

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Разработка системы управления пожарной безопасностью цеха по
производству аммиака ПАО «Тольяттиазот»

Студент

Р.И. Картунов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к. т. н. доцент, А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Содержание

[_Тос43220574](#)

Введение.....	4
Термины и определения	9
Перечень сокращений и обозначений.....	10
1 Информационно-теоретический обзор нормативной документации о требованиях ПБ на химических предприятиях.....	11
1.1 Особенности технологического процесса химических предприятий с наличием аммиака.....	11
1.2 Общие требования к обеспечению технологических процессов химической промышленности	14
1.3 Общие положения норм пожарной безопасности относительно деятельности химических производств	20
1.4 Особенности управления пожарной безопасностью на химических предприятиях	22
1.5 Обзор статистических данных об авариях, пожаров на химических предприятиях	24
2 Разработка теоретических основ безопасности предприятия ПАО «Тольяттиазот», цеха по производству аммиака	29
2.1 Анализ деятельности предприятия ПАО «Тольяттиазот», цеха по производству аммиака	29
2.2 Определение основ пожарной безопасности химического производства с наличием аммиака.....	42
3 Анализ и выбор существующих технических решений в области системы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот»	53
3.1 Многофункциональная система контроля и сигнализации состояния охраняемого объекта.....	53

3.2	Универсальное устройство для тушения пожара и пожаровзрывопредотвращения.....	56
3.3	Программа для рационального распределения ресурсов в многоагентной системе управления пожарной безопасности на производственных объектах химической отрасли.....	59
3.4	Оценка достоверности полученных результатов, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований	64
	Заключение	71
	Список используемых источников.....	74

Введение

В России химическая промышленность является сырьевой базой и мощным производственным индустриальным комплексом для многих отраслей промышленности. Это такие крупные отрасли, как авиа и ракетостроение, тяжелое машиностроение, сельское хозяйство, косметология и фармацевтика, строительство, медицина. Химическая промышленность обеспечивает производство таких материалов и веществ, как полимеры, удобрения, лакокрасочные изделия, синтетические материалы.

Поскольку в России наблюдается рост химической промышленности, должное внимание необходимо уделяться безопасности данных производственных мощностей. Это безопасное проведение технологического процесса, обеспечение требований охраны труда работниками предприятий и безопасное функционирование в условиях города. Химические предприятия, являются, как правило, потенциально опасными объектами, поскольку риск возникновения ЧС, пожара/взрыва или аварийной ситуации выше нормы. Кроме того, повышается опасность и негативных последствий аварийных ситуаций на химическом предприятии. Зачастую, это пожар/взрыв вследствие выхода паровоздушной смеси. А это также влечет за собой вредные выбросы отравляющих веществ в атмосферу, превышение ПДК, опасность заражения прилегающей территории и прочие негативные последствия.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключается, прежде всего, в необходимости доработки комплекса методов, применяемых в сфере системы управления пожарной безопасностью химических производств на примере цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот».

Объект исследования: цех по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот».

Предмет исследования: система управления пожарной безопасностью.

Цель исследования: разработка системы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот».

Гипотеза исследования состоит в том, что, если:

– проанализировать действующие нормы ПБ, методы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот»;

– осуществить патентный поиск технических средств, устройств и по управлению ПБ на химическом предприятии, то можно предложить усовершенствованные системы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Информационно-теоретический обзор нормативно-справочной документации по управлению системой ПБ на предприятиях химической промышленности.

2. Анализ информации об объекте, уточнение данных по количеству обращающихся в производстве АХОВ и оперативно-тактический характеристике объекта.

3. Прогнозирование развития пожара путем расчетов по количеству сил и средств условного пожара, разработке схем расстановки сил и средств по тушению пожара.

4. Подведение итогов анализа системы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот».

Теоретико-методологическую основу исследования составили: нормативно-правовая документация относительно требований пожарной безопасности к объектам химической промышленности, учебные пособия по тактике тушения пожара и основам газодымозащитной службы, данные об объекте, методические рекомендации по обращению и тушению объектов

химической промышленности, анализ деятельности предприятия ПАО «Тольяттиазот».

Базовыми для настоящего исследования явились также: исходные данные об объекте (техническая. Проектная документация, данные об ПОО, ХОО г. о. Тольятти), боевой устав подразделений пожарной охраны, Расписание выезда подразделений Тольяттинского местного пожарно-спасательного гарнизона для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных на территории г. о. Тольятти, тактические методы подразделений пожарной охраны.

Методы исследования: теоретический, эмпирический, расчетный, библиографический.

Опытно-экспериментальная база исследования проводилась на базе Института инженерной и экологической безопасности Тольяттинского Государственного Университета.

Научная новизна исследования заключается в:

— выявлении и конкретизации особенностей технологического процесса химических предприятий с наличием аммиака, общие требования к обеспечению технологических процессов химической промышленности, общие положения норм пожарной безопасности относительно деятельности химических производств;

— выявлении особенностей управления пожарной безопасностью на химических предприятия

— предложены некоторые технические устройства для оптимального и рационального решения по управлению системой ПБ в цехе по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот».

Теоретическая значимость исследования заключается в:

— данных узкоспециализированных особенностей системы обеспечения ПБ на объектах химической промышленности, особенно с наличием аммиака;

- сформулированных алгоритмах действия персонала объекта на случай пожара, рекомендациях должностным лицам на пожаре;
- описании способов организации системы ПБ применимо к объектам химии;
- выявлении и анализе информации (характерные черты) на основе статистических данных о пожарах на ХОО, сравнении случаев из практики.

Практическая значимость исследования в рекомендации к применению сформулированных методах управления системой ПБ, а также внедрению приведенных технических устройств, которые способны повысить тактические возможности пожарных подразделений.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- действующими нормативно-правовыми актами РФ актуальной редакции на 20.05.2020 г;
- системной проработкой проблемы обеспечения пожарной безопасности зданий ХОО на всех этапах, начиная от профилактики до тактики тушения крупного пожара;
- методическими рекомендациями и рекомендательными документами МЧС России, компетенция которых затрагивает здания объектов нефтехимии, резервуарных парков;
- глубиной исследования основных концепций ныне действующих тактических методов и приемов ликвидации ЧС и пожаров.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в написании научных статей, опубликованных в научном журнале.

На защиту выносятся:

- результаты анализа особенностей способов организации системы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот»;

— итоги информационного обзора по различным техническим решениям в организации системы управления пожарной безопасностью химических предприятий;

— предлагаемые усовершенствованные технические решения непосредственно для системы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот».

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 14 рисунков, 2 таблицы, список использованной литературы (40 источников). Основной текст работы изложен на 90 страницах.

Термины и определения

Пожар – неконтролируемый процесс горения, который может повлечь за собой ущерб жизни и здоровью людей, окружающей среде, обществу в целом

Пожарная тактика – совокупность методов по организации пожаротушения посредством организационных и технических мероприятий в наиболее короткие сроки.

Система управления пожарной безопасностью – комплекс мер и методов различного характера по обеспечению профилактики, тушения пожара на объекте, а также проведению аварийно-спасательных работ.

Перечень сокращений и обозначений

АБК – административно-бытовой комплекс

АИС – автоматизированные информационные системы

АХОВ – аварийно-химические отравляющие вещества

БРУ – бетонно-растворный узел

ГЖ – горючая жидкость

ГПП – газораспределительная подстанция

ГСМ – горюче-смазочный материал

ИТР – инженерно-технический работник

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость

МАС – многоагентные системы

ООО – общество с ограниченной ответственностью

ПАО – публичное акционерное общество

ПБ – пожарная безопасность

ТО – техническое обслуживание

ФПС ГПС – федеральная противопожарная служба государственной
противопожарной службы

ХОПО – химически-опасный потенциальный объект

ЧС – чрезвычайная ситуация

1 Информационно-теоретический обзор нормативной документации о требованиях ПБ на химических предприятиях

1.1 Особенности технологического процесса химических предприятий с наличием аммиака

Аммиак – неорганическое соединение азота с водородом, на производстве это бесцветный газ с резким запахом. Это вещество относится к IV классу опасности (малоопасное). Тем не менее, учитывая производственные мощности и количество обращающегося аммиака, существует большая потенциальная угроза возникновения аварийной ситуации. В химической промышленности аммиак относится к чрезвычайно важным элементам и веществам, мировое производство аммиака превышает 185 млн. т в год. Это объясняется тем, что аммиак применяют для производства минеральных удобрений, холодильной техники, взрывчатых веществ, соды, медицине, растворителей и других целей. Для человека аммиак классифицируется как умеренно токсичное вещество, но в больших концентрациях аммиак смертельно опасен.

На территории РФ находятся 16 предприятий, производящих аммиак. Самым крупным является ПАО «Тольяттиазот» (2400-2600 тыс. т/год). Россия является крупнейшим экспортером аммиака, поставляя импортерам почти $\frac{1}{4}$ производимого аммиака (Литва, Украина).

Производство аммиака в России – это важное стратегическое направление страны. На декабрь 2019 года зарегистрированы данные о потребности увеличения производства аммиака, непосредственно для минеральных удобрений. Поэтому аммиачное производство имеет тенденцию роста и увеличение производственных площадок.

Опасность производства аммиака

Основную опасность представляют процессы нейтрализации азотной кислоты аммиаком, нарушение режима дозирования этих веществ нарушает процесс смешивания. Кроме того, при попадании молекул воды в аммиачную селитру, наблюдается явление взрыва. Также при явлении экзотермического процесса наблюдается явление перегрева технологического оборудования, происходит разложение аммиачной селитры. Эти все преобразования диктуют необходимость создания и разработки повышенного уровня безопасности. С 2001 года начали действовать новые меры по усовершенствованию узлов смешивания химических веществ. Интересный факт зафиксирован на одном заводе, на котором пренебрегли этими правилами, после чего произошла авария вследствие детонации аммиачной селитры на производстве. На рисунке 1 приведена технологическая схема производства аммиака.

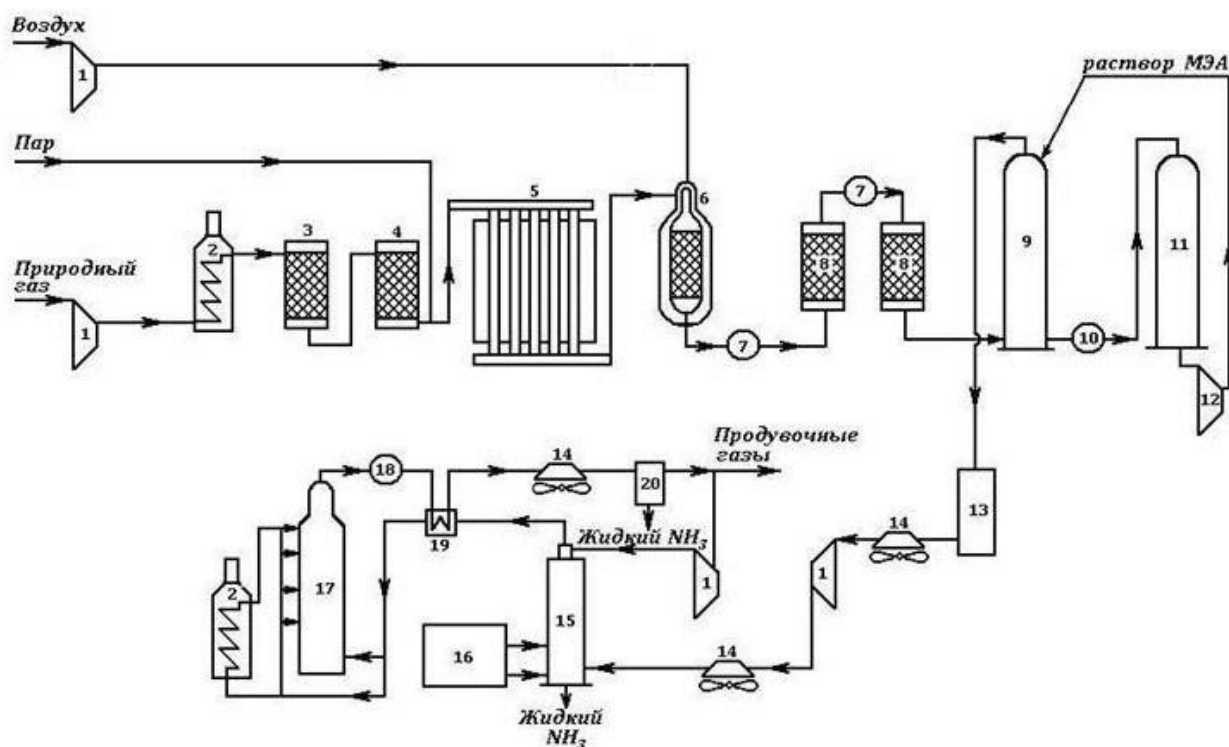


Рисунок 1 - Схема производства аммиака

Но в последние годы на производстве с наличием аммиака, все больше используется центробежные насосы большой мощности с приводом от паровых турбин. Применение этих средств связано с повышением производительности производственных мощностей, но требующих специальных мер безопасности применения. Также последнее время наблюдается применение жидкого аммиака для производства минеральных удобрений. Вследствие сезонного применения удобрений, необходимо безопасное хранение и складирование. Необходимость увеличения емкостных хранилищ также обуславливает повышенное внимание к мерам пожарной безопасности. Данные увеличения производств сигнализируют о росте потенциальной опасности возникновения ЧС/аварии с аммиаком. На рисунке 2 приведен анализ опасностей химического производства.

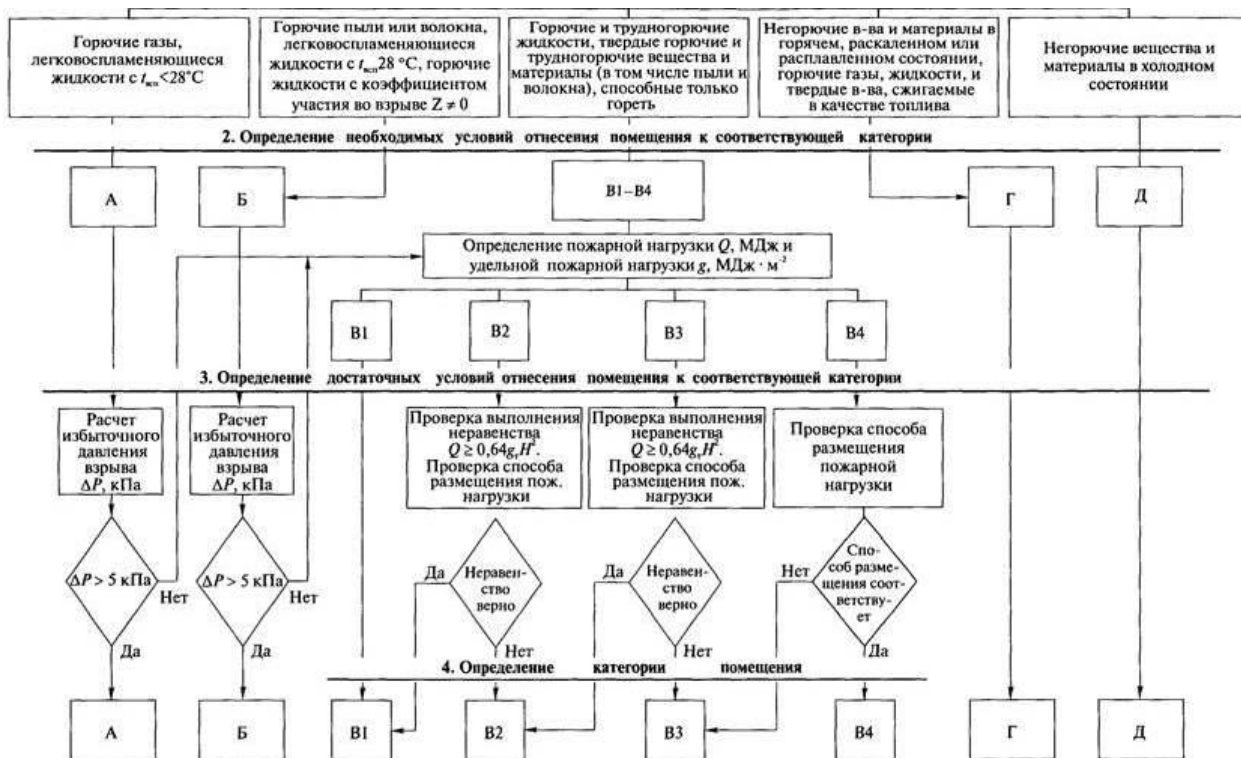


Рисунок 2 – Анализ опасностей химического производства

Также среди опасностей выделяют статическое электричество. Все производства с наличием аммиака находятся в зоне потенциальной опасности образования высоких потенциалов статического электричества.

1.2 Общие требования к обеспечению технологических процессов химической промышленности

Технологические процессы (производственные процессы, при осуществлении которых изменяют химический состав перерабатываемого продукта с целью получения вещества с другими свойствами, процессы хранения и слива-налива химически опасных веществ) следует разрабатывать на основании исходных данных на разработку документации ХОПО с учетом количества химически опасных веществ, а также анализа опасностей, возникающих при ведении процесса, условий возникновения и развития возможных аварийных ситуаций. Для каждого технологического процесса ХОПО, включая процессы хранения и слива-налива химически опасных веществ, должны быть определены критические значения параметров или их совокупность для участвующих в процессе химически опасных веществ. Допустимый диапазон изменения параметров устанавливают с учетом характеристик технологического процесса. Технические характеристики системы управления и противоаварийной защиты должны соответствовать скорости изменения значений параметров процесса в требуемом диапазоне (класс точности приборов, инерционность систем измерения, диапазон измерения) [3].

Регламентированные значения параметров по ведению технологического процесса устанавливают в исходных данных на разработку документации ХОПО и указывают в технологических регламентах на производство продукции как оптимальные нормы ведения технологического режима. Способы и средства, исключаящие выход параметров за установленные пределы, устанавливают в исходных данных на разработку

документации ХОПО и указывают в технологическом регламенте на производство продукции. Исходные данные на разработку документации на ХОПО разрабатывают научно-исследовательские организации или организации, специализирующиеся в соответствующей области [3]. На рисунке 3 приведена схема основных стадий химического производства.

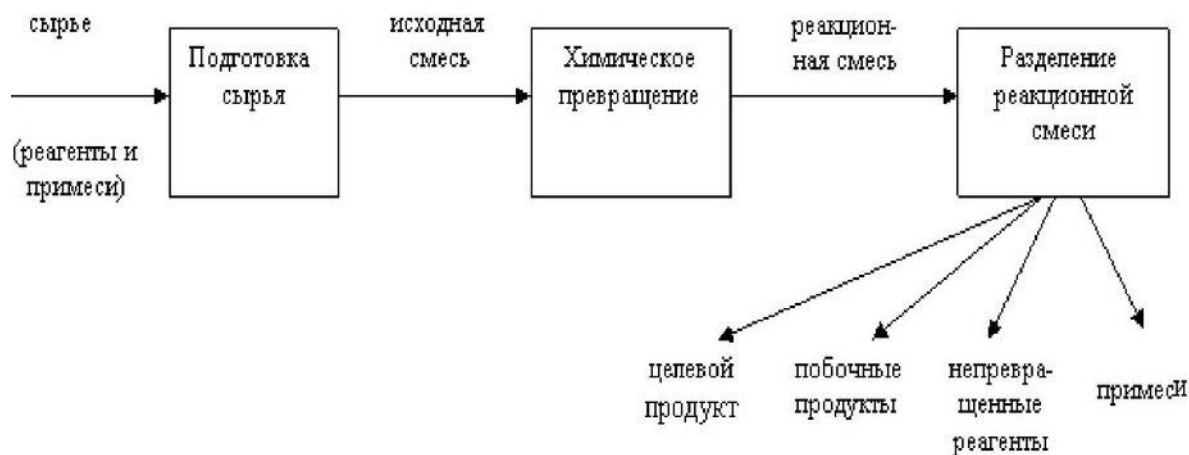


Рисунок 3 – Схема основных стадий химического производства

Условия химической безопасности проведения отдельного технологического процесса или его стадий обеспечивают:

— рациональным подбором взаимодействующих компонентов исходя из условия максимального снижения или исключения образования химически опасных смесей или продуктов (устанавливается в исходных данных);

— выбором рациональных режимов дозирования компонентов, предотвращением возможности отклонения их соотношений от регламентированных значений и образования химически опасных концентраций в системе (устанавливают в технической документации на ХОПО);

— введением в технологическую среду исходя из физико-химических условий процесса дополнительных веществ: инертных

разбавителей-флегматизаторов, веществ, приводящих к образованию инертных разбавителей или препятствующих образованию химически опасных смесей (устанавливают в исходных данных);

— рациональным выбором гидродинамических характеристик процесса (способов и режима перемещения среды и смешения компонентов, напора и скорости потока) и теплообменных характеристик (теплового напора, коэффициента теплопередачи, поверхности теплообмена), а также геометрических параметров аппаратов (устанавливают в исходных данных и технической документации на ХОПО);

— применением компонентов в фазовом состоянии, затрудняющем или исключаящем образование химически опасной смеси (устанавливают в исходных данных);

— выбором значений параметров состояния технологической среды (состава, давления, температуры), снижающих ее химическую опасность (устанавливают в исходных данных);

— надежным энергообеспечением (устанавливают в технической документации на ХОПО) [3].

Для максимального снижения выбросов в окружающую среду химически опасных веществ ХОПО при аварийной разгерметизации химико-технологической системы необходимо предусматривать следующие меры:

— на объектах I и II класса опасности - установка автоматических быстродействующих запорных и (или) отсекающих устройств со временем срабатывания не более 12 с;

— на объектах III класса опасности - установка запорных и (или) отсекающих устройств с дистанционным управлением и временем срабатывания не более 120 с;

— на объектах IV класса опасности - установка запорных устройств с ручным приводом, при этом следует предусматривать минимальное время приведения их в действие за счет рационального размещения (максимально

допустимого приближения к рабочему месту оператора), но не более 300 с. При этом должны быть обеспечены условия безопасного отсечения потоков и исключены гидравлические удары [3].

Для аварийного освобождения химико-технологических систем от обращающихся химически опасных продуктов используют оборудование технологических установок или специальные системы аварийного освобождения. Специальные системы аварийного освобождения должны:

- находиться в постоянной готовности;
- исключать образование химически опасных смесей как в самих системах, так и в окружающей атмосфере, а также развитие аварий;
- обеспечивать минимально возможное время освобождения;
- оснащаться средствами контроля и управления [3].

Специальные системы аварийного освобождения запрещается использовать для других целей. Вместимость системы аварийного освобождения (специальной или в виде оборудования технологических установок, предназначенного для аварийного освобождения химико-технологических систем) рассчитывают на прием продуктов в количествах, определяемых условиями безопасной остановки технологического процесса.

Сбрасываемые химически опасные вещества следует направлять в закрытые системы для дальнейшей утилизации. Не допускается объединение выбросов химически опасных веществ, содержащих вещества, способные при смешивании образовывать более опасные по воздействиям химические соединения. При наличии жидкой фазы в газовом потоке на линиях сброса газов должны предусматриваться устройства, исключющие ее унос. В процессах, в которых при отклонении от заданных технологических режимов возможно попадание химически опасных продуктов в линию подачи инертных сред (гелий, азот и другие среды), на последней устанавливают обратный клапан или иное устройство, исключющее переток химических

опасных веществ в линию подачи инертных сред. На рисунке 4 изображена схема процесса с наличием аммиака.

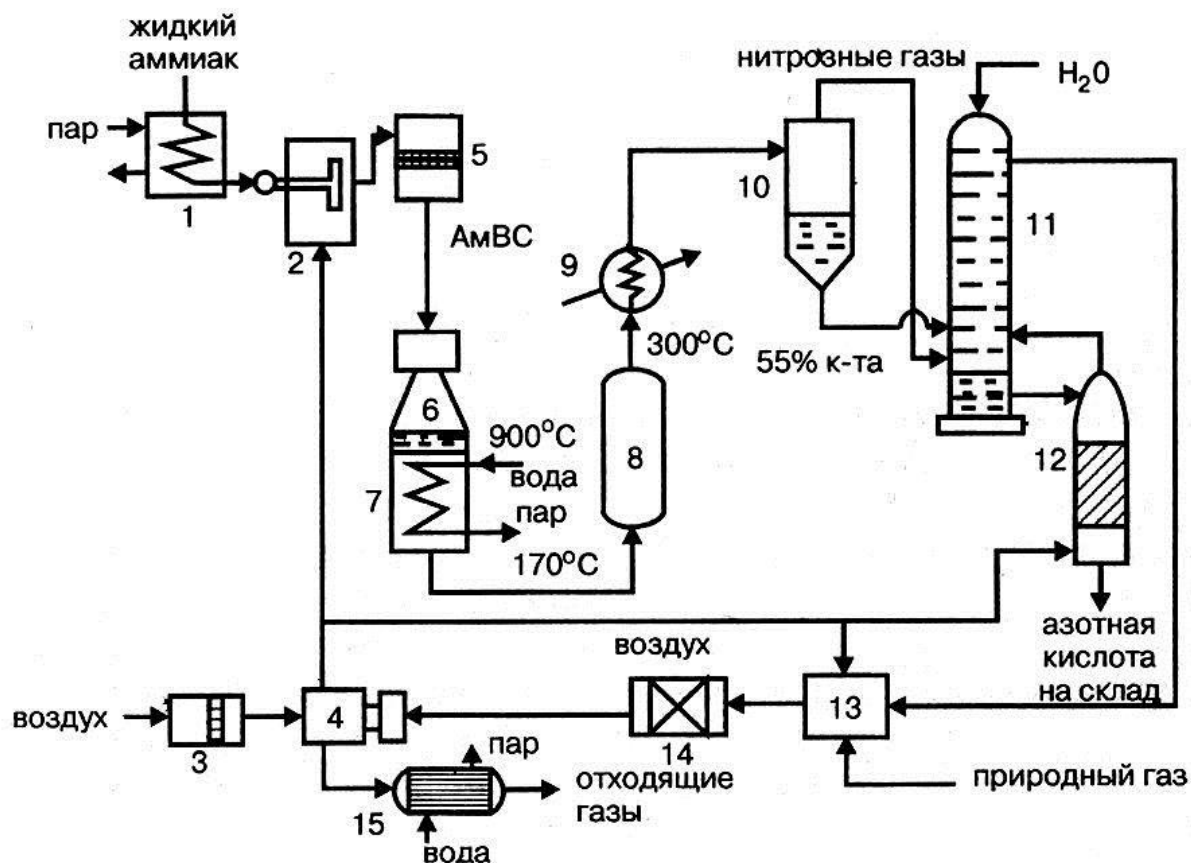


Рисунок 4 – Схема процесса с наличием аммиака

При наличии в технологическом оборудовании химически опасных веществ или возможности их образования эксплуатирующая организация разрабатывает необходимые организационные меры, обеспечивающие с учетом технических средств, предусмотренных документацией на ХОПО, защиту персонала от воздействия этих веществ при химическом поражении авариях [3].

Для ХОПО I, II и III класса опасности с учетом химико-технологических особенностей организация разрабатывает и утверждает план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (далее -

планы мероприятий), в котором предусматривают действия персонала по предупреждению аварий, а в случае их возникновения - по локализации и максимальному снижению тяжести последствий, а также технические системы и средства, используемые при этом.

Планы мероприятий разрабатывают в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 г. N 730 "Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 35, ст. 4516).

Персонал, связанный с эксплуатацией ХОПО, должен быть обучен и аттестован в области промышленной безопасности в соответствии с порядком, установленным нормативными правовыми актами федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности, а также иметь профессиональную подготовку, в том числе по безопасности труда. Все работники должны быть обучены правилам использования и простейшим способам проверки исправности средств индивидуальной защиты и пройти тренировку по их применению.

Организация работ по поддержанию надежного и безопасного уровня эксплуатации и ремонта технологического и вспомогательного оборудования, трубопроводов и арматуры, систем контроля, противоаварийной защиты, средств связи и оповещения, энергообеспечения, а также зданий и сооружений; распределение обязанностей и границ ответственности между техническими службами (технологической, механической, энергетической, контрольно-измерительных приборов и автоматики) за обеспечением требований промышленной безопасности, а также перечень и объем эксплуатационной, ремонтной и другой технической документации должны быть определены внутренними распорядительными документами организации, устанавливающими требования безопасного проведения работ на ХОПО.

В целях противодействия угрозам совершения террористических актов и несанкционированным действиям в производствах, имеющих в своем составе ХОПО, разрабатывают меры по предотвращению постороннего несанкционированного вмешательства в ход технологических процессов.

1.3 Общие положения норм пожарной безопасности относительно деятельности химических производств

В соответствии с действующим законодательством ответственность за обеспечение пожарной безопасности предприятий и организаций химической промышленности несут их руководители.

Руководители предприятий и организаций обязаны:

а) организовать изучение и выполнение настоящих Правил пожарной безопасности всеми инженерно-техническими работниками (ИТР), служащими и рабочими;

б) обеспечить разработку и внедрение решений, направленных на снижение пожаро- и взрывоопасности производства;

в) назначить лиц, ответственных за обеспечение пожарной безопасности цехов, установок, производственных участков, зданий и других сооружений объекта;

г) организовать на объекте добровольную пожарную дружину и пожарно-техническую комиссию и обеспечить их работу в соответствии с действующими положениями;

д) организовать проведение на предприятиях противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму;

е) установить в производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях строгий противопожарный режим (определить и оборудовать места для курения, определить места и допустимое количество для одновременного хранения сырья и готовой продукции, установить

четкий порядок проведения огневых работ, порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы) и постоянно контролировать строжайшее соблюдение его всеми рабочими и обслуживающим персоналом;

ж) периодически проверять состояние пожарной безопасности предприятия, наличие и исправность технических средств борьбы с пожарами, боеспособность объектовой пожарной охраны и добровольной пожарной дружины и принимать необходимые меры к улучшению их работы. На рисунке 5 приведена схема обеспечения ПБ химического производства.

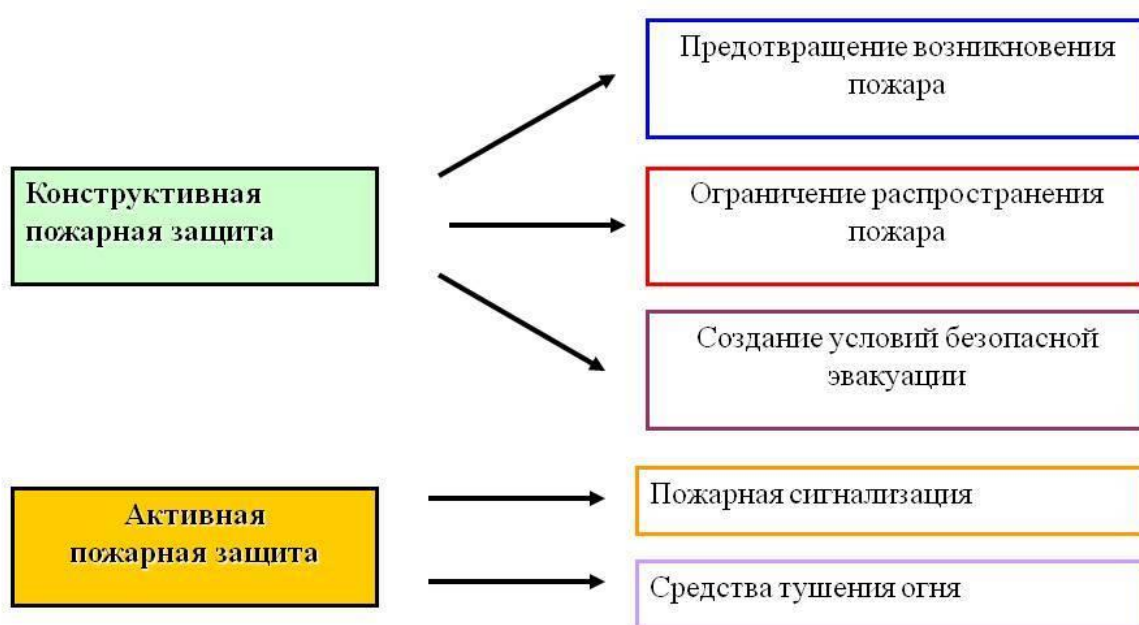


Рисунок 5 – Схема обеспечения ПБ химического производства

Ответственность за пожарную безопасность цехов, лабораторий, отделов, мастерских и других производственных участков несут их руководители, а в отсутствие руководителей - лица, исполняющие их обязанности.

Начальники цехов, лабораторий, отделов, заведующие складами, мастерскими и другие должностные лица, ответственные за пожарную безопасность, обязаны:

а) знать пожарную опасность обращающихся в производстве веществ и всего технологического процесса;

б) обеспечить соблюдение работы установленного противопожарного режима на вверенных им участках;

в) следить за исправностью приборов отопления, вентиляции, электроустановок, технического оборудования и принимать немедленно меры к устранению обнаруженных неисправностей, которые могут привести к пожару;

г) следить за тем, чтобы после окончания работы проводилась уборка рабочих мест и помещений, отключалась электросеть, за исключением дежурного освещения и электроустановок, которые по условиям технологического процесса производства должны работать круглосуточно;

д) обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию имеющихся средств пожаротушения, связи и сигнализации;

е) в случае возникновения пожара, а также опасного положения, создавшегося вследствие аварии или по другим причинам, немедленно вызвать пожарную команду и одновременно приступить к ликвидации пожара имеющимися в наличии силами и средствами.

1.4 Особенности управления пожарной безопасностью на химических предприятиях

Основным направлением деятельности предприятий химической промышленности является переработка материалов и сырья посредством химических методов (с изменением молекулярного состава). Риск возникновения взрыва или пожароопасной ситуации на таких объектах велик

вследствие высокой категории взрывопожароопасности объектов рассматриваемой категории. Поэтому основным направлением по обеспечению пожарной безопасности является предотвращение пожаров на объектах химической промышленности, осуществление профилактических мероприятий ПБ. Необходимость соблюдения правил ПБ очень велика, поскольку при осуществлении технологического процесса предприятия на производстве обращаются ЛВЖ и ГЖ. Взрыв и пожары на химическом предприятии способны привести к ущербу жизни и здоровья людей и животных. Прежде всего, это работники предприятия, а также личный состав подразделений служб жизнеобеспечения, участвующий в ликвидации происходящих аварий/ЧС.

Кроме того, последствия могут негативно сказаться на окружающей среде, вторичные факторы пожара – действие ОВ оказывает губительное действие на всё биосферное пространство. И, наконец, это значительные материальные потери и ущерб как для объекта в частности, так и для города в целом.

Основные положения по организации ПБ на химическом предприятии:
контроль над соблюдением правил ПБ несет руководитель организации/объекта;

разработка комплекса мероприятий по снижению пожарной опасности производства;

своевременное обучение работников предприятия с обязательной переквалификацией по должностным категориям;

назначение ответственных лиц за ПБ на каждом участке/цехе;

обеспечение регулярного ТО, капитального ремонта и реконструкции цехов и оборудования;

соблюдение порядка на территории всего объекта, а также прилегающей территории.

На рисунке 6 приведена схема конструктивных мероприятий по обеспечению защиты от пожаров/взрывов на химическом предприятии.



Рисунок 6 - Схема мероприятий по обеспечению защиты от пожаров/взрывов на химическом предприятии

Данные мероприятия относятся к профилактической работе службы промышленной и пожарной безопасности предприятий химической промышленности.

1.5 Обзор статистических данных об авариях, пожарах на химических предприятиях

На территории РФ ежегодно происходит около 50-70 пожаров на химических предприятиях в год. Рассматриваемый период с 2011-2015 гг., на протяжении 5 лет произошло 184 пожара [4].

Проблема актуальная, поскольку химические объекты – самая опасная категория объектов пожаров из-за специфики производственной деятельности. Конкретно, это потенциальная опасность токсического воздействия веществ, обращающихся на химических предприятиях. Всем известно, что диффузионные процессы быстрее всего происходят в газообразных веществах. Поэтому порой даже сложно зарегистрировать количество выброса АХОВ в атмосферу или другие оболочки биосферного пространства Земли. На рисунке 7 приведены данные по количеству пожаров на химических объектах с 2011-2015 гг.

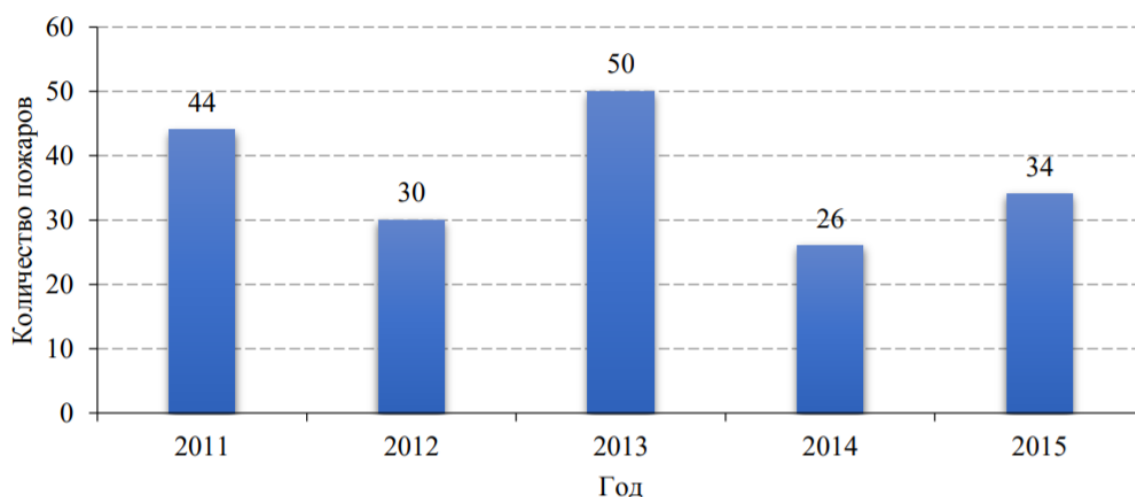


Рисунок 7 – Количество пожаров на химических объектах с 2011-2015 гг

На рисунке 8 приведены данные материального ущерба, наносимого пожарами на химических предприятиях (2011-2015 гг).

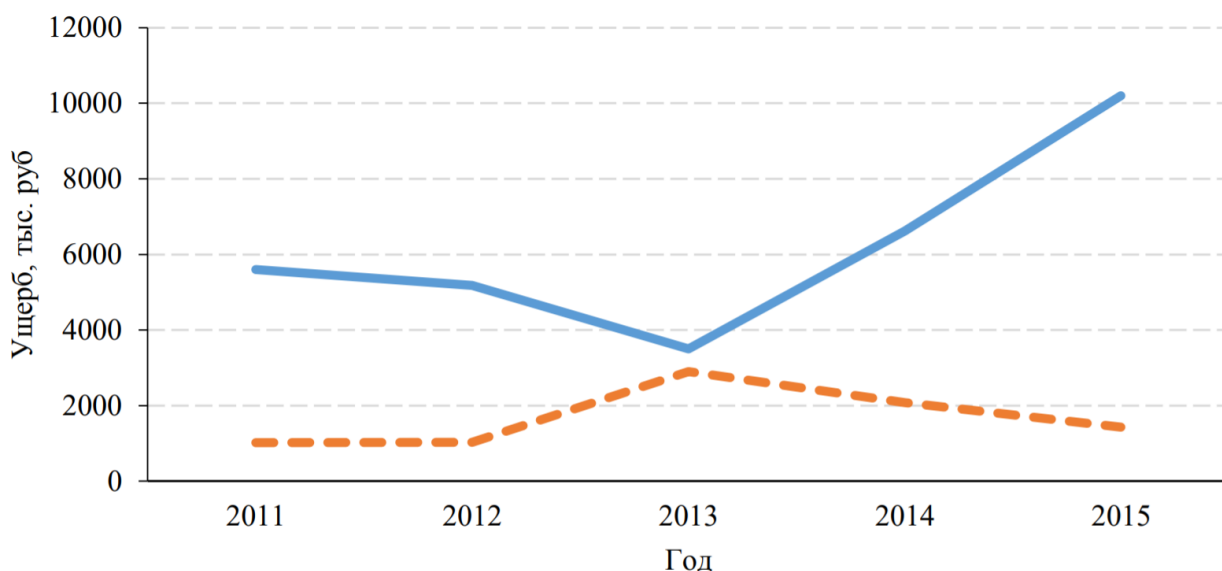


Рисунок 8 – Ущерб от пожаров на химических объектах с 2011-2015 гг

По рисунку видно, что ущерб от одного пожара превышает сумму в 1 млн. руб., что гораздо выше, чем потери от пожаров на других объектах. Если явление пожара приобретает более серьезный характер, то потери исчисляются от нескольких до сотен млн. руб. Проводя анализ пожарной опасности химических объектов, необходимо также уделить внимание на причины, которые способствуют возникновению процесса пожара.

Анализ причин пожаров показывает, что основными являются:

- нарушение устройства и эксплуатации оборудования агрегатов и установок, участвующих в технологическом процессе химического производства;

- ненадлежащее состояние технических устройств, зданий и сооружений химических объектов;

- несовершенство технологий или конструктивные недостатки.

Далее в таблице 1 указаны обстоятельства крупных пожаров на объектах химической промышленности.

Таблица 1 – Обстоятельства крупных пожаров на объектах химической промышленности

Место пожара, дата	Обстоятельства пожара	Погибло/ранено
Великобритания, 1.06.1974	Пожар и взрыв на химическом заводе.	28/89
Литва, 20.03.1989	Взрыв с участием аммиака.	7/64
г. Москва, 25.02.1996	Пожар на Московском шинном заводе	1/20
г. Буденновск, 16.12.2011	Взрыв и пожар на химическом заводе	0/6
г. Черкасск, 10.02.2015	Взрыв и пожар на химическом заводе	0/9
Республика Удмуртия, 03.04.2015	Взрыв и пожар на химическом заводе	0/15
Китай, 12.08.2015	Взрыв на химическом складе	117/400

Исходя из вышепредставленных данных, можно сделать вывод, что свыше 90 % пожаров связано с обращением химических веществ и сопровождается явлением взрыва. Примерно половина этих пожаров происходит внутри самих агрегатов, другая же половина происходит на территории участков/цехов производственного пространства. Анализ аварий на химических объектах показал острую необходимость в постоянном изучении и исследовании таких инцидентов не в силу частоты возникновения, а в силу масштабных негативных последствий.

Химические вещества, обращающиеся на производстве, способны образовывать токсические поля заражения.

Основные особенности пожаров, произошедших на химических объектах:

- повышенная взрывоопасность данной категории объектов;
- повышенное выделение АХОВ, токсичных соединений, опасных для участников тушения пожара, работников объекта и других людей;
- опасность поражения людей и территории в близлежащих населенных пунктах;
- сложность выбора ОТВ из-за многообразия обращающихся на производстве химической промышленности веществ и соединений (например, г. о. Тольятти: ПАО «Тольяттиазот» - аммиак, азот, карбамид; ПАО «Куйбышев Азот» - азот, аммиак, карбамид, сложные углеводороды).

Выводы по разделу 1

Технологические процессы (производственные процессы, при осуществлении которых изменяют химический состав перерабатываемого продукта с целью получения вещества с другими свойствами, процессы хранения и слива-налива химически опасных веществ) следует разрабатывать на основании исходных данных на разработку документации ХОПО с учетом количества химически опасных веществ, а также анализа опасностей, возникающих при ведении процесса, условий возникновения и развития возможных аварийных ситуаций. Поэтому основным направлением по обеспечению пожарной безопасности является предотвращение пожаров на объектах химической промышленности, осуществление профилактических мероприятий ПБ. Необходимость соблюдения правил ПБ очень велика, поскольку при осуществлении технологического процесса предприятия на производстве обращаются ЛВЖ и ГЖ. Взрыв и пожары на химическом предприятии способны привести к ущербу жизни и здоровья людей и животных. Прежде всего, это работники предприятия, а также личный состав подразделений служб жизнеобеспечения, участвующий в ликвидации происходящих аварий/ЧС.

Анализ причин пожаров показывает, что основными являются:

- нарушение устройства и эксплуатации оборудования агрегатов и установок, участвующих в технологическом процессе химического производства;
- ненадлежащее состояние технических устройств, зданий и сооружений химических объектов;
- несовершенство технологий или конструктивные недостатки;
- недостаточный контроль над безопасностью технологического процесса химического производства, вызванный человеческим фактором и отсутствием профессиональных теоретических основ.

2 Разработка теоретических основ безопасности предприятия ПАО «Тольяттиазот», цеха по производству аммиака

2.1 Анализ деятельности предприятия ПАО «Тольяттиазот», цеха по производству аммиака

ПАО «Тольяттиазот» расположен в Комсомольском районе г. Тольятти и занимает площадь 176,3 га, граничит: с северо-западной стороны с ОАО «Азотреммаш», с восточной и южной стороны колхозные поля села Васильевка, с западной стороны - лесной массив.

ПАО «Тольяттиазот» предназначен для выпуска аммиака, карбамида, метанола, карбамидоформальдегидной смолы. На ПАО «Тольяттиазот» освоено производство кирпича, керамической плитки, мебели, пленки, стеклопакетов. Количество работающих 4500 человек. Режим работы круглосуточный для работников цехов аммиака, карбамида, метанола, КФС и некоторых вспомогательных цехов. Для некоторых производств и цехов завода имеются односменный режим работы. На территории завода имеются внутризаводские сети противопожарного водопровода, запитываются двумя трубопроводами диаметром 250-400 мм от речного водопровода диаметром 150-250 мм от пожарно-хозяйственного водопровода. Имеются резервуары запаса воды: три резервуара по 2000 м³ речной воды и три резервуара по 2000 м³ пожарно-хозяйственной воды. Имеется насосная станция 2-го подъема.

На территории завода имеется три въезда с юго-западной стороны завода, с южной стороны ремонтной базы ПАО «Тольяттиазот» и по проезду Г×Д между ООО «ТоАЗ-Диоксид» и 7 агрегатом аммиака. Дороги с асфальтовым покрытием имеются по всей территории предприятия.

По цехам акционерного общества имеется телефонная связь, связь при помощи ручных пожарных извещателей, автоматические установки пожаротушения и сигнализации, имеющиеся в цехах, выведены на пункты

связи в пожарную часть ОП ПЧ-35 и в корпус 128 (ГСС). На рисунке 9 изображено изображение аммиачного производства ПАО «Тольяттиазот».



Рисунок 9 - Аммиачное производство ПАО «Тольяттиазот»

К основным зданиям и сооружениям и вспомогательным производствам ПАО «Тольяттиазот» относятся:

- здание заводоуправления корпус № 101 с пристроенным помещением и прилегающая территория;
- агрегаты по производству аммиака № 1,2,3,4 производительностью 1360 т/сутки, каждый (по схеме фирмы «Кемико») со зданиями и технологическим оборудованием и прилегающей территорией;
- корпус 121 (административно-бытовой корпус) и прилегающая территория;

- корпус 241 и корпус 291 (водоподготовка № 1 и 2) и прилегающая территория;
- агрегаты по производству аммиака № 5,6,7 производительностью 1360 т/сутки, каждый со зданиями и технологическим оборудованием с прилегающей территорией;
- агрегат № 1 по производству карбамида производительностью 480000 тонн/год;
- отделение синтеза и дистилляции (корпус 503) с прилегающей территорией;
- отделение переработки (корпус 504) и прилегающая территория;
- склад карбамида (корпус 509) и прилегающая территория;
- ЦПУ (корпус 508) и прилегающая территория;
- цех химической водоподготовки (корпус 507) и прилегающая территория;
- отделение погрузки карбамида в вагоны (корпус 510) и прилегающая территория;
- агрегат № 2 по производству карбамида производительностью 480000 тонн/год технологическое оборудование, наличие зданий и сооружений аналогично агрегату карбамида № 1;
- административно-бытовой корпус (корпус 124);
- корпус и технологическое оборудование установки получения формальдегидной смолы и прилегающая территория;
- склад КФС 2 резервуара по 100 м.куб.(корпус 526) и прилегающая территория;
- химводоочистка (корпус 188) и прилегающая территория;
- химводоочистка (корпус 189) и прилегающая территория;
- реагентное хозяйство (корпус 176) и прилегающая территория;

- цех предварительной очистки (корпус 177) и прилегающая территория;
- склад кислоты с наливной эстакадой (корпус 185) и прилегающая территория;
- установка приготовления известкового молока (корпус 187) и прилегающая территория;
- склад фильтрующих материалов (корпус 186) и прилегающая территория;
- цех подготовки аммиака к транспортировке (корпус 401) и прилегающая территория;
- склад метанола;
- очистные сооружения и прилегающая территория;
- склад регенерации масел (корпус 140) и прилегающая территория;
- железнодорожный цех и прилегающая территория;
- корпус 173 (цех электроснабжения) и прилегающая территория;
- корпус 145 (пароводоцех) и прилегающая территория;
- склад реагентов (корпус 168) и прилегающая территория;
- склад для хранения химических реактивов, катализатора (корпус 136);
- склад хранения приема и выдачи щелочи (NaOH) (корпус 147/148);
- котельная (корпус 174) и прилегающая территория;
- склад мазута (корпус 175) и прилегающая территория;
- административно-бытовой корпус ремонтного производства цеха № 24;
- ремонтное производство (корпус 144) и прилегающая территория;

- блок складских зданий (корпус 137, 138);
- склад тарного хранения красок, спец. одежды (корпус 170) и прилегающая территория;
- корпус 166 - зарядная станция электрокар и прилегающая территория - база оборудования (корпус 142 и 143) и прилегающая территория;
- пункт обогрева (корпус 165) и прилегающая территория;
- проходная база оборудования (корпус 113) и прилегающая территория;
- автотранспортный цех на 250 единиц автомашин;
- корпус 131 и прилегающая территория;
- корпус 120 (хозяйственный цех) и прилегающая территория;
- корпус 132 (ремонтно-строительный цех) и прилегающая территория;
- корпус 133 (электроремонтный цех) и прилегающая территория;
- корпус 181(насосная станция 2-го подъема) и прилегающая территория;
- корпус 146 (газодымокамера) и прилегающая территория;
- корпус 452 (два шаровых газгольдера азота) и прилегающая территория;
- корпус 180 (главная подстанция завода);
- цех № 62 и прилегающая территория;
- цех № 63 и прилегающая территория;
- цех № 55 и прилегающая к его участкам территория;
- корпус 171 (ГПП-1) и прилегающая территория;
- склад цеха № 26 и прилегающая территория;
- склад № 112 и прилегающая территория;
- корпус 172 (ГПП-2) и прилегающая территория;

- цех № 50 производство метанола;
- производство полиэтиленовой пленки с АБК и прилегающая территория;
- корпус 1001 и прилегающая территория;
- ООО «ТоАЗ-Диоксид» и прилегающая территория;
- АБК ООО «ТоАЗ-Диоксид»;
- АБК цеха № 72;
- кабельный тоннель;
- цех № 69 БРУ и прилегающая территория;
- участок ремонта легковых автомобилей;
- придорожная АЗС и прилегающая территория;
- цех № 40 (учебно-курсовой комбинат);
- цех № 30 (типография);
- цех № 56 (производство керамических изделий).

Здания и сооружения ПАО «Тольяттиазот» имеют 2 и 3а степени огнестойкости. Здания состоят из следующих конструктивных элементов: наружные стены - из навесных керамзитобетонных панелей, покрытия - из железобетонных плит. Лестничные марши - из сборного железобетона. Кровля - рулонная 4 слоя рубероида на битумной мастике. В отдельных зданиях стены выполнены из кирпича. В зданиях 3а степени огнестойкости ограждающие конструкции выполнены из стеновых панелей типа «Сэндвич». На территории завода оборудовано 156 пожарных гидрантов, 44 лафетных ствола для защиты технологических аппаратов. Обычное рабочее давление в сети составляет 3-4 атм., в случае необходимости может быть на нужном участке повышено до 7-8 атм. за счет включения насосов-повысителей. На аппаратах и адсорберах смонтированы кольца орошения и сухотрубы, запитанные от водопроводной сети. Привод в действии дистанционный, за счет открытия электрической задвижки. Категория помещений и зданий производства аммиака, метанола, КФС и карбамида по взрывопожарной и

пожарной опасности относятся к категориям «А», «Б» и «В» (по НПБ 105-03). На рисунке 10 изображены данные доли производимого аммиака в России ПАО «Тольяттиазот».

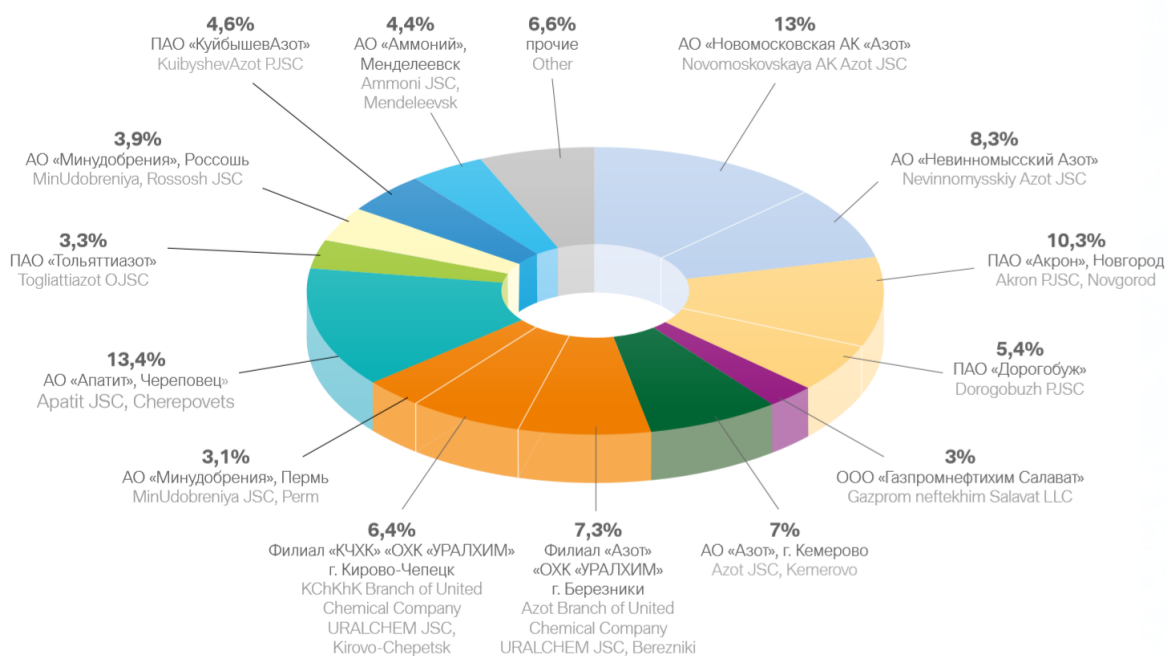


Рисунок 10 - Доля производимого аммиака в России ПАО «Тольяттиазот»

Агрегаты по производству аммиака № 1,2,3,4

Производительность 1360 т/сутки каждый (по схеме фирмы «Кемико»). По техническому производству, компоновке оборудования, наличию зданий, сооружений агрегаты размещаются на открытых площадках размером 150 x 250 м. Каждый агрегат включает в себя здание компрессии, здание ЦПУ, главные и вспомогательные эстакады воздушные холодильники ("Пумуса") аппарата первичного и вторичного риформинга, сероочистки, колонны синтеза и др. сгруппированные на одной площадке.

а) Корпус компрессии - одноэтажное здание площадью 1160 м², высотой 12 м. Покрытие - легкосбрасываемые панели. Здание оборудовано молниезащитой. По пожарной опасности относится к производству

категории "А". Внутри здания размещены компрессоры. К-102 - компрессор природного газа (Р-42-44 кгс/см²; Т-1500С). К- 602 - компрессор технологического воздуха (Р-30 кгс/см²; Т-5000С). К-601 - компрессор азото-водородной смеси (Р-337 кгс/см²; Т-1200С). К-901 - циркуляционный аммиачный компрессор (Р-335 кгс/см²; Т-380С). Для смазки трущихся поверхностей компрессоров применяется турбинное масло, которое находится в трех емкостях, количество 30 тонн. Приборы и оборудование во взрывоопасном исполнении. Отопление – воздушное. На рисунке 11 приведены данные структуры выручки от реализации продукции.

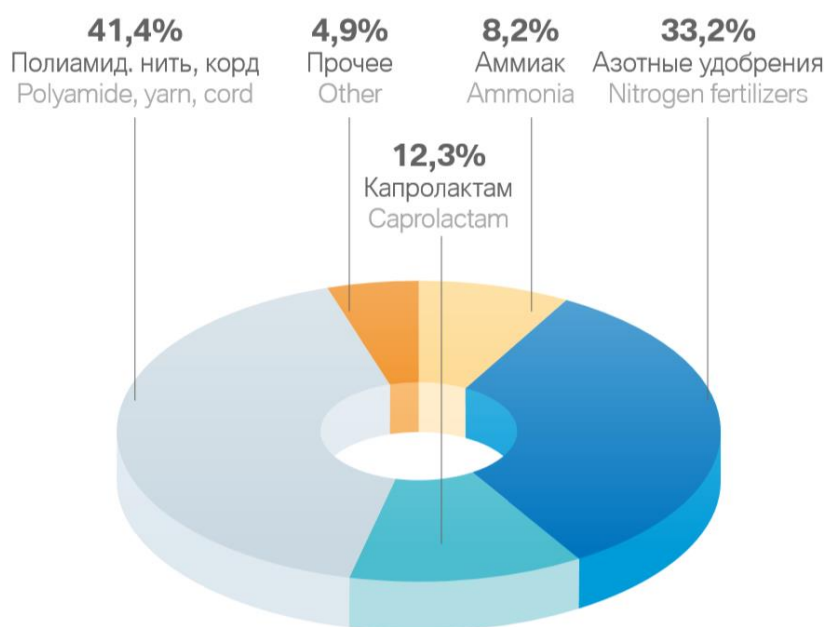


Рисунок 11 – Данные структуры выручки от реализации продукции

б) Здание ЦПУ- потолок подвесной из плитки «Акклигран». На первом этаже здание ЦПУ расположена встроенная КТП 6/0,4 кВ (комплексная трансформаторная подстанция 6/0,4 кВ) состоящая из 2-х трансформаторов 6/0,2 кВ. Предусмотрена релейная защита, цепи питания и сигнализации. Отдельно расположена установка бесперебойного питания (УБП) предназначенная для питания цепей без аварийной остановки агрегата (цеха)

по производству аммиака. Помещения корпуса оборудованы АПС. На рисунке 12 приведена схема производства аммиака ПАО «Тольяттиазот».

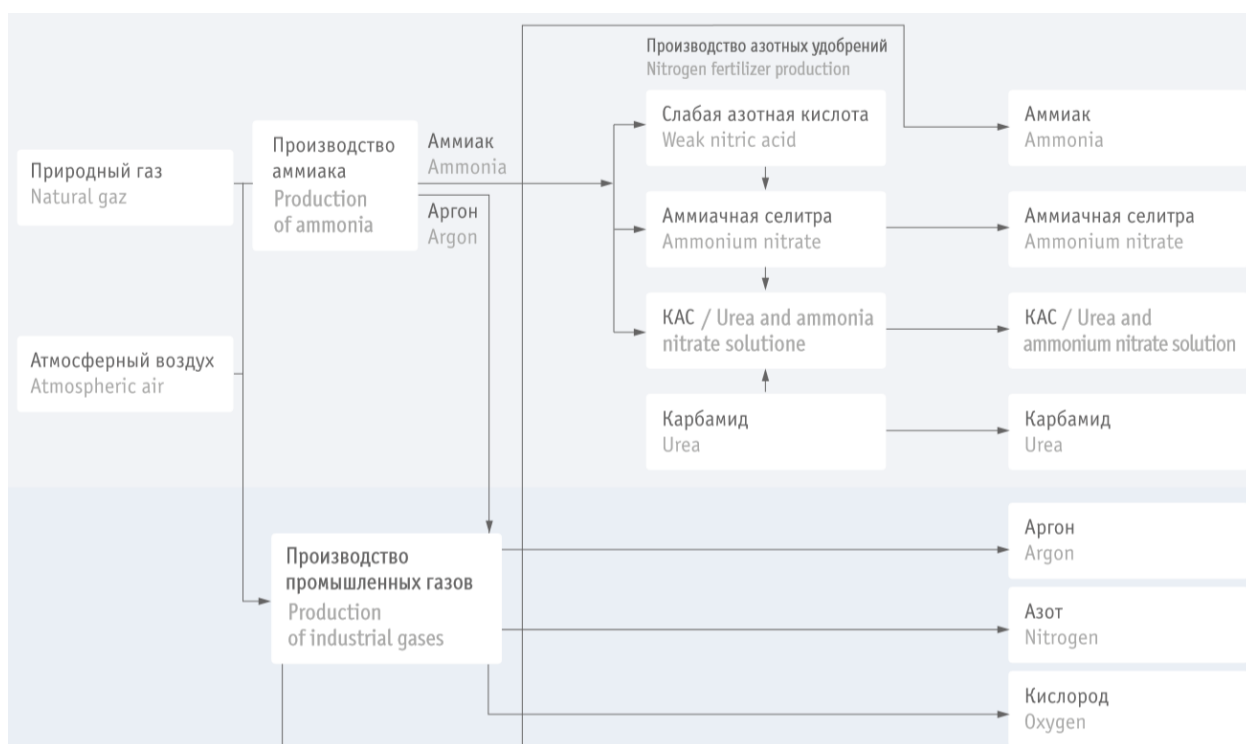


Рисунок 12 – Схема производства аммиака ПАО «Тольяттиазот»

Водоподготовка № 1, 2

Корпус 241, 291 - установка деминерализации воды. Здание площадью 750 м², на двух уровнях высотой 12 и 18 м. В корпусе установлены три вспомогательных пусковых котла Д-301 А, Б, из фирмы «Кемико». Пар с котлов поступает на агрегаты аммиака № 1-4 с Р-100 атм и Т-4400С для работы турбин компрессоров и насосов. Котлы отапливаются природным газом, который поступает с агрегатов аммиака № 1–4 с давлением 6 атм, проходит газорегулирующее устройство и понижается до давления 1,2 атм перед форсунками котла. В корпусе сосредоточено до 100 тонн серной кислоты и 80 тонн щелочи.

Агрегаты по производству аммиака - № 5,6,7

Производительность 1360 т/сутки. По технологическому процессу производства, компоновке оборудования, наличию зданий и сооружений агрегаты подобны друг другу. Агрегаты размещаются на открытых площадках размером 350х150 метров. Технологический процесс получения аммиака на агрегатах № 5,6,7 не отличается от процесса на агрегатах № 1-4. Различие заключается в функциональной компоновке оборудования и помещений по блокам. Отдельным помещениям, эстакадам и сгруппированному оборудованию присвоены номера.

а) корпус К-01 - административно-бытовой корпус и ЦПУ. Трехэтажное здание площадью 1280 м². Горючая загрузка, деревянная мебель, повседневная и рабочая одежда дежурной смены, бумага, линолеум (полы). На ЦПУ для управления ходом технологического процесса установлена аппаратура вычислительного комплекса М-6000.

б) Корпус К-02 - отделение компрессии. Одноэтажное здание площадью 1160 м², высотой 12 м. Здание с находящимся в нем оборудованием аналогично корпусу компрессии агрегатов № 1-4. Категория производства по пожарной опасности – А, класс по ПУЭ - В-1а

в) Отделение риформинга занимает площадь - 1600 м². На площадке установлены аппараты и оборудование:

- трубчатая печь для конверсии природного газа (Т-525-8300С, Р-37-109 атм)

- шахтный конвертор (вторичный риформинг)

- конвертор окиси углерода (Р-31,5 атм и Т-2750С)

г) корпус К-04- главная эстакада с аппаратами:

- абсорбер для очистки от СО₂ (Т-3300С)

- колонна синтеза (Т-5300 С, Р-300 атм)

- теплообменники (Т-200-3350С)

- вентиляторы охлаждения и циркуляционные насосы.

Главная эстакада занимает площадь 2600 м²

д) Корпус К-05 - Отделение водоподготовки, включает в себя два здания (блоки № 10 и 2) Здание имеет высоты 12 и 20 м. Общая площадь, занимаемая корпусом, составляет 1350 м². В корпусе сосредоточено до 80 тонн серной кислоты и столько же щелочи. В блоке № 2 размещается пусковая котельная, два котла для пуска агрегата. Топливом служит природный газ. Категория производства по пожарной опасности – Г.

е) Корпуса 315, 317 - водооборотный цикл (ВОЦ № 1,2). Здание одноэтажное, площадью по 520 м², высотой-8 м. В здании установлены насосы для подачи технологической воды на агрегат и насосы-повысители для поднятия давления в сети стационарных лафетных стволов.

ж) Корпус 316 - две градирни с емкостью по 150 м³. Имеется возможность переброски воды с осветлителей (К-188) в количестве 1500 м³.

Цех подготовки аммиака к транспортировке

Корпус 401 - комплекс зданий и сооружений, расположенных на площади 620 000 м², куда входят:

- наливная эстакада - 4000 м²
- цеховая эстакада - 2960 м²
- два изотермических резервуара (ТО-2А и, ТО-2В) для хранения аммиака, емкостью 30000 тонн каждый и занимающий территорию 28 000 м²
- два сферических резервуара (ТО-1А, ТО-1В в одном обваловании) для хранения аммиака емкостью 1000 м³ каждый и занимающие площадь 8 300 м².

- двухэтажный корпус, в котором расположены: административный корпус площадью 520 м², компрессия, площадью 320 м², подстанция площадью 180 м². Помещения корпуса оборудованы АПС. Экспликация установок производства аммиака ПАО «Тольяттиазот» приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Экспликация установок производства аммиака ПАО «Тольяттиазот»

№	Координаты	Производство аммиака	Категория	Примечание
201	Б-В-5	Агрегат № 1 – АБК; п/ст № 4	-	АПС
221	В-Г-5	Агрегат № 2 – АБК; п/ст № 5	-	АПС
241	В-5	Водоподготовка № 1	Д	
251	Б-В-4	Агрегат № 3 – АБК; п/ст № 6	-	АПС
271	В-Г-4	Агрегат № 4 – АБК; п/ст № 7	-	АПС
291	В-4	Водоподготовка № 2	Д	
301	Г-4	Агрегат № 5 – АБК; п/ст № 8; 9	-	АПС
321	Г-5	Агрегат № 6 – АБК; п/ст № 10; 11	-	АПС
341	Д-5	Агрегат № 7 – АБК; п/ст № 54; 55; 56	-	АПС
401	Г-3	Цех подготовки аммиака к транспортировке	Б	АУПТ, АПС

Одним из важнейших и главных направлений стратегий развития ПАО «Тольяттиазот» является сохранение лидерских позиций в мировой химической промышленности по объему производства аммиака. ПАО «Тольяттиазот» производит свыше 20% всего аммиака в России и около 10% - в мире.

Эффективность производства подтверждается реализацией программы модернизации производств, план стратегии развития разработан до 2022 года. В рамках модернизации осуществляется капитальный ремонт, реконструкция, совершенствование всех объектов и корпусов (7 агрегатов аммиака, 2 агрегата карбамида, изотермические резервуары для хранения аммиака, объем каждого свыше 30 тыс. т.). Также в планах модернизация и доработка конструкций и систем очистных сооружений и железнодорожной инфраструктуры.

Также разработан проект по сохранению окружающей среды и применению современных технологий совместно с ОАО «НИИК», где предполагается снижение уровня выброса АХОВ. Степень очистки составляет 92-94,3 %. Инвестиционные показатели на строительство составляют 10 млрд. руб.

В 2018 году построена новая установка получения аммиака (способом получения продувочных газов), мощность которой регистрируется около 2 т/сут. Данная установка отличается показателем безотходного производства, где отработанные газы предприятия являются сырьем для новой продукции. Суммарный выброс новой установки составляет всего 0,3% от общего выброса предприятия, ввод установки в эксплуатацию назначен на конец 2020 года.

Обеспечение промышленной безопасности, защита окружающей среды и охрана труда

Поскольку ПАО «Тольяттиазот» является мощным развивающимся предприятием, использующим современные технологии и способы производства, работа основана на соблюдении требований законодательства РФ.

В план стратегического развития входит разработка экологических мероприятий по внедрению современных решений, снижающих антропогенное воздействие на окружающую среду.

Эффективное управление для долгосрочной конкурентоспособности

Максимальная эффективность управления предприятием – приоритет менеджмента ТООЗ. С 2013 года ТООЗ последовательно внедряет Программу трансформации, определяющую развитие и оптимизацию основных бизнес-процессов компании, включая планирование производства и ремонтов, закупочной и проектной деятельности, документооборота, бюджетной политики, системы оплаты труда и мотивации.

Репутация надежного и престижного работодателя

Обеспечение социальных гарантий сотрудникам предприятия – неотъемлемая часть стратегии. ТООЗ стремится создавать справедливые и комфортные условия труда, инвестирует в развитие кадрового потенциала. На «Тольяттиазот» работают почти четыреста трудовых династий, что свидетельствует о привлекательности компании как работодателя.

Развитие родного региона

«Тольяттиазот» является одним из крупнейших налогоплательщиков в Самарской области и вкладывает значительные средства в региональные спортивные, благотворительные, образовательные и культурные проекты, а также в развитие социальной инфраструктуры родного Тольятти.

2.2 Определение основ пожарной безопасности химического производства с наличием аммиака

По требованиям пожарной безопасности на территории объекта химического производства к обязательному и неукоснительному требованию относится содержание в чистоте и порядке все производственные, административные и служебные помещения.

В помещениях и наружных установках цехов и складов все проходы, эвакуационные выходы, коридоры, тамбуры, лестницы, подступы к производственному оборудованию и машинам, к материалам и средствам пожаротушения, к средствам связи и пожарной сигнализации всегда должны быть свободными. Двери на эвакуационных путях должны свободно открываться в направлении выхода из здания. Для помещений, которые могут быть перегружены оборудованием или материалами, необходимо установить предельно допустимую норму загрузки и записать ее в цеховую инструкцию [30].

Предельно допустимая норма загрузки может быть определена:

а) указанием максимально допустимого объема, массы или количества одновременно используемых или хранимых в данном помещении веществ и материалов;

б) указанием допустимой нормы, исходя из производительности цеха, отделения, участка (например, не более суточной, сменной или часовой потребности в сырье и вспомогательных материалах);

в) выделением четкими линиями на полу площадок для складирования веществ, материалов и тары с учетом обеспечения нормальных продольных и

поперечных проходов, эвакуационных выходов и подступов к средствам пожаротушения [30].

Хранение АХОВ, токсичных и взрывчатых веществ, пластмасс, баллонов под давлением в подвальных и цокольных помещениях категорически запрещено, поскольку перечисленные вещества и материалы являются пожароопасными. Также не разрешено загромождать рампы и вентиляционные камеры.

В лестничных клетках зданий запрещается устраивать рабочие, складские и иного назначения помещения, прокладывать промышленные газопроводы, трубопроводы с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, устраивать выходы из шахт грузовых подъемников, а также устанавливать оборудование, препятствующее передвижению людей. Не разрешается использовать чердачные помещения в производственных целях или для хранения материальных ценностей. Чердачные помещения должны быть постоянно закрыты на замок; ключи от них должны храниться в определенном месте, доступном для получения их в любое время. Защитные устройства против распространения огня и продуктов горения через проемы в противопожарных стенах и перекрытиях (противопожарные двери, водяные завесы, заслонки, шиберы, противодымные устройства) должны быть всегда исправными. Их работоспособность необходимо проверять в сроки, определяемые цеховыми инструкциями [30].

Также запрещается реконструкция/капитальный ремонт / перепланировка без сопроводительных документов (проект, утвержденный администрацией). Если же разрешена планировка, то все существующие конструкции, установки и оборудование должны соответствовать пределам огнестойкости не ниже, установленных. Кроме того, не должно быть ухудшение условий по организации эвакуации людей, а также концентрации опасных взрывоопасных смесей в воздухе.

Траншеи, прямки и подпольные каналы в цехах категории А, Б и Е при наличии паров или газов с плотностью более 0,8 по отношению к воздуху следует держать постоянно засыпанными песком. При наличии открытых прямков или незасыпанных каналов, если это допускается «Правилами безопасности во взрывоопасных и взрывопожароопасных химических и нефтехимических производствах», должен быть налажен систематический контроль их чистоты и исправности. При пересечении противопожарных преград различными коммуникациями зазоры между ними и конструкциями преград должны быть наглухо заделаны на всю их толщину негорючим материалом. Устройства против растекания легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, выполненные в виде барьера по периметру открытых площадок и этажерок, в виде бортиков по периметру промежуточных площадок помещений и наружных этажерок, вокруг проемов в междуэтажных перекрытиях, на крышах зданий при размещении на них производственного оборудования или этажерок, а также пандусы у дверных проемов и обвалование емкостей необходимо содержать в исправности: повреждения их, допущенные в процессе ремонта оборудования, следует сразу же ликвидировать [30].

Уборка пола рабочих помещений должна производиться по мере необходимости, но не реже одного раза в смену; очистка наружных проходов, площадок и лестниц - не реже одного раза в день.

Для очистки запыленных участков цеха и производственного оборудования необходимо применять промышленные пылесосы или специально сконструированную систему пневмоуборки, а в их отсутствие уборку проводить мокрым или влажным способом, не допускающим пыления.

Промасленную спецодежду надо хранить в металлических шкафах в развешенном виде. Для лучшего проветривания дверцы должны иметь отверстия в верхней и нижней частях. Тряпки, ветошь и другие обтирочные

материалы нужно собирать в металлические ящики с крышками. Содержимое этих ящиков не реже одного раза в смену перед окончанием работ следует направлять на регенерацию или уничтожение. Сгораемые конструкции складов, производственных и вспомогательных зданий следует защищать от возгорания огнезащитной краской, обмазкой или пропиткой. Имеющаяся огнезащита при разрушении должна восстанавливаться [30].

Содержание производственного оборудования

Работа производственного оборудования в каждом цехе и отделении, нормы межремонтного пробега, нормы загрузки оборудования и основные параметры процесса должны соответствовать требованиям технологического регламента, утвержденного в установленном порядке. Технологическое оборудование при нормальных режимах работы должно быть пожаробезопасным, а для случаев неисправностей и аварий необходимо предусматривать защитные меры, ограничивающие масштаб и последствия пожара. Нарушения установленных норм давления, температуры и других параметров технологического регламента, влияющие на пожаробезопасность процесса, должны подвергаться тщательному рассмотрению администрацией цеха или завода для выяснения причин и принятия мер, предупреждающих повторение подобных случаев. На каждом предприятии в соответствии с действующими нормами и правилами, а также специальными перечнями, утвержденными Министерством химической промышленности, должны быть определены категория и класс взрыво- и пожароопасности производственных цехов, установок и складов и у входа в помещение сделаны соответствующие надписи. Обслуживающий персонал предприятий должен знать характеристики пожарной опасности применяемых или производимых (получаемых) веществ и материалов. Применять в производственных процессах и хранить вещества и материалы с неизученными параметрами пожаро- и взрывоопасности запрещается.

За герметичностью аппаратов и трубопроводов с пожаровзрывоопасными веществами необходимо осуществлять систематический контроль [30].

Запрещено выполнение производственных операций с участием неисправного оборудования, поскольку в большинстве случаев это приводит к пожару или аварийной ситуации. Кроме того, необходимо контролировать технологический процесс при помощи контрольно-измерительных приборов.

Необходимо соблюдать установленные сроки проведения осмотров оборудования, а также остановки его на ремонт и создавать условия безопасного проведения осмотров и ремонта.

Для обеспечения безопасности эксплуатации оборудования на открытых площадках и этажерках должны быть предусмотрены:

а) возможность быстрого удаления воды и застывающих жидкостей из аппаратов при прекращении их работы;

б) обогрев в зимнее время переключающих клапанов, задвижек, дренажных линий, предохранительных и других устройств, которые могут отказать в работе при низких температурах, вызвать аварию и пожар;

в) возможность безопасной эвакуации людей при возникновении пожара, а также условия безопасного наступления на очаг пожара;

г) наличие исправных (при высоте этажерки более 20 м) сухотрубов диаметром не менее 65 мм, подключенных к противопожарному водопроводу, а также приспособленных для подачи воды от пожарных машин [30].

Запрещается прокладывать трубопроводы для транспортировки пожаро- и взрывоопасных, ядовитых и едких веществ через бытовые, подсобные и административно-хозяйственные помещения, распределительные устройства, электропомещения, помещения КИП и венткамеры.

Места размещения арматуры, используемой для обеспечения безопасности аппаратов и трубопроводов при возникновении пожара, должны быть показаны на схеме расположения основных коммуникаций цеха с указанием их назначения и очередности включения или закрывания при пожаре [30].

В цехах, где по условиям технологии нельзя избежать применения открытых аппаратов, емкостей или открытой тары с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, необходимо:

а) четко определить количество одновременно находящихся горючих жидкостей у рабочих мест и не превышать его; установленная норма должна обеспечивать минимально требуемое количество ЛВЖ и ГЖ;

б) работать с улавливанием выделяющихся паров местными отсосами;

в) иметь на открытых ваннах и емкостях исправные крышки и закрывать их в нерабочие периоды и в случае пожара;

г) обеспечить возможность аварийного слива жидкости из стационарных ванн и емкостей;

д) вести работу по замене пожароопасных растворителей менее опасными и негорючими [30].

Устройства, предназначенные для слива сжиженных газов, ЛВЖ, горючих и токсичных жидкостей из емкостей и аппаратов в случае аварии или пожара, должны быть всегда исправными. Задвижки линий аварийного слива должны иметь опознавательные знаки, а подступы к ним - быть свободными.

Аварийный слив можно производить только по указанию начальника цеха, установки или руководителя ликвидации аварии (пожара). Последовательность операций при аварийном сливе должна предусматриваться инструкцией. Эксплуатация емкостей и аппаратов с неисправными, отключенными или неправильно отрегулированными предохранительными и дыхательными клапанами, в отсутствие отводных

труб, выведенных из помещений, не разрешается. Общецеховые или цеховые факельные устройства должны быть ограждены, чтобы исключить свободный к ним доступ. Эксплуатировать факельное устройство без огнепреградителя на газовой линии перед стволом факела, без защищенного от ветра запальника (постоянно горящего языка пламени) или автоматической системы поджигания газа не разрешается [30].

Запрещается эксплуатировать в отсутствие огнепреградителей (гидравлических затворов) или если они отключены:

а) дыхательные линии от аппаратов и емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями, а также с горючими жидкостями, нагретыми до температуры их вспышки и выше; б) линии с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, работающими неполным сечением или периодически; в) газовоздушные и паровоздушные линии, если в них могут образоваться смеси взрывоопасных концентраций; г) линии с горючими газами (например, ацетиленом) и жидкостями, способными к взрывному разложению [30].

Нельзя применять огнепреградители, которые не соответствуют проектным данным или эффективность действия, которых не подтверждена экспериментальной проверкой. К местам установки огнепреградителей и гидравлических затворов должен быть свободный доступ для их осмотра и ремонта. При опасности обледенения или загрязнения огнепреградителя должны применяться соответствующие меры защиты. Проверка состояния огнепреградителей, а при необходимости и их очистка, должны производиться в соответствии с графиком, утвержденным главным инженером, но не реже одного раза в три месяца. Это требование не распространяется на огнепреградители, защищающие дыхательные линии наружных резервуаров. Емкости, резервуары и емкостные аппараты с огнеопасными жидкостями и сжиженными газами запрещается заполнять сверх установленного предела. Предельная степень заполнения резервуаров и

емкостных аппаратов должна быть указана в технологическом регламенте. Соблюдение установленного предела заполнения должно обеспечиваться системой автоматического регулирования или визуальным наблюдением в период заполнения [30].

Измерители уровня огнеопасных жидкостей и сжиженных газов должны быть пожаробезопасными.

Для предупреждения появления вредных динамических нагрузок и температурных воздействий не разрешается:

а) резко изменять давление при остановке, пуске и работе аппаратов; допустимая интенсивность нарастания или снижения давления во времени должна быть указана в инструкции;

б) резко изменять температуру в периоды остановки, пуска и работы аппаратов; допустимая интенсивность повышения и снижения температуры должна быть указана в инструкции;

в) допускать вибрацию машин и трубопроводов;

г) эксплуатировать аппараты и трубопроводы с неисправными температурными компенсаторами [30].

Материалы, применяемые для теплоизоляции, и теплоизоляционные покрытия должны быть несгораемыми. Поверхность теплоизоляции должна быть чистой. Участки теплоизоляции, пропитанные горючей жидкостью, необходимо заменять сразу же после ликвидации повреждения, вызвавшего утечку жидкости.

Разогрев застывшего продукта, ледяных и кристаллогидратных пробок в трубопроводах следует производить только горячей водой или паром. Применение для этих целей открытого огня не допускается. Использование других способов обогрева может допускаться только по разрешению главного инженера. Разогрев пробок в поврежденном трубопроводе, при наличии в нем продукта под давлением, без предварительного его отключения не разрешается. Ремонтные работы на оборудовании,

находящемся под давлением, набивка и подтягивание сальников на работающих насосах и компрессорах, а также уплотнение фланцев на аппаратах и трубопроводах без снижения в них давления до атмосферного запрещается [30].

При наличии веществ и материалов, способных к самовозгоранию на воздухе, необходимо принимать меры, исключая или тормозящие процесс окисления:

а) использовать различные способы изоляции веществ от воздействия на них воздуха (хранение порошкообразной продукции и жидких веществ в герметично закрытой таре, защита негорючими газами, защита от воздуха слоем жидкости или пленкой воска, жира и т.п.);

б) уменьшать поверхность окисления (ограничение размеров штабелей, уплотнение массы);

в) создавать условия, обеспечивающие более интенсивный отвод тепла реакции (вентилирование застойных зон, устройство горизонтальных и вертикальных воздушных прослоек в штабелях; принудительное охлаждение и т.п.);

г) вводить небольшие количества ингибиторов, тормозящих процесс окисления [30].

Очистка поверхности аппаратов и трубопроводов от самовозгорающихся отложений должна производиться с разрешения начальника цеха в строгом соответствии с Правилами и инструкциями по производству ремонта и очистки аппаратов и оборудования. Нельзя допускать контакта веществ и материалов, которые в результате взаимодействия друг с другом вызывают воспламенение, взрыв или образуют горючие и токсичные газы. Во взрыво- и пожароопасных цехах необходимо следить за температурой нагрева и регулярной смазкой трущихся частей оборудования, не допуская повышения их температуры против установленной величины. При обработке взрыво- и пожароопасных веществ

нельзя допускать попадания в машины с движущимися механизмами и в аппараты с мешалками посторонних твердых предметов (частиц металла, камней и т.п.). Нельзя разрешать работу машин и аппаратов с отключенными или неисправными магнитными улавливателями; нельзя допускать удары, вызывающие искры; при открывании и закрывании крышек люков, при перемещении тяжестей и т.п. Горячие поверхности аппаратов и трубопроводов, если они представляют опасность воспламенения соприкасающихся с ними веществ или взрыва газов, паров и пыли, должны иметь теплоизоляцию для снижения температуры поверхности до безопасной величины (не более 80% от температуры самовоспламенения вещества) [30].

Колеса тележек, а также лестниц и другого оборудования, должны быть оснащены ободками из резинового или других мягких материалов для производств категорий А-Е. Эксплуатация всех систем и оборудования, нагревательных приборов без разрешения главного электрика производства недопустимо. Кроме того, также необходимо разрешение органов надзорной деятельности противопожарной службы.

Нельзя допускать повреждения защитной теплоизоляции металлических опор аппаратов с пожароопасными и токсичными жидкостями и газами.

В пожаро- и взрывоопасных цехах и на оборудовании, представляющем опасность взрыва или воспламенения веществ, в соответствии с требованиями ГОСТа должны быть вывешены знаки, запрещающие пользоваться открытым огнем, а также знаки, предупреждающие об осторожности при наличии воспламеняющихся и взрывчатых веществ. Администрация предприятия (цеха) обязана ознакомить всех работающих с такими знаками и объяснить, что они означают.

Процессы нагревания и охлаждения горючих веществ в рекуперативных аппаратах (теплообменниках, холодильниках)

Перед пуском в работу теплообменников, холодильников и конденсаторов следует провести их внешний осмотр, проверить исправность контрольно-измерительных или регулирующих приборов, арматуры, теплоизоляции, проверить состояние площадок под аппаратами.

Разогрев (при пуске) и охлаждение (при остановке) теплообменников, особенно кожухотрубчатых и без температурных компенсаторов, должны производиться плавно во избежание повреждения от температурных напряжений. Необходимо следить за подачей воды, холодильного рассола или сжиженного газа в холодильники-конденсаторы. При уменьшении подачи хладагента нужно принимать меры для снижения производительности аппаратов или их остановки. В паровых подогревателях горючих веществ и водяных холодильниках для контроля состояния теплообменной поверхности необходимо систематически брать пробы конденсата и отходящей воды на отсутствие в них горючих веществ. Сроки контроля должны быть указаны в цеховых инструкциях. Необходимо следить, чтобы твердое покрытие площадки под теплообменниками и ограждающие бортики были в исправном состоянии. Нельзя допускать загрязнения площадки горючими веществами [30].

Канализационные стоки, лотки и приспособления для смыва разлившегося продукта должны быть исправными. Перед началом очистки или ремонта теплообменных аппаратов вытекающие продукт и вода при открывании крышек должны быть с площадки убраны, а места загрязнений засыпаны сухим песком. При прекращении подачи воды в конденсаторы необходимо перейти на питание водой из резервного источника во избежание повышения в аппаратах давления и выброса паров и жидкого продукта наружу. В случае выброса паров и жидкого продукта на территорию установки следует немедленно вызвать пожарную часть и приступить к уборке разлившейся жидкости.

3 Анализ и выбор существующих технических решений в области системы управления пожарной безопасностью цеха по производству аммиака ПАО «Тольяттиазот»

3.1 Многофункциональная система контроля и сигнализации состояния охраняемого объекта

Многофункциональная система контроля и сигнализации состояния охраняемого объекта является системой охранно-пожарной сигнализации. «Технический результат заключается в обеспечении возможности осуществления контроля за состоянием объекта, в том числе за степенью его пожарной безопасности, на котором установлена заявленная система. Система содержит модуль передачи данных (1), по меньшей мере один модуль датчиков (12), контроллер (2), модуль управления (3), пульт пожарно-охранный (5), по меньшей мере одно речевое устройство (7а), усилитель линии пассивный (8) и усилитель линии активный (9), газоанализатор (10), канал связи (11), обеспечивающий взаимодействие и передачу данных между вышеуказанными. Модуль передачи данных (1) выполнен с возможностью считывания состояния адресных устройств и управления адресными устройствами посредством канала связи (11) через модуль управления (3). Модуль передачи данных (1) выполнен с возможностью связи через усилитель линии пассивный (8) с речевым устройством (7а) и ручным пультом пожарно-охранным (5), которые в свою очередь связаны с модулем управления (3). Модуль датчиков (12) соединен с каналом связи через по меньшей мере усилитель линии активный (9). Газовый анализатор (10) выполнен с возможностью передачи данных по каналу связи (11) о состоянии воздушной среды и формировании сигналов тревожной сигнализации и

соединен со вторым речевым устройством (7б)» [24]. На рисунке 13 приведена схема предлагаемой системы осуществления ПБ

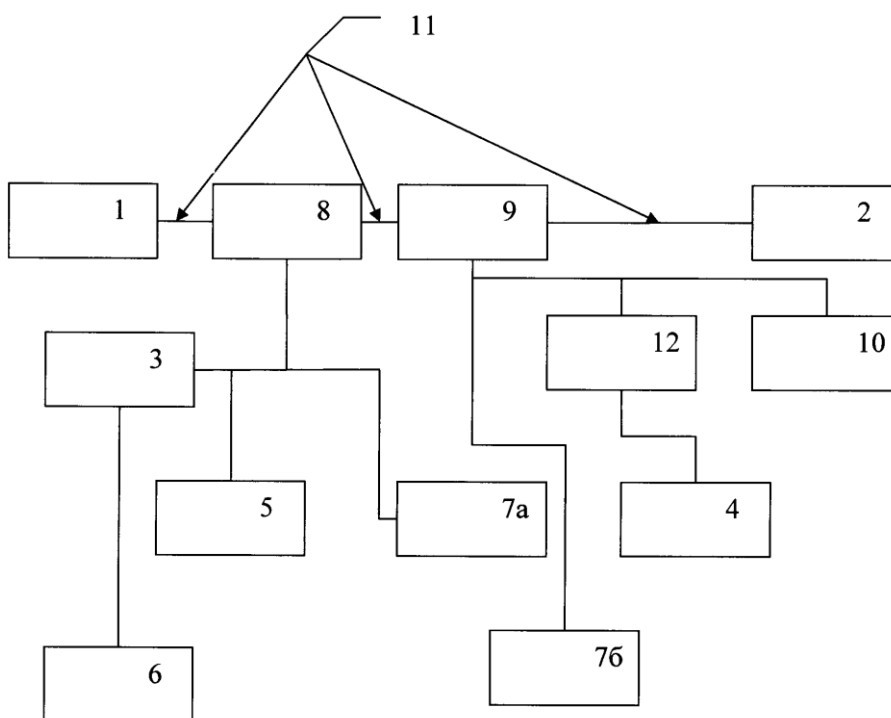


Рисунок 13 – Схема предлагаемой системы осуществления ПБ

Заявленное техническое решение относится к охранно- пожарной сигнализации, системам безопасности газо-воздушной среды и дистанционного управления силовым оборудованием и может быть использовано для:

- централизованной имущественной и пожарной охраны,
- контроля концентрации метана, кислорода, диоксида углерода, оксида углерода,
- голосовой связи и оповещения,
- контроля перемещения персонала,
- дистанционного управления силовыми устройствами (вентиляторы, фидеры, аварийное и рабочее освещение),

- на различных промышленных объектах и в жилищно-коммунальном хозяйстве [24].

Заявленная многофункциональная система контроля и сигнализации состояния охраняемого объекта (далее по тексту - система), предназначена для:

- обнаружения проникновения на охраняемые объекты и пожара на них,
- контроля и санкционирования доступа,
- контроля перемещения персонала,
- двухсторонней громкоговорящей связи между объектами,
- контроля дозрывоопасных концентраций метана, оксида углерода, диоксида углерода и кислорода,
- получения информации о состоянии и значений контролируемых параметров технологического оборудования,
- оповещения и управления эвакуацией в случае пожара, аварий или превышений концентрации метана, оксида углерода, диоксида углерода и кислорода,
- сбора, обработки, хранения, передачи информации и извещений от рассредоточенных объектов по каналам связи, визуального представления в заданном виде потребителю информации и документирования результатов о работе системы,
- для дистанционного управления работой электротехнических устройств на объектах [24].

Система относится к адресным системам и имеет блочную распределенную структуру, объединенную цифровым интерфейсом CAN 2.0A/B. Связь между блоками осуществляется в цифровой форме. Область применения - охранно-пожарная сигнализация, контроль доступа, контроль концентрации метана, оксида углерода, диоксида углерода и кислорода, контроль перемещения персонала, голосовая связь и оповещение на

различных промышленных объектах и в жилищно-коммунальном хозяйстве, дистанционное управление устройствами.

Система проектируется для конкретных объектов и принимается как законченное изделие непосредственно на объекте эксплуатации» [24].

3.2 Универсальное устройство для тушения пожара и пожаровзрывопредотвращения

Изобретение относится к технике пожаротушения и пожаровзрывопредотвращения, а именно к устройству, формирующему пену низкой и средней кратности или распыленную и диспергированную воду. Устройство содержит форсунки подачи огнетушащего средства (ОС) на сетки формирования пены средней кратности и распыленной воды, ствол формирования пены низкой кратности и диспергированной воды, трубопровод подачи ОС в устройство и соединенные с ним трубопровод подачи ОС в форсунки и трубопровод подачи ОС в ствол. В месте соединения трубопроводов установлен трехходовой кран с электро-, пневмо- или гидроприводом с возможностью подключения к системе дистанционного управления и возможностью при переключении его запорного органа в соответствующее рабочее положение подачи ОС из трубопровода подачи ОС в устройство или одновременно в форсунки и в ствол, или только в форсунки, или только в ствол для генерирования соответственно пены средней и низкой кратности или распыленной и диспергированной воды. Устройство обеспечивает оперативную смену подачи в зону пожара различных ОС, возможность дистанционного управления устройством и его автоматическое функционирование без присутствия операторов непосредственно в зоне тушения, что повышает безопасность и эффективность пожаротушения и пожаровзрывопредотвращения [25].

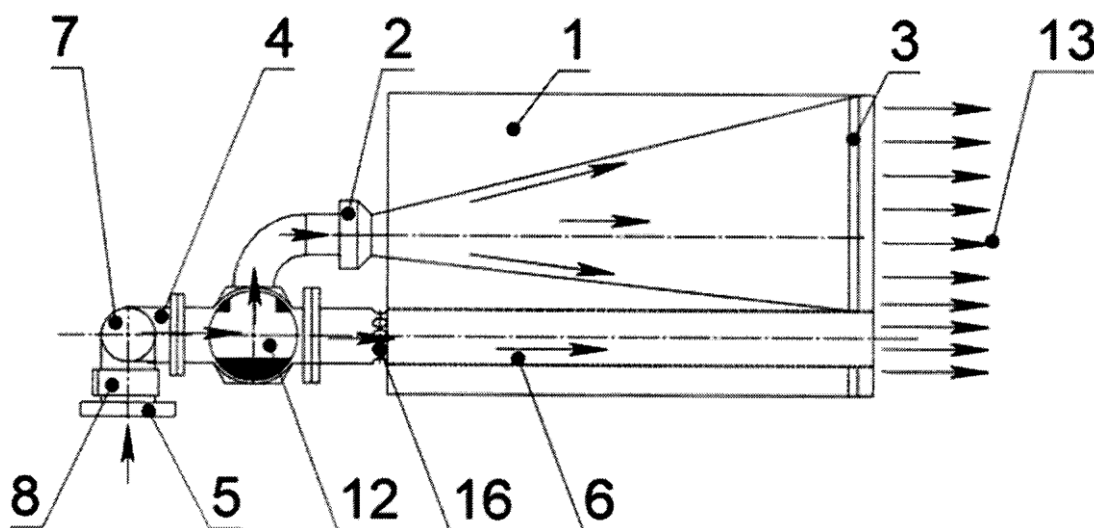


Рисунок 14 – Схема универсального устройства

Техническим результатом, достигаемым при использовании предлагаемого устройства, является повышение эффективности пожаротушения и пожаровзрывопредотвращения за счет обеспечения возможности генерирования предлагаемым устройством или комбинированной пены и средней и низкой кратности, или только пены средней кратности, или только пены низкой кратности, или комбинированной распыленной и диспергированной воды, или только распыленной воды, или только диспергированной воды, и возможности оперативного покрытия средствами пожаротушения всей площади пожара и пожаровзрывопредотвращения, а также повышение безопасности процесса тушения пожаров и пожаровзрывопредотвращения на пожаровзрывоопасных предприятиях и объектах за счет обеспечения возможности дистанционного управления и автоматического функционирования предлагаемого устройства без присутствия операторов непосредственно в зоне тушения пожара и пожаровзрывопредотвращения [25].

«Поставленная задача решается, а технический результат повышения эффективности и безопасности тушения пожара и

пожаровзрывопредотвращения достигается тем, что предлагаемое универсальное устройство для тушения пожаров и пожаровзрывопредотвращения, содержит

форсунки подачи огнетушащего средства на сетки формирования пены средней кратности и распыленной воды,

ствол формирования пены низкой кратности и диспергированной воды, трубопровод подачи огнетушащего средства в устройство и соединенные с ним

трубопровод подачи огнетушащего средства в форсунки и

трубопровод подачи огнетушащего средства в ствол,

а также трехходовой кран, установленный в месте соединения указанных трубопроводов

с возможностью при переключении его запорного органа в соответствующее рабочее положение подачи огнетушащего средства из трубопровода подачи огнетушащего средства в устройство или одновременно и в форсунки, и в ствол, или только в форсунки, или только в ствол» [25].

При этом устройство изготовлено

с возможностью использования в качестве огнетушащего средства водного раствора пенообразователя или воды и с соответствующей возможностью генерирования пены средней и низкой кратности или распыленной и диспергированной воды.

с возможностью использования в качестве огнетушащего средства водного раствора пенообразователя с соответствующей возможностью генерирования устройством или комбинированной пены средней и низкой кратности, или пены средней кратности, или пены низкой кратности;

с возможностью использования в качестве огнетушащего средства водного раствора пенообразователя с соответствующей возможностью генерирования устройством или комбинированной пены средней и низкой

кратности со средней кратностью 30-40, или пены средней кратности с кратностью 50-70, или пены низкой кратности с кратностью 7-10;

с возможностью использования в качестве огнетушащего средства воды с соответствующей возможностью генерирования устройством или комбинированной распыленной и диспергированной воды, или распыленной воды, или диспергированной воды;

с возможностью использования в качестве огнетушащего средства воды с соответствующей возможностью генерирования устройством или комбинированной распыленной и диспергированной воды со средней дисперсностью 150 мкм, или распыленной воды с дисперсностью до 100 мкм, или диспергированной воды с дисперсностью более 200 мкм [25].

«При этом трехходовой кран снабжен электро-, пневмо- или гидроприводом с возможностью его подключения к системе дистанционного управления и изготовлен с возможностью переключения рабочих положений запорного органа трехходового крана посредством выносного пульта или радиосигналов системы дистанционного управления» [25].

3.3 Программа для рационального распределения ресурсов в многоагентной системе управления пожарной безопасности на производственных объектах химической отрасли

На сегодняшний день особую актуальность и значимость представляют многоагентные системы управления. Сфера деятельности их не ограничивается только безопасностью технологических процессов, также их применяют в логистике, здравоохранении, системе управления рисками, а также информационном поиске.

Изобретение относится к автоматизированной информационной системе управления и контроля рационализаторской деятельности. Технический результат заключается в автоматизации управления и контроля

рационализаторской деятельности. Система содержит сервер, снабженный программным обеспечением, и по меньшей мере АРМ автора рационализаторского предложения, АРМ ответственного по рационализаторской и изобретательской деятельности, АРМ эксперта, АРМ ответственного за план организационно-технических мероприятий по внедрению и использованию рационализаторского предложения, АРМ администратора системы управления рационализаторской деятельностью, связанные между собой посредством сети передачи данных, при этом сервер при помощи инсталлированного программного обеспечения формирует, сохраняет и передает на указанные АРМ интерфейсы для обработки различных этапов процесса управления рационализаторской деятельностью. На рисунке 15 приведена схема алгоритма работы программы.

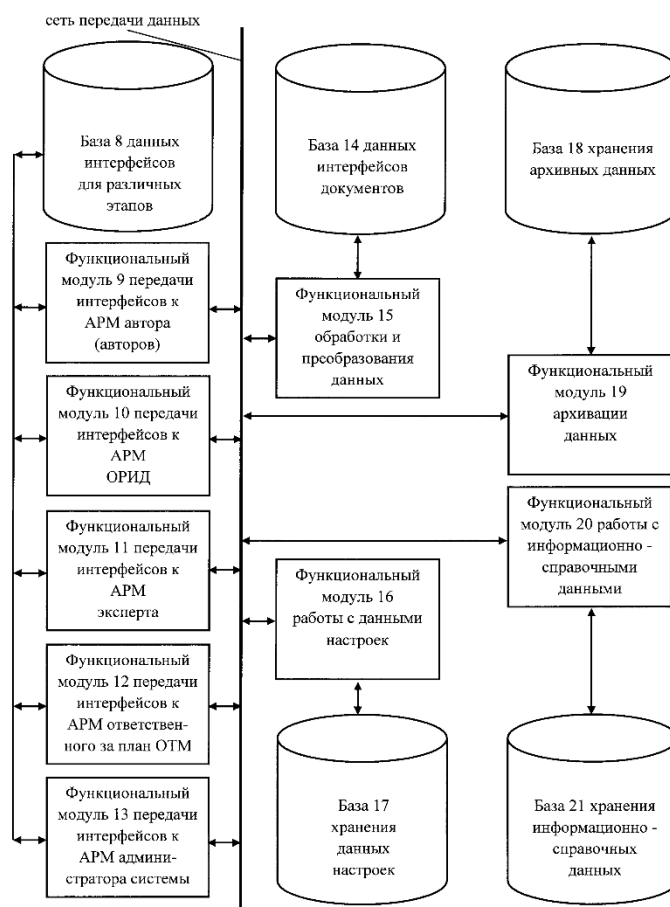


Рисунок 15 – Схема алгоритма работы программы

Рассматриваемая система многоагентного подхода относится к области управления инновационным развитием предприятия, в частности к автоматизированной информационной системе управления и контроля рационализаторской деятельности.

Фактор роста интеллектуального потенциала России в немалой степени зависит от рационализаторской деятельности, осуществляемой на различных типах предприятий вне зависимости от сложности и состава их организационных структур, а процесс генерации и реализации новых идей является одной из важнейших составляющих инновационной активности организаций [29].

В целях рационализации управления технологического процесса, конкретно, системы пожарной безопасности предлагается внедрение современных рационализаторских предложений. Известно, что рационализацией называют процесс совершенствования системы путем внесения полезных изменений по улучшению процесса.

Рационализаторским предложением является предложение по совершенствованию применяемой в организации техники и технологии, организации работы и управления организацией, являющееся новым и полезным для организации. Рационализаторское предложение может быть техническим, организационным или управленческим.

Техническим рационализаторским предложением признается предложение:

- по совершенствованию применяемой в организации техники, технологии;
- изменению конструкции устройств, изделий, состава сырья, материалов (вещества) или применение их по новому назначению, улучшающее качество продукции, технологии [29].

«АИС управления и контроля рационализаторской деятельности:

1. Способ автоматизированной обработки данных для принятия управленческих решений по проекту и портфелю проектов (патент РФ №2480830, G06Q 50/10, опубликовано 27.04.2013), осуществляемый на автоматизированной системе, состоящей из сервера, снабженного программным обеспечением, по меньшей мере, одной рабочей станции ввода данных и, по меньшей мере, одной рабочей станции экспертов, связанных между собой сетью. Сервер формирует на устройствах отображения информации этих рабочих станций различные поля диалоговых окон для пяти этапов - «Идея», «Оценка», «Выбор», «Определение», «Выполнение». Для каждого этапа вводятся соответствующие данные, производится их экспертная оценка, в результате сравнения которой с пороговым значением переходят к следующему этапу, или дорабатывают этап, или завершают проект. Сервер сохраняет информацию, полученную от рабочих станций.

2. Аппаратно-программный комплекс для управления инновационным развитием предприятия в сфере добычи и переработки нефти (патент РФ №2573264, G06F 17/00, G06Q 10/06, опубликовано 20.01.2016), который содержит цифровой канал передачи данных, сервер с программным модулем модели оценки эффективности и мониторинга реализации инновационных проектов для управления инновационным развитием предприятия с использованием имитационных алгоритмов, периферийные АРМ управления, АРМ экспертизы и АРМ ввода фактических данных в процессе мониторинга, канал связи, причем программный модуль содержит подпрограммные модули модели предприятия, модели инновационного развития предприятия, хранилища данных, расчета, формирования карт знаний и визуализации, сбора данных о параметрах внешней среды, аналитики событий, задания уровня детализации отчетов, сценарного планирования и оперативной корректировки параметров модели инновационного развития предприятия» [29].

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является совершенствование функциональных, административных и управленческих возможностей за счет создания единого автоматизированного информационного пространства организации, ведения, управления и контроля рационализаторской деятельности по принципу «одного окна» для всех участников данного бизнес-процесса.

Технический результат изобретения заключается в создании единого автоматизированного информационного пространства предприятия по организации и управлению рационализаторской деятельностью, контролю и анализу полученных результатов, ведению мониторинга и обеспечения информированности всех участников данного бизнес-процесса.

Для решения поставленной задачи с достижением указанного результата, заявленная АИС управления и контроля рационализаторской деятельности содержит автоматизированную информационную систему, состоящую из сервера, снабженного программным обеспечением, и, по меньшей мере, из одного автоматизированного рабочего места (АРМ) автора (авторов) рационализаторских предложений, по меньшей мере, из одного АРМ ответственного по рационализаторской и изобретательской деятельности (ОРИД), по меньшей мере, из одного АРМ эксперта, по меньшей мере, из одного АРМ ответственного за план организационно-технических мероприятий (ОТМ) по внедрению и использованию рационализаторского предложения, по меньшей мере, из одного АРМ администратора системы управления рационализаторской деятельностью, связанных между собой посредством сети передачи данных, при этом, сервер при помощи инсталлированного программного обеспечения формирует на этих АРМ отображение информации (интерфейсы) для различных этапов процесса управления рационализаторской деятельностью - «Подача заявления», «Экспертиза», «Внедрение и использование», «Финансовое

планирование», «Отчетность», сохраняет и передает информацию, полученную посредством сети передачи данных от этих АРМ [29].

3.4 Оценка достоверности полученных результатов, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований

Оценка эффективности МАС заключается в обеспечении процесса планирования распределения ресурсов для обеспечения ПБ химических предприятий. Это достигается рекомендациями практического характера по принятию решения о применении МАС, сравнении с другими подходами к решению задач в области ПБ. Методическая база рассматриваемой системы основана на сравнении вариантов принятия решения управленческой задачи. Данная задача рассматривается с точки зрения изменения компонентов в анализируемой системе. Для того, чтобы выполнить сравнение, необходимо определить количественный коэффициент или показатель об однозначном применении МАС. Оценка по показателю эффективности может быть получена различными способами, как посредством анкетирования – так называемое «мнение эксперта», так методом анализа опыта принятия решения или методами математического моделирования. Первые два метода на практике осуществить непросто, эффективность применения низкая, поскольку «мнение эксперта» не даст точную оценку в условиях решаемой проблемы. Имеется в виду, что данный метода анализа связан несколько с понятием субъективного мнения. Также и метод опыта принятия решения, который может решить половину проблемы, но поскольку система изменяется по своим параметрам внутри среды, корреляция показателя эффективности будет увеличена. Система пожарной безопасности, как и вся система безопасности, постоянно изменяется по нормативной части, так и на практическом уровне. Следовательно, выявлен подходящий метод оценки эффективности и достоверности полученных результатов – математическое

моделирование. Оно заключается в применении численных исследований в рамках опытно-теоретического метода. В рассматриваемой работе приведен опытно-теоретический метод, который основан на численном моделировании по вероятности ошибочного принятия решения для планирования ресурсов. Реализация метода начата с определения цели, разработки схемы исследования эффективности, далее гипотеза по распределению вероятности ошибочного мнения, далее разработка вероятностной модели параметра эффективности. И, наконец, формирование показателя эффективности и алгоритма по решению оценки эффективности и достоверности.

Схема решения по исследованию эффективности метода МАС

Назначение МАС, в общем случае, это идентификация достоверного события или варианта решения из всех возможных вероятностных случаев. Рассматриваемые имеющиеся варианты могут быть образованы посредством оценки каждого из них по отдельности, а также с учетом определения иерархии важности каждого элемента в системе. Исходными данными для принятия решения должны быть векторные оценки вариантов. В качестве дополнительной информации может служить показатель относительной важности о предпочтениях центра управления. Соответственно, для сравнения необходимо рассматривать два способа по принятию решения распределения ресурсов. Такими методами выступают: классический способ (базовый) и предлагаемый. Базовый метод предполагает, что в центре управления системы существуют некоторые варианты, а также их оценки. Центр управления осуществляет выбор и ранжирование вариантов с максимальными векторными оценками. При том, если в итоге остаются несколько оценок, выбирается любой случайно.

Согласно предлагаемому методу, исходные данные берутся с использованием МАС, где выбор вариантов происходит методом исключения или ранжирования. Тем самым, получается, что для оценки эффективности необходимо провести расчет вариантов планирования. В результате данного

метода исследования должны получиться ряд результатов по благоприятному исходу и наоборот. Необходимо рассмотреть показатель количественной оценки $S_{ab}=N+$, который определяет общее количество случаев эффективного применения. Область допустимых значений определена от 0 до 100 включительно. $S_{ab}=0$, когда количество положительных испытаний равно нулю, а отрицательных событий равно 100. И, наоборот, когда $S_{ab}=100$, $S_{ab}=0$, когда количество отрицательных испытаний равно нулю, а положительных событий равно 100. Соответственно, показатель эффективности МАС прямо пропорционален значению параметра S_{ab} .

Обоснование гипотезы распределения вероятности ошибочного принятия решений в системе распределения ресурсов

Для того, чтобы определить верность решения или опровергнуть его, необходимо рассмотреть случайную величину (p). Данный показатель показывает распределение ресурсов без учета ранжирования событий на основе показателей агентов системы. Область параметра – натуральные числа. Согласно теории вероятности и математической статистики, где фигурирует понятие критерия статистического согласия. Предположим, что согласно гипотезе №1 – H_1 , p - случайная величина подчиняется закону, а противоположно гипотезе №2 - H_2 не подчиняется. Доказательство основано на сочетании показателей агентов-вариантов, с параметрами $p_{cp}=14$. На рисунке 16 приведена гистограмма распределения исследуемой величины.

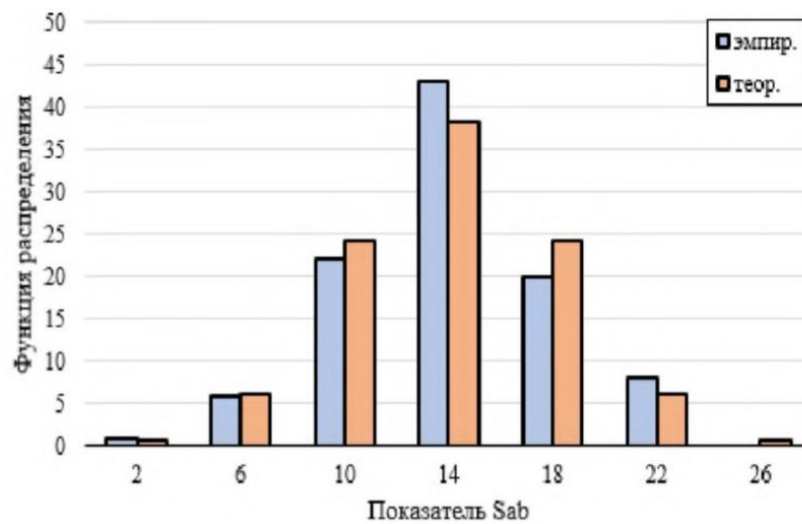


Рисунок 16 - Гистограмма распределения исследуемой величины

Заключительные выводы по результатам оценки работы системы МАС

Analysis results

Применение МАС для поддержки управления безопасностью в техносфере

В изученных работах рассматриваются различные аспекты техносферы:

- экологическая безопасность; – безопасность систем промышленных объектов;
- прогнозирование динамики технического состояния промышленных объектов;
- охрана труда в организациях;
- моделирование действий оперативных подразделений при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций.

Необходимость применения МАС для решения вопросов управления безопасностью в техносфере вызвана в первую очередь сложностью современных систем и организаций, которая достигает такого уровня, что централизованное управление в них становится неэффективным из-за наличия больших потоков информации. Это приводит к большим временным затратам на передачу ее в центр и принятия решений. В публикации [8]

представлена структура МАС управления экологической безопасностью, отличительной особенностью которой является распределенный подход к управлению экологоэкономической системой, интеграция больших массивов информации и оперативная обработка результатов. Разработанные модели поведения агентов обеспечивают взаимодействие экологических органов и предприятий, самостоятельно находят и применяют индивидуальные решения для всех факторов, обладающих большим количеством персональных особенностей, создавая предложения по индивидуальным схемам управления. Предложенная модель дает возможность прогнозировать результат, сравнивать прогноз и результат, принимать определенную стратегию действия и в случае необходимости корректировать ее при изменениях среды. В статье [10] описан алгоритм оценки состояния промышленных систем на основе нечеткой марковской модели, узлами которой являются интегральные показатели безопасности. Разработан алгоритм поиска центра безопасности технологии и алгоритм оценки состояний МАС технологических процессов. Узлы графа могут быть созданы и на основе риск-показателей. Разработанная технология обеспечивает адаптацию к конкретной задаче и позволяет выполнять диагностику объекта уже на этапе расчета показателя надежности. Гибкость технологии достигнута за счет того, что состояние надежности оценивается сразу по нескольким показателям. Диагностика на этапе вычисления интегрального показателя состояний достигнута за счет того, что вычисления можно разделить на разные этапы. Каждый этап оценивает какой-либо из отдельных показателей, что позволяет сделать вывод о состоянии соответствующего элемента. В публикации [13] рассмотрена система имитационного моделирования динамики состояния сложных технических систем, имеющих в своем составе уникальные механические системы. Представлена модель агента, классы состояний, отражающие этапы процесса изменения технического состояния: от состояния исходной дефектности до отказа.

Представлен детерминированный подход к прогнозированию технического состояния. Отказ рассмотрен не как случайное событие, для которого осуществляется оценка вероятности наступления, а как процесс, обусловленный деградацией уникальных механических систем. Подробное описание данного процесса обеспечивает возможность получения более точных результатов прогнозирования динамики технического состояния. Результаты имитационного моделирования являются основой поддержки принятия решений при обеспечении безопасности на всех стадиях жизненного цикла промышленных объектов. Результаты имитационного моделирования могут быть использованы и для задач анализа и оценки риска аварийных ситуаций и аварий. В работе [24] разработана методика, позволяющая оценить влияние различных факторов на состояние условий и охрану труда в организации и на этой основе осуществлять поддержку принятия решений для формирования эффективного управляющего воздействия. Разработанная методика позволяет оценивать влияние различных факторов на состояние условий и охрану труда в организации, что позволяет производить научно-обоснованную поддержку принятия управленческих решений в системе управления охраной труда и вырабатывать эффективное управляющее воздействие в случае выявления нарушений. В статье [37] разработаны теоретические модели, объединенные в многоагентную систему для моделирования действий оперативных подразделений пожарной охраны при тушении пожаров в социальных зданиях, оснащенных системами и средствами мониторинга состояния пожара. Созданную «интеллектуальную многоагентную систему», в которой процессы управления реализуются по принципу «искусственная жизнь», определяет отношение количества когнитивных и реактивных агентов, совокупность правил их взаимодействия. Для разработки МАС автором выбрана модульная структура, что позволяет наращивать возможности системы путем ввода новых математических моделей и реализующих их

программных модулей. В целом обзор публикаций показал, что агентный подход активно используется для решения различных задач, связанных с вопросами обеспечения безопасности в техносфере. В рассмотренных теоретических работах вопросы практической реализации МАС освещены не в должном объеме по причине трудоемкости программной реализации математических моделей. Практически не отражены вопросы применения МАС в области поддержки управления пожарной и промышленной безопасностью на производственных объектах.

Заключение

Технологические процессы (производственные процессы, при осуществлении которых изменяют химический состав перерабатываемого продукта с целью получения вещества с другими свойствами, процессы хранения и слива-налива химически опасных веществ) следует разрабатывать на основании исходных данных на разработку документации ХОПО с учетом количества химически опасных веществ, а также анализа опасностей, возникающих при ведении процесса, условий возникновения и развития возможных аварийных ситуаций. Поэтому основным направлением по обеспечению пожарной безопасности является предотвращение пожаров на объектах химической промышленности, осуществление профилактических мероприятий ПБ. Необходимость соблюдения правил ПБ очень велика, поскольку при осуществлении технологического процесса предприятия на производстве обращаются ЛВЖ и ГЖ. Взрыв и пожары на химическом предприятии способны привести к ущербу жизни и здоровья людей и животных. Прежде всего, это работники предприятия, а также личный состав подразделений служб жизнеобеспечения, участвующий в ликвидации происходящих аварий/ЧС.

Анализ причин пожаров показывает, что основными являются:

- нарушение устройства и эксплуатации оборудования агрегатов и установок, участвующих в технологическом процессе химического производства;
- ненадлежащее состояние технических устройств, зданий и сооружений химических объектов;
- несовершенство технологий или конструктивные недостатки.

Статистические данные аварий показывают, что вероятность возникновения техногенной ЧС на ХОО ничтожно мала (1%), но опасность данного факта заключается в характере и масштабе последствий.

Особенность аварий на ХОО – выход паровоздушной смеси АХОВ наносит губительный и молниеносный эффект на все элементы биосферного пространства.

Рассмотрение статистических данных обусловлено необходимостью поиска информации для комплексной оценки обеспечения безопасности, а также для получения достоверных результатов исследования.

Основные причины техногенных аварий (на химических предприятиях):

разгерметизация технологического оборудования;

нарушение правил охраны труда, техники безопасности и правильной эксплуатации технологического оборудования (человеческий фактор в ходе непосредственно самого технологического процесса);

слабый производственный контроль действующих предприятий (впоследствии руководитель объекта получает достоверную информацию о состоянии промышленной безопасности от сотрудников Ростехнадзора во время проверок).

Оценка эффективности МАС заключается в обеспечении процесса планирования распределения ресурсов для обеспечения ПБ химических предприятий. Это достигается рекомендациями практического характера по принятию решения о применении МАС, сравнении с другими подходами к решению задач в области ПБ. Методическая база рассматриваемой системы основана на сравнении вариантов принятия решения управленческой задачи. Данная задача рассматривается с точки зрения изменения компонентов в анализируемой системе. Для того, чтобы выполнить сравнение, необходимо определить количественный коэффициент или показатель об однозначном применении МАС. Оценка по показателю эффективности может быть получена различными способами, как посредством анкетирования – так называемое «мнение эксперта», так методом анализа опыта принятия решения или методами математического моделирования. Первые два метода

на практике осуществить непросто, эффективность применения низкая, поскольку «мнение эксперта» не даст точную оценку в условиях решаемой проблемы. Имеется в виду, что данный метода анализа связан несколько с понятием субъективного мнения. Также и метод опыта принятия решения, который может решить половину проблемы, но поскольку система изменяется по своим параметрам внутри среды, корреляция показателя эффективности будет увеличена. Система пожарной безопасности, как и вся система безопасности, постоянно изменяется по нормативной части, так и на практическом уровне. Следовательно, выявлен подходящий метод оценки эффективности и достоверности полученных результатов – математическое моделирование. Оно заключается в применении численных исследований в рамках опытно-теоретического метода. В рассматриваемой работе приведен опытно-теоретический метод, который основан на численном моделировании по вероятности ошибочного принятия решения для планирования ресурсов. Реализация метода начата с определения цели, разработки схемы исследования эффективности, далее гипотеза по распределению вероятности ошибочного мнения, далее разработка вероятностной модели параметра эффективности. И, наконец, формирование показателя эффективности и алгоритма по решению оценки эффективности и достоверности.

Список используемых источников

1. ВНЭ 5-79 Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности Введ. 1981-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). - URL: <http://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 15.05.2020).
3. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» (Зарегистрировано в миноюсте России 31.12.2013 №30995) [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013 № 559 (ред. от 18.09.2017). - URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rostehnadzora-ot-21.11.2013-N-559/> (дата обращения: 15.05.2020).
4. Смирнов А.В., Хабибулин Р.Ш. Статистика пожаров на объектах химической и нефтехимической промышленности// Технологии техносферной безопасности. 2016. №5 (69). С. 1-5.
5. Меньшиков В. В., Швыряев В. В. Опасные химические объекты и техногенный риск //М.: Изд-во МГУ. – 2003.
6. Юсупова Н. И., Шахмаметова Г. Р., Еникеева К. Р. Модели представления знаний для идентификации опасностей промышленного объекта //Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2008. – Т. 11. – №. 1.
7. Филимонов И.А., Чернышов С.А. Статистика пожаров на химически опасных объектах //Экология и безопасность в техносфере. 2018. №4. С. 272-275.

8. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям, ИТС 2-2015 [Электронный ресурс]. – URL.- <http://docs.cntd.ru/document/1200128662> (дата обращения: 25.05.2020).

9. Пожарная безопасность : учебник : в 2 ч. Ч. 1 / В. А. Пучков, П46 В. С. Артамонов, Ш. Ш. Дагиров, и др. ; под общ. ред. В. А. Пучкова. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2016. – 476 с.

10. Пожарная безопасность: Учебное пособие для членов добровольных Дружин юных пожарных/ О.Д. Ратникова, В.В. Володченкова, А.А. Чистякова, Н.В. Баранова - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2017. - 181 с., ил.

11. Пожарная безопасность: учебное пособие к практическим занятиям / С.И. Боровик. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 160 с.

12. ГОСТ Р 12.3.047-2009. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования методы контроля. Технические требования. – Введ. 2009–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 31 с.

13. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 2012–05–05. – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 42 с.

14. ГОСТ 12.1.044-2012 (ИСО 4589-84) «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» — в части, касающейся определения дымообразующей способности и токсичности продуктов горения горючих строительных материалов, способности распространения пламени по поверхности (с использованием значения индекса распространения пламени (I)). – Введ. 2012–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 47 с.

15. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» – Введ. 2012–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 25 с.

16. ГОСТ 30852.2-2002 (МЭК 60079-1А: 1975) «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида «взрывонепроницаемая оболочка». Дополнение 1. Приложение D. Метод определения безопасного экспериментального максимального зазора» – Введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.

17. Примеры и задачи по курсу «Физико-химические основы развития и тушения пожара». Бобков С.А., Бабурин А.В., Комраков П.В. Учебное пособие. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2010.

18. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Книга 2. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. -М.: Химия, 2015.

19. Об утверждении правил проведения личным составом ФПС ГПС аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием СИЗОД в непригодной для дыхания среде [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 9.01.2013 г. № 3 URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-09.01.2013-N-3/> (дата обращения: 15.05.2020).

20. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 21.05.2007 г. № 304 URL: <https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-21.05.2007-N-304/> (дата обращения: 15.05.2020).

21. Методические рекомендации территориальным подсистемам РСЧС по обеспечению безопасности населения и т (утв. МЧС России 03.10.2014 № 2-4-87-25-14) [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 21.05.2007 г. № 314 URL: <https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-21.05.2007-N-314/> (дата обращения: 15.05.2020).

22. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794 URL:

<https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-30.12.2003-N-794/>
(дата обращения: 15.05.2020).

23. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21.11.2013 г. № 559 г. URL: <https://rg.ru/2014/02/24/xim-object-site-dok.html> (дата обращения: 15.05.2020).

24. Пат. 2670904 Российская Федерация, Многофункциональная система контроля и сигнализации состояния охраняемого объекта [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=56abd3010ed98c37a8ec7605d64084ef>.

25. Пат. 2700028 Российская Федерация, Универсальное устройство для тушения пожара и пожаровзрывопредотвращения [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=451a8bfadb343d54a47a547c26bc191e>.

26. Смирнов А.В. Оценка эффективности многоагентной системы распределения ресурсов для управления пожарной безопасностью предприятий химической отрасли // Вестник Воронежского Института ГПС МЧС России. №4. С. 24-28.

27. Хабибулин Р.Ш, Тараканов Д.В. Применение многоагентного подхода для поддержки управления безопасностью в техносфере // ВЕСТНИК ИРГТУ. Том 22, № 1. 2018. С. 118-133.

28. Краткий обзор многоагентных моделей: стат./ Ин-т образования взрослых Рос. акад. образования ; под общ. Ред. А.В. Кузнецова М. : ВНИИПО, 2017. 36 с.

29. Пат. 2706177 Российская Федерация, Автоматизированная информационная система управления и контроля рационализаторской

деятельности [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=ace4dfa94353ea07b857370c10c2c905>.

30. ВНЭ 5-79 Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности. - Введ. 2010-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 47 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

31. Техногенные системы и химическая безопасность: учебное пособие для лекционного курса «Техногенные системы и экологический риск» / Н.А.Улахович, С.С.Бабкина, Э.П.Медянцева, М.П.Кутырева, А.Р.Гатаулина, И.В.Барулина. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. – 110 с.

32. Швецов А.Н., Сергушичева М.А. Сорокин С.И. Реализация инструментального комплекса DISIT для построения мультиагентных систем // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2006. № 11. С. 126–137.

33. Харитонов В.А., Алексеев А.О. Концепция субъектно-ориентированного управления в социальных и экономических системах // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 109. С. 690–706. [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/43.pdf>

34. Alexander R., Kelly T. Supporting systems of systems hazard analysis using multi-agent simulation // Safety Science. 2013. No. 51. P. 302–318.

35. Чиркунов К.С. Мультиагентный подход и моделирование поведения взаимодействующих иерархических систем экономической природы: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.11. Новосибирск, 2012.

36. Карелин В.П., Протасов В.И. Эволюционно-генетические и бионические методы моделирования коллективного интеллекта в системах управления и поддержки принятия решений // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2012. № 1. С. 71–76.

37. Buchanan A. Structural Design for Fire Safety, 2001 – 448 p. ISBN – 0471889938. (Бученен Э. «Противопожарное проектирование конструкций», 2001 – 448 p. ISBN – 0471889938). СПН-1 Справочник по пожарной нагрузке, редакция 1 от 14.05.2014.

38. International Fire Engineering Guidelines, 2005 – 415 p. ISBN – 1741 614 562. («Международное руководство по противопожарной защите», 2005 – 415 с. ISBN – 1741 614 562).

39. Jonh H. Klote, James A. Milke. Principles of smoke management, 2002. – 377 p. ISBN –1-883413-99- 0. (Джон Х. Клоут, Джеймс А. Милке. Принципы противодымной защиты, 2002 год. – 377 с. ISBN –1-883413-99-0).

40. DUTTA R., SUN L., KOTHARI M. et al. A cooperative formation control strategy maintaining connectivity of a multi-agent system // IEEE/RSJ Int. Conference on Intelligent Robots and Systems – 2014, Chicago, IL, USA, September 14-18, 2014. – 2014. – P. 1189–1194. – URL: <https://doi.org/10.1109/IROS.2014.6942708>.