Волготрансгаз» создано решением Учредителя от 29 июня 1999 г. № 1 путем реорганизации в форме преобразования «Предприятия «Волготрансгаз» Открытого акционерного общества «Газпром» в соответствии с постановлением Правления ОАО «Газпром» от 19мая 1999 г. № 49 и решением Совета директоров ОАО «Газпром» от 25 мая 1999 г. № 124 [91].

«Газпром» – российская газодобывающая и газораспределительная компания, крупнейшая корпорация в России и одна из крупнейших в мире. Основными целями деятельности компании являются организация надежного и бесперебойного транспортирования по магистральным трубопроводам природного газа на территории Российской Федерации и обеспечение потребителей газом; а также получение прибыли.

В соответствии с основными целями Общество осуществляет следующие виды деятельности:

* транспортирование природного газа по магистральным трубопроводам в соответствии с заключенными договорами;
* эксплуатацию, строительство и ремонт магистральных газопроводов, газопроводов-отводов, компрессорных и газораспределительных станций, газотранспортных и газораспределительных сетей, газотранспортного и других видов специального оборудования, систем газоснабжения природным и сжиженным углеводородным газом;
* предоставление всех видов услуг связи, а также эксплуатацию и ремонт средств связи в соответствии с действующими нормами и правилами;
* организацию и эксплуатацию автомобильных газонаполнительных компрессорных станций [16].

Для достижения своих целей Общество обеспечивает:

* безопасную эксплуатацию магистральных газопроводов, газопроводов-отводов, производственных и других объектов, обеспечивающих бесперебойный транспорт природного газа;
* повышение технического уровня и организации производства, эффективности использования имущества и финансовых средств Общества, получение прибыли;
* подготовку, переподготовку и повышение квалификации работников;
* создание безопасных условий труда;
* организацию и проведение во взаимодействии с государственными органами мобилизационной подготовки и гражданской обороны на своих объектах [90].

Основными направлениями деятельности являются геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация газа и других углеводородов.

Решением Участника ООО «Волготрансгаз» от 14 января 2008 года № 25 Общество переименовано в ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород». Общество в своей деятельности руководствуется:

* Гражданским кодексом Российской Федерации;
* Федеральным законом «Об обществах с ограниченной ответственностью»;
* другими законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Общество создано на неограниченный срок деятельности. Участниками Общества могут быть граждане и юридические лица. Общество имеет круглую печать, содержащую его полное фирменное наименование на русском языке и указание на место его нахождения. Общество вправе иметь штампы и бланки со своим фирменным наименованием, собственную эмблему, а также зарегистрированный в установленном порядке товарный знак и другие средства индивидуализации [16].

Общество является коммерческой организацией, уставный капитал которой разделён на доли. Оно имеет гражданские права и несет гражданские обязанности, необходимые для осуществления любых видов деятельности, не запрещенных федеральными законами, если это не противоречит предмету и целям деятельности, определенным настоящим Уставом. Так же Общество считается созданным как юридическое лицо с момента его государственной регистрации в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, и является дочерним обществом ОАО «Газпром». ОАО «Газпром» является единственным участником Общества (далее - единственный участник) [90].

Общество имеет в собственности обособленное имущество, учитываемое на его самостоятельном балансе, вправе в установленном порядке открывать банковские счета на территории Российской Федерации и за ее пределами, может от своего имени приобретать и осуществлять имущественные и личные неимущественные права, нести обязанности, быть истцом и ответчиком в суде.

Общество является собственником имущества, внесённого для оплаты долей в уставном капитале учредителями и другими участниками, а также имущества, полученного в результате своей коммерческой деятельности и по иным основаниям, предусмотренным законодательством Российской Федерации.

Общество несет ответственность по своим обязательствам всем принадлежащим ему имуществом.

Общество не отвечает по обязательствам своих участников. Участники Общества не отвечают по его обязательствам и несут риск убытков, связанных с деятельностью Общества, в пределах стоимости принадлежащих им долей в уставном капитале Общества [90].

## 1.2 Пожарная опасность технологических процессов

Согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности пожаровзрывоопасность и пожарная опасность технологических сред характеризуется показателями пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ, обращающихся в технологическом процессе, и параметрами технологического процесса [92].

Технологическая среда – сырьевые вещества и материалы, полупродукты и продукты, обращающиеся в технологической аппаратуре (технологической системе).

Пожарная опасность технологических сред – возможность возникновения и (или) развития пожара, обусловленная физико-химическими свойствами и параметрами указанных сред.

Технологические среды могут представлять собой:

* индивидуальные химические вещества в чистом виде, в виде технического продукта и в виде смеси;
* технологические полупродукты производства, которые выделяются в виде самостоятельных фракций и накапливаются в количествах, создающих пожарную опасность [72].

Согласно ст.16 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности технологические среды по пожаровзрывоопасности подразделяются на следующие группы: пожароопасные, пожаровзрывоопасные, взрывоопасные, пожаробезопасные [92].

Аппараты с жидкостями подразделяются на аппараты с подвижным и неподвижным уровнем жидкости. Согласно ГОСТ 12.1.044 – 2018 жидкости – вещества, давление насыщенных паров которых при температуре, равной 25 °С, и давлении, равном 101,3 кПа, меньше 101,3 кПа [7].

Чтобы избежать процесс образования горючей среды в закрытых аппаратах и емкостях с подвижным уровнем жидкости, необходимо увеличить количество одновременно опорожняемых аппаратов для сокращения скорости изменения уровня жидкости; устранить свободное паровоздушное пространство; сократить вход атмосферного воздуха в опорожняемый аппарат [95].

Горючая пыль может находиться в двух состояниях: аэровзвесь и аэрогель. Аэровзвесь способна взрываться, аэрогель легко поджигается, может произойти самовозгорание. Если аэрогель скопится в достаточно большом количестве, то вполне может превратиться в аэровзвесь [94].

Для пожарной профилактики важно знать условия перехода пыли из одного состояния в другое, а именно скорость осаждения твердой частицы. Иными словами, минимальная скорость газовой среды, при которой твердая частичка с определенными свойствами начинает оседать. Ааэровзвесь в сочетании с воздухом обладает способностью спровоцировать пожар [21].

Общие определения по пожарной безопасности технологических процессов с учетом требований приведены в «Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности» [92].

Пожарная безопасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара (ст. 2, с. 8, п. 20) [92].

Следуя мировой тенденции и экономической рентабельности, Россия продолжает внедрять в систему нормативных документов пожарной безопасности гибкое (объектно-ориентированное) нормирование. Это позволяет успешно провести плановую проверку без каких-либо проблем. В зарубежной терминологии гибкое нормирование определяется как «perfor-mance-basedcodes», то есть «нормы, которые ориентированы на рассмотрение функций объекта, функционально-ориентированные нормы» [98].

Гибкие нормы строятся на основе некой иерархии требований и методов реализации этих требований. В 1974 году было предложено пять уровней иерархии, в настоящее время их число возросло до семи. Среди стран, где идет активное развитие гибких строительных норм, следует отметить Швецию, Великобританию, США, Канаду, Испанию, Японию, Новую Зеландию и Австралию [102].

По мнению зарубежных ученых, «одним из способов повышения пожарной безопасности предприятий нефтегазовой отрасли является минимизация возможных источников зажигания. Среди возможных источников зажигания в первую очередь следует отметить искры удара и трения (фрикционные искры)» [99].

В то же время до сих пор нет стандартизованной методики определения зажигающей способности фрикционных искр, что во многом вызвано недостаточным знанием закономерностей процессов при воздействии фрикционных искр на парогазовые смеси [101].

Как отмечено в зарубежном источнике, «одним из часто применяемых на практике способов предотвращения распространения горючих газов и паров при авариях с разгерметизацией технологического оборудования на взрывоопасных производственных объектах является устройство водяных или паровых завес. Применение завес регламентируется требованиями отечественных и международных нормативных документов» [100].

Противопожарный режим – комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации оборудования, направленных на обеспечение пожарной безопасности данного объекта [11].

Пожарная опасность объекта защиты – состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

Оценку пожарной опасности технологических процессов следует проводить на основе расчета их риска (ст. 2, с. 8, п. 22) [92].

Допустимый пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара (ст. 2, с. 7, п. 8) [92].

Основными условиями пожарной опасности технологического процесса являются:

* наличие пожарной нагрузки;
* величина возможного избыточного давления при диффузионном сгорании газов, паров и пылевоздушных смесей;
* температурный режим [76].

Требования к проектированию, размещению и эксплуатации технологического оборудования, и комплексы мер по обеспечению пожарной безопасности определяются уровнем пожарной опасности производственного объекта. Все это определено в ГОСТ Р 12.3.047–2012. «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» [8].

В соответствии с этим документом предусматриваются две категории опасности, определяемые составом групп пожаровзрывоопасных веществ в зонах размещения технологических установок и их пороговым количеством:

* технологические процессы повышенной пожарной опасности;
* технологические процессы с простым уровнем пожарной опасности, в которых обращаются горючие жидкости и горючие твердые вещества, не характерные для технологических процессов повышенной опасности, или общее количество пожаровзрывоопасных веществ.

## 1.3 Планирование и реализация пожарно-профилактической работы на предприятиях газовой промышленности

В последнее время в топливно-энергетическом комплексе отмечается значительно быстрое развитие газовой промышленности, продукция которой обеспечивает потребность всей промышленности. Газ – это топливо, которое считается достаточно чистым с экологической точки зрения, а также предоставляет особую ценность в химической промышленности. В нашей стране доля природного газа выросла до 50% [10].

Нефтегазовые предприятия характеризуются, в первую очередь, наличием пожаровзрывоопасной продукции. При этом достаточно высокий уровнь эксплуатации электроники и автоматики способны создать угрозу образования техногенных катастроф и аварий, происходящих с пожарами и взрывами.

Пожары – самые распространенные чрезвычайные события в современном мире, наносящие большой материальный ущерб и связанные с гибелью людей. По числу погибших от пожаров Россия занимает лидирующую позицию [2].

Согласно «Правилам противопожарного режима в Российской Федерации», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479, следует отметить, что в отношении каждого здания, сооружения «руководителем организации утверждается инструкция о мерах пожарной безопасности с учетом специфики взрывопожароопасных и пожароопасных помещений в указанных зданиях, сооружениях» [75].

К работе могут быть допущены лица, которые прошли обучение «мерам пожарной безопасности по программам противопожарного инструктажа или программам дополнительного профессионального образования» [75].

У руководителя организации есть право назначать ответственных лиц за обеспечение пожарной безопасности на объекте защиты [75].

Руководитель организации должен обеспечить «разработку планов эвакуации людей при пожаре, которые размещаются на видных местах» в зданиях или сооружениях, «в которых могут одновременно находиться 50 и более человек, а также на объекте с постоянными рабочими местами на этаже для 10 и более человек» [75].

В п. 6 Правил противопожарного режима «в отношении объекта защиты с круглосуточным пребыванием людей (за исключением торговых, производственных и складских объектов защиты, жилых зданий, объектов с персоналом, осуществляющим круглосуточную охрану) руководитель организации организует круглосуточное дежурство обслуживающего персонала и обеспечивает обслуживающий персонал телефонной связью, исправными ручными электрическими фонарями (не менее 1 фонаря на каждого дежурного), средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от опасных факторов пожара из расчета не менее 1 средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от опасных факторов пожара на каждого дежурного» [75].

На объектах защиты с массовым пребыванием людей два раза в год руководитель обязан организовать проведение «практических тренировок по эвакуации лиц, осуществляющих свою деятельность на объекте защиты с массовым пребыванием людей, а также посетителей, покупателей, других лиц, находящихся в здании, сооружении» [75].

Согласно п.10 Правил противопожарного режима, «в местах установки приемно-контрольных приборов пожарных должна размещаться информация с перечнем помещений, защищаемых установками противопожарной защиты, с указанием линии связи пожарной сигнализации. Для безадресных систем пожарной сигнализации указывается группа контролируемых помещений» [75].

В помещении различных объектов и на их территории запрещено курение. Для этого должны быть организованы специальные места.

Руководитель организации обеспечивает «категорирование по взрывопожарной и пожарной опасности, а также определение класса зоны помещений производственного и складского назначения и наружных установок с обозначением их категорий и классов зон на входных дверях помещений с наружной стороны и на установках в зоне их обслуживания на видном месте» [75].

Как указывается в п.13 Правил противопожарного режима, «при эксплуатации объекта защиты руководитель организации обеспечивает соблюдение проектных решений в отношении пределов огнестойкости строительных конструкций и инженерного оборудования, осуществляет проверку состояния огнезащитного покрытия строительных конструкций и инженерного оборудования в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности, а также технической документацией изготовителя средства огнезащиты и (или) производителя огнезащитных работ» [75].

Всегда исправными должны быть устройства для самозакрывания дверей, при этом недопустима установка любых приспособлений, которые могли бы препятствовать нормальному закрыванию противопожарных или противодымных устройств.

Руководитель организации обязан обеспечить проведение «работ по заделке негорючими материалами, обеспечивающими требуемый предел огнестойкости и дымогазонепроницаемость, образовавшихся отверстий и зазоров в местах пересечения противопожарных преград различными инженерными и технологическими коммуникациями, в том числе электрическими проводами, кабелями, трубопроводами» [75].

Строго воспрещается на объектах защиты хранить и применять «легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, порох, взрывчатые вещества, пиротехнические изделия, баллоны с горючими газами, товары в аэрозольной упаковке, отходы любых классов опасности и другие пожаровзрывоопасные вещества и материалы». Также запрещается пользоваться чердаками и различными цокольными или подвальными этажами для организации производственных участков, мастерских, а также для хранения продукции, оборудования, мебели и других предметов; размещать и эксплуатировать в лифтовых холлах кладовые, киоски и другие подобные помещения, а также хранить горючие материалы; снимать предусмотренные проектной документацией двери эвакуационных выходов из поэтажных коридоров, холлов, лестничных клеток, а также другие двери, препятствующие распространению опасных факторов пожара на путях эвакуации; проводить изменение объемно-планировочных решений и размещение инженерных коммуникаций и оборудования, в результате которых ограничивается доступ к огнетушителям, пожарным кранам и другим средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения или уменьшается зона действия систем противопожарной защиты; размещать мебель, оборудование и другие предметы на путях эвакуации, у дверей эвакуационных выходов, люков на балконах и лоджиях, в переходах между секциями и местах выходов на наружные эвакуационные лестницы, кровлю, покрытие, а также демонтировать межбалконные лестницы, заваривать люки на балконах и лоджиях квартир; проводить уборку помещений и чистку одежды с применением бензина, керосина и других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также производить отогревание замерзших коммуникаций, содержащих в себе горючие вещества и материалы, с применением открытого огня; устраивать на лестничных клетках кладовые и другие подсобные помещения, а также хранить под лестничными маршами и на лестничных площадках вещи, мебель, оборудование и другие горючие материалы; устраивать в производственных и складских помещениях зданий для организации рабочих мест антресоли, конторки и другие встроенные помещения с ограждающими конструкциями из горючих материалов; размещать на лестничных клетках, в поэтажных коридорах [75].

Руководитель организации должен обеспечить исправное состояние и надлежащее «содержание наружных пожарных лестниц, наружных открытых лестниц, предназначенных для эвакуации людей из зданий и сооружений при пожаре, а также ограждений на крышах (покрытиях) зданий и сооружений». Один раз в пять лет должны проводиться эксплуатационные испытания лестниц, предназначенных для «эвакуации людей из зданий и сооружений при пожаре, ограждений на крышах с составлением соответствующего протокола испытаний и внесением информации в журнал эксплуатации систем противопожарной защиты» [75].

В случае проведения мероприятий с участием более 50 человек руководитель организации должен обеспечить «осмотр помещений перед началом мероприятий в части соблюдения мер пожарной безопасности; дежурство ответственных лиц на сцене и в зальных помещениях. В помещениях без электрического освещения мероприятия проводятся только в светлое время суток. В этих помещениях должно быть обеспечено естественное освещение. Электрические гирлянды и иллюминация должны иметь соответствующие сертификаты соответствия. При обнаружении неисправности в иллюминации или гирляндах иллюминации, или гирлянды немедленно обесточиваются» [75].

Руководитель организации на объекте защиты с массовым пребыванием людей обеспечивает «наличие исправных ручных электрических фонарей из расчета не менее 1 фонаря на каждого дежурного и средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от опасных факторов пожара из расчета не менее 1 средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от опасных факторов пожара на каждого дежурного» [75].

Руководителю организации важно обеспечить «наличие знаков пожарной безопасности, обозначающих в том числе пути эвакуации и эвакуационные выходы, места размещения аварийно-спасательных устройств и снаряжения, стоянки мобильных средств пожаротушения» [75].

Согласно п.42 Правил противопожарного режима, «в соответствии с технической документацией изготовителя руководитель организации обеспечивает проверку огнезадерживающих устройств (заслонок, шиберов, клапанов и др.) в воздуховодах, устройств блокировки вентиляционных систем с автоматическими установками пожарной сигнализации или пожаротушения, автоматических устройств отключения общеобменной вентиляции и кондиционирования при пожаре с внесением информации в журнал эксплуатации систем противопожарной защиты» [75].

Запрещается эксплуатировать технологическое оборудование в взрывопожароопасных помещениях (установках) при неисправных и отключенных гидрофильтрах, сухих фильтрах, пылеулавливающих и других устройствах систем вентиляции (аспирации) [75].

Согласно Правилам противопожарного режима, руководитель организации обеспечивает укомплектованность пожарных кранов внутреннего противопожарного водопровода исправными пожарными рукавами, ручными пожарными стволами и пожарными запорными клапанами, организует перекатку пожарных рукавов (не реже 1 раза в год), а также надлежащее состояние водокольцевых катушек с внесением информации в журнал эксплуатации систем противопожарной защиты. Также он обеспечивает наличие в помещении пожарного поста (диспетчерской) инструкции о порядке действия дежурного персонала при получении сигналов о пожаре и неисправности установок (устройств, систем) противопожарной защиты объекта защиты; обеспечивает объект защиты первичными средствами пожаротушения (огнетушителями) по нормам и обеспечивает соблюдение сроков их перезарядки, освидетельствования и своевременной замены, указанных в паспорте огнетушителя [75].

Особое внимание традиционно уделяется противопожарной защите опасных производств, поскольку даже при нормальном (безаварийном) режиме работы оборудования возможно выделение взрывоопасных веществ [97].

В связи с этим разрабатываются и внедряются высокоэффективные автоматические системы пожаротушения, которые способствуют не только тушению пожара и предотвращению повторного загорания, но и обеспечивают защиту соседнего оборудования. Российский и глобальный опыт бурения, использования и капитального ремонта скважин на газовых месторождениях, а также на подземных хранилищах газа доказывает, что максимально действующим методом снижения аварийности, которая связана с открытым фонтанированием скважин, является принятие превентивных мер по профилактике газонефтеводопроявлений (ГНВП) во время проведения всех работ [77].

Для обеспечения пожарной безопасности на нефтегазовых предприятиях опираются на следующие основные документы:

* Федеральный закон РФ «О пожарной безопасности» №69-ФЗ [93];
* ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» [6];
* СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [84];
* СП 4.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [83];
* СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [81];
* СП 3.13130.2020 «Свод правил. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [80];
* СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности» [82];
* СП 12.13130.2020 «Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [79].

Одним из опасных производственных объектов ЛПУМГ-филиала ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» является «ГКС площадки КС-22 Волжского ЛПУМГ - филиала ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород». В 1974 г. было образовано Волжское ЛПУМГ (Приказ орг. Мингазпрома ПО «Горький трансгаз» №139 от 23 августа 1974 г.) [89].

Ближайший населенный пункт село «Новые Параты», расположен на расстоянии 4 км. Основная задача линейного производственного управления (ЛПУ) – это транспортировка газа по магистральным газопроводам (МГ) и газоснабжение местных потребителей через газопроводы. Природный газ поставляется предприятиям и населению Волжского, Медведевского, Звениговского, районов республики Марий Эл и г. Йошкар-Олы. Поставка газа осуществляется через 7 ГРС, находящихся на балансе ЛПУМГ. Предприятие также производит заправку автомобилей сжиженным и сжатым газом на одной АГНКС [88].

Сегодня Волжское ЛПУМГ – это мощный газотранспортный комплекс. КС-22 перекачивает ежегодно более 179 млрд. м3 газа в год. Основная задача ЛПУМГ – транспортирование газа с заданными параметрами по (МГ) «Уренгой-Ужгород», «Уренгой‑Центр‑1,2», «Ямбург-Елец-1,2», «Ямбург‑Западная граница» и газопроводам-отводам (в количестве 8 шт.) в целях бесперебойной поставки газа потребителям в соответствии с утвержденным планом.

В состав КС-22 Волжского ЛПУМГ входят следующие опасные производственные объекты:

1. участки магистральных газопроводов:

* МГ «Уренгой-Ужгород», Ду1400 мм, L=69,8 км, Pпр=7,4 МПа;
* МГ «Уренгой-Центр-1», Ду1400 мм, L=69,8 км, Pпр=7,4 МПа;
* МГ «Уренгой-Центр-2», Ду1400 мм, L=79,7 км, Pпр=7,4 МПа;
* МГ «Ямбург-Елец-1», Ду1400 мм, L=79,7 км, Pпр=7,4 МПа;
* МГ «Ямбург-Елец-2», Ду1400 мм, L=79,7 км, Pпр=7,4 МПа;
* МГ «Ямбург-Западная граница», Ду1400 мм, L=97,6 км, Pпр=7,4 Мпа;

1. автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС);
2. Компрессорный цех №3 (КЦ №3) газопровода «Уренгой‑Ужгород»;
3. Компрессорный цех №4 (КЦ №4) газопровода «Уренгой‑Центр‑1»;
4. Компрессорный цех №5 (КЦ №5) газопровода «Уренгой‑Центр‑2»;
5. Компрессорный цех №6 (КЦ №6) газопровода «Ямбург‑Елец-1»;
6. Компрессорный цех №7 (КЦ №7) газопровода «Ямбург‑Елец-2»;
7. Компрессорный цех №8 (КЦ №8) газопровода «Ямбург-Западная граница» [4].

КЦ №3 осуществляет транспорт газа по газопроводу «Уренгой‑Ужгород» протяженностью 69,8 км. Максимальное рабочее давление – 75 кг/см2. Производительность – 81,8 млн. м3/сут (проектная). Газопровод был введен в эксплуатацию в 1983г.

На нем используется следующее основное технологическое оборудование:

* газоперекачивающие агрегаты ГТК-25ИР с ЦБН PCL 804-2/36 с газотурбинным приводом типа MS 5002 производства фирмы «НуовоПиньоне» (Италия) станц. №№ 1, 2, 3 Q=46,85 млн.м³/сут. Всего – 3 ед. Год изготовления – 1982. Год ввода в эксплуатацию – 1983;
* мультициклонный пылеуловитель МЕ-201-1. Q=23,8 млн. м3/сут. Всего – 6 ед. Изготовитель – «НуовоПиньоне» (Италия). Год изготовления – 1982. Год ввода в эксплуатацию 1983;
* фильтр-сепаратор MEF 101.01 Q=21,6 млн. м3/сут. Всего – 6 ед. Изготовитель – «НуовоПиньоне» (Италия). Год изготовления – 1982. Год ввода в эксплуатацию – 1983;
* АВО газа – ЕА 101. Изготовитель – «NuovoPignoneS.p.A – ViboValentia» – 16 ед. Год изготовления – 1982. Год ввода в эксплуатацию – 1983 [89].

Установка подготовки топливного, пускового и импульсного газа (УПТПИГ) обеспечивающая подготовку и поддержание заданных параметров газа для эксплуатации газотурбинных газоперекачивающих агрегатов (ГГПА) и на нужды потребителей компрессорной станции. Изготовитель – «ПЛЕНТИ МЕТРОЛ ЛИМИТЕД». Год изготовления – 1982. Год ввода в эксплуатацию – 1983 [14].

КЦ №4 – осуществляет транспорт газа по газопроводу Уренгой‑Центр‑1 протяженностью 69,8 км. Максимальное рабочее давление – 75 кг/см2. Производительность – 81,8 млн. м3/сут (проектная). Газопровод был введен в эксплуатацию в 1984г.

На нем используется следующее основное технологическое оборудование:

* газоперекачивающие агрегаты ЭГПА-12500 с ЦБН-370-18-2 с приводом от электродвигателей СТД-12500 станц. №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Q=30 млн. м³/сут. Всего – 8 ед. Изготовитель «Харьковский завод электрических машин», изготовитель центробежного нагнетателя (ЦБН) – «Хабаровский завод турбокомпрессоров». Год изготовления ЦБН – 1983, ввод в эксплуатацию – 1985;
* пылеуловитель ГП-604-01.00.000. Q=20 млн. м3/сут. Всего – 3 ед. Изготовитель – НПО «Волгограднефтемаш». Год изготовления – рег. №15052 – 1982, рег. №15051 – 1982, рег. №15053 – 1982. Год ввода в эксплуатацию – 1985;
* пылеуловитель ГП-144-00.000. Q=20 млн. м3/сут. Всего – 3 ед. Изготовитель – «Салаватнефтемаш». Год изготовления – рег. №15044 - 1984, рег. №15043 – 1984, рег. №15046 – 1984, Год ввода в эксплуатацию – 1985;
* АВО газа 2АВГ-75«С». Изготовитель «Борисоглебский завод химического машиностроения» - 16 ед;
* узел подготовки импульсного газа (УПИГ) предназначен для очистки импульсного газа. В узел входит Газосепаратор ГС-1-8,8-800-1 – 1 ед. Изготовитель – «Черновицкий машзавод». Год изготовления – 1984. Год ввода в эксплуатацию – 1985 [90].

КЦ №5 осуществляет транспорт газа по газопроводу «Уренгой‑Центр‑2» протяженностью 79,7 км. Максимальное рабочее давление – 75 кг/см2. Производительность – 81,8 млн. м3/сут (проектная). Газопровод был введен в эксплуатацию в 1985 г.

На нем используется следующее основное технологическое оборудование:

* газоперекачивающие агрегаты ЭГПА-12500 с ЦБН-325-21-1 с приводом от электродвигателей СТД-12500 станц. №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Производительность – 19 млн. м³/сут. Всего – 8 ед. Изготовитель «Харьковский завод электрических машин», изготовитель ЦБН – производственное объединение «Невский завод» имени В.И. Ленина. Год изготовления ЦБН – 1984, ввод в эксплуатацию – 1985;
* пылеуловитель ГП-604-01.00.000. Производительность – 20 млн. м3/сут. Всего – 2 ед. Изготовитель - НПО «Волгограднефтемаш». Год изготовления – рег. №15109 – 1982, рег. №15111 – 1982. Год ввода в эксплуатацию – 1985;
* пылеуловитель ГП-144-00.000. Производительность – 20 млн. м3/сут. Всего – 4 ед. Изготовитель – НПО «Волгограднефтемаш». Год изготовления – рег. №150106 – 1985, рег. №15107 – 1985, рег. №15108 – 1985, рег. №15110 – 1985. Год ввода в эксплуатацию 1985;
* емкость подземная для сбора жидкости. V=4м3. Всего – 1 ед. Изготовитель – машиностроительный завод «Красный молот» г. Грозный. Год изготовления – рег. №205 – 1985;
* АВО газа 2АВГ-75«С». Изготовитель «Борисоглебский завод химического машиностроения» – 16 ед;
* узел подготовки импульсного газа (УПИГ) предназначен для очистки импульсного газа. В узел входит Газосепаратор ГС-1-8,8-600-1 – 1 ед. Изготовитель – ПО «Бугульманефтемаш» ТАССР. Год изготовления – рег. №16132 – 1985. Год ввода в эксплуатацию – 1985. Адсорбер БТ 13379.000.00 – 2 ед. Изготовитель ПО «Бугульманефтемаш» ТАССР. Год изготовления – рег. №16130 – 1984, – рег. №16131 – 1984 [89].

КЦ №6 осуществляет транспорт газа по газопроводу «Ямбург-Елец-1» протяженностью 79,7 км. Максимальное рабочее давление – 75 кг/см2. Производительность – 81,8 млн. м3/сут (проектная). Газопровод был введен в эксплуатацию в 1986г.

На нем используется следующее основное технологическое оборудование:

* газоперекачивающие агрегаты ЭГПА-12500 изготовитель ПО «Невский завод» им. В.И. Ленина с ЦБН-325-21-1 с приводом от электродвигателей СТД-12500 станц. №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Q=19 млн. м³/сут. Всего – 8 ед;
* циклонные пылеуловители (ПУ) ГП 14400.000.01. Ст. №№ 1; 2; 3; 4; 5; 6. Q=20 млн. м3/сут. Всего – 6 ед. Изготовитель - НПО «Волгограднефтемаш». Год изготовления – 1986. Ввод в эксплуатацию – 1986г;
* емкость подземная для сбора жидкости. V=4м3. Всего – 1 ед. Изготовитель – машиностроительный завод «Красный молот» г. Грозный. Год изготовления – 1986, рег. №72, зав. №9476;
* АВО газа 2АВГ-75«С» - 16ед. Изготовитель - «Таллинский ордена Красного Знамени машиностроительный завод», год изготовления – 1985г.;
* узел подготовки импульсного газа (УПИГ) предназначен для очистки импульсного газа. В узел входит Газосепаратор ГС-1-8,8-600-1-И – 1ед. Изготовители – ПО «Бугульманефтемаш» г. Бугульма, ТАССР, зав.№58720, рег. №15178 . Год изготовления – 1984г. Адсорбер БТ 1339.РР – 2 ед. Изготовители – ПО «Бугульма нефтемаш» г. Бугульма, ТАССР. Год изготовления – 1984 г. Адсорбер ст.№1 – зав. №57194, рег. №15177. Адсорбер ст.№2 – зав. №57192, рег. №15176 [89].

КЦ №7 – осуществляет транспорт газа по газопроводу «Ямбург‑Елец‑2» протяженностью 79,7 км. Максимальное рабочее давление – 75 кг/см2. Производительность – 81,8 млн. м3/сут (проектная). Газопровод был введен в эксплуатацию в 1987 г.

На КЦ №7 используется следующее основное технологическое оборудование:

* газоперекачивающие агрегаты ЭГПА-235-21-3 с нагнетателем типа ЦБН 235-21-1. Приводом для нагнетателя служит двигатель СТД – 12500 – 2УХЛ4. Ст. №№ 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8. Q=19,7 млн.м3/сут. Всего – 8 ед. Изготовитель – ПО «Невский завод им. В.И. Ленина» – ДЗЭМ. Год изготовления – 1986, ввод в эксплуатацию – 1987г.;
* циклонные пылеуловители (ПУ) ГП 14400.000.01. Ст. №№ 1; 2; 3; 4; 5; 6. Q=20 млн. м3/сут. Всего – 6 ед. Изготовитель – НПО «Волгограднефтемаш». Год изготовления – 1986. Ввод в эксплуатацию – 1987 г.;
* АВО газа 2АВГ-75С. Всего – 16 ед. Изготовитель – БЗХМ (г. Борисоглебск). Год изготовления – 1986. Ввод в эксплуатацию – 1987г.

КЦ №8 – осуществляет транспорт газа по газопроводу «Ямбург‑Западная граница» протяженностью 97,6 км. Максимальное рабочее давление – 75 кг/см2. Производительность – 81,8 млн. м3/сут (проектная). Газопровод был введен в эксплуатацию в 1981г.

На КЦ №8 используется следующее основное технологическое оборудование:

* Газоперекачивающие агрегаты ГПА-16 «Волга» с нагнетателем УНЦ-16-76/1,44 станц. №№ 1; 2; 3; 4. Q=27,8 млн. м3/сут. Всего – 4 ед. Изготовитель – ОАО «КМПО»;
* Циклонные пылеуловители (ПУ) ГП 144. Q=20 млн. м3/сут. Всего – 6 ед. Изготовитель – НПО «Волгограднефтемаш». Год изготовления – 1987. Ввод в эксплуатацию – 25.09.1990 г.;
* АВО газа 2АВГ-75С. Всего – 16 ед. Изготовитель – БЗХМ (г. Борисоглебск). Год изготовления – 1987. Ввод в эксплуатацию – 01.12.1990 г. [89].

Система технологического газа обеспечивает:

* очистку транспортируемого газа;
* подачу газа к центробежным нагнетателям цеха и его транспортировку в пределах компрессорной станции;
* возможность нагружения, разгрузки и переключения для перестроения схем работы, вывода нагнетателей на станционное кольцо, а также стравливания газа из технологической обвязки цеха;
* охлаждение газа на выходе КС.

Система технологического газа включает в себя:

* узел подключения к магистральному газопроводу с запорной арматурой;
* входной и выходной шлейфы диаметром 1420 мм;
* узел очистки газа, состоящий из шести параллельно включенных, последовательно установленных спарок мультициклонных пылеуловителей и фильтр-сепараторов;
* три центробежных нагнетателя типа PCL 804-2/36 с технологической обвязкой объемной производительностью по 46,85 млн. м3/сут, приводом для нагнетателя является газовая турбина типа MS 5002 мощностью N=25 МВт;
* установка охлаждения газа, состоящая из шестнадцати секций АВОГ [89].

Технологический газ из магистрального газопровода, при закрытом кране №20, поступает по входному шлейфу через кран №7 в узел очистки газа (УОГ). Выходной коллектор УОГ является входным коллектором газоперекачивающих агрегатов (ГПА). После очистки газ поступает во всасывающий коллектор газоперекачивающих агрегатов, из которого по входным трубопроводам (Ду1000), через краны №1 направляется в параллельно включенные нагнетатели типа PCL 804-2/36 трех агрегатов типа ГТК-25ИР (одновременно в трассу могут работать не более двух ГПА) [61]. Схема противопожарной системы ГТК-25И показана на рисунке 1, подробное описание схемы указано в приложении А. Каждый агрегат компримирует газ, который по своему нагнетательному коллектору поступает в общий коллектор и охлаждается в АВО газа. Затем по выходному шлейфу через обратные клапаны и кран №8 газ поступает в магистральный газопровод [89].

****

Рисунок 1 – Схема противопожарной системы ГТК-25И

Обратные клапана перед краном №8 предотвращают перепуск газа со стороны нагнетания во входной шлейф при переводе ГПА на кольцо. Перед обратными клапанами в трубопроводы врезаны отводы Ду500 оборудованные шаровыми кранами с ручным приводом №36р1 и 36р2. Нормальное положение этих кранов «открытое». Между всасывающим и нагнетательными шлейфами имеются перемычки с кранами №36р3; №36р; №36ар. Часть охлажденного газа после АВО может перепускаться на вход установки очистки газа. Количество газа, перепускаемое с выхода АВО на вход УОГ, определяется открытием регулирующего клапана №36ар (Ду700, Ру100). Клапан оборудован электроприводом. Величину открытия крана устанавливает инженер (сменный) компрессорного цеха по распоряжению диспетчера или самостоятельно исходя из необходимости разгрузить КЦ. Процент открытия клапана от 0 до 100 устанавливается сменным инженером с автоматизированного рабочего места сменного инженера (АРМ СИ) [89].

Краны №17, №18 предназначены для стравливания газа из контура компрессорной станции.

Обвязка входного крана №7 включает в себя обводную линию с последовательно установленными кранами № 7.1, 7.2 и свечным краном №17рс установленным между ними. Обводная линия предназначена для заполнения всей системы технологического газа компрессорного цеха. Только после выравнивания давления в магистральном газопроводе и технологических коммуникациях цеха (с помощью кранов № 7.1, 7.2) проводится открытие крана №7. Это делается во избежание гидравлического удара, который был бы возможен при открытии крана №7 без предварительного заполнения технологических коммуникаций цеха [89].

Обвязка выходного крана №8 включает в себя обводную линию с последовательно установленными кранами №8.1, 8.2 и свечным краном №18рс установленным между ними. Кран №8 можно открыть только при перепаде давления до и после крана менее одного кг/см2.

Краны №7, №8, №36р, №36ар, №17, №18 имеют дистанционное управление с ГЩУ КС. Краны №7, №8, №17, №18 задействованы в системе аварийного останова компрессорного цеха.

Для повышения устойчивости линейной части газопровода, увеличение его производительности и улучшения условий работы антикоррозийной изоляции газопровода на компрессорной станции после компримирования предусмотрено охлаждение газа в шестнадцати аппаратах воздушного охлаждения фирмы Нуово-Пиньоне. Обвязка АВО газа коллекторная. Каждый аппарат имеет отключающую арматуру. Предусмотрена возможность подачи газа по обводу Ду 1000 мм через кран №02б, минуя АВО газа, при работе КС в зимнее время, либо при ремонте АВО [89].

Подготовка к пуску системы технологического газа заключается в приведении оборудования системы в рабочее состояние.

Пылеуловители и фильтр-сепараторы в соответствии с «Правилами промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» должны быть зарегистрированы в ГГТН, а в паспортах записан присвоенный регистрационный номер и разрешение на эксплуатацию с техническими паспортными характеристиками.

На СРПД краской или в виде таблички должны быть нанесены станционные и регистрационные номера, дата следующего НВО, ГИ, разрешенное давление и температура.

Пылеуловители и фильтр-сепараторы должны быть оснащены контрольно-измерительными приборами и устройствами, согласно техническим условиям, проекта и «Правил промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

Вся запорная и регулирующая арматура должна быть пронумерована, согласно технологической схеме, на трубопроводах указано направление движения среды. На штурвалах кранов, задвижек должно быть обозначено направление (открыть/закрыть) [89].

На кранах должны быть указаны конечные положения крана (открыто/закрыто). В гидробаллоны кранов должно быть залито гидравлическое масло согласно инструкции завода-изготовителя, а к узлам управления подведен импульсный газ.

Аппараты воздушного охлаждения газа должны быть оснащены поверенными манометрами и термометрами. Все аппараты должны иметь нумерацию согласно технологической схеме, а на диффузоре вентиляторов должно быть указано направление вращения вентилятора.

Заполнение контура газом производится в следующей последовательности:

* закрыть свечу №17, №17рс, 18рс, свечи пылеуловителей и фильтр-сепараторов и последовательным открытием кранов №7.1 и 7.2 подать в систему газ, давлением не более 1 кг/см2 для вытеснения воздуха через свечу №18. При содержании кислорода в газовоздушной смеси на выходе из свечи не более 2% закончить продувку, закрыв свечу №18. Заполнение системы производить плавным поднятием давления, с осмотром оборудования системы. При появлении утечек газа, запотеваний заполнение прекратить до устранения дефектов. Заполнение продолжается до достижения проходного давления. Герметичность оборудования, трубопроводов, сварных, разъемных соединений и уплотнений контролируется визуально и/или с помощью приборов (течеискателей). Окончательный осмотр и проверка герметичности проводятся не менее чем через 2 часа;
* после заполнения системы газом произвести перестановку кранов;
* краны №7, №8 – открыть, краны №7.1 и 7.2, 36ар – закрыть;
* установить все общестанционные краны на автоматическое управление с главного щита [90].

Аварии происходят в связи с причинами, которые объединяются в три группы:

1. разгерметизация технологического оборудования и отказы систем противоаварийной защиты объекта;
2. ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала;
3. внешние воздействия природного и техногенного характера [89].

Привлечение наибольшего количества сил и средств для ликвидации вероятного пожара потребуется в случае возникновения:

* пожараразлившегося турбинного масла в укрытии ГПА-1 КЦ «Уренгой-Ужгород» КС-22 Волжского ЛПУМГ 1-ый вариант развития пожара;
* пожаратурбинного масла в галерее нагнетателей КЦ «Ямбург‑Елец‑1» КС-22 Волжского ЛПУМГ 2-ой вариант развития пожара.

Потенциальную опасность на КС представляют трубопроводы, арматура и технологическое оборудование с природным газом и с горючими жидкостями (турбинное и трансформаторное масло, бензин, дизельное топливо).

С точки зрения потенциального воздействия на окружающую среду, аварийное разрушение трубопроводов и технологического оборудования с природным газом сопровождается:

* образованием волн сжатия за счет расширения в атмосфере природного газа, заключенного под давлением в объеме «мгновенно» разрушившейся части трубопровода, а также волн сжатия, образующихся при воспламенении газового шлейфа и расширении продуктов сгорания;
* образованием волн сжатия за счет расширения в атмосфере природного газа, заключенного под давлением в объеме «мгновенно» разрушившейся части оборудования, а также волн сжатия, образующихся при воспламенении ГВС и расширении продуктов сгорания;
* разлетом осколков (фрагментов) из разрушенной части оборудования (трубопровода);
* термическим воздействием пожара на окружающую среду в случае воспламенения газа [89].

С точки зрения потенциального воздействия на окружающую среду, аварийное разрушение трубопроводов и технологического оборудования с горючими жидкостями сопровождается:

* разливами горючих жидкостей;
* термическим воздействием пожара разлития на окружающую среду в случае воспламенения горючей жидкости [89].

Аварии и аварийные ситуации малого масштаба на компрессорных станциях также могут привести к катастрофическим последствиям. В случае пожара необходимо приступить к его тушению первичными средствами пожаротушения. Особую ценность при пожаротушении представляют инновационные технологии, применяемые в системах пожаротушения.

**Выводы по первому разделу**

В последнее время в топливно-энергетическом комплексе отмечается значительно быстрое развитие газовой промышленности, продукция которой обеспечивает потребность всей промышленности.

Газ является наиболее экологически чистым природным топливом и ценным сырьем для производства химической продукции.

Нефтегазовые предприятия характеризуются, в первую очередь, наличием пожаровзрывоопасной продукции. При этом достаточно высокий уровень эксплуатации электроники и автоматики способны создать угрозу образования техногенных катастроф и аварий, происходящих с пожарами и взрывами.

Пожары – самые распространенные чрезвычайные события в современном мире, наносящие большой материальный ущерб и связанные с гибелью людей.

В качестве объекта исследования выбрано Волжское линейное производственное управление магистральных газопроводов (Волжское ЛПУМГ), входящее в состав ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

«Газпром» – российская газодобывающая и газораспределительная компания, крупнейшая корпорация в России и одна из крупнейших в мире. Основными целями деятельности компании являются организация надежного и бесперебойного транспортирования по магистральным трубопроводам природного газа на территории Российской Федерации и обеспечение потребителей газом; а также получение прибыли. Пожарная безопасность объекта достигается комплексом технических, организационных и управленческих решений, предусмотренных противопожарным режимом на объекте.

Аварии и аварийные ситуации малого масштаба на компрессорных станциях могут привести к катастрофическим последствиям. В случае пожара необходимо приступить к его тушению первичными средствами пожаротушения. Особую ценность при пожаротушении представляют инновационные технологии, применяемые в системах пожаротушения.

# 2 Планирование и реализация пожарно-профилактической работы на объекте. Критерии планирования

## 

## 2.1 Критерии планирования пожарно-профилактической работы на объекте

При проведении пожарно-профилактической работы на объектах с массовым пребыванием людей, помимо инструктажа по пожарной безопасности проводятся иные различные мероприятия:

* разработка планов (схем) эвакуации людей в случае пожара, предусматривается система (установка) оповещения людей о пожаре;
* контроль за противопожарным состоянием объектов с массовым пребыванием людей;
* осуществление организаторской и надзорной деятельности со стороны органов государственного пожарного надзора [77].

По утверждению А.М. Черепахина, «пожарная безопасность промышленных предприятий осуществляется посредством повышения меры ответственности должностных лиц за выполнение установленных правил, капитального ремонта и внедрения систем автоматической пожарной защиты, обязательного проведения противопожарного инструктажа рабочих и служащих, привлечения инженерно-технических работников к разработке мероприятий пожарной безопасности в технологических процессах и т.д.» [96].

Как отмечает А.С. Реснянская, «на объектах с подразделениями пожарной охраны пожарно-профилактическая работа включает в себя:

* контроль за проведением пожароопасных работ, выполнением противопожарных норм и правил на обслуживаемых объектах;
* мероприятия по оборудованию объектов установками и системами пожарной автоматики;
* проверка исправности и правильности содержания систем АПЗ и противопожарного водоснабжения;
* проведение инструктажей, бесед и специальных занятий с рабочими и служащими объекта по вопросам пожарной безопасности» [77].

Нами были определены следующие критерии планирования пожарно-профилактической работы на объекте:

* востребованность пожарно-профилактической работы на объекте;
* высокий уровень пожарно-профилактической работы по предотвращению нарушений требований пожарной безопасности на объекте;
* эффективность применяемых технологий пожаротушения в «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Одним из важных критериев считается эффективность применяемых технологий пожаротушения на объекте, т.к. время ликвидации пожара и величина ущерба зависят от эффективности систем обнаружения и оповещения людей о пожаре, а также от наличия систем автоматического пожаротушения. Во избежание возникновения очагов возгорания на объекте первостепенным считается модернизация действующего и внедрение концептуально нового высокоэффективного оборудования, предназначенного для пожаротушения. В связи с вышесказанным, важно более детально рассмотреть вопрос о применяемых технологиях пожаротушения в «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

## 2.2 Существующие технологии пожаротушения, применяемые на объекте

В компрессорном цеху Волжского линейно-производственного управления магистральных газопроводов «Уренгой-Ужгород» для защиты оборудования в 1985 году установлена автоматическая система локально-объемного тушения пожара фирмы «WalterKidde», «Деттроникс». В 2000 г. на станции смонтирована установка пенно – порошкового тушения (тушение второй очереди) [62].

АУПТ W. Kidde:

* место расположения: ГПА № 1; 2; 3; Т/Г «Растон»;
* тип огнетушащего вещества: углекислота ();
* что защищает: укрытия турбокомпрессоров и турбогенератора, (под кожухом турбины) отсек турбины, вспомогательное оборудование, промвал т/г, т/к;
* заправочные объемы: 31 баллон по 40 кг;
* вид тушения: Локально – объемный;
* защищаемый объем: /к – 90 м2, т/г – 41 м2;
* тип датчиков:

1. ионизационный детектор дыма (ИДД) тип F716,
2. оптический детектор дыма (ОДД) тип 120,
3. ультрофиолетовый детектор дыма (УФД) тип TTL6376,
4. температурный детектор ТД тип 27120.0.

Установка пенно-порошкового тушения [57] (установка второй очереди тушения):

* место расположения: ГПА № 1,2;
* тип огнетушащего вещества: Порошок ПСБ – 3М, Вексон-90, Пенообразователь – ПО-6ЦТ;
* что защищает: Порошок – маслобаки, разлив масла, зона промвала нагнетателя. Пена – тушение разлива масла, охлаждение нагретых поверхностей агрегата (тоже что и );
* заправочные объемы: АУПТ – 2М (Порошок) 4 шт. на каждом агрегате. Пена – 6 м3. Вода – 2 бака по 40 м3;
* тип датчиков: деттроникс.

Автоматическая система пожаротушения.

В ГПА-16 «Волга» №№1, 2, 3 способ тушения – объемный, газовый (). Устройство АУГП принято модульного типа по трем защищаемым направлениям. С учетом наличия в блоке двигателя разогретых поверхностей, подача ГОТВ: 1 очередь для тушения возгорания [58], 2-я очередь для предотвращения повторного возгорания [5].

Автоматический пуск МГП происходит при срабатывании не менее двух пожарных извещателей в одной из зоны БД путем вскрытия запорно-пусковых устройств [24]. Кроме этого, в АУГП предусмотрена возможность дистанционного пуска – кнопки управления установлены у входов в защищаемые помещения ГПА [37] и на панели сигнализации и управления, которая находится в помещении с постоянным присутствием персонала [25].

В ГПА-16 «Волга» №4 способ тушения – объемный, газовый «Хладон – 125 Xп» и порошковый «Пирант - А» [45]. Тушение проводится по четырем направлениям: основная и резервная газовые системы пожаротушения блока двигателя, порошковые- блока двигателя и отсека маслоагрегатов [38]. Подача огнетушащих веществ происходит по своим магистралям [54].

Схема автоматического пожаротушения ГПА-16 показана на рисунке 2.

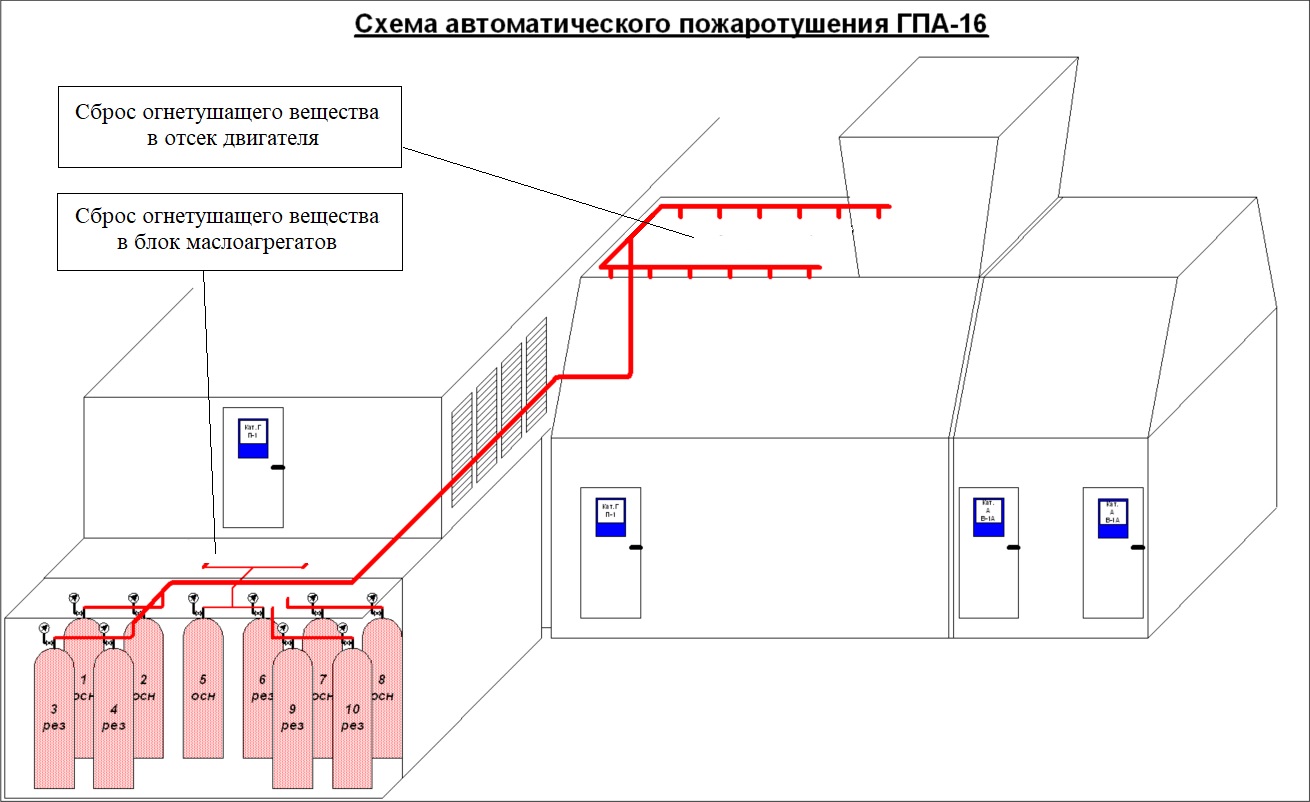


Рисунок 2 – Схема автоматического пожаротушения ГПА-16

Автоматический пуск МГП и МПП происходит при срабатывании не менее двух пожарных извещателей в одной из зон БД (в КД, в ОКБ, над КД) или в ОМА путем вскрытия запорно-пусковых устройств [55]. Кроме этого, в АУГП предусмотрена возможность дистанционного пуска – кнопки управления установлены у входов в защищаемые помещения ГПА и на панели сигнализации и управления, которая находится в помещении с постоянным присутствием персонала [69].

В КТП ПЭБ способ тушения – объемный, газовый (). Устройство АУГП принято модульного типа и защищает пространство под съемным полом в электрощитовой ПЭБ (кабельные трассы) [67]. Пуск установки происходит автоматически от электрических извещателей [56]. Кроме автоматического пуска установки снабжена устройствами дистанционного и ручного пуска [60]. Ручной пуск модуля осуществляется поднятием рычага на запорно-пусковом устройстве [33].

В КТП АВО газа способ тушения – объемный, газовый (). Устройство АУГП принято модульного типа и защищает замкнутый объем кабельного канала [23]. Пуск установки происходит автоматически от электрических извещателей [46]. Кроме автоматического пуска установки снабжена устройствами дистанционного и ручного пуска [31]. Ручной пуск модуля осуществляется поднятием рычага на запорно-пусковом устройстве [19].

В контейнерной дизельной электростанции «Звезда-630НК02МЗ» способ тушения – объемный, газовый (). При срабатывании двух пожарных извещателей приемно-контрольный прибор Старт-4А выдает электрический импульс на пусковое устройство модулей [26]. Система АПТ Обеспечивает дистанционный пуск модулей с помощью кнопок ручного пуска, установленных у входа в защищаемое помещение или с помощью ручного пожарного извещателя расположенного в помещении с дежурным персоналом [34].

В таблице 1 указаны наличие и характеристика установок пожаротушения Волжского ЛПУМГ филиала «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Таблица 1 – Наличие и характеристика установок пожаротушения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование помещений, защищаемых установками пожаротущения | Вид и характеристика установки | Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротущения | Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 Укрытия цеха Уренгой - Ужгород | Автоматическая система газового пожаротушения | Система находится в дежурном режиме, вручную запускается от кнопки, у входа в укрытия и от кнопки в ГЩУ-1 по галл-лону с задержкой до 30сек., по СО2 непосредственный выпуск огнетушащего вещества, при этом включается звуковая и световая сигнализация. | На защиту укрытия подается галлон, в кожух турбоагрегата подается СО2 |
| 2 ТКЦ Уренгой –  Центр 1 и 2 | Автоматическое пенное пожаротушение. Общецеховая система газового пожаротушения СО2 | Система АПС вручную включается кнопкой ручного пуска с ГЩУ и в укрытии. | При поступлении эл. сигнала с турбо-агрегата на щите пенопожаротушения загорается лампочка «пожар», срабатывает звуковой сигнал, одновременно открывается электрозадвижка и вкл. пож.насос. В т-а 21-37 применяется система газового тушения. При возникновении пожара срабатывают пож.извещатели ДПС-0,38,которые дают сигнал на вкл. установки СО2. |
| 3 ТКЦ Ямбург –  Елец 1 и 2 | Автоматическая система газового пожаротушения  (Хладон) | Система находится в дежурном режиме, вручную запускается от кнопки, у входа в укрытия и от кноп-ки в ГЩУ-4 по хладону с задержкой до 10сек. | При возникновении пожара срабатывают пож.извещатели ДПС-0,38,которые дают сигнал на вкл. установки. |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 ТКЦ Ямбург Западная граница | Автоматическая система газового пожаротушения  (Хладон) | Система находится в дежурном режиме, вручную запускается от кнопки, у входа в укрытия и от кнопки в ГЩУ-6 по хладону с задержкой до 10сек. | При возникновении пожара срабатывают пож.извещатели ДПС-0,38,которые дают сигнал на вкл. установки. |

Приведем также сведения о характеристиках водоснабжения, электроснабжения, отопления, вентиляции.

Водоснабжение площадки КС-22 и вспомогательной зоны, предусматривается от двух водозаборных артскважин (1 рабочая и 1 резервная) [44], которые располагаются на площадке водозаборных сооружений за пределами КС на расстоянии 1500 м.

Для обеспечения пожаротушения с требуемым расходом и напором воды на площадке предусмотрен противопожарный водоблок, состоящий из насосной станции пожаротушения и двух резервуаров V=2х250м3 и двух резервуаров V=2х500м3 [64]. Продолжительность тушения пожара принята 3 часа [41]. Для предохранения противопожарного запаса воды в резервуарах от замерзания в зимних условиях, предусмотрено обвалование последних на высоту 1.0 м. над верхом резервуара [43].

В насосной станции установлены 2 противопожарных насоса АЦМС90-3-2 (1 рабочий, 1 резервный) производительностью Q=90.0м3/час, напором Н=52.0м и насос АЦМЛ50С/140-2.2/2, Q=12.5м3/час, Н=22.0м, работающие постоянно для поддержания давления в сети противопожарного водопровода не менее 0,2 МПа [39]. При включении противопожарного насоса производится автоматическое отключение насоса для поддержания давления [59]. В системе наружного противопожарного водоснабжения задействовано 39 пожарных гидрантов.

Рабочее давление на наружном противопожарном водопроводе составляет 0,5-1,5 кгс/см2 (напор в сети 5-15м), и может быть повышен до 6 кгс/см2 (напор до 60м) [20].

Дистанционное включение насосов возможно от кнопок, установленных в помещениях операторных КС, ГПА.

Водоотдача водопроводной сети на территории промплощадки КС-22 составляет 31 л/с. Кроме этого по объектам КС-22 установлено 10 пожарных стояков – сухотрубов [28].

Контроль за системой противопожарного водоснабжения обеспечивается круглосуточно сменным персоналом КС, дежурным оператором котельных установок (в отопительный период года) [27].

Заполнение резервуаров противопожарного запаса воды производится от 2-х артскважин производительностью 20 м3/час [65]. Восстановление противопожарного запаса воды на объекте не превышает 24 часа [42].

Подача воды на заполнение резервуаров противопожарного запаса воды предусмотрена по одному водоводу [36].

Диктующим объектом для определения расхода воды на наружное пожаротушение является здание ПДС при степени огнестойкости – III, и объеме здания V=8640 м3 и составляет q=15 л/cек (СНиП 2.04.02-84\* п. 2.16, Таблица 7).

Требуемый запас воды на пожаротушение в течение 3-х часов составляет 270м3, с учетом двойного запаса объем составляет 540 м3, при общем объеме резервуаров 550 м3 [49].

В компрессорном цеху «Уренгой – Ужгород» внутренний противопожарный водопровод включает в себя 12 пожарных кранов (ПК) в каждом укрытии по 4 крана. Расход воды на 1 кран составляет 7,2 л/сек., что соответствует требованиям СНиП 2.04 01.85 (5 л/сек.) [29].

В районе расположения компрессорных цехов «Уренгой-Центр 1 и 2» находятся 8 пожарных гидрантов. Внутреннее противопожарное водоснабжение осуществляется от 15 пожарных кранов, в каждом цехе.

В районе расположения компрессорных цехов «Ямбург-Елец 1 и 2» находятся 10 пожарных гидрантов. Внутреннее противопожарное водоснабжение осуществляется от 16 пожарных кранов, в каждом цехе.

В районе расположения компрессорного цеха «Ямбург – Западная граница» находятся 6 пожарных гидрантов. Внутреннее противопожарное водоснабжение выполнено только в здании ремонта и хранения авиадвигателей.

Электроснабжение КС-22 «Волжского ЛПУМГ» производится от подстанции 110\10 кВ «Восток» и от подстанции 110\10 кВ «Заря». На подстанции находится два трансформатора с расщепленной обмоткой. К шинам 10 кВ подстанции подключено ЗРУ-10 кВ КС-22, состоящая из четырех секций шин (по две на каждый ввод) [32]. Система электроснабжения КС-22 устроена по принципу неявно выраженного резерва. Противоаварийная автоматика ЗРУ-10 кВ КС-22 предусматривает автоматическое включение резерва [22]. Электроснабжение КС-22 осуществляется от ЗРУ-10 кВ, которое подключено через воздушные линии к шинам ЗРУ-10 кВ КС-22 «Волжского ЛПУМГ».

От шин ЗРУ-10 кВ запитаны КТП ПЭБ и КТП АВО газа компрессорных цехов. На указанных КТП происходит понижения напряжения от 10 кВ до 0,4 кВ и распределено по потребителям [70].

В качестве резервных источников электроснабжения применяются электростанции собственных нужд ПАЭС-2500 – подключены к шинам ЗРУ кВ, ПАЭС-2500М и т\г Растон – подключены к шинам ЗРУ-10 кВ КС-22 электростанции типов ПАЭС-2500 и ПАЭС-2500М запускают вручную [66]. Т\г Растон имеют режим ручного и автоматического пуска [47].

В качестве аварийных источников электроснабжения в КС-22 «Волжского ЛПУМГ» используются дизельные электростанции (ЭД и БЭС), которые подключены к шинам КТП ПЭБ и запускаются автоматически после полного исчезновения напряжения на шинах КТП ПЭБ [71].

## 2.3 Анализ инновационных технологий, применяемых в системах пожаротушения объектов газовой отрасли

Зачастую на объектах нефтехимии происходят чрезвычайные ситуации. Как выяснил К.Буланов, «67% аварий, произошедших в различное время на российских и зарубежных химических и нефтехимических промышленных предприятиях, было вызвано неисправностью оборудования, контрольно-измерительных приборов и систем автоматического управления процессами, а 17% аварий – отсутствием систем предотвращения пожаров и противопожарной защиты. Из этого следует, что около 84% аварий можно было предотвратить» [3].

Системы автоматического газового пожаротушения используются для защиты различных технических объектов. В Российской Федерации они нашли широкое применение. В состав системы автоматического газового пожаротушения входит пожарная сигнализация, способная быстро среагировать на возгорание по первым признакам, а именно по сигналу датчиков о задымлении. Именно она дает сигнал. С помощью газа можно быстро потушить очаг возгорания, на это затрачивается не более 10 секунд [78].

Несмотря на преимущества систем газового пожаротушения, возникали некоторые трудности в их установке: необходимость больших по площади помещений для установки баллонов с газовым агентом, опасность для персонала, работающего в защищаемой зоне.

В Российской Федерации достаточно популярным стало газовое огнетушащее вещество (ГОТВ) Novec 1230. Данное вещество имеет сходство с водой, поэтому его еще называют «сухой водой» [3].

ГОТВ Novec 1230 (ФК-5-1-12) (флуорокетон С-6) – фторированный кетон, по внешнему виду выглядит как прозрачная жидкость, не имеющая цвета, сильного запаха, электрической проводимости; по тяжести превосходит воду в 1,6 раза. К инновационным свойствам представленного ГОТВ относят способность к мгновенному переходу из жидкого состояния в газообразное, а также активному поглощению тепловой энергии огня [3].

Эффект охлаждения позволяет подавить пожар. Иными словами, данное вещество активно отнимает тепловую энергию. Концентрация кислорода в помещении остается прежней, что позволяет провести полную эвакуацию персонала. Температура кипения этого ГОТВ при давлении 1 атм. Достаточно высока (+49,2 °С), в связи с чем вещество не успевает вступить в какие-либо химические реакции, а мгновенно испаряется. Это свойство позволяет избежать короткого замыкания и нанесение ущерба оборудованию [12].

ГОТВ Novec 1230 способен оставлять без повреждений довольно хрупкое оборудование и чувствительные к влаге материалы. Диэлектрические свойства ГОТВ Novec 1230, как было сказано выше, достаточно полезны для сохранения целостности различной документации, книг, оргтехники, станков и иного оборудования любого производства. По проведенным экспериментам инженеров компании 3М, было определено отсутствие каких-либо повреждений на различных приборах после их погружения в емкость с «сухой водой». В ходе эксперимента с поверхности приборов и предметов (бумага, монитор компьютера, телефон, книга) жидкость мгновенно и бесследно испарялась, а предметы оставались в рабочем состоянии и без явных видимых изменений структуры [3].

Еще одно преимущество Novec 1230 состоит в возможности компактного изготовления установок автоматического пожаротушения. Для этого используются стальные баллоны на давление 25 или 42 атм. Всё это говорит о том, что данного вещества необходимо сравнительно немного, что позволяет использовать меньшее число баллонов-модулей. При высоком коэффициенте наполнения и использовании баллонов до 180 л можно сократить количество баллонов в пять раз. Для хладоновых систем это является невозможным [3].

У ГОТВ Novec 1230 самый высокий коэффициент безопасности. Novec 1230 в отличие от обычных хладонов способен обезопасить человека при вдохе. Наибольший запас безопасности, которым обладает ГОТВ, составляет почти 140%, что предоставляет возможность использовать данное вещество в помещениях с персоналом (аппаратная, диспетчерская и т.д.). В зонах повышенной опасности данное вещество также может с успехом использоваться, ведь здесь очень важно обеспечить безопасность персоналу, а оборудованию сохранить его пребывание в рабочем состоянии [3].

Использование Novec 1230 приводит к уменьшению количества разрушающих озоновый слой химических агентов. Данное вещество, в отличие от обычных хладонов, не сохраняется в атмосфере длительное время, оно легко разрушается в атмосфере под влиянием ультрафиолета и ликвидируется за несколько дней. Оборудование не требует определенных условий, имеет широкий температурный диапазон для использования [15].

Применение в пожаротушении пожарных роботов (ПР) также считается эффективной технологией пожаротушения. Достаточно большое количество объектов в РФ оснащены пожарными роботами для работы в трудно досягаемых местах [74].

Статус РУП законодательно, нормативно и технически закреплен, они состоят в базовых технических средствах пожарной автоматики.



Рисунок 3 – Пожарный робот ПР-ЛСД-С40Уш-ИК-ТВ,пожарный робот ПР-ЛСД-С60У-Ех

Отметим основные отличительные особенности ПР и РУП:

* наличие средств обнаружения возгорания и подачи огнетушащего вещества (ОТВ);
* осуществление водоснабжения только по магистральной сети;
* возможность защищать от пожара достаточно большие площади;
* воздушная доставка воды и пены;
* соблюдение необходимого уровня интенсивности орошения;
* трехмерная система определения координат и площади горения;
* возможность выявить пожар в его начальной стадии и с высокой точностью;
* управление формой струи;
* возможность перепрограммирования программы тушения;
* видеоконтроль процесса пожаротушения;
* возможность выбора пожарного робота;
* дистанционный и ручной режимы управления;
* высокая экономическая эффективность ПР [74].

Посредством ПР формируется и направляется к очагу пожара сплошная или распыленная струя ОТВ (воды или пены). Также пожарные роботы успешно применяются с целью охлаждения технологического оборудования и строительных конструкций. Представим алгоритм работы РУП:

* РУП получает от системы пожарной сигнализации информацию;
* по сигналу «Пожар» пожарные роботы ищут очаг возгорания в определенной зоне;
* на основании полученной информации определяются координаты очага возгорания в трехмерной системе координат; выбирается определенный ПР для тушения пожара; при необходимости включается дополнительная сигнализация;
* после выхода ПР в рабочую зону тушения или охлаждения формирует сигналы на открытие затворов и на запуск насосов.

Пожарный робот функционирует в режимах автоматического, дистанционного, автоматизированного или ручного управления [74].

РУП осуществляют контроль очага загорания, в связи с чем по фактическому времени пожаротушения определяется продолжительность подачи воды. Отсутствие горения предполагает автоматическое прекращение тушения. Минимальные временные затраты на тушение пожара, а также значительная экономия воды получаются за счет высокого уровня интенсивности и маленькой площади на начальной стадии пожара. Пожарные роботы эффективно используются на многих промышленных объектах.

Еще одним инновационным средством пожаротушения является огнетушащая пожарная граната Спасатель-01 (SAT119). При производстве данного средства были использованы инновационные технологии для наделения гранаты свойств быстрого и эффективного тушения пожаров класса A в начальной стадии. Пожарная граната (SAT119) имеет сертификат соответствия нормам пожарной безопасности. №ССРП-JP.ПБ04.С00099 [73].

Спасатель-01 достаточно прост в использовании: отсутствуют какие-либо подготовительные действия типа включения механических частей. Данное средство достаточно забросить в сторону очага возгорания.

Пожарная огнетушащая граната (SAT119) изготавливается в двух формах: переноска на плече и настенное крепление. Она состоит из резервуара со специальным составом воды и химических веществ, которые моментально нейтрализуют огонь. При приземлении гранаты в очаге пожара разбивается колба с жидкостью из химических веществ, начиная моментально действовать. Вода снижает температуру, а химические вещества нейтрализуют кислород на поверхности, которая превышает радиус растекшейся воды. Это свойство является преимущественным.

Для защиты складов нефти и нефтепродуктов российские производители обосновали возможность применения автоматических установок газового пожаротушения (АУГП). Результаты данных исследований легли в основу нормативно-технического документа СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности», который устанавливает требования пожарной безопасности к складам нефти и нефтепродуктов (СНН) [85].

В нормативный документ была внесена возможность применения АУГП, оснащенных МИЖУ, «для тушения вертикальных стальных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами емкостью до 10 тыс. м3 включительно, железнодорожных и автомобильных эстакад, технологического оборудования» [86].

Применение вышеописанной технологии имеет значительные преимущества: снижаются материальные затраты на противопожарную защиту, эксплуатацию и энергопотребление, а также вредные воздействия на объект. Данные исследования в Российской Федерации впервые проводились на базе отечественного оборудования, что подтверждает сокращение технологической зависимости в данном направлении, учитывая секторальные санкции в отношении РФ.

Инновационным средством пожаротушения является Модуль самосрабатывающий порошковый ШАР AFO (ШАР-1). Он приходит в действие при контакте с открытым огнем, поэтому отсутствуют сбои, выражающиеся в ложном срабатывании в случае высокой температуры окружающей среды или разрушения его корпуса [63]. Данный модуль выполнен в форме сферы диаметром 14,7 см, по весу немного больше килограмма. В состав внешнего корпуса входит пенопласт, который является травмобезопасным. По бокам шара расположены огнепроводящие шнуры. Как только их касается открытый огонь, они выбрасывают препятствующий горению специальный порошок. Легкость и компактность шара не мешает ему оставаться особопрочным и выдерживать падение с достаточно большой высоты на твердую поверхность. Помимо указанных преимуществ, шар может срабатывать автоматически независимо от присутствия или отсутствия человека в очаге возгорания, что позволяет просто забрасывать шар в очаг возгорания. Также Шар может тушить электроустановки под высоким напряжением, что является преимуществом перед порошковыми огнетушителями [18].

Высокую эффективность демонстрируют технологии купирования и тушения пожаров, сжиженных углеводородных и природных газов, тушения пожаров ЛВЖ и ГЖ комбинированным способом применения воздушных пен низкой и средней кратности; технология «золь-гель композиции» (быстротвердеющих пен) на основе структурированных частиц кремнезема.

В 2015-2016 годах Научно-производственным объединением «Современные пожарные технологии» (ООО НПО «СОПОТ») разработана «Специализированная двухкомпонентная композиция для пожаротушения (СДКП)», состоящая из нескольких жидких компонентов. Согласно новому методу, пена очень быстро начинает затвердевать (на это уходит до 30 секунд) и впоследствии повторное воспламенение еще долго встречает преграду.

СДКП можно эффективно использовать и при пожаре на складе хранения химически опасных веществ, т.к. при пожарах или разливах АХОВ выбросы значительного количества высокотоксичных соединений в окружающую среду могут привести к массовым отравлениям людей, животных и растений, находящихся на опасном расстоянии от места ЧС.

Газовые средства пожаротушения постепенно сменяет тонкораспыленная вода. В последние годы в рамках коммерческой деятельности активно разрабатывались такие технологии, которые позволяли для пожаротушения брать за основу не газ, а водяной туман. Это явилось прототипом системы пожаротушения тонкораспыленной водой (СП ТРВ) [87]. Данные инновационные технологии имеют достаточные преимущества перед газовыми средствами пожаротушения: здесь вода полностью используется в качестве огнетушащего вещества [48]. Поэтому системы пожаротушения тонкораспыленной водой являются эффективными и достаточно востребованными [51].

К сожалению, пожары являются стихийным и неподконтрольным явлением, уносящим большое количество жизней людей и приносящим огромные ущербы. В некоторых случаях пожар способен привести к крупномасштабной катастрофе. В связи с этим особую актуальность приобретают новые технологии, направленные на высокоэффективную и быструю борьбу с пожарами. В настоящее время существует достаточное количество инновационных технологий, которые можно эффективно применять в системах пожаротушения для снижения пожарной опасности технологического процесса в газовой промышленности. При этом важно учитывать класс и место возгорания.

## 2.4 Выбор и обоснование инновационной системы пожаротушения для внедрения в Волжском линейном производственном управлении магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

Нами были рассмотрены несколько инновационных систем пожаротушения для внедрения в Волжском линейном производственном управлении магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Так, например, Александров А. М., Богуславский И. В., Бураков Ю. В., Иванов А. З. и Смирнов Д. В. предлагают модель автономной установки пожаротушения на основе термоактивируемого агента, содержащегося в микрокапсулах. Полезная модель относится к автономным установкам пожаротушения на основе микрокапсулированных термоактивируемых огнетушащих веществ и может быть использована для подавления возгорания на ранних этапах его развития, применяться в электрических щитах, розетках, электрических выключателях, шкафах телекоммуникационного оборудования, кабельканалах, сейфах, корабельных, авиационных, автомобильных моторных отсеках и других объектах силового оборудования. Автономная установка пожаротушения выполнена в виде полимерной композитной пластины, имеющей регулярный рельеф поверхности и содержащей микрокапсулы с огнетушащим веществом, размещенными в специальном кремнийорганическом компаунде с малым относительным удлинением при разрыве – менее 150%. В установке используются микрокапсулы размерами 50-400 мкм, обладающие способностью взрывоподобного разрушения при нагреве от 90°C. Композит наносится на подложку из алюминиевой фольги толщиной 25-150 мкм, имеющий клейкий слой для крепления автономной установки на защищаемом объекте.

Задачей представленной полезной модели является создание высокоэффективного автономного устройства пожаротушения на основе микрокапсулированных термоактивируемых огнетушащих веществ в виде пластины, состоящей из подложки с нанесенным на нее композитным материалом в виде кремнийорганического компаунда с размещенными в нем микрокапсулами, содержащими огнетушащее вещество (огнетушащий агент). Композитная пластина, при этом, должна иметь определенную геометрию поверхности (регулярный рельеф), обеспечивающий одновременный выход огнетушащего агента, в том числе из внутренних слоев пластины. Подложка пластины, на обратной стороне, должна иметь термостойкий самоклеющийся слой для ее крепления в защищаемом объеме.

Для решения этой задачи и достижения указанного технического результата авторами патента предложено автономное устройство пожаротушения, изображенное на рисунке 4 и представляющее собой пластину, состоящую из подложки 1 с нанесенным на нее композитным материалом, имеющим заданный регулярный рельеф термоактивируемой поверхности 4 и содержащим микрокапсулы 2 с огнетушащим веществом, которые размещены в двухкомпонентном кремнийорганическом компаунде 3 холодного отверждения и с малым относительным удлинением при разрыве.

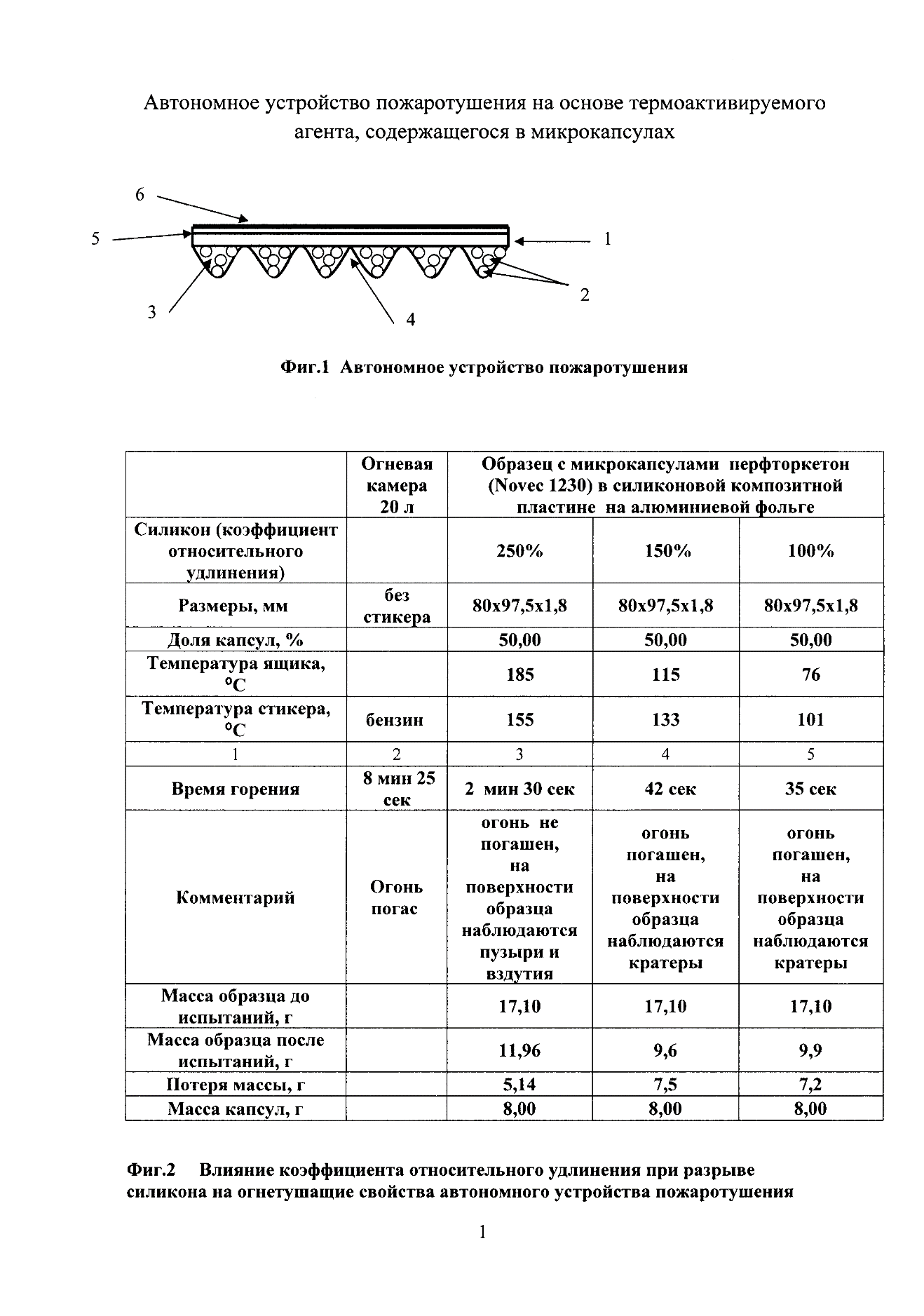


Рисунок 4 – Автономное устройство пожаротушения

Для крепления на защищаемом объекте подложка имеет термостойкий самоклеющийся слой 5, закрытый защитной пленкой 6. При этом, автономное устройство пожаротушения может изготавливаться с различным регулярным рельефом термоактивируемой поверхности: дискретные, регулярно расположенные неровности (в виде выступов) или непрерывные, регулярно расположенные неровности (в виде волн), что значительно увеличивает термоактивируемую площадь и повышает эффективность срабатывания микрокапсул, в том числе, расположенных во внутренних слоях композитного материала.

В качестве огнетушащего вещества (агента) используются микрокапсулы размерами 50-400 мкм, способные взрывоподобно разрушаться при достижении температуры 90°С.

В качестве связующего используется кремнийорганический двухкомпонентный компаунд (силикон) холодного отверждения с малым относительным удлинением при разрыве – менее 150%, который относится к силиконам полисилоксановой группы.

В предложенной полезной модели компаунд (силикон) обладает следующими механическими свойствами:

* высокой гибкостью и эластичностью, которые позволяют применять его на сложных поверхностях, в том числе для защиты методом намотки на кабели, провода и т.п.;
* коэффициентом относительного удлинения при разрыве менее 150%, что позволяет осуществлять максимальный выход огнетушащего агента, при срабатывании микрокапсул, из всех слоев пластины и сокращает время подавления очага возгорания, что подтверждается проведенными исследованиями, представленными в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние коэффициента относительного удлинения при разрыве силикона на огнетушащие свойства автономного устройства пожаротушения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Основные характеристики | Огневая камера  20 л | Образец с микрокапсулами перфторкетон (Novec 1230) в силиконовой композитной пластине на алюминиевой фольге | | |
| Силикон (коэффициент относительного удлинения) | – | 250% | 150% | 100% |
| Размеры, мм | без стикера | 80х97,5х1,8 | 80х97,5х1,8 | 80х97,5х1,8 |
| Доля капсул, % | – | 50,00 | 50,00 | 50,00 |
| Температура ящика, °С | – | 185 | 115 | 76 |
| Температура стикера, °С | бензин | 155 | 133 | 101 |
| Время горения | 8 мин 25 сек | 2 мин 30 сек | 42 сек | 35 сек |
| Комментарий | Огонь погас | Огонь не погашен, на поверхности образца наблюдаются пузыри и вздутия | Огонь погашен, на поверхности образца наблюдаются кратеры | Огонь погашен, на поверхности образца наблюдаются кратеры |
| Масса образца до испытаний, г | – | 17,10 | 17,10 | 17,10 |
| Масса образца после испытаний, г | – | 11,96 | 9,6 | 9,9 |
| Потеря массы, г | – | 5,14 | 7,5 | 7,2 |
| Масса капсул, г | – | 8,00 | 8,00 | 8,00 |

Компаунд способен сохранять свои свойства в широком диапазоне температур от -60 до +250°С и защищает микрокапсулы от неблагоприятных условий (повышенной влажности). При этом, компоненты входят в состав композитного материала в следующем соотношении, в мас. %:

* микрокапсулы с огнетушащим агентом – 40-60;
* кремнийорганический компаунд – остальное.

В качестве подложки используется алюминиевая фольга толщиной 25-150 мкм, которая имеет на обратной стороне термостойкий самоклеящийся слой, закрытый защитной пленкой. Алюминиевая фольга способствует быстрому и равномерному распространению температуры, необходимой для срабатывания микрокапсул по всей площади устройства. Алюминиевая фольга так же позволяет сохранять заданную необходимую форму пластины при размещении ее в оптимальном месте защищаемого изделия.

Автономное устройство пожаротушения с регулярным и плоским рельефом поверхности представлено на рисунке 5.

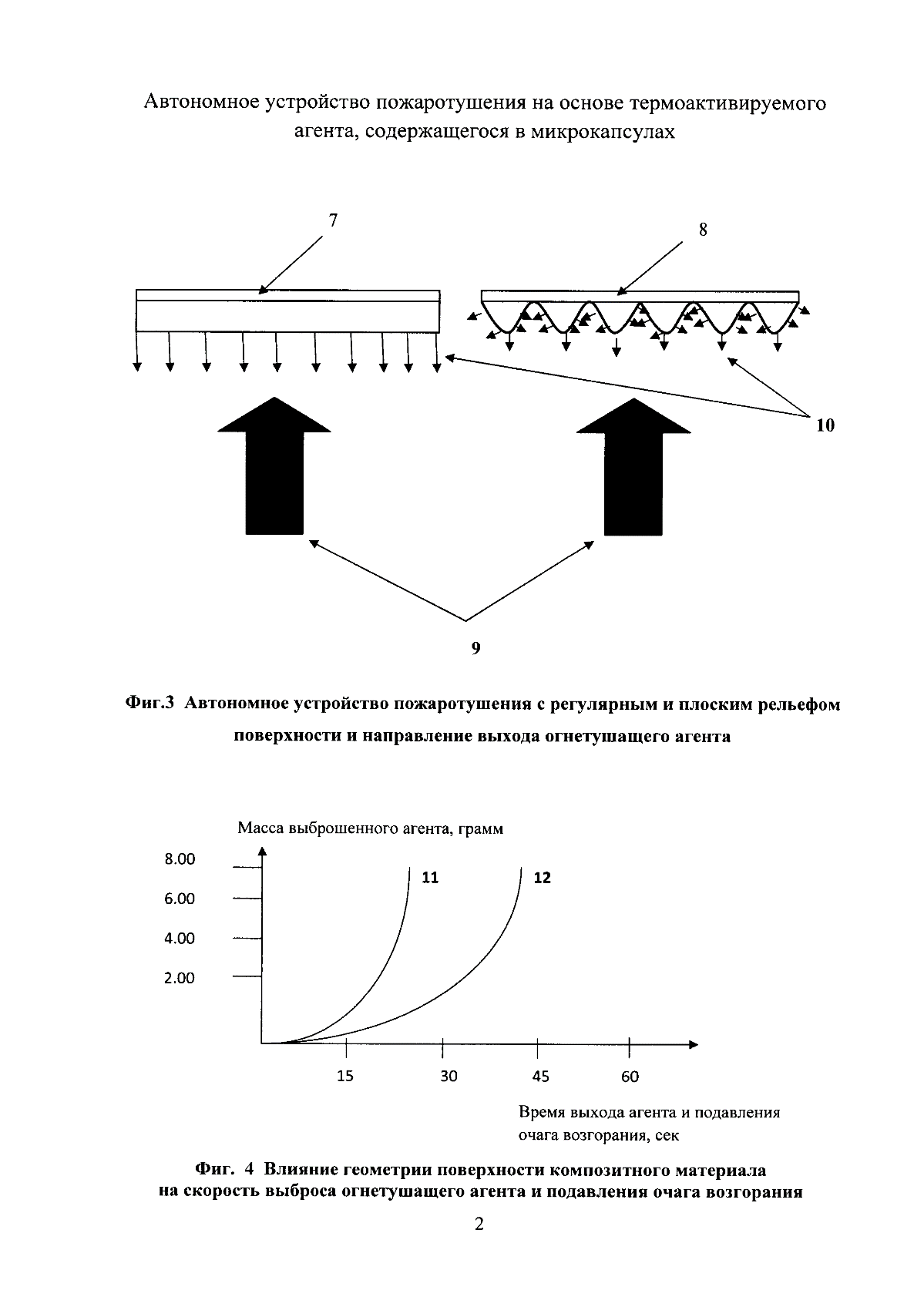


Рисунок 5 – Автономное устройство пожаротушения с регулярным и плоским рельефом поверхности и направление выхода огнетушащего агента

Основная составляющая теплообмена на ранних стадиях возгорания –конвективная, обусловленная восходящими потоками горячих газов, поэтому увеличение площади термоактивируемой (разогреваемой) поверхности устройства в виде регулярного рельефа 8 увеличивает, при нагревании, объем единовременного выброса огнетушащего агента, по сравнению с устройством, имеющим плоский рельеф 7, где имеется очаг возгорания 9 и стрелками 10 обозначены направления выхода огнетушащего агента.

Результаты эксперимента, представленные на рисунке 6, подтверждают влияние геометрии регулярного рельефа поверхности на скорость и полноту выхода огнетушащего агента при срабатывании микрокапсул, т.е. увеличение площади термоактивируемой поверхности за счет регулярного рельефа без изменения габаритных размеров устройства уменьшает время подавления очага возгорания [30]. Образец 11 с регулярным рельефом поверхности прогревается быстрее образца 12 с плоской поверхностью и характеризуется более быстрым выходом огнетушащего агента и меньшим временем подавления очага возгорания [35]. Масса агента во всех образцах до начала испытаний составляла 8 грамм. Огневая камера 20 литров.

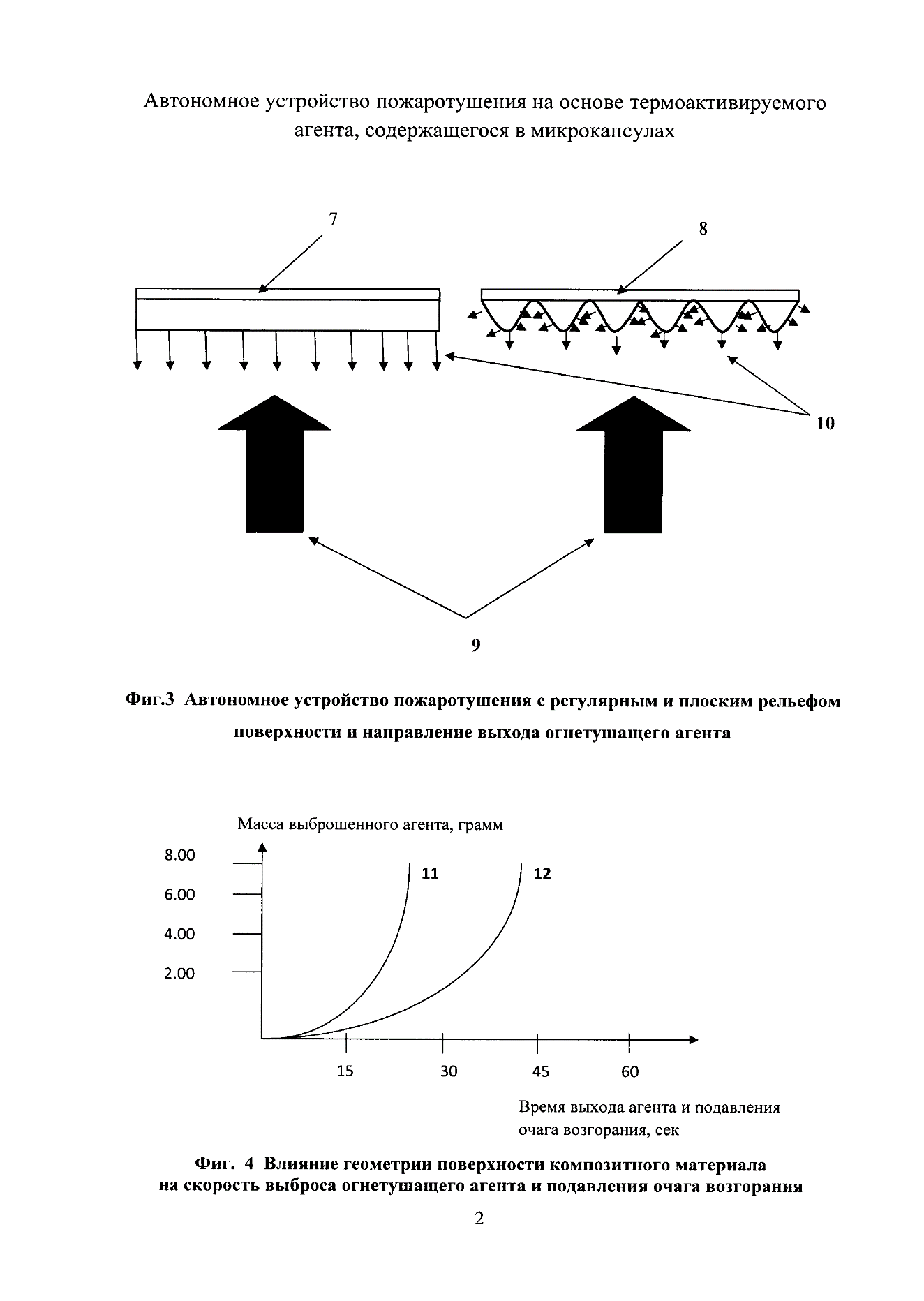


Рисунок 6 – Влияние геометрии поверхности композитного материала на скорость выброса огнетушащего агента и подавления очага возгорания

Технический результат – автономное устройство пожаротушения, представляющее собой пластину на основе термоактивируемого микрокапсулированного огнетушащего агента и состоящее из следующих компонентов:

* подложки в виде алюминиевой фольги, способствующей быстрому и равномерному распространению температуры, необходимой для срабатывания микрокапсул по всей площади установки, с термостойким клейким слоем для ее крепления в защищаемом оборудовании [40];
* нанесенного на подложку композитного материала, имеющего регулярный рельеф поверхности, отличный от плоского: дискретные, регулярно расположенные неровности (в виде выступов) или непрерывные, регулярно расположенные неровности (в виде волн), что значительно увеличивает термоактивируемую площадь и повышает эффективность срабатывания микрокапсул, в том числе, расположенных во внутренних слоях композитного материала [50];
* микрокапсул, которые вместе со связующим составляют композитный материал, размерами 50-400 мкм, способных взрывоподобно разрушаться при достижении температуры 90°С [52];
* связующего для микрокапсул в виде двухкомпонентного кремнийорганического компаунда холодного отверждения с малым относительным удлинением при разрыве [53],
* менее 150%, что позволяет осуществлять максимальный выход огнетушащего агента, при срабатывании микрокапсул, из всех слоев композитного материала и обладающего, после полимеризации, высокой гибкостью и эластичностью, которые позволяют применять его на сложных поверхностях в защищаемых от возгорания объектах.

Представленная полезная модель может применяться для подавления очагов возгорания в электрических щитах, розетках, электрических выключателях, пультах управления, шкафах телекоммуникации, кабельных каналах и др. в момент их возникновения, т.е. на начальных этапах развития возгорания.

Автономное устройство пожаротушения может производиться в промышленных масштабах и в настоящее время изготавливается на типовом оборудовании автоматизированной производственной линии.

Тушение пожара тонкораспыленной водой считается альтернативой газовым средствам пожаротушения (рис. 7). Последние 5 лет велась большая коммерческая деятельность по разработке технологий для систем пожаротушения на основе водяного тумана. Системы пожаротушения тонкораспыленной водой (СП ТРВ) позволяют максимально эффективно использовать все преимущества воды как огнетушащего вещества, не имея при этом большинства недостатков классических систем. Ввиду чего СП ТРВ на сегодня одни из самых востребованных [86].

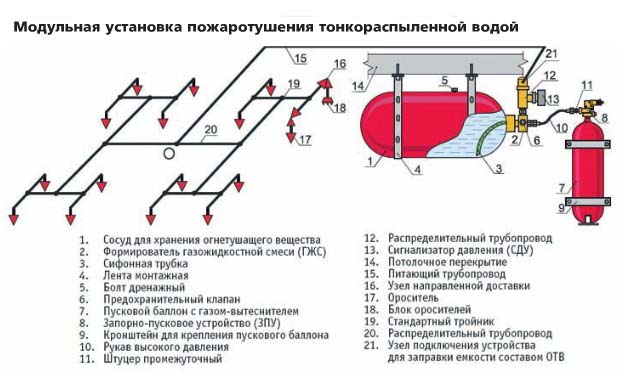


Рисунок 7 – Модульная установка пожаротушения тонкораспыленной водой

Согласно пп. 3.45, 3.47 СП 5.13130 «модулем называется единое устройство, в котором реализованы функции хранения/подачи ОТВ после подачи пускового сигнала, а модульной установкой тушения – несколько модулей с общей системой обнаружения очага пожара и контроля/управления их запуском» [86].

В настоящее время спроектирована и разработана опытно-экспериментальная автоматическая установка пожаротушения на базе ТРВ, предназначенная для ликвидации пожаров на агрегате ГПА-3 КЦ «Уренгой – Ужгород» Волжского ЛПУМГ. Эта модель представляет из себя набор авиационных огнетушителей цилиндрической формы вместимостью до 20 литров и с рабочим давлением до 150 кгс/см2. Существующая заводская автоматическая установка газового пожаротушения «WalterKidde» содержится в рабочем состоянии и используется в качестве дублирующей.

В качестве ОТВ в установке используется вода, в которой дополнительно растворены соль ацетата калия и пассирующие добавки [68].

У газового пожаротушения имеется ряд недостатков, а именно:

* обязательная герметизация помещения;
* закрытое пространство среднего или малого объема;
* трудности в хранении снаряженных газовых модулей под давлением;
* зависимость работы установок газового пожаротушения от температурного режима;

Модули пожаротушения тонкораспыленной водой достигают высоких результатов за счет следующих факторов:

* туман, который получается из воды, имеет высокий уровень теплоемкости и способен покрыть достаточно большую по размерам площадь. Это, соответственно, позволяет уменьшить температуру в очаге возгорания и прекратить протекание химической реакции горения. Таким образом, достигается эффект снижения температуры;
* когда вода испаряется в пожароопасной зоне, появляется огромное количество водяного пара. В связи с тем, что водяной туман является газообразным веществом, он наделен свойствами объемных средств пожаротушения и способен пробраться в различные щели и поверхности, имеющие поры. Водяной пар не дает возникнуть газообмену горючих материалов с кислородом, т.к. в зоне горения уменьшается его концентрация. Таким образом, достигается эффект вытеснения кислорода;
* поверхность не охваченных огнем материалов покрывается тонкой водяной пленкой, которая во многом снижает риск распространения пожара на соседние зоны защищаемого помещения». Таким образом, достигается эффект локализации пожара.

**Выводы по второму разделу**

Среди критериев планирования пожарно-профилактической работы на объекте можно отметить следующие: востребованность пожарно-профилактической работы на объекте; результативность профилактической работы по предотвращению нарушений требований пожарной безопасности на объекте; эффективность применяемых технологий пожаротушения в «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

В компрессорном цеху Волжского линейно-производственного управления магистральных газопроводов «Уренгой-Ужгород» для защиты оборудования установлена автоматическая система локально-объемного тушения пожара фирмы «WalterKidde», «Деттроникс».

Зачастую на объектах нефтехимии происходят чрезвычайные ситуации. Важно подобрать эффективные способы и средства предупреждения пожаров и их ликвидации, которые будут экономически и технически обоснованными.

Среди инновационных средств пожаротушения можно выделить: системы автоматического газового пожаротушения; газовое огнетушащее вещество Novec 1230; пожарных роботов; огнетушащую пожарную гранату Спасатель-01; автоматические установки газового пожаротушения; Модуль самосрабатывающий порошковый ШАР-1; технологии купирования и тушения пожаров, сжиженных углеводородных и природных газов, тушения пожаров ЛВЖ и ГЖ комбинированным способом применения воздушных пен низкой и средней кратности; технология «золь-гель композиции» (быстротвердеющих пен) на основе структурированных частиц кремнезема; тонкораспыленная вода.

В настоящее время спроектирована и разработана опытно-экспериментальная автоматическая установка пожаротушения на базе тонкораспыленной воды, предназначенная для ликвидации пожаров на агрегате ГПА-3 КЦ «Уренгой – Ужгород» Волжского ЛПУМГ.

# 3 Оценка реализации инновационных технологий в Волжском линейном производственном управлении магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

## 3.1 Анализ экономической эффективности до внедрения инновационных технологий

Пожар всегда необходимо ликвидировать (тушить). Но бывают случаи, когда появилась неисправность в сигнализации, и люди замечали возгорание слишком поздно. Нами были выполнены расчеты по двум вариантам развития пожара:

* при отсутствии или неисправности системы пожарной сигнализации используются первичные средства для тушения пожара, при этом параллельно вызывается пожарная охрана;
* при получении автоматического сигнала о возгорании от системы автоматической пожарной сигнализации.

Любой специалист может рассчитать экономическую эффективность противопожарных систем, основываясь на нормативный документ МДС 21-3.2001 «Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий» [13].

В вышеуказанном документе присутствуют формулы, которые позволяют рассчитать годовые потери от возможного пожара:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где математическое ожидание потерь (годовых) от пожаров, которые были потушены первичными средствами; силами пожарной охраны; и соответственно при отказе всех средств пожарной защиты.

Рассчитаем из формулы (1):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где вероятность появления пожара (принято равным );

стоимость части здания, которая была повреждена, ;

площадь пожара (принимаем за );

общая площадь объекта;

коэффициент, показывающий вероятность тушения первичными средствами и пожарной охраной;

коэффициент, учитывающий косвенные потери (равен 1,63).

Математическое ожидание при прибытии пожарной охраны определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где стоимость части здания, которая была повреждена, ;

вероятность тушения первичными средствами и силами пожарной охраны (принимаем при расходе воды );

площадь пожара.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

где скорость распространения горения по поверхностям, ;

время свободного горения, мин.

В случае абсолютного отказа всех средств пожарной защиты можно найти математическое ожидание, исходя из следующей формулы:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

где площадь возникшего пожара, .

Рассчитываем потери от пожара по первому сценарию:

Таким образом, суммируем все полученные данные и получаем, что общие ожидаемые годовые потери составят:

Следующим шагом будет расчет. Нам предстоит рассчитать предполагаемые годовые материальные потери по второму варианту, которые будем определять по формуле (1).

Для этого вычислим математическое ожидание, при тушении первичными средствами, по формуле (2) и оно будет также равно:

Следующий шаг: математическое ожидание при подключении пожарной охраны. Здесь изменяется так как меньше время прибытия пожарного подразделения:

Если в нерабочее состояние придут все средства для тушения пожара, то получится следующее (5):

Таким образом по второму сценарию годовые потери равны:

Из расчетов видно, что годовые потери меньше, когда система автоматической пожарной сигнализации функционирует в штатном режиме и отрабатывает тревогу, передавая сигнал о пожаре автоматически.

## 3.2 Анализ экономической эффективности после внедрения технологии

После внедрения системы пожаротушения тонкораспыленной водой появился третий сценарий, когда используется автоматическая система пожаротушения.

В третьем сценарии расчёт предполагаемых годовых потерь при развитии пожара равен:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

где математические ожидания предполагаемых годовых потерь от возможных пожаров, потушенных первичными средствами, либо автоматическими установками, либо подразделениями пожарной охраны, либо при несвоевременном тушении.

Определяем первое значение из формулы (6):

Определим второе значение из формулы (6):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

где площадь пожара при тушении соответствующими средствами пожаротушения.

Определим третье значение из формулы (6):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Определяем последнее значение из формулы (6):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9) |

Таким образом, мы получили математическое ожидание третьего сценария развития возможного пожара, которое составило:

Для определения уровня пожарной опасности целесообразно использовать показатель, который характеризует соотношение полученной величины возможного ущерба к общей стоимости материальных ценностей.

Уровень рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10) |

где уровень пожарной опасности нашего объекта, ;

стоимость защищаемых материальных ценностей.

Рассчитаем для первого сценария значение этого показателя:

Теперь для второго сценария:

И в конце для последнего сценария:

Сделанные расчеты показали, что автоматизированные системы пожаротушения обладают огромными возможностями для ликвидации возгорания, а также ее поиска. Значение является самым минимальным, но необходимо еще определить интегральный экономический эффект («»).

Для этого, изначально вычислим значения «» для существующего и первого возможного варианта, при условии капитальных вложений с целью внедрения:

1) автоматического пожаротушения в размере К = 5 000 000 руб.;

2) автоматической пожарной сигнализации в размере К = 1 000 000 руб.

Внедрение предлагается осуществлять в течение 5 лет; норма дисконта «» будет составлять 10%.

Для расчета экономического эффекта применяется формула, показанная ниже:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

где годовые экономические потери в базовом варианте и планируемом варианте, ;

соответственно капитальные вложения, направленные на реализацию противопожарных мероприятий в базовом варианте и планируемом варианте, тыс.руб.;

расходы эксплуатации в базовом варианте и планируемом варианте в -м году, .

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

Рассчитываем интегральный экономический эффект для первого принятого варианта:

Таблица 3 – Расчёт интегрального экономического эффекта, вариант 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | З | Д |  | Чистый дисконт.поток доходов |
| 571,12 | 1000 | 0 | 0,909 | 519,20 | -480,800 |
| 571,12 | 0 | 50 | 0,826 | 430,68 | 430,678 |
| 571,12 | 0 | 50 | 0,751 | 391,53 | 391,525 |
| 571,12 | 0 | 50 | 0,683 | 355,93 | 355,932 |
| 571,12 | 0 | 50 | 0,621 | 323,57 | 323,575 |

Таблица 4 – Расчёт интегрального экономического эффекта, вариант 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | З | Д |  | Чистый дисконт.поток доходов |
| 1 037,38 | 2500 | 0 | 0,909 | 943,07 | -1 556,930 |
| 1 037,38 | 2500 | 100 | 0,826 | 774,69 | -1 725,308 |
| 1 037,38 | 0 | 100 | 0,751 | 704,27 | 704,265 |
| 1 037,38 | 0 | 100 | 0,683 | 640,24 | 640,241 |
| 1 037,38 | 0 | 100 | 0,621 | 582,04 | 582,037 |

Интегральный эффект при полученном расчете за принятый период в 5 лет составляет: по 1-му варианту:

,

по 2-му варианту:

.

Сравнение результатов показало экономическую целесообразность использования варианта №2, т.е. решение с системой пожаротушения тонкораспыленной водой.

**Выводы по третьему разделу**

В качестве анализа экономической эффективности до внедрения инновационных технологий были выполнены расчеты по двум вариантам развития пожара:

1. при отсутствии или неисправности системы пожарной сигнализации используются первичные средства для тушения пожара, при этом параллельно вызывается пожарная охрана;
2. при получении автоматического сигнала о возгорании от системы автоматической пожарной сигнализации.

Результаты показали, что годовые потери меньше, когда система автоматической пожарной сигнализации функционирует в штатном режиме и отрабатывает тревогу, передавая сигнал о пожаре автоматически.

После внедрения системы пожаротушения тонкораспыленной водой появился третий сценарий с использованием автоматической системы пожаротушения. Сравнение результатов показало экономическую целесообразность использования системы пожаротушения тонкораспыленной водой.

# Заключение

В последнее время в топливно-энергетическом комплексе отмечается значительно быстрое развитие газовой промышленности, продукция которой обеспечивает потребность всей промышленности. Газ является наиболее экологически чистым природным топливом и ценным сырьем для производства химической продукции. Нефтегазовые предприятия характеризуются, в первую очередь, наличием пожаровзрывоопасной продукции.

В первом разделе «Теоретические основы обеспечения пожарной безопасности на предприятиях газовой промышленности» дана характеристика Волжского линейного производственного управления магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород»; проанализирована пожарная опасность технологических процессов; раскрыты вопросы обеспечения пожарной безопасности на предприятиях газовой промышленности.

«Газпром» – российская газодобывающая и газораспределительная компания, крупнейшая корпорация в России и одна из крупнейших в мире. Основными целями деятельности компании являются организация надежного и бесперебойного транспортирования по магистральным трубопроводам природного газа на территории РФ и обеспечение потребителей газом; а также получение прибыли.

Пожаровзрывоопасность и пожарная опасность технологических сред характеризуется показателями пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ, обращающихся в технологическом процессе, и параметрами технологического процесса.

С точки зрения потенциального воздействия на окружающую среду, аварийное разрушение трубопроводов и технологического оборудования с горючими жидкостями сопровождается:

* разливами горючих жидкостей, обращающихся в трубопроводах и емкостном оборудовании;
* термическим воздействием пожара разлития на окружающую среду в случае воспламенения горючей жидкости.

Аварии и аварийные ситуации малого масштаба на компрессорных станциях могут привести к катастрофическим последствиям. В случае пожара необходимо приступить к его тушению первичными средствами пожаротушения. Особую ценность при пожаротушении представляют инновационные технологии, применяемые в системах пожаротушения.

В компрессорном цеху Волжского линейно-производственного управления магистральных газопроводов «Уренгой-Ужгород» для защиты оборудования в 1985 году установлена автоматическая система локально-объемного тушения пожара фирмы «WalterKidde», «Деттроникс».

Во втором разделе «Анализ инновационных технологий, применяемых в системах пожаротушения» перечислены существующие технологии пожаротушения, применяемые на объекте; дан анализ инновационных технологий, применяемых в системах пожаротушения объектов газовой отрасли; обоснована инновационная система пожаротушения для внедрения в Волжском линейном производственном управлении магистральных газопроводов филиал общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Среди критериев планирования пожарно-профилактической работы на объекте можно отметить следующие:

* востребованность пожарно-профилактической работы на объекте;
* высокий уровень профилактической работы по предотвращению нарушений требований пожарной безопасности на объекте;
* эффективность применяемых технологий пожаротушения в «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Одним из важных критериев считается эффективность применяемых технологий пожаротушения на объекте, т.к. время ликвидации пожара и величина ущерба зависят от эффективности систем обнаружения и оповещения людей о пожаре, а также от наличия систем автоматического пожаротушения.

Зачастую на объектах нефтехимии происходят чрезвычайные ситуации. В современных условиях важно выбрать наиболее эффективные способы и средства предупреждения пожаров и их ликвидации, которые будут экономически и технически обоснованными.

Среди инновационных средств пожаротушения можно выделить: системы автоматического газового пожаротушения; газовое огнетушащее вещество Novec 1230; пожарных роботов; огнетушащую пожарную гранату Спасатель-01; автоматические установки газового пожаротушения; Модуль самосрабатывающий порошковый ШАР-1; технологии купирования и тушения пожаров, сжиженных углеводородных и природных газов, тушения пожаров ЛВЖ и ГЖ комбинированным способом применения воздушных пен низкой и средней кратности; технология «золь-гель композиции» (быстротвердеющих пен) на основе структурированных частиц кремнезема; тонкораспыленная вода.

В настоящее время спроектирована и разработана опытно-экспериментальная автоматическая установка пожаротушения на базе тонкораспыленной воды, предназначенная для ликвидации пожаров на агрегате ГПА-3 КЦ «Уренгой – Ужгород» Волжского ЛПУМГ филиал ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

В третьем разделе проверена эффективность внедрения инновационных технологий в системах пожаротушения Волжского ЛПУМГ филиал ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

В качестве анализа экономической эффективности до внедрения инновационных технологий были выполнены расчеты по двум вариантам развития пожара:

* при отсутствии или неисправности системы пожарной сигнализации используются первичные средства для тушения пожара, при этом параллельно вызывается пожарная охрана;
* при получении автоматического сигнала о возгорании от системы автоматической пожарной сигнализации.

Результаты показали, что годовые потери меньше, когда система автоматической пожарной сигнализации функционирует в штатном режиме и отрабатывает тревогу, передавая сигнал о пожаре автоматически.

После внедрения системы пожаротушения тонкораспыленной водой появился третий сценарий с использованием автоматической системы пожаротушения. Сравнение результатов показало экономическую целесообразность использования системы пожаротушения тонкораспыленной водой.

# Список используемых источников

1. Безопасность на объектах нефтегазодобычи [Электронный ресурс]. – URL: https://protivpozhara.com/bezopasnost/na-obektah/neftegazodobychi (дата обращения: 22.03.2021)
2. Брушлинский Н. Н. Международная пожарная статистика международной ассоциации пожарно-спасательных служб / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2019. – №1. – С.72-104
3. Буланов К. Безопасное пожаротушение в нефтехимической промышленности. Революционная альтернатива хладонам [Электронный ресурс] // Control Engineering Россия. – URL: https://controlengrussia.com/avtomatizatsiya-neftegazovoj-otrasli/gotv-novec-1230/ (дата обращения: 24.01.2021)
4. Буслаев С. А. План тушения пожара КС-22 Волжского ЛПУМГ филиала «Газпром трансгаз Нижний Новгород». – Новые Параты, 2016. – 70 с.
5. Воронков О. Ю. Рaсчет, монтаж и эксплуатация автоматических установок пожаротушения : учеб. пособие / О. Ю. Воронков. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2016. – 65 с.
6. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/9051953 (дата обращения: 21.01.2021)
7. ГОСТ 12.1.044–2018. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М., 2018. – 79 с.
8. ГОСТ Р 12.3.047–2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200103505 (дата обращения: 05.02.2021).
9. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 24.04.2020) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_51040/ (дата обращения: 19.03.2021)
10. Карцева А. В. Анализ пожарной опасности на установке по осушке природного газа / А. В. Карцева // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – № 8. – С.178-179.
11. Кафидов В. В. Экономическая сущность систем обеспечения безопасности [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами : электронный научный журнал. – 2019. – Т. 43, № 7. – URL: http://vkafidov.narod.ru/business11.html (дата обращения: 12.01.2021)
12. Кирсанов А.И. Инновации в области обеспечения пожарной безопасности складов нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс] / А.И. Кирсанов // Территория «НЕФТЕГАЗ». – URL: https://artsok.com/science/articles/47.htm (дата обращения: 23.02.2021)
13. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\*. МДС 21-3.2001 / АО «ЦНИИ-промзданий». – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 86 с.
14. Наставление по организации деятельности подразделений ведомственной пожарной охраны ПАО «Газпром» : утв. приказом ПАО «Газпром» от 16.05.2020 г. № 36.
15. Новые технологии пожаротушения на особо взрывопожароопасных объектах в разрезе импортозамещения [Электронный ресурс] // Российский деловой журнал. – URL: https://www.to-inform.ru/index.php/arkhiv/item/novie-tehnologii-pogarotusheniya (дата обращения: 25.01.2021)
16. О «Газпроме»: официальный сайт. URL: http://www.gazprom.ru/about/ (дата обращения: 25.02.2021).
17. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_15234/ (дата обращения: 21.02.2021)
18. Огнетушитель самосрабатывающий «Шар-1» [Электронный ресурс] // Портал пожарной безопасности «Справка 01». – URL: https://справка01.рф/market/ognetushiteli/samosrabatyvayuwie\_ognetushiteli\_i\_moduli/ognetushitel\_samosrabatyvayuwij\_shar-1/ (дата обращения: 22.02.2021)
19. Патент № 104468 Российская Федерация, МПК А62С37/00. Запорно-пусковое устройство установки газового пожаротушения : № 201001495322 : заявл. 24.11.2010 : опубл. 20.05.2011 / Россман В. Л., Бибчук М. М., Мищенко А. С., Соколова Л. Е., Тригубович А. А. ; заявитель. ООО «СТАЛТ». – 2 с.
20. Патент № 113968 Российская Федерация, А62С35/00. Устройство для пожаротушения с водопенным насадком : № 20110142831 : заявл. 24.10.2011 : опубл. 10.03.2012 / Брезгин А. Е. ; заявитель ОАО «АК «Транснефть», ООО «Востокнефтепровод», ООО «НИИ ТНН», ОАО «Центрсибнефтепровод». – 2 с.
21. Патент № 120366 Российская Федерация, МПК А62С27/00. Многомодульная установка импульсного порошкового пожаротушения : № 20120122354 : заявл. 31.02.2012 : опубл. 20.09.2012 / Панкратьев Н. А., Пятачев В. Н., Цветков М. А. ; заявитель Панкратьев Н. А., Пятачев В. Н., Цветков М. А. – 2 с.
22. Патент № 1455351 Российская Федерация, G08B17/12. Устройство для пожарной сигнализации и защиты : № 19854015162 : заявл. 09.23.1985 : опубл. 30.01.1989 / Пыпко М. Д., Арайс В. Н., Максимова Т. А., Фрид Л. А. ; заявитель Пыпко М. Д., Арайс В. Н., Максимова Т. А., Фрид Л. А. – 3 с.
23. Патент № 155314 Российская Федерация, А62С35/00. Устройство газового пожаротушения : № 20140143285 : заявл. 27.10.2014 : опубл. 27.09.2015 / Черепанов Ю. В., Попов П. А., Кондратюк С. К., Брагин С. А. ; заявитель ООО ПК «Сибирский Проект». – 2 с.
24. Патент № 2005109789 Российская Федерация, МПК А62С37/00. Запорно-пусковое устройство установки газового пожаротушения : № 20050109789 : заявл. 06.04.2005 : опубл. 20.10.2006 / Пустынников С. С., Чуйков Е. В., Климовский Г. С., Климовский А. Г., Любаков А. В. ; заявитель ООО «НПО ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА СЕРВИС». – 2 с.
25. Патент № 2006139190 Российская Федерация, МПК А62С37/00. Запорно-пусковое устройство установки газового пожаротушения : № 20060139190 : заявл. 08.11.2006 : опубл. 20.05.2008 / Пустынников С. С., Чуйков Е. В., Климовский Г. С., Климовский А. Г. ; заявитель ООО «НПО ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА СЕРВИС». – 12 с.
26. Патент № 2007129647 Российская Федерация, МПК G08B17/06. Система пожарной сигнализации с линейными детекторами, основанная на слиянии данных, и способ осуществления такой сигнализации : № 20070129647 : заявл. 16.03.2006 : опубл. 10.04.2009 / ЛИ Ганцзинь, ЧЖАН Вэйшэ ; заявитель ЛИ Ганцзинь, ЧЖАН Вэйшэ. – 4 с.
27. Патент № 2011144127 Российская Федерация, МПК G08B17/00, G08B19/00. Адаптивный способ пожарной сигнализации : № 2011144127 : заявл. 31.10.2011 : опубл. 10.05.2013 / Бурдюгов С. И., Макаров Н. Ф., Захаров Г. Н., Попов В. Л. ; заявитель Бурдюгов С. И., Макаров Н. Ф., Захаров Г. Н., Попов В. Л. – 2 с.
28. Патент № 2013103871 Российская Федерация, МПК G08В17/00. Автономная система пожарной сигнализации : № 20130103871 : заявл. 29.01.2013 : опубл. 10.08.2014 / Каткова Л. Е., Тукан Е. И., Шарыгин Л.Н. ; заявитель ВлГУ. – 1 с.
29. Патент № 2014114921 Российская Федерация, МПК А62С35/00. Автоматическое устройство пожаротушения в закрытых помещениях : № 20140114921 : заявл. 16.04.2014 : опубл. 27.10.2015 / Кочетов О. С. ; заявитель Кочетов О. С. – 2 с.
30. Патент № 2015118835 Российская Федерация, МПК А62С37/00, А62С37/12. Система водяного пожаротушения : № 20150118835 : заявл. 20.05.2015 : опубл. 10.12.2016 / Кочетов О. С. ; заявитель Кочетов О. С. – 2 с.
31. Патент № 21395 Российская Федерация, МПК G08B17/06. Тепловой пожарный извещатель : № 20010128375 : заявл. 24.10.2001 : опубл. 20.01.2002 / Пустынников С. С., Чуйков Е. В., Сергеев Г. М., Иванов А. И. ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «НПО ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА СЕРВИС». – 1 с.
32. Патент № 2177179 Российская Федерация, МПК G08B25/08, H04M11/04. Система охранно-пожарной сигнализации : № 20000115179 : заявл. 13.06.2000 : опубл. 20.12.2001 / Шуревский Н. П., Щербаков В. А. ; заявитель ООО Научно-технический центр «АИР». – 6 с.
33. Патент № 2208466 Российская Федерация, МПК А62С13/22, А62С35/10. Запорно-выпускное устройство модуля порошкового пожаротушения : № 20010114137 : заявл. 28.05.2001 : опубл. 20.07.2003 / Борочкин В. П., Сысоев Н. Н., Дружбин-Ходос В. М., Полежаев В. А. ; заявитель ООО «СПБ-Средства пожарной безопасности». – 8 с.
34. Патент № 2210813 Российская Федерация, G08B25/00. Устройство для охранно-пожарной сигнализации : № 20010104400 : заявл. 12.02.2001 : опубл. 20.08.2003 / Заренков В. А., Заренков Д. В., Дикарев В. И. ; заявитель Заренков В. А., Заренков Д. В., Дикарев В. И. – 20 с.
35. Патент № 2232041 Российская Федерация, А62С3/06. Устройство для пожаротушения горючей жидкости в резервуаре : № 20020134016 : заявл. 18.12.2002 : опубл. 10.07.2004 / Брезгин А. Е. ; заявитель ОАО «АК «Транснефть», ОАО «Центрсибнефтепровод». – 7 с.
36. Патент № 2251154 Российская Федерация, МПК G08B13/00, G08B25/00. Система охранно-пожарной сигнализации с видеоконтролем доступа : № 2251154 : заявл. 11.08.2004 : опубл. 27.04.2005 / Низдрань С. Я., Харченко Г. А., Шептовецкий А. Ю., Яцык М. В. ; заявитель ООО «АЛЬТОНИКА». – 18 с.
37. Патент № 2257928 Российская Федерация, МПК А62С35/00. Установка порошкового пожаротушения : № 20040110311 : заявл. 05.04.2004 : опубл. 10.08.2005 / ЗАО НТЦ «Пирит». – 7 с.
38. Патент № 2270710 Российская Федерация, МПК А62С37/08. Запорно-пусковое устройство установки газового пожаротушения : № 20040120472 : заявл. 06.07.2004 : опубл. 27.02.2006 / Пустынников С. С., Чуйков Е. В., Климовский Г. С., Климовский А. Г., Любаков А. В. ; заявитель ООО «НПО ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА СЕРВИС». – 9 с.
39. Патент № 2315362 Российская Федерация, МПК G08B17/06. Устройство аварийной пожарной сигнализации : № 20060117478 : заявл. 22.05.2006 : опубл. 20.01.2008 / Коннов В. П, Фомкин А. С. ; заявитель Закрытое ационерное общество «Научно-производственное предприятие «Мифотекс». – 4 с.
40. Патент № 2411976 Российская Федерация, МПК А62С37/08. Запорно-пусковое устройство установки газового пожаротушения и приспособление для контроля его работоспособности : № 20100110199 : заявл. 19.03.2010 : опубл. 20.02.2011 / Пустынников С. С., Чуйков Е. В., Дурново В. А., Климовский Г. С., Климовский А. Г. ; заявитель ООО «НПО ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА СЕРВИС». – 10 с.
41. Патент № 2414966 Российская Федерация, МПК А62С37/08, В05В12/00. Система водяного пожаротушения : № 20090134884 : заявл. 14.09.2009 : опубл. 27.03.2011 / Белоусов Л. И., Васильев М. А., Сычев С. В., Танклевский Л. Т. ; заявитель ООО «Холдинг Гефест». – 8 с.
42. Патент № 2430789 Российская Федерация, МПК А62С31/02, В05В1/34. Мобильная установка пожаротушения : № 20100120465 : заявл. 21.05.2010 : опубл. 10.10.2011 / Кочетов О. С., Стареева М. О. ; заявитель Кочетов О. С., Стареева М. О. – 7 с.
43. Патент № 2438183 Российская Федерация, МПК G08B17/00, G08B17/06, H01H85/00. Устройство аварийной пожарной сигнализации : № 20100136254 : заявл. 27.08.2010 : опубл. 27.12.2011 / Ильин О. П. ; заявитель Ильин О. П. – 14 с.
44. Патент № 2460558 Российская Федерация, МПК А62С31/00. Дренчерный пенный ороситель : № 20110137218 : заявл. 09092011 : опубл. 10.09.2012 / Кочетов О. С., Стареева М. О. ; заявитель Кочетов О. С., Стареева М. О. – 4 с.
45. Патент № 24640 Российская Федерация, МПК А62С19/00. Модуль порошкового пожаротушения импульсный : № 2001012902 : заявл. 01.11.2001 : опубл. 20.08.2002 / Сергиенко А. Д., Голубчиков В. Б., Устюгов А. В. ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «НОРД». – 1 с.
46. Патент № 2471525 Российская Федерация, МПК А62С37/00. Система пенного пожаротушения : № 20110140771 : заявл. 10.10.2011 : опубл. 10.01.2013 / Кочетов О. С., Стареева М. О. ; заявитель Кочетов О. С., Стареева М. О. – 9 с.
47. Патент № 2484866 Российская Федерация, МПК А62С15/00. Мобильная установка пожаротушения : № 20120113905 : заявл. 10.04.2012 : опубл. 20.06.2013 / Кочетов О. С., Стареева М. О., Стареева М. М. ; заявитель Кочетов О. С., Стареева М. О., Стареева М. М. – 8 с.
48. Патент № 2526691 Российская Федерация, МПК А62С37/00. Система водяного пожаротушения : № 20130130939 : заявл. 08.07.2013 : опубл. 27.08.2014 / Кочетов О. С., Стареева М. О., Стареева М. М. ; заявитель Кочетов О. С., Стареева М. О., Стареева М. М. – 9 с.
49. Патент № 2534071 Российская Федерация, МПК А62С13/64. Мобильная установка пожаротушения : № 20130156123 : заявл. 18.12.2013 : опубл. 27.11.2014 / Кочетов О. С., Стареева М. О., Стареева М. М. ; заявитель Кочетов О. С., Стареева М. О., Стареева М. М. – 8 с.
50. Патент № 2581379 Российская Федерация, МПК А62С31/02, В05В1/02, В05В7/00. Мобильная установка Кочетова пожаротушения с двухфазным распылителем : № 20150106878 : заявл. 02.03.2015 : опубл. 20.04.2016 / Кочетов О. С. ; заявитель Кочетов О. С. – 8 с.
51. Патент № 2610760 Российская Федерация, МПК А62С37/08, В05В12/00. Система водяного пожаротушения : № 20160109907 : заявл. 18.03.2016 : опубл. 15.02.2017 / Ходакова Т. Д. ; заявитель Ходакова Т. Д. – 7 с.
52. Патент № 2617613 Российская Федерация, МПК А62С15/00, А62С15/00. Мобильная установка Кочетова пожаротушения с двухфазным распылителем : № 20160108928 : заявл. 14.03.2016 : опубл. 25.04.2017 / Кочетов О. С. ; заявитель Кочетов О. С. – 9 с.
53. Патент № 2645501 Российская Федерация, МПК А62С31/02, В05В7/0416. Мобильная установка пожаротушения с двухфазным распылителем : № 20170112726 : заявл. 13.04.2017 : опубл. 21.02.2018 / Кочетов О. С. ; заявитель Кочетов О. С. – 7 с.
54. Патент № 2674710 Российская Федерация, МПК А62С3/00, А62С5/02. Автономная установка пенного пожаротушения, система пожаротушения крупных резервуаров с легковоспламеняющимися жидкостями : № 20180113448 : заявл. 13.04.2018 : опубл. 12.12.2018 / Милёхин Ю. М., Деревякин В. А., Кононов Б. В., Каушанский Я. М., Красов А. В., Головкин К. Д., Копылов Н. П., Федоткин Д. В., Забегаев В. И., Тузов С. Ю., Широкова И. А., Боев С. А. ; заявитель ФГУП «ФЦДТ «Союз». – 12 с.
55. Патент № 2690890 Российская Федерация, МПК А62С37/08. Многоразовое запорно-пусковое устройство установки газового пожаротушения : № 20180143625 : заявл. 10.12.2018 : опубл. 06.06.2019 / Савинов А. В., Уланов А. О., Сивишкин А. Н. ; заявитель ООО ПКФ «Полёт». – 3 с.
56. Патент № 27873 Российская Федерация, МПК G08B17/06. Пожарный извещатель : № 20020109658 : заявл. 09.04.2002 : опубл. 20.02.2003 / Духнин К. Ю., Маркаров Н. В., Пархоменко В. Г., Токарев Э. Н. ; заявитель Государственное образовательное учреждение начального профессионального образования «Электромашиностроительный профессиональный лицей». – 1 с.
57. Патент № 28621 Российская Федерация, МПК А62С13/00, А62С35/10. Модуль порошкового пожаротушения : № 2002012526 : заявл. 27.09.2002 : опубл. 10.04.2003 / Баев С. Н., Коркунов И. В., Макаров В. Е., Мацук М. А., Шеин В. Н. ; заявитель ООО «Эпотос 1». – 1 с.
58. Патент № 31334 Российская Федерация, МПК А62D1/00. Модуль порошкового пожаротушения : № 20030109540 : заявл. 08.04.2003 : опубл. 10.08.2003 / Брагин С. А. ; заявитель Брагин С. А. – 1 с.
59. Патент № 35982 Российская Федерация, МПК А62С13/00. Модуль пожаротушения : № 20030128737 : заявл. 01.10.2003 : опубл. 20.02.2004 / Осетров И. А. ; заявитель Осетров И. А. – 2 с.
60. Патент № 36152 Российская Федерация, МПК G08B17/10. Система пожарно-охранной сигнализации : № 20030128800 : заявл. 02.10.2003 : опубл. 27.02.2004 / Гробов В. Г., Майстренко В. Н., Санин В. А., Двухименный А. Д., Бандура И. Н. ; заявитель Гробов В. Г., Майстренко В. Н., Санин В. А., Двухименный А. Д., Бандура И. Н. – 3 с.
61. Патент № 45283 Российская Федерация, МПК А62С35/02. Установка для пожаротушения периодического действия : № 20040137300 : заявл. 20.12.2004 : опубл. 10.05.2005 / Попов Л. Н., Шустерман В. Я., Серебренников С. Ю. ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Западно-уральское общество развития прикладных исследований». – 2 с.
62. Патент № 50840 Российская Федерация, МПК А62С13/22, А62С35/00. Модуль порошкового пожаротушения : № 20050117745 : заявл. 09.06.2005 : опубл. 27.01.2006 / Баев С. Н., Долговидов А. В., Теребнев В. В., Ульянов Н. И., Шеин В. Н. ; заявитель ООО «Эпотос». – 2 с.
63. Патент № 51511 Российская Федерация, МПК А62С3/02. Установка порошкового пожаротушения : № 20050118466 : заявл. 14.06.2005 : опубл. 27.02.2006 / Тациенко В. П., Храмцов В. И., Син А. Ф., Игишев В. Г., Франкевич Г. С. ; заявитель Тициенко В. П. – 1 с.
64. Патент № 51513 Российская Федерация, МПК А62С35/10. Модуль порошкового пожаротушения : № 20050130097 : заявл. 29.09.2005 : опубл. 27.02.2006 / Брагин С. А. ; заявитель ООО «Дельта-Капитал». – 2 с.
65. Патент № 74074 Российская Федерация, МПК А62С35/00. Модуль порошкового пожаротушения : № 20080103017 : заявл. 31.01.2008 : опубл. 20.06.2008 / Баев С. Н., Шеин В. Н., Коркунов И. В., Петров В. В. ; заявитель ООО «ГК «ЭПОТОС». – 1 с.
66. Патент № 79203 Российская Федерация, МПК G08B17/06. Тепловой пожарный извещатель : № 20080136578 : заявл. 11.09.2008 : опубл. 20.12.2008 / Пустынников С. С., Лосицкий В. Г., Машкин А. А., Филичкин В. М. ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «НПО ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА СЕРВИС». – 1 с.
67. Патент № 85828 Российская Федерация, МПК А62С37/38, F16K31/05. Распределительное устройство автоматической установки газового пожаротушения : № 20090100380 : заявл. 11.01.2009 : опубл. 20.08.2009 / Макунин И. В., Шарбанов А. И., Шумилов Н. Д., Фефелов А. В., Кущук В. А., Смирнова Л. И. Цыганкова И. Г. ; заявитель ЗАО «АЗТЕХ». – 3 с.
68. Патент № 89397 Российская Федерация, МПК А62С15/00, В05В1/30. Ранцевая установка импульсного пожаротушения : № 20080106069 : заявл. 18.02.2008 : опубл. 10.12.2009 / Иваницкий А. Г., Самойлов В. В., Лебедев А. С. ; заявитель РУПП «Витязь». – 2 с.
69. Патент № 89965 Российская Федерация, МПК А62С13/78. Стойка и модуль газового пожаротушения : № 20090137550 : заявл. 12.10.2009 : опубл. 27.12.2009 / Меркулов А. В., Глухов В. И., Халтурин А. Ю. ; заявитель Закрытое акционерное общество «АРТСОК». – 2 с.
70. Патент № 93684 Российская Федерация, А62С3/06. Устройство для пожаротушения горючей жидкости в резервуаре : № 20100101290 : заявл. 18.01.2010 : опубл. 10.05.2010 / Брезгин А. Е., Китов А. Г., Марценюк Ю. П. ; заявитель ОАО «Центрсибнефтепровод». – 2 с.
71. Патент № 95527 Российская Федерация, МПК А62С31/12, А62С37/08. Пенный ороситель : № 20100110473 : заявл. 22.03.2010 : опубл. 10.07.2010 / Булычев А. Я., Булычев Д. А. ; заявитель Булычев А. Я., Булычев Д. А. – 2 с.
72. Пожарная безопасность объектов нефтегазового комплекса: реализация нормативных требований [Электронный ресурс]. – URL: https://www.aktivsb.ru/statii/pozharnaya\_bezopasnost\_obektov\_neftegazovogo\_kompleksa\_realizatsiya\_normativnykh\_trebovaniy.html (дата обращения: 15.02.2021).
73. Пожарная огнетушащая граната SAT 119 [Электронный ресурс] // Российские противопожарные системы. – URL: https://rosfiresystem.ru/magazin-2/product/pozharnaya-ognetushaschaya-granata-sat-119 (дата обращения: 22.03.2021).
74. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране [Электронный ресурс] // Инженерный центр пожарной робототехники «Эфер». – URL: http://www.firerobots.ru/ru/press-center/info/item\_8695.html (дата обращения: 26.03.2021).
75. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74580206/ (дата обращения: 12.03.2021).
76. Проблемы противопожарной безопасности на объектах нефтяной промышленности [Электронный ресурс]. – URL: https://1cert.ru/stati/problemy-protivopozharnoy-bezopasnosti-na-obektakh-neftyanoy-promyshlennosti (дата обращения: 24.02.2021).
77. Реснянская А. С. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой промышленности / А. С. Реснянская, А. Ю. Игаева // Перспективы развития строительного комплекса. – 2016. – №1. – С. 57-65.
78. Рукин М. В. Пожарная безопасность объектов нефти и газа как составной элемент промышленной безопасности России [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ervist.ru/stati/pozharnaya-bezopasnost-obektov-nefti-i-gaza-kak-sostavnoy-element-promyshlennoy-bezopasnosti-rossii.html (дата обращения: 25.03.2021).
79. Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2020. URL: https://base.garant.ru/195520/#:~:text=Свод%20правил%20СП%2012.13130.2009%20%22Определение,марта%202009%20г.%20N%20182) (дата обращения: 21.03.2021).
80. Свод правил. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [Электронный ресурс]: СП 3.13130.2009. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200071145 (дата обращения: 21.03.2021).
81. Свод правил. Системы противопожарной защиты и установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс]: СП 484.1311500.2020. URL: https://docs.cntd.ru/document/566249686 (дата обращения: 29.01.2021).
82. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 8.13130.2009. URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_91586/ (дата обращения: 29.01.2021).
83. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс]: СП 4.13130.2013. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200101593 (дата обращения: 21.03.2021).
84. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс]: СП 1.13130.2020. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200071143 (дата обращения: 21.03.2021).
85. Свод правил. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 155.13130.2014 (с Изменением №1 от 09.03.2017) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200108948 (дата обращения: 23.03.2021).
86. Серебренников Д. С. Система обеспечения пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс] / Д. С. Серебрянников, Р. Р, Худолей, А. В. Маркеев // Пожаровзрывобезопасность. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnosti-na-predpriyatiyah-neftegazovoy-otrasli (дата обращения: 15.02.2021).
87. Системы пожаротушения тонкораспыленной водой [Электронный ресурс]. – URL: https://fireman.club/statyi-polzovateley/sistemyi-pozharotusheniya-tonkoraspyilennoy-vodoy/ (дата обращения: 29.01.2021).
88. Технологический регламент по эксплуатации опасного производственного объекта «ГКС Заволжское ЛПУМГ» : ТР КС-23-001-2016. – Красноармейское, 2016. – 108 с.
89. Технологический регламент по эксплуатации опасного производственного объекта «ГКС площадки КС-22 Волжского ЛПУМГ-филиала ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» : ТР КС-22-001-2016. – Новые Параты, 2016. – 122 с.
90. Устав Общества с ограниченной ответственностью «Газпром трансгаз Нижний Новгород». – М., 2020. – 18 с.
91. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Модульные установки пожаротушения тонкораспыленной водой автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 53288-2009. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200071947 (дата обращения: 29.01.2021).
92. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_78699/ (дата обращения: 20.01.2021).
93. Федеральный закон РФ «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_5438/ (дата обращения: 21.01.2021).
94. Черепахин А.М. Взаимосвязь пожарной опасности с тяжестью последствий реализации пожароопасной ситуации на объектах нефтегазового комплекса с участием сложной гомогенной горючей среды / А.В. Калач, А.М. Черепахин, Е.В. Калач // Техносферная безопасность. – 2019. – № 1 (22). – С. 65-69.
95. Черепахин А.М. Методика оценки пожарной опасности горючей среды на основе веществ, обращающихся на объектах нефтегазового комплекса / А.В. Калач, А.М. Черепахин, Е.В. Калач // Техносферная безопасность. – 2019. – № 4 (25). – С. 57-61.
96. Черепахин А.М. Совершенствование методики оценки риска пожарной опасности объектов нефтегазового комплекса на примере испытательных лабораторий / А.М. Черепахин, О.Б. Рудаков, А.В. Калач, Е.В. Калач // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1. – № 9. – С. 966-968.
97. Щенникова О. С. Автоматизированная система приготовления эмульсий и суспензий на нефтегазовой промышленности / О. С. Щенникова // Проблемы геологии и освоения недр. – 2018. – №1. – С. 294-295.
98. Alle B.J.M. Risk analysis and risk policy in the Netherlands and the EEC / B.J.M. Alle //Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 1991. – V. 4(1). – P. 58-64.
99. Brittain J Foam supplier's speedy response to Buncefield blaze / J. Brittain // Fire. – 2006. – №1207. – P.21.
100. Doche R. Explosion catastrophique d'un gasoduc en Belgique / R. Doche // Face risqué. –2004. – № 406. – Р. 33-36.
101. Schuler D. Peu de reponses pour l'instant / D. Schuler // Schweiz. Feuerwehr-Ztg. – 2006. – №6. – P. 86-88.
102. Wolski A. Accommodation perceptions of risk in performance based buildings fire safety code development / А. Wolski // Fire Safety. – 2000. – №3. – Р. 309.

# Приложение А

# Схема противопожарной системы ГТК-25И





Рисунок А.1 – Схема противопожарной системы ГТК-25И