

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»
(наименование кафедры)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей
среды в нефтегазовом и химическом комплексах

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Анализ системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в химическом промышленном комплексе (на примере ПАО «КуйбышевАзот»)

Студент	<u>К. Ш. Мурадов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>В. А. Филимонов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В. В. Петрова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Т.Ю. Фрезе</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы д.п.н., профессор Л.Н.Горина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

«___» _____ 2019г.

Допустить к защите
Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

«___» _____ 2019г.

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ законодательных нормативных требований, предъявляемых к используемым технологическим процедурам ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»	9
1.1 Краткая информация об объекте	9
1.2 Характеристика производства аммиака ПАО «КуйбышевАзот», основные направления утилизации жидкого аммиака	11
1.3 Анализ нормативных документов и их выполнение на производстве по производству жидкого аммиака на примере ПАО «КуйбышевАзот»	15
2 Информационно аналитический обзор проблем и технических решений по обеспечению безопасных технологических процедур ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»	21
2.1 Состав и свойства жидкого аммиака	21
2.2 Условия, способствующие образованиям проливов жидкого аммиака	27
2.3 Исследование системы контроля, управления и автоматической противоаварийной защиты	30
2.4 Исследования применения воздушно-механической пены в ликвидации аварийно химически опасных веществ	36
2.5 Исследования процессов ликвидации проливов жидкого аммиака	42
3 Организационно-технические решения по повышению безопасности технологических процедур ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»	48
3.1 Результаты патентного поиска по ликвидации проливов жидкого аммиака	48

3.2 Предлагаемые к реализации организационно-технические решения по повышению безопасности технологических процедур ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот».....	53
3.3 Опытно-экспериментальная апробация системы ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот».....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	79

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВНИИПО – всероссийский научно-исследовательский институт
противопожарной обороны

ГОСТ – государственный стандарт

МЧС – министерство чрезвычайных ситуаций

АХОВ – аварийно-химически опасное вещество

ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости

ГЖ – горючие жидкости

ПАО – публичное акционерное общество

ПДК – предельно допустимая концентрация

ОАО – открытое акционерное общество

РХБ – радиационной, химической и биологической

ПО – пенообразователь

РСФСР – Российская Советская Федеративная Социалистическая
Республика

КЦА – короткоцикловая адсорбция

ХОО – химически опасные объекты

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие химических предприятий способствовало увеличению масштабов эксплуатации, складирования, переработки и транспортировки жидкого аммиака, являющегося одной из разновидностей легко воспламеняющихся и горючих веществ. Предприятия, эксплуатирующие аммиак, способны привести к таким опасным аварийным ситуациям, как пожары и взрывы. Зачастую такие аварийные ситуации, как пожары и взрывы, возникают в следствии эксплуатации аммиака различными предприятиями.

Пролив жидкого аммиака – аварийная ситуация, которая может привести к опасным последствиям: отравление людей, крупные пожары, а также загрязнение окружающей среды и сильные ожоги. Общим свойством жидкого аммиака является его способность при утечке разливаться на больших площадях. В этих условиях образуются значительные объемы ядовитой и пожароопасной паровоздушной смеси.

Таким образом, ликвидация проливов жидкого аммиака является актуальной проблемой для предприятий химической промышленности.

Цель:

Цель работы - совершенствование существующей системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в химическом промышленном комплексе ПАО «КуйбышевАзот».

Объект исследования - системы локализации проливов жидкого аммиака в химическом промышленном комплексе на примере ПАО «КуйбышевАзот».

Предмет исследования - устройство локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной.

Задачи исследования:

1) Изучить нормативно-правовые документы Российской Федерации в области производственной безопасности, проанализировать состояние

производственной безопасности и существующую систему ликвидации проливов аммиака на предприятии.

2) Рассмотреть теоретические аспекты и изучить научно-технические исследования по ликвидации проливов аммиака в химической промышленности.

3) Провести патентный поиск и разработать метода безопасного и более эффективного процесса ликвидации проливов аммиака.

4) Проанализировать достаточность и эффективность внедрения нового метода локализации проливов аммиака с целью предупреждения и ликвидации аварийных ситуаций на предприятии.

Новизна исследования заключается в исследовании и применении нового метода по улучшению системы ликвидации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной.

Также в данной работе был проведён анализ эффективности внедрения нового метода системы ликвидации проливов жидкого аммиака в ПАО «КуйбышевАзот».

Методы и методология проведения исследования.

1) Изучение нормативно-правовых документов Российской Федерации в области производственной безопасности, анализ состояния производственной безопасности и существующей системы ликвидации проливов аммиака на предприятии.

2) Рассмотрение теоретических аспекты и изучение научно-технических исследований по ликвидации проливов аммиака в химической промышленности.

3) Проведение патентного поиска и разработка метода безопасного и более эффективного процесса ликвидации проливов аммиака.

4) Анализ достаточности и эффективности внедрения нового метода локализации проливов аммиака с целью предупреждения и ликвидации аварийных ситуаций на предприятии.

Теоретическая научная и практическая значимость диссертации состоит во внедрении метода безопасного и более эффективного процесса ликвидации проливов аммиака на объекте ПАО «КуйбышевАзот». Материалы, содержащиеся в диссертации, могут быть полезны для различных химических производств, а также материал, использованный в данном исследовании можно включать в дисциплины высших учебных заведений по различным курсам, таким как «Промышленная безопасность».

Научная обоснованность и достоверность результатов исследования.

Теоретической и методологической основой исследования были научно-технические исследования по производственной безопасности в области химических и нефтегазовых предприятий; нормативные, правовые и законодательные документы Российской Федерации в области производственной безопасности, методическая и справочная литература.

Степень достоверности подтверждается результатами внедрения дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способа по тушению пожара.

Научные положения и результаты исследования, выносимые на защиту.

Положения, выносимые на защиту:

1) Выводы изучения нормативно-правовых документов Российской Федерации в области производственной безопасности, анализ состояния производственной безопасности и существующей системы ликвидации проливов аммиака на предприятии.

2) Результаты рассмотрения теоретических аспектов и изучения научно-технических исследований по ликвидации проливов аммиака в химической промышленности.

3) Результаты патентного поиска и разработки метода безопасного и более эффективного процесса ликвидации проливов аммиака

4) Результаты анализа достаточности и эффективности внедрения нового метода локализации проливов аммиака с целью предупреждения и ликвидации аварийных ситуаций на предприятии.

Дренчерное устройство пожаротушения позволит облегчить ликвидацию проливов аммиака и повысить ее эффективность, так как:

1) не требует взаимодействия со стороны рабочего персонала, обеспечивающего безопасность на производстве, так как способна действовать автономно;

2) гарантирует результативное устранение и ликвидацию возгораний участка с площадью от двухсот квадратных метров;

3) в следствии усложненного движения потоков пены и воды данного изобретения, создается плотные и широкие потоки, которые одинаково и равномерно распыляют приспособления для тушения пожаров по всей зоне, контролируемого объекта.

Апробация результатов. В процессе исследования проведена опытно-экспериментальная апробация дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способа тушения пожара дренчерным устройством в ПАО «КуйбышевАзот».

Опытно-экспериментальная апробация дренчерного устройства тушения пожара и способа по тушению пожара показала, что снижение профессиональных заболеваний после внедрения способа по тушению пожара составит 16% за 4 года, снижение класса условий труда при воздействии химических факторов составит 23%, а снижение класса условий труда по показателям тяжести трудового процесса после внедрения дренчерного устройства тушения пожара составит 42%.

Структура и объем магистерской диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка использованной литературы. Основная часть исследования изложена на 80 страницах, текст иллюстрирован 5 таблицами, 10 рисунками.

1 Анализ законодательных нормативных требований, предъявляемых к используемым технологическим процедурам ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»

1.1 Краткая информация об объекте

«ПАО «КуйбышевАзот» является одним из ведущих предприятий российской химической промышленности» [1].

Исследуемое предприятие представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – ПАО «КуйбышевАзот»

На территории действующего предприятия ПАО «КуйбышевАзот» располагается современное производство аммиака мощностью 1340 тонн в сутки.

Готовые продукты производства:

- товарный аммиак, соответствующий по показателям качества ГОСТ 6221-90;

- водород.

Аммиак известен человеку с давних времён, так как он попадает в атмосферу из природных источников, в частности, образуется при анаэробном разложении белковых материалов.

Синтез аммиака из элементов – азота и водорода, технически разработанный в 1913 г., явился основой того, что в настоящее время по объёмам его производства он занимает одно из первых мест в химической промышленности.

Сырьём для получения водорода, производимого в качестве товарного продукта, а также используемого для синтеза аммиака в намечаемом производстве, является природный газ.

Данная технология производства разработана компанией Linde Group (страна Германия). При выборе технологии предприятие руководствовалось критериями производственной безопасности и безопасности для окружающей среды.

«Рассматриваемая технология включает следующие основные блоки:

- очистка природного газа от тяжёлых металлов и сернистых соединений (десульфуризация);

- паровой риформинг;

- конверсия оксида углерода (СО);

- короткоцикловая адсорбция (КЦА);

- сжатие и подпитка синтез-газа;

- каталитический синтез аммиака;

- выделение и охлаждение аммиака» [2].

Главный и самый важный метод использования аммиака заключается в производстве таких минеральных веществ, как: карбамид, нитраты и сульфаты аммония, аммофос, диаммофоса, которые будут использоваться как

удобрения, и которые являются значительным процентом (75%) производимого по всей планете аммиака.

«Также аммиак используется для получения азотной кислоты, капролактама, соды, азотсодержащих солей и т.д. В криогенной технике аммиак используют в качестве хладагента.

При этом на территории предприятия ПАО «КуйбышевАзот» имеется природный газ – основной сырьевой компонент производства аммиака. Также, в структуре «КуйбышевАзот» функционируют хранилище и узел отгрузки товарного аммиака внешним потребителям, и карбамида» [2].

Существенным фактором является наличие специалистов, обладающих достаточной квалификацией в производстве, хранении и отгрузки аммиака.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы сточных вод и образования отходов от производимой деятельности идентичны тем, которые уже имелись на территории предприятия. Тем самым исключается вероятность образования новых комбинаций их воздействий на окружающую среду и, соответственно, необходимость разработки специальных мероприятий.

1.2 Характеристика производства аммиака ПАО «КуйбышевАзот», основные направления утилизации жидкого аммиака

«Производство аммиака заключается в смешивании азота и газообразного водорода (из метана, содержащегося в природном газе) в условиях повышенной температуры и давления» [3].

Самый важный момент в изготовлении аммиака - первичное сырье, которое отбирается для получения конечного продукта. Отделение водорода из воды - достаточно сложный и кропотливый труд, в следствии его полного отсутствия в природе в чистом виде, в сравнении с азотом, имеющий значительные объемы содержания в воздушном пространстве.

По этой причине с целью воспроизводства аммиака главным образом применяется углеводород, который входит в состав природного газа.

Поэтому природный газ - один из важнейших столбов в производстве аммиачных продуктов. Газ подвергается нескольким стадиям переработки до того, как оказаться внутри колонны синтезирования. Первая стадия - с помощью дефульфуризатора осуществляется отделение первичного материала и серы.

За тем следует процедура риформинга, в ходе которого сперва происходит превращение углеводородов в метан, после которого начинается процесс значительно кропотливого процесса обращения атомов метана в раствор водянистого газа, окись углерода, двуокиси углерода и в водород. А также идет очищение раствора от двуокиси углерода, потом водород оказывается в колонне синтезирования под значительно давящей силе одновременно с атомами азота. Следовательно, до того, как запустить именно само создание аммиака, технология требует первичную переработку начального материала.

Процедуры риформинга, как и входящий в него процесс синтеза итогового продукта осуществляется под значительным давлением и достаточно высокой температурой. Конкретно данные условия и приводят к высокой затрате сил и ресурсов всех процессов реформинга. Несмотря на это, во время всех этапов изготовления аммиака данные показатели отклоняются.

«Сама колонна обычно изготавливается из стали. В ней размещен катализатор, состав которого может быть разным. После прохождения цикла синтеза смесь попадает в холодильник, где от нее отделяется аммиак в жидком виде, а оставшиеся после реакции компоненты снова идут в производство. Такая особенность технологического процесса вызвана тем, что реакция синтеза аммиака является обратимой и в ходе технологического процесса часть конечного продукта распадается на исходные компоненты.

Таким образом, производство аммиака в промышленности, несмотря на кажущуюся простоту реакции, которая лежит в основе процесса, на самом деле является довольно сложной технологической задачей» [4].

Утилизация проливов жидкого аммиака - сложный процесс. Для его реализации необходим высоко квалифицированный состав специалистов и значительный объем денежных вложений.

Существует несколько способов устранения проливов:

- 1) селективный, для повторного использования продукта;
- 2) переработка, для того чтобы использовать с целью создания других материалов.

Для того чтобы правильно утилизировать жидкий аммиак, нужно выполнить два важных условия:

- в первую очередь, необходимо изолировать и выделить специальное место для хранения аммиака и обязательно запретить посещение данного места другим лицам из рабочего персонала;

- во-вторых, необходимо заключить соглашение с официальной компанией, которая будет осуществлять данную ликвидацию (или со специальным отделом фирмы, занимающимся данными вопросами устранения отходов, если такие имеются).

Согласно нормативным документам на производстве:

«Разбавление пролива водой производится при ЧС с химической обстановкой второго, третьего и четвертого типов с выбросом водорастворимых АХОВ (жидкие аммиак, окись этилена, хлористый водород и др.). Проливы остальных АХОВ локализуются соответствующими нейтральными растворителями.

Способ применяется при проливе АХОВ в поддон или в обвалование с емкостью, исключая свободный розлив разбавленного АХОВ в результате увеличения объема.

При недостаточной вместимости поддона (обвалования) проводится дополнительное обвалование» [5].

С целью проведения данных работ определяются группы тушения пожаров. В следствии возникновения угрозы резкого выделения парогазовой фазы во время снижения объема низкокипящих аварийно-химически

опасных веществ, в направлении движения облака также помещается жидкая завеса.

«Обеззараживание (нейтрализация) проливов АХОВ нейтрализующими растворами и водой применяется при ЧС с химической обстановкой второго и третьего типов с проливом низкокипящих АХОВ.

Для обеззараживания назначаются формирования РХБ защиты. При необходимости дополнительного обвалования пролива (с учетом разбавления) назначаются инженерно-технические или дорожные формирования.

Технология обеззараживания определяется исходя из вида АХОВ. Так, обеззараживание проливов жидкого хлора осуществляется комплексно — производится разбавление пролива АХОВ компактной струей воды от периферии к центру пролива, одновременное орошение пролива сверху 10% раствором едкой щелочи (водой) и постановка с подветренной стороны пролива жидкостной завесы 10–25% водного раствора аммиака» [5].

С целью предотвращения возникновения взрывоопасного раствора, завесы размещаются на таком расстоянии, чтобы не произошло случайного проникновения капель смеси аммиака в жидкий хлор.

«Использование аммиачных растворов для нейтрализации проливов жидкого хлора допускается только после разбавления пролива водой до прекращения выделения паров хлора с поверхности пролива» [5].

Также дезинфекция утечек жидкого аммиака может производиться одновременно посредством смешивания данных утечек водной струей, покрытием слоя утечки мелкими частицами воды, а также размещением завес с наветренного угла разлива. С целью размещения специальных завес используются смеси щавелевой, уксусной и соляной кислоты с примерным содержанием воды от пяти до десяти процентов.

1.3 Анализ нормативных документов и их выполнение на производстве по производству жидкого аммиака на примере ПАО «КуйбышевАзот»

Во время исследования были рассмотрены следующие нормативные акты и документы, список которых перечислен в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ нормативных документов

Обозначение	Название
1	2
ГОСТ Р 12.0.010-2009	Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков [6]
ГОСТ 12.0.003-2015	Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы [7]
ГОСТ 12.0.004-2015	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения [8]
ГОСТ 12.1.007-76	ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [9]
ГОСТ 6221-90	Аммиак безводный сжиженный. Технические условия (с Изменением N 1) [10]
ГОСТ 12.3.002-2014	Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности [11]
ГОСТ 12.4.021-75	Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования [12]
ГОСТ Р 12.4.013-97	ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия [13]

Продолжение таблицы 1

1	2
СанПиН 2.2.1/2.1.1.567—96	Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [14]
ПБ 03-182-98	Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака [15]
ПБ 09-579-03	Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака [16]
ПБ 09-220-98	Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок [17]

В процессе исследования было проанализировано соблюдение требований безопасности при эксплуатации и хранении жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот», результат приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Анализ выполнения производственной безопасности при эксплуатации и хранении жидкого аммиака

Наименование требования безопасности	Выполняется/не выполняется
1	2
Требования к производственным процессам	
«Склады жидкого аммиака оснащаются системами противопожарного, хозяйственно-питьевого и при необходимости производственного водоснабжения» [16].	выполняется
«Объекты склада оснащаются первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами» [16].	выполняется частично

Продолжение таблицы 2

1	2
<p>«Резервуары для хранения жидкого аммиака следует отключать от трубопроводов двумя запорными органами с размещением между ними контрольного вентиля.</p> <p>Арматура, расположенная непосредственно у шаровых, изотермических и горизонтальных резервуаров вместимостью 100 т и более, должна иметь дистанционное и ручное управление. Дистанционное управление должно осуществляться из центрального пункта управления складом» [16].</p>	<p>выполняется</p>
<p>«Здания на территории склада должны быть не ниже II степени огнестойкости.</p> <p>Сооружения склада (этажерки, обслуживающие площадки, сливноналивные эстакады, опоры шаровых резервуаров, навесы и т.п.) должны выполняться из несгораемых материалов с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.» [16].</p>	<p>выполняется</p>
<p>«Резервуары для хранения жидкого аммиака оборудуются обслуживающими площадками, обеспечивающими безопасность выполнения работ при обслуживании и ремонте» [16].</p>	<p>выполняется</p>
<p>«Допускается неавтоматическое (по месту или дистанционное) включение технических устройств, задействованных в системе локализации аварийных ситуаций, обоснованное проектом» [16].</p>	<p>выполняется частично</p>
<p>«Внутри ограждения резервуаров для хранения жидкого аммиака предусматривается приямок для сбора и эвакуации проливов аммиака и атмосферных осадков.</p> <p>Территорию в ограждении резервуаров для хранения жидкого аммиака необходимо планировать с уклоном в сторону приямка» [16].</p>	<p>выполняется</p>

Продолжение таблицы 2

1	2
<p>«На территории склада разрешается располагать только те здания и сооружения, которые необходимы для технологических процессов приема, хранения и выдачи аммиака потребителям и для обеспечения нормальной работы склада и обслуживающего персонала, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> - резервуары для приема и хранения жидкого аммиака; - компрессорные аммиачно-холодильных установок и насосные; - пункт сбора масла; - установки для приготовления аммиачной воды и резервуары для ее хранения; - склад пропана или природного газа с испарительной установкой; - испарительную установку жидкого аммиака; - установку перегрева газообразного аммиака; - редукционную охлаждающую установку для получения пара требуемых параметров; - станцию сбора конденсата; - сливноналивные пункты жидкого аммиака и аммиачной воды, включая сливноналивные эстакады железнодорожных и автомобильных цистерн; - факельную установку склада; - установки наполнения аммиачных баллонов и их хранения; - блоки азотных баллонов с рампой, блоки воздушных баллонов; - аварийную емкость, аварийные души, газоанализаторную; - сети водоснабжения и канализации; - сети электроснабжения; - центральный пункт управления складом; - здания и помещения вспомогательного и производственного назначения, бытовые и административные помещения, 	<p>выполняется</p>

предназначенные для персонала склада» [16].	
---	--

Продолжение таблицы 2

1	2
<p>«Устройства резервуаров для хранения аммиака должны обеспечивать надежную и безопасную эксплуатацию в течение срока службы, указанного в паспорте организации-изготовителя, а также предусматривать возможность их полного опорожнения, очистки, промывки, продувки, осмотра, технического освидетельствования и ремонта.</p> <p>Порядок, объем и периодичность технического освидетельствования определяются нормативной технической документацией» [16].</p>	выполняется
<p>«Не допускается прокладывать транзитные трубопроводы, не относящиеся к резервуарам для хранения жидкого аммиака, и кабели через огражденные территории резервуаров для хранения жидкого аммиака» [16].</p>	выполняется
<p>«Система контроля утечек аммиака при возникновении аварий, связанных с утечкой аммиака, в автоматическом (или автоматизированном) режиме должна включать технические устройства, задействованные в системе локализации аварийных ситуаций, средства оповещения об аварии и отключать технологическое оборудование, функционирование которого может привести к росту масштабов и последствий аварии» [16].</p>	выполняется частично

В первой главе дана краткая характеристика предприятия ПАО «КуйбышевАзот», рассмотрены его основные показатели деятельности, а

также характеристика технологического процесса ликвидации проливов аммиака, условия его пролива.

В результате проведенного анализа систем ликвидации проливов жидкого аммиака сделан вывод несоответствия на некоторых участках производства по следующим критериям:

1) «объекты склада оснащаются первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами» [16];

2) «допускается неавтоматическое (по месту или дистанционное) включение технических устройств, задействованных в системе локализации аварийных ситуаций, обоснованное проектом» [16];

3) «система контроля утечек аммиака при возникновении аварий, связанных с утечкой аммиака, в автоматическом (или автоматизированном) режиме должна включать технические устройства, задействованные в системе локализации аварийных ситуаций, средства оповещения об аварии и отключать технологическое оборудование, функционирование которого может привести к росту масштабов и последствий аварии» [16].

Эти данные послужили причиной для разработки нового метода по улучшению системы ликвидации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной.

2 Информационно аналитический обзор проблем и технических решений по обеспечению безопасных технологических процедур ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»

2.1 Состав и свойства жидкого аммиака

Аммиак – NH_3 , нитрид водорода, при нормальных условиях — бесцветный газ с резким характерным запахом. «При атмосферном давлении аммиак, NH_3 , присутствует в виде жидкости при температуре ниже $-33,6^\circ \text{C}$ ($-28,5^\circ \text{F}$). При температуре 10 бар температура конденсации / кипения составляет 25°C (77°F)» [18].

Молекулы жидкого аммиака соединены друг с другом связями водорода.

При сопоставлении физических характеристик воды с жидким аммиаком, видно, что у аммиака более низкий уровень температуры кипения, имеет более низкий уровень плотности и уровень вязкости в семь раз ниже, чем у воды, а также намного меньше проводимость и диэлектрическая проницаемость.

Жидкий аммиак относится к четвёртому классу опасности, является токсичным, также имеет массу легче массы воздуха и при смешивании с ним создает очень опасную и потенциально взрывную смесь веществ. Обычно обозначается и маркируется баллонами или цистернами желтого цвета краски.

В основном используется и эксплуатируется в холодильных установках в качестве хладагента.

«Жидкий аммиак вызывает сильные ожоги кожи, поэтому его обычно перевозят в стальных баллонах (окрашены в желтый цвет, имеют надпись "Аммиак" черного цвета), железнодорожных и автомобильных цистернах, по воде — в специальных танкерах, транспортируют также по трубопроводам.

Смешивание аммиака при контакте воздуха может привести к взрыву. Возгорание аммиака происходит при наличии неизменного появления пламени. Емкости имеют все шансы рваться при нагревании. Газообразный аммиак считается ядовитым соединением. При его сосредоточении в воздухе рабочей зоны в пределах 350 мг/м³ (миллиграмм на кубический метр) и выше работа обязана быть прекращена, а люди выведены за пределы небезопасной зоны. Максимально допустимая концентрация аммиака в воздухе рабочей зоны равна 20 мг/м³» [19].

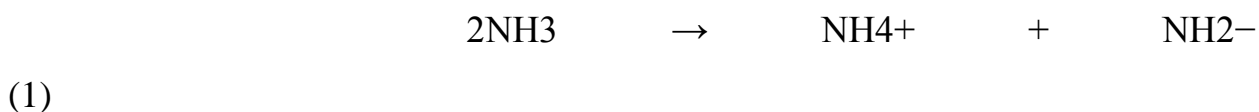
«Аммиак опасен при вдыхании. При остром отравлении аммиаком поражаются глаза и дыхательные пути, при высоких концентрациях возможен смертельный исход. Вызывает сильный кашель, удушье, при высокой концентрации паров — возбуждение, бред. При контакте с кожей — жгучая боль, отек, ожог с пузырями. При хронических отравлениях наблюдаются расстройство пищеварения, катар верхних дыхательных путей, ослабление слуха.» [19].

Свойства жидкого аммиака при насыщенном давлении в зависимости от температуры представлены в таблице 3.

Температура - t - (oF)	Плотность - ρ - (lb/ft ³)	Удельная теплоёмкость - c _p - (Btu/(lbm oF))	Теплопроводность - λ - (Btu/(hr ft oF))	Динамическая вязкость - η - (10 ⁻⁶ lb/(ft s))	Число Прандтля
-58	43.4	1.06	0.32	213	1.98
32	39.7	1.10	0.31	113	1.40
68	38	1.13	0.3	93	1.29
122	35	1.21	0.28	69	1.26

Таблица 3 - Термические свойства жидкого аммиака при насыщенном

«Жидкий аммиак, хотя и в незначительной степени, диссоциирует на ионы, в чём проявляется его сходство с водой:



Константа самоионизации жидкого аммиака при $-50\text{ }^\circ\text{C}$ составляет примерно 10^{-33} (моль/л)².

Жидкий аммиак, как и вода, является сильным ионизирующим растворителем, в котором растворяется ряд активных металлов: щелочные, щёлочноземельные, Mg, Al, а также Eu и Yb. Растворимость щелочных металлов в жидком NH₃ составляет несколько десятков процентов. В жидком аммиаке NH₃ также растворяются некоторые интерметаллиды, содержащие щелочные металлы, например - Na₄Pb₉.

Разбавленные растворы металлов в жидком аммиаке окрашены в синий цвет, концентрированные растворы имеют металлический блеск и похожи на бронзу. При испарении аммиака щелочные металлы выделяются в чистом виде, а щёлочноземельные — в виде комплексов с аммиаком [Э(NH₃)₆] обладающих металлической проводимостью. При слабом нагревании эти комплексы разлагаются на металл и NH₃» [20].

Характеристика и описание опасных веществ четвертого класса опасности представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика веществ 4-го класса опасности

Название значения/показателя	Средняя норма четвертого класса опасности
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/ м ³	более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	более 2500

Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/ м ³	более 50 000
Зона острого действия	Более 54,0

На рисунке 2 представлена диаграмма вязкости жидкого аммиака.

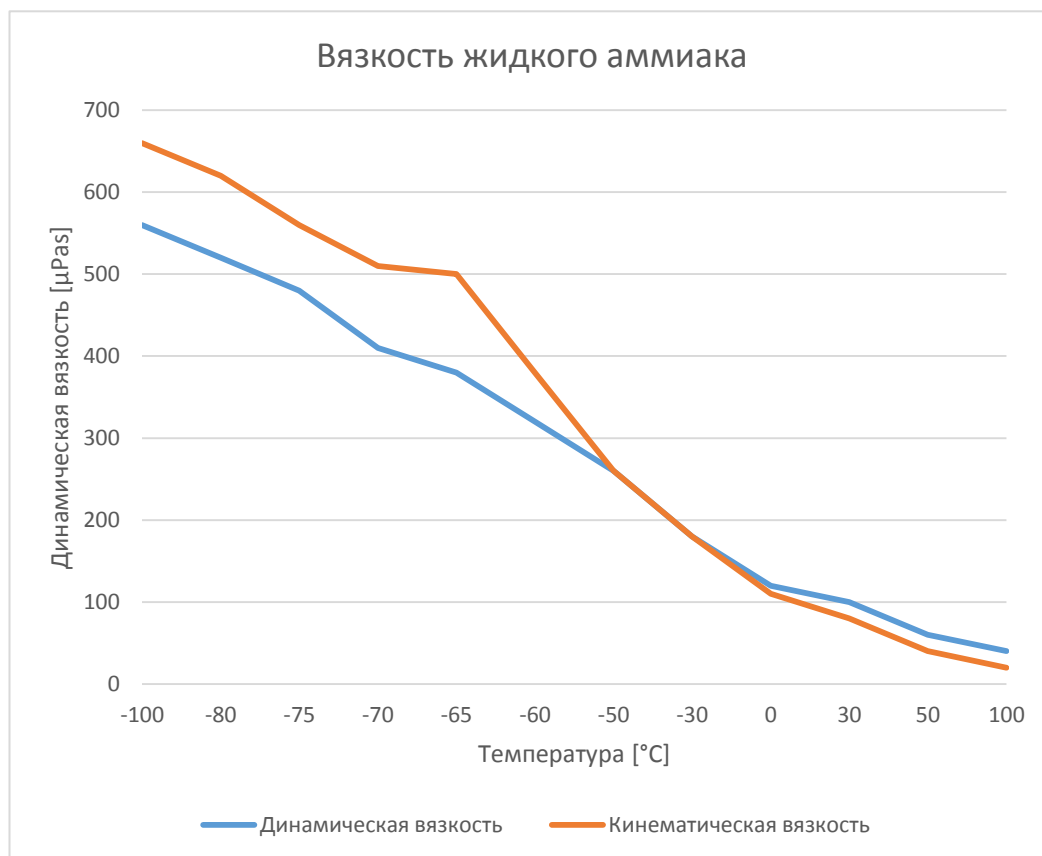


Рисунок 2 – Диаграмма вязкости жидкого аммиака

На рисунке 3 представлена диаграмма плотности жидкого аммиака.

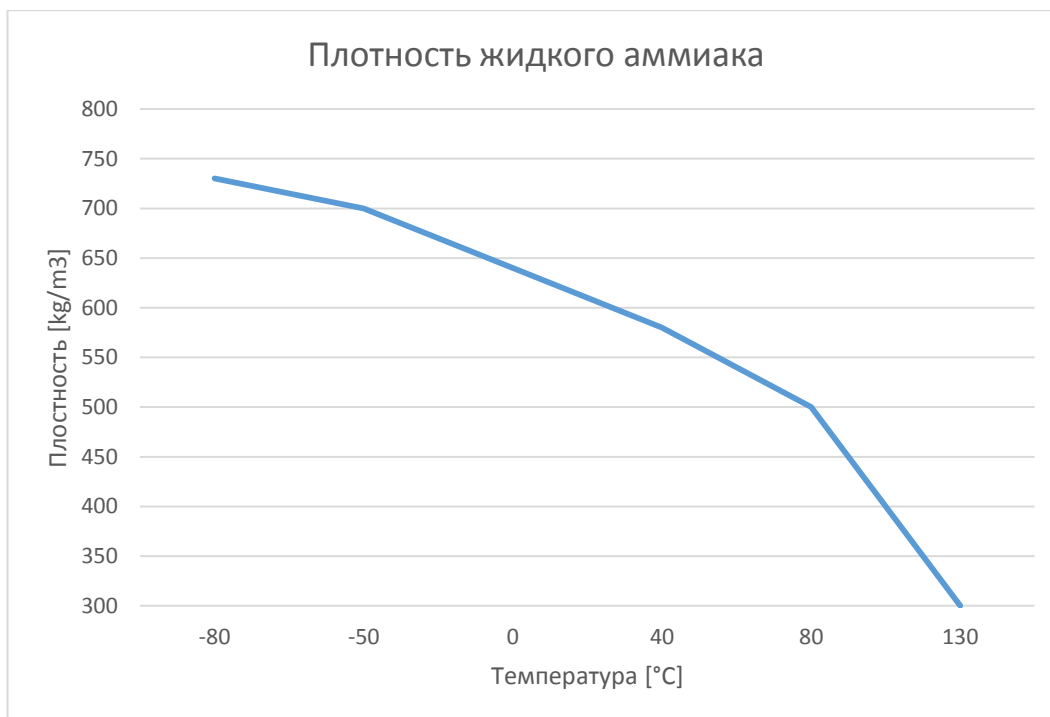


Рисунок 3 – Диаграмма плотности жидкого аммиака

На рисунке 4 представлена диаграмма теплопроводности жидкого аммиака.

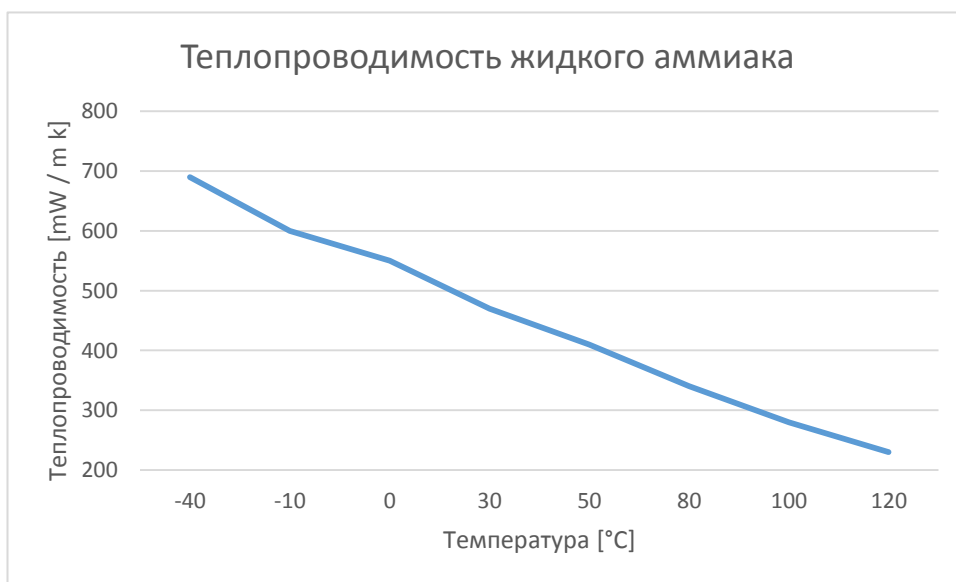


Рисунок 4 – Диаграмма теплопроводности жидкого аммиака

При контакте воды с аммиаком происходит образование ионов аммония и гидроксида. Аммиак часто называют «объединенным аммиаком». Аммиак является токсичным для водных организмов, но аммоний нетоксичен.

В воде существует равновесие между токсичным аммиаком и нетоксичным аммонием. Баланс сдвигается назад и вперед в зависимости от существующих или внесенных изменений окружающей среды.

Растения, деревья и сельскохозяйственные культуры в основном состоят из воды. Если произойдет большое выделение аммиака, то его пар, вероятно, сожжет листья близлежащей растительности с подветренной стороны. Аммиак вытягивает воду из листьев, но не оказывает воздействия на корни, поэтому поврежденные растения, вероятнее всего, полностью восстановятся, хотя пораженные культуры могут потерять урожай.

Из-за токсичности аммиака для водных организмов категорически запрещается его утилизация и попадание в любые поверхностные водоемы. Поверхностные водные объекты включают в себя дренажные канавы, ливневую канализацию и канализацию, водно-болотные угодья, пруды, озера и ручьи.

Даже при крайне низких концентрациях водные организмы будут страдать от воздействия аммиака. Аммиак встречается в природе в окружающей среде. Небольшое количество аммиака образуется при ударе молнии и достигает земли во время дождя. Но большая часть аммиака вырабатывается бактериями в воде и почве как конечный продукт разложения растительных и животных отходов. Он содержится в относительно низких нетоксичных концентрациях в почве, воздухе и воде и является источником азота для растений.

В почвах и воде аммиак проходит много сложных биохимических превращений. Эти превращения составляют то, что обычно называют азотным циклом.

Нужно иметь в виду, что пары аммиака токсичны для домашнего скота. Производители молочного, свиного и птицеводческого животноводства, работающие в непосредственной близости с подветренной стороны потенциального выброса, должны быть обязательно уведомлены о принятии соответствующих мер.

Опасные концентрации аммиака в воздухе могут опускаться на землю в виде тумана в зависимости от относительной влажности, температуры и скорости ветра. Более низкие температуры с высокой относительной влажностью будут стимулировать парение над землей. Имейте в виду, что впадины под ветром могут собирать и удерживать токсичные пары аммиака.

Белое облако, которое развивается с наиболее значительными выбросами аммиака, является плохим показателем степени распространения шлейфа. Опасные концентрации аммиака в воздухе способны простираться далеко за пределы видимого белого облака.

Необходимо всегда быть на связи с ближайшей метеостанцией для любых неожиданных изменений скорости ветра и направления. Аэропорты и дежурный сотрудник Миннесоты могут предоставить эти данные. Проверьте карты, чтобы быстро определить, что находится непосредственно по ветру от расширяющегося воздушного потока безводного аммиака, то есть людей, домашнего скота, домашних животных.

2.2 Условия, способствующие образованиям проливов жидкого аммиака

«Инциденты, связанные с разливом жидкого аммиака, могут быть серьезной угрозой для местных жителей и предприятий» [21].

Условия, способствующие образованиям проливов жидкого аммиака на химически опасных объектах, заключаются в:

- 1) человеческом факторе, а именно - недостаточной квалификации работников, случайной ошибке, нарушении норм правил эксплуатации и хранения жидкого аммиака и оборудования;
- 2) эксплуатации несовременного оборудования или устаревших технологических процессов;
- 3) отказах промышленного оборудования и устройств;
- 4) ошибки во время проектирования складов хранения.

Что важно учитывать при утечки жидкого аммиака:

- Инциденты с жидким аммиаком в застроенном районе могут быть серьезным нарушением местным жителям и предприятиям;
- Инциденты с жидким аммиаком происходят медленно;
- Восстановительные работы, предпринятые пожарными отрядами и штабами в таком инциденте способны быть чрезвычайно требовательными и опасными;
- Такие инциденты, как это одно большое место требования к живой силе бригады;
- Связь на площадке и за ее пределами жизненно важна для успешного результата.

Утечки аммиака во время ремонта и технического обслуживания обычно связаны с деятельностью человека. Человеческие ошибки, например, из-за отсутствия навыков, как правил, являются общими. В таких случаях существует высокий риск получения травм, поскольку ремонтный или обслуживающий персонал работает в непосредственной близости от места выброса.

Рабочий персонал, постоянно взаимодействующий с продуктами аммиака постепенно становится менее чувствительными к ним и не способными обнаружить аммиак в его низких концентрациях в воздушном пространстве. Также стоит отметить то, что уровень воздействия аммиака, переносимый средним человеком, может оказать существенный вред человеку, у которого переносимость организма к данному веществу слабее. Минимально ощутимая концентрация аммиака в воздухе – от одного до пяти частиц к миллиону.

«При проникновении аммиака в легкие человека, необходимо в немедленном порядке выйти на свежий воздух. Если у рабочего отсутствует дыхание - сразу же провести искусственное дыхание. До того, как вызвать скорую помощь, необходимо удостовериться в стабильности температуры тела пострадавшего» [22].

Жидкий аммиак очень часто используют в холодильных установках. Рассмотрим условия проливов аммиака из холодильных установок.

Может произойти утечка аммиака, например, когда маслоотделитель опустошен или холодильные линии размораживаются. Клапан слива масла можно оставить открытым, например, если он забит маслом, застывшим в холодном контейнере. Поскольку масло не вытекает, считается, что клапан закрыт. Когда масло нагревается и становится вязким, происходит выделение некоторого количества аммиака.

В следствии пролива из места, внутри которого находится пар, происходит испарение данного газа. «По мере того как давление понижается, жидкий аммиак испаряется. Из установки должно испариться от 10 до 15% аммиака, чтобы была достигнута точка кипения, т. е. $-33,4\text{ C}$ » [23]. По причине того, что трубы, внутри которых находится аммиака, являются теплоизолированными, а у аммиака повышенная температура перехода фаз, парообразование сохранившейся влаги происходит довольно долго. «Пар аммиака поднимается вверх. Жидкий аммиак, приводит к тому, что вытекает вся жидкость из вышележащей части установки, и, кроме того, испаряется еще 10 — 15%. Оставшаяся жидкость испаряется очень медленно. Наиболее серьезным последствием утечки жидкого аммиака является образование аэрозолей» [23].

Пролив аммиака из сосудов, находящихся под давлением. Жидкий аммиак не хранится внутри одной крупной трубе холодильного оборудования, а разделен по смежным друг к другу трубопроводам и продольным баллонам. Данное решение уменьшает время проливания и позволяет закрутить вентили для полного прекращения возникновения проливания аммиака. Самые возможные области пролива - неработающие сальники, уплотнители, материалы, использующиеся как прокладки и другие. Так как трубопроводы не могут сломаться по полам, то наиболее возможно возникновение удлиненных проломов. Эффект от коррозии сосудов заключается в создании мелких отверстий, а не в их резком и внезапном

разломе. Все это сдерживает скорость пролива и дает возможность закрутить вентили, вызвать аварийную сигнализацию, выйти из зала компрессоров и продумать другие способы защиты.

2.3 Исследование системы контроля, управления и автоматической противоаварийной защиты

Согласно ПБ 09-579-03 «Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака»:

«8.1. Системы контроля, управления и сигнализации, противоаварийной защиты, а также системы связи и оповещения об аварийных ситуациях (СиО) по надежности, быстродействию, допустимой погрешности измерительных систем и другим техническим характеристикам должны обеспечивать безопасное ведение технологических процессов и операций в регламентированных режимах, а в аварийных ситуациях обеспечивать перевод управляемой системы в безопасное состояние.

8.2. Хранилища жидкого аммиака оснащаются приборами измерения уровня, температуры и давления. Приборы, контролирующие параметры, определяющие безопасность процесса, дублируются» [16].

Важное условие - соблюдение точности измерения данных величин согласно нормативам содержания аммиака. Проект описывает допустимо возможные отклонения показателей.

«8.3. Превышение уровня аммиака в резервуарах сверх допустимого обеспечивается системой противоаварийной защиты:

- для резервуаров вместимостью до 10 м³ (включительно) дублированием систем контроля параметров;
- для резервуаров вместимостью до 50 м³ дублированием систем контроля и наличием систем самодиагностики с индикацией исправного состояния;

- для резервуаров вместимостью 50 м³ и более дублированием систем контроля, наличием систем самодиагностики и сопоставлением технологически связанных параметров» [16].

Также запрещается использование мерных стёкол с целью содержания аммиака.

«8.5. Выбор метода измерения (объемный, весовой) жидкого аммиака определяется проектом. При измерении массы и массового расхода жидкого аммиака, поступающего на склад и выводящегося со склада, расходомерами необходимо предусматривать коррекцию на изменение температуры с регистрацией результатов измерений» [16].

Максимально возможное отклонение измерений и значений не должно быть больше двух с половиной процентов от наибольшего значения расхода.

Склады, в которых происходит транспортировка аммиака через трубопроводы, оснащаются специальными расходомерами.

«8.6. Холодильные установки для конденсации аммиака, испаряющегося в изотермических и шаровых резервуарах при хранении, должны быть оборудованы системой автоматического включения по верхнему и отключения по нижнему пределам рабочего давления в резервуарах, а также звуковой и световой сигнализацией этих значений.

8.7. На трубопроводах подачи жидкого аммиака в изотермический резервуар предусматривается автоматическое отключение подачи аммиака в нижнюю часть хранилища при повышении его температуры до -30 °С с переключением подачи в верхнюю часть.

8.8. Не допускается работа склада с неисправными или отключенными системами контроля, управления, сигнализации и ПАЗ. В период замены основных элементов системы управления и контроля предусматривается работа дублирующих систем. Приборы, средства измерений и их элементы, отработавшие срок службы, указанный организацией-изготовителем, проходят метрологическую экспертизу в установленном порядке» [8].

Хранилища, в которых находится жидкий аммиак, оснащаются автоматизированной противопожарной инженерной сигнализацией.

«8.10. Склад жидкого аммиака оборудуется системами двусторонней громкоговорящей связи и телефонной связью с объектами, расположенными на его территории» [16].

Обязательное требование к хранилищу аммиака - наличие минимум двух каналов для контакта персонала:

в границах территории компании с оператором компании, пожароспасательным отделом, с отделами по локализации газопаровых облаков, со складским помещением и остальными объектами, которые перечислены проектом предприятия.

вне территории предприятия с соседними объектами, организациями и местными службами.

Планы локализации и ликвидации аварийных ситуаций должны содержать список объектов, с которыми происходит контакт по телефонным линиям.

Желательно, помимо телефонных линий, использование радиосвязи в удалённых складских сооружениях и на раздаточных станциях.

«8.11. Каждый резервуар для хранения жидкого аммиака оснащается приборами для непрерывной регистрации основных параметров его работы, а в случае связи его с агрегатом по производству аммиака необходимы дублирование показаний и их регистрация, а также световая и звуковая сигнализация предельных значений в центральном пункте управления агрегатом по производству аммиака» [16].

Хранилища, в которых содержится жидкий аммиак, оснащаются системой мониторинга и управления задымленности (специальными анализаторами газов), которые контактируют и находятся в непосредственном взаимодействии с комплексом противоаварийной сигнализации.

Необходимо, чтобы система мониторинга степени задымленности и предупреждения о проливах жидкого аммиака проверяла и контролировала степень задымленности и потенциальными проливами аммиака в рабочей зоне и производственных складах.

Также необходимо, чтобы систем мониторинга проливов аммиака осуществляла в автоматизированном порядке измерение и анализ показателей содержания аммиака в воздухе около расположенного газоанализируемого оборудования в количестве, необходимом для создания нормального управляющего влияния.

Обязательное условие систем мониторинга проливов жидкого аммиака во время аварийных ситуаций - автоматизированное включение специального технического оборудования, осуществляющее ликвидацию данных аварий, устройств сигнализации и отключение устройств, из-за которых может увеличиться область распространения масштабов авария.

Важно наличие двух видов системы мониторинга утечек жидкого аммиака - с двумя контурами (внутренний и внешний) и с двумя уровнями (первый и второй).

Необходимо, чтобы внешний контур осуществлял мониторинг уровня задымленности в рабочей зону с предоставлением информации с целью предсказания движения области химического заражения, а также мониторинг возможных аварийных проливов жидкого аммиака из промышленных установок, расположенных за территорией основного здания.

Также важно, чтобы внутренний контур производил мониторинг степени задымленности потенциально аварийных проливов аммиака внутри промышленного сооружения.

Обязательно наличие двух уровневого мониторинга объема содержания аммиака в воздушной среде во внешнем и внутреннем контурах системе мониторинга разливов аммиака:

«- первый уровень - достижение значений концентрации аммиака в воздухе технологических помещений и вне помещений у мест установки

газоаналитических датчиков величины, равной предельно допустимой концентрации рабочей зоны (ПДКр.з 20 мг/м³);

- второй уровень «Аварийная утечка аммиака» - достижение значений концентрации аммиака у мест установки газоаналитических датчиков величины, равной 25ПДКр.з (500 мг/м³)» [16].

Необходимо, чтобы система гарантировала возникновения сигнала об аварийной ситуации до её начала и задействовала необходимые устройства для устранения данных инцидентов.

Проект описывает технические показатели, число и локацию специальных газоаналитических датчиков, которые определяют и предупреждают о возникновении проливов аммиака.

Обязательно должен иметься допуск на использование сигнализаторов уровня содержания паров в воздухе газообразного аммиака, которые хранятся в складах жидкого аммиака предприятия.

Согласно проекту, также возможен дистанционный запуск инженерного оборудования, способствующих устранению и локализации аварий.

Данные комплексы и системы снабжаются устройствами, с помощью которых можно управлять объёмом задымленности в рабочей зоне предприятия, а также заранее сигнализировать о расширении конкретной опасной зоны за пределы области объекта. Рассматриваемое оборудование необходимо определять оценкой вероятных результатов трагедии, которая доказывает определенными формулами и расчетами.

Необходимо размещение специальных датчиков, измеряющих направление движения ветреных потоков. Эти показатели должны быть взяты для расчётов потенциально вероятных объемов задымленности.

В случае использования аммиака в качестве хладагента, датчики газа должны быть установлены в машинном отделении, в вентиляционных помещениях и в каждой закрытой холодильной камере. Работа датчиков контролируются с помощью панели управления машинного отделения. При

установке газовых датчиков необходимо учитывать геометрию помещения, поток воздуха и наиболее вероятные места утечки. Никаких неконтролируемых «карманов» не должно оставаться. Кроме того, следует помнить, что в определенных условиях холодные пары аммиака способны накапливаться на уровне пола.

Датчик газа также должен быть установлен рядом с концом любой линии разгрузки. Таким образом, сигнал об открытии предохранительного клапана будет доставлен немедленно. Если оператор станции отсутствует, сообщение должно быть автоматически отправлено в отдел управления производства.

Проблемы при использовании газовых датчиков - ложные сигналы, например, из-за влажности, других газов (выхлопные газы, газы в зарядной камере аккумулятора вилочного погрузчика, ароматизаторы так далее.). Датчики газа должны поддерживаться в рабочем состоянии путем регулярной калибровки, правильной установка пределов действия и правильное размещение. Повторные ложные тревоги не должно приводить к отключению газовой сигнализации. На нормальное функционирование газового датчика влияют колебания температуры и влажности, высокие скорости воздушного потока, различные мешающие газы и дрейф из-за старения. Если условия в положении датчика известны при выборе типа датчика, можно предусмотреть известные мешающие факторы. В некоторых случаях они даже могут быть устранены с помощью различных компенсаций и предварительных условий. Пользователи газового датчика должны знать условия, способные повредить датчик.

Датчик может быть поврежден при увлажнении кристалла или ячейки датчика в результате ошибочной калибровки или при воздействии определенных химических веществ (например, из-за высоких концентраций определенных газов, выделяемых герметиками).

2.4 Исследования применения воздушно-механической пены в ликвидации аварийно химически опасных веществ

Применение воздушно-механической пены для ликвидации проливов аммиака описано в методических рекомендациях МЧС РФ по ликвидации химических аварий:

В технологический процесс локализации утечки аммиака нанесением пенного слоя входят несколько этапов:

- 1) Подбор зоны с целью установки оборудования по генерации пены;
- 2) Приведение в готовность оборудование по генерации пены;
- 3) Нанесение слоя пены на поверхность утечки.

«Пеногенераторы размещаются с наветренной стороны на удалении 10-12 м от границы пролива» [24]. Нанесение пены осуществляется в зону рядом с утечкой аммиака и посредством рикошета покрывает его верхний слой, или же наносится на специальные экраны, которые размещаются за утечкой с которых происходит стекание пены на зеркало утечки аварийно-химически опасных веществ. Глубина нанесенного пласта - не меньше пятнадцати сантиметров. Также, в определенных ситуациях, можно покрывать двумя слоями пены.

Важный фактор - нейтральность состава пены к данной разновидности аварийно-химически опасных веществ (АХОВ). Данный метод используется, если скорость потока ветра не превышает пяти метров в секунду.

«При небольших размерах пролива и сборе жидкости в ямы-ловушки локализация может осуществляться покрытием зеркала пролива полимерной пленкой в 1-2 слоя. Размеры пленки должны превышать площадь пролива на 10-15 %» [24]. Происходит растягивание пленки непосредственно над самим разливом и её погружение на верхний слой данного пролива, также необходимо, чтобы она лежала вплотную на зеркале жидкости химически опасного вещества. Концы пленочного слоя скрепляются.

«Экранирование поверхности пролива может осуществляться и путем засыпки его легкими плавающими материалами, не реагирующими с АХОВ (опилки, стружки, полимерная крошка и т.п.). Толщина слоя указанных материалов и технология засыпки аналогичны засыпке пролива сыпучими сорбентами, которая включает в себя:

- 1) Рекогносцировка участка работ;
- 2) Оборудование подходов к проливу (местам засыпки);
- 3) Расстановка техники и подготовка ее к работе, загрузка материалами.
- 4) Засыпка плавающими материалами;
- 5) Профилирование засыпанного материала.

Засыпка начинается с наветренной стороны и ведется от периферии к центру. Толщина насыпного слоя не менее 15 см от зеркала пролива» [24].

С целью предотвращения порчи шин, во время засыпки разлива аварийно-химически опасных веществ предпринимаются различные мероприятия для прекращения заезда колес машин на засыпанную утечку.

Воздушно-механическая пена – единственная и самая широко применяемая разновидность пен. Далее рассмотрим ее состав.

Состав воздушно механической пены - пузырьки, верхний слой которых состоит из смеси ПО. «В пузырьках содержится (в зависимости от пенообразователя) воздуха до 90%, воды 9,5% и пенообразователя до 0,5%. Удельный вес пены от 0,11 до 0,17» [25].

Изготовление пены происходит при помощи определенных приспособлений: смесители и воздушно-пенные стволы. «Стойкость пены на основе пенообразователя ПО-1 составляет 30 мин, а на основе пенообразователя ПО-6 — не менее 60 мин» [25].

Благодаря всероссийскому научно-исследовательскому институту противопожарной обороны (ВНИИПО) разработан состав пенообразователя ПО-8 для получения воздушно-механической пены высокой надежности, эксплуатирующийся во время ликвидации горючих и таких жидкостей, как: спирт, ацетон и др.

А также, по частоте выхода состава, воздушно-механическая пена разделяется на пену нормальной и высокой кратности.

«Пена нормальной кратности считается в том случае, когда из 1 л пенообразователя ПО-1 и 25 л воды образуется от 200 до 300 л пены, из 1 л пенообразователя ПО-6 и 25 л воды — от 125 до 175 л.

Пена из пенообразователя ПО-6 более стойка, чем из пенообразователя ПО-1. Для получения пены нормальной кратности используют водные растворы пенообразователей ПО-1 (3—4% по объему) и ПО-6 (4—6% по объему).

Пенообразователь ПО-1 считается годным, если кратность выхода пены не менее 10, стойкость ее не менее 30 мин, а пенообразователь ПО-6 — если кратность выхода пены не менее 5, стойкость ее не менее 60 мин» [25].

Из-за того, что пена нормальной кратности отлично держится в вертикальном положении на различных материалах, её возможно использовать с целью предохранения оборудования и материалов от возгорания во время действия лучей тепла.

Необходимо использовать воздушно-механическую пену нормальной кратности с целью ликвидации проливов АХОВ у которых температура вспышки превышает сорока пяти градусов по Цельсию, расположенных внутри емкостей, и АХОВ, у которых температура вспышки ниже сорока пяти градусов по Цельсию, нанесенным неплотным пластом по твердой поверхности или на наружности воды.

Пену также возможно применять для ликвидации горючих веществ с нагревом вспышки от 45 градусов по Цельсию и ниже в специальных емкостях. С целью ликвидации возгораний легко воспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки 28 градусов по Цельсию и ниже с площадью не больше 100 м² также можно использовать воздушно-механическую пену обычной кратности на базе образвателя пены ПО-1, а на площади не больше 400 —500 м² — на базе пенообразователя ПО-6. Зона передней части борта емкости до зеркала воды не должно превышать двух

метров. Данный фактор идет по стопам блюсти еще и в следствии ликвидации возгораний и пожаров продуктов нефти при нагреве вспышки от двадцати восьми до сорока пяти градусов по Цельсию.

Применение пенообразователей для ликвидации возгораний таких жидкостей как: спирт, ацетон и эфир является малоэффективным.

Посредством введения пены сквозь слой огнеопасной жидкости, всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны (ВНИИПО) разработал метод ликвидации данных горючих веществ. «Пена высокой кратности на основе пенообразователей ПО-1 или ПО-6 вырабатывается специальным генератором, работающим по принципу усиленного подсоса воздуха» [25]. Данная пена используется с целью ликвидации возгораний твердых материалов, пламенных возгораний внутри промышленных сооружений. Она показывает значительно повышенную результативность во время устранения горения аммиачных продуктов.

Во время ликвидации последствий пожара создаются всевозможные условия с целью его минимизации: устранение паров горящих материалов, ограничение распространения огня от самого эпицентра пожара.

«По мере заполнения помещений пеной высокой кратности температура в них быстро снижается в результате вытеснения горячих газов, прекращения горения и частичного охлаждения конструкций. Температура в горящем помещении, как свидетельствует практика, сразу же после подачи в него пены может снизиться с 1000° С и более до 65—50° С» [25].

В следствии того, что время действия пены на нагретые элементы конструкций сильно ограничено - сразу после наполнения пеной, температура данной территории может опять подняться.

С помощью пены высокой кратности возможно ликвидировать только пламя так, как в ней содержится большой процент воздуха, а также из-за короткого промежутка времени подачи данной пены. При этом самый центр воспламенения остаётся не затушенным.

Пена с быстрой скоростью начинает разрушаться, из-за выделения тепловых паров тления твердых материалов.

«Полная ликвидация очагов тления зависит от интенсивности и времени подачи пены и от того, насколько быстро она проникает к местам горения» [25].

Воздушно-механическая пена высокой кратности фактически полностью не проводит тепло извне. Изменения температуры окружения (обычно, от минус тридцати до плюс тридцати градусов по Цельсию) почти никак не может изменить свойства и качество состава не пены. При условиях температуры ниже минус пятнадцати градусов по Цельсию, несмотря на образование устойчивой корки, сопротивление самой пены немного уменьшается. В следствии повышения температуры распад пены происходит значительно быстрее.

Из-за маленького объема массы, пена не оказывает лишней нагрузки на механизмы и конструкции, а также не создаётся никого вредного воздействия на большое количество материалов, устройств и веществ.

Раствор из которого состоит пена - отлично смачивается, тем самым легко проходит и проскальзывает в волокнистые материалы.

Важнейшее условие упрощающее пожарным ликвидацию последствий возгораний - использование воздушно-механической пены. В следствии чего ее обширно используют во время устранения возгораний, она - главное средство по тушению пожаров.

«При тушении горючих жидкостей необходимо применять расчетное количество как химической, так и воздушно-механической пены. Указания по их расчету излагаются в приложении 4 «Правил пожарной безопасности на речном транспорте Министерства речного флота РСФСР».

Углекислота (техническое название двуокиси углерода) CO_2 — бесцветный газ с едва ощутимым запахом, не горит и не поддерживает горения, не проводит ток. Огнегасительная концентрация паров углекислоты

в воздухе должна быть 22,4% (по объему). При 0°С и давлении 36 кгс/см² легко сжижается, переходя из газообразного состояния в жидкое.

Теплота испарения жидкой углекислоты 47,7 кал/кг. При быстром испарении жидкой углекислоты образуется твердая (снегообразная) углекислота. Удельный вес такой углекислоты при температуре —79° С равен 1,53» [25].

Диоксид углерода, в виде углекислого снега пускают в центр места возникновения горения, тем самым значительно уменьшают объем содержания атомов кислорода внутри её до такого состояния, при котором происходит полное прекращения возгорания, и также понижают температуру пылающего вещества и внешней среды, в следствии чего происходит полное прекращение возгорания.

Диоксид углерода применяется с целью ликвидации возгораний электрического оборудования, находящегося в состоянии напряжения, а также используется в целях устранения возгораний сооружений без доступа воздуха и внутри относительно маленькой зоны, уже на самом воздухе.

«При тушении пожаров в закрытых помещениях расходуется 0,495 кг/м³ углекислоты, а в наиболее пожароопасных помещениях —0,594 /кг/м³» [25].

Использование двуокиси углерода в качестве главного средства пожаротушения на водных транспортах происходит нечасто. «Она заменяется более эффективными средствами — галоидуглеводородами: бромистым этилом, бромистым метиленом, тетрафтордибромэтаном, которые входят в составы таких огнегасительных смесей, как «3,5», СЖБ и однокомпонентный фреон-114В2» [25].

2.5 Исследования процессов ликвидации проливов жидкого аммиака

Вовремя обнаружение проливов жидкого аммиака, необходимо сразу же провести локализацию вещества для предотвращения его дальнейшего распространения. Рассмотрим первичные методы локализации далее.

«Локализация выброса АХОВ – снижение или подавление до минимально возможного уровня воздействия опасных и вредных факторов, представляющих угрозу жизни и здоровью людей, и окружающей природной среде» [26].

Важными методами ограничения распространения и нейтрализации очагов возникновения химической аварии считаются:

1) Ограничение распространения первичных и вторичных паровых облаков аварийно-химически опасных веществ;

2) Ограничение распространения утечек аварийно-химически опасных веществ.

1) Ограничение дальнейшего распространения паров аварийно-химически опасных веществ (АХОВ), а точнее жидкого аммиака, осуществляется для того, чтобы:

а) остановить их дальнейшее движение в места нахождения людей, их места проживания и особенно, в хозяйственные объекты;

б) уменьшить уровень паров аварийно-химически опасных веществ (АХОВ) в небе.

Основные методы данных ограничений:

- размещение водных завес (применяется во время аварийных ситуаций, связанных с разливом растворяемых в воде аварийно-химически опасных веществ таким, как аммиак). Если произошла утечка аварийно-химически опасных веществ токсичного состава (горючие газы, галоген, этиленоксида, закиси азота и т.д.), то происходит установка завесы из смеси аммиака с водой;

- устранение паров при помощи потоков тепла (применяется во время аварий химически опасных веществ при помощи направления заграждающего потока тепла сквозь продвижения опасного пара, в качестве данного пара применяются различные продукты переработки нефти, раскаленная древесина, вторичные материалы предприятий и т.д.).

«2) Локализация проливов АХОВ. Способы локализации:

- обвалование пролива (используется при аварийном проливе на подстилающую поверхность или в поддон и растекании АХОВ на территории объекта и прилегающей местности с целью предотвращения растекания АХОВ, уменьшения площади испарения, сокращения параметров вторичного облака АХОВ)» [26];

- собирание жидких аварийно-опасных химических веществ в контейнеры (используется с целью предотвращения увеличения масштабов разлива, сокращению зараженного участка и скорости парообразования аварийно-химически опасных веществ; ямки-контейнеры размещаются вместе с экскаваторами в надежной дистанции от утечки, глубина ямки обязана быть от пяти до десяти процентов от глубина разлитого аварийно-химически опасного вещества, происходит уменьшение сечения ямки по горизонтали для того, чтобы сократить объемы парообразования);

- нанесение на поверхность пролива твердых сыпучих сорбентов (данный метод используется с целью снижения скорости парообразования аварийно-химически опасных веществ, в качестве сыпучих сорбентов применяется песок, шлаки, грунт с пористым строением, керамзиты, нанесение производится с наветренной стороны от краев к центральной части, ширина нанесенного покрова должна быть больше пятнадцати сантиметров от зеркала утечки, в объеме три-четыре тоны сорбента на одну тону аварийно-химически опасных веществ);

- нанесение полимерной плёнки на поверхность пролива (данный способ используется для уменьшения объемов выделения газов при утечке аварийно-химически опасных веществ, которые могут привести к

возникновению пожара, нанесение слоя пены происходит при помощи специальных генераторов пены, которые, в основном, помещают в диапазоне десяти-двадцати метров от края утечки, нанесение пены происходит прямо рядом с проливом аммиака и отскакиванием покрывает его верхний слой, или наносится на отражатели, помещаемые за разливом, с которой происходит ее сливание на зеркало утечки, объем накрытой пены должен быть не меньше пятнадцати сантиметров, раствор пены обязан иметь нейтральность по отношению к разновидности аварийно-химически опасных веществ; если объем утечки - небольшой, то на зеркала утечки наносят один или два слоя полимерной пленки, проводится растяжение пленки и нанесение ее на верхний слой утечки, кромки пленки крепко складываются, площадь пленки должна быть на 10-15% больше площади пролива);

- смешивание разлива с водой (данный метод используется в случаях разливов растворимых в воде аварийно-химически опасных веществ, а именно жидкого аммиака и окиси этилена). Локализация других аварийно-химически опасных веществ происходит при помощи определенных смесей, нейтрализующих их. Данный метод применяется во время разводненного пролива аварийно-химически опасного вещества внутрь баллона при условии, что увеличение объема свободного разбавленного пролива данного опасного вещества невозможен. В направлении движения ветра размещаются противопожарные установки, происходит пуск нейтральных смесей и воды в виде тонкой струи под слой АХОВ от краев разлива с ее медленным передвижением к самому эпицентру;

- применение стабилизаторов или сгустителей (используется при разливе аварийно-химически опасных веществ, имеющих температуру вскипания равной температуре внешней среды для прекращения процесса кипения аварийно-химически опасного вещества и уменьшения объема парообразования). Стабилизация утечки опасного вещества происходит одновременно с размещением жидких завес со стороны движения ветра с целью предотвращения вероятных облаков аварийно-химически опасных

веществ. Сырьем для получения стабилизаторов (сгустителей) опасных веществ, содержащих азот, является гидрозин, а также вторичные продукты данного вещества. «Раствор подается в пролив компактной струей от края к центру пролива (объем пролива – 2-2,5 объема загустителя)» [26].

Значительная доля времени отводится недопущению проникновения аварийно-химически опасных веществ в состав подземных вод и рек, которые являются средствами добычи воды для питья (с помощью обвалования утечки, сбор разлитой химической жидкости внутрь специальных ям-ловушек, выкачивание аварийно-химически опасных веществ в дополнительные тары, покрытие сыпучими сорбентами, структуризация жидких АХОВ и др.)

Если произошло проникновение одного из аварийно-химически опасных веществ в питьевые источники, нужно в немедленном порядке предупредить людей о данном инциденте, с целью снижения количество зараженных и прекращения потребления людьми данной загрязнённой воды.

При длительном подавлении химически опасных паров аммиака с помощью водных струй пожарными службами, данная вода способна загрязнить почву. В этом случае почве могут потребоваться некоторые методы восстановления с целью предотвращения негативного воздействия на окружающую среду.

Также стоит отметить, что небольшие лужи аммиака можно оставить для испарения, но только в случаях, если люди, животные и ценные растения или деревья не находятся с подветренной стороны. Никогда не стоит направлять поток воды в большой резервуар с аммиаком, потому что реакция будет бурной, и вода будет нагревать аммиак, создавая более токсичные пары.

Обширные утечки аммиака должны обрабатываться только высококвалифицированными и опытными специалистами, которые осознают опасность и могут предпринять все необходимые меры безопасности с целью устранения неисправностей.

Во второй главе проанализирован состав и свойства жидкого аммиака. Жидкий аммиак относится к четвёртому классу опасности, является токсичным, также имеет массу легче массы воздуха и при смешивании с ним создает очень опасную и потенциально взрывную смесь веществ. Обычно обозначается и маркируется баллонами или цистернами желтого цвета краски.

Также были исследованы условия, способствующие образованиям проливов жидкого аммиака, которые заключаются в:

- 1) человеческом факторе, а именно - недостаточной квалификации работников, случайной ошибке, нарушении норм правил эксплуатации и хранения жидкого аммиака и оборудования;
- 2) эксплуатации несовременного оборудования или устарелых технологических процессов;
- 3) отказах промышленного оборудования и устройств;
- 4) ошибки во время проектирования складов хранения.

Для преждевременного предупреждения о проливе жидкого аммиака, в первую очередь, необходимо оснастить производство всеми датчиками мониторинга за уровнем температуры и давления. Обязательно нужно оборудовать предприятие полной автоматизированной противопожарной инженерной сигнализацией. Необходимо также более тщательней следить за сигнализационном оповещении для предупреждения последствий аварий.

Проанализировано применения воздушно-механической пены в ликвидации АХОВ аварий и изучение состава воздушно-механической пены в огнетушителе при подготовке ликвидации пролива. Во время тушения пролива необходимо использовать расчётной количество воздушно-механической пены. Изготовление пены происходит при помощи определенных приспособлений: смесители и воздушно-пенные стволы. Состав воздушно механической пены - пузырьки, верхний слой которых состоит из смеси ПО.

Если аварийная ситуация уже произошла, а именно пролив аммиака, то необходимо провести его локализацию. Она подразделяется на два основных способа:

- локализация паров первичных и вторичных облаков аварийно-химически опасных веществ;
- устранение самого пролива.

Первый метод реализуется с помощью установки специальных водных барьеров, а также при помощи подачи тепловых потоков для устранения опасных паров.

Локализация пролива жидкого аммиака должна происходить посредством обвалования данной утечки, сбора жидкости в специальные контейнеры, покрытия утечки сыпучими сорбентами, покрытия слоем пены, а также смешиванием с водой для нейтрализации аммиака.

3 Организационно-технические решения по повышению безопасности технологических процедур ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»

3.1 Результаты патентного поиска по ликвидации проливов жидкого аммиака

Важной составляющей целью поиска и рассмотрения различных патентов является разработка метода по совершенствованию существующей системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной. По результатам патентного поиска были выбраны патенты, которые мы можем использовать для повышения эффективности устранения проливов аммиака в химическом промышленном комплексе. Выбранные патенты приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень патентов

№ патента	Классы МПК	Автор	Дата подачи заявки/дата публикации	Патентообладатель	Название
1	2	3	4	5	6
2538406	A62C31/02	Амельчуго в С. П., Комаров С. Ю., Шапарев П. Ю., Елистратов Ю. П.	16.07.2013/10.01.2015	Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт проблем пожарной безопасности", ООО "НИИППБ"	Насадок для пожарного ствола

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
229726 0	A62C5/0 2	Абиев Р. Ш. о.	04.10.20 05/20.04. 2007	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)"	Устройство для генерирования пены
246977	A62C5/0 2	Брезгин А.Е.	20.08.20 0/27.02.2 005	Открытое акционерное общество "Акционерная компания по транспорту нефти "Транснефть", открытое акционерное общество "Магистральные нефтепроводы Центральной Сибири"	Генератор высокочастотной пены для пожаротушения
257722 0	H02J17/ 00	Трубников В. З., Стребков Д. С., Некрасов А. И., Руцкой А. С., Моисеев М. В.	19.05.20 14/27.11. 2015	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства" (ФГБНУ ВИЭСХ)	Дренчерное устройство тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
234037 5	A62C5/0 2	Подгайный В. П.	10.09.20 07/10.12. 2008	"КОМИНВЕСТ" общество с ограниченной ответственностью	Генератор высоkokратно й воздушно- механической пены

По результатам патентного поиска были выбраны патенты (Таблица 5), которые можно использовать для совершенствования существующей системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной. Рассмотрим выбранные патенты.

Патент №1 - насадок для пожарного ствола. «Насадок относится к противопожарной технике, а именно к устройствам для подачи огнетушащей жидкости. Задачей полезной модели является увеличение дальности подачи струи огнетушащей жидкости, повышение технологичности изготовления и использования, снижение конструктивной сложности» [27].

Одна из самых важных задач во время ликвидации пожаров - введение потока огнегасительной смеси на максимально возможное расстояние. Такое действие, как усиление напора системы введения пены не всегда помогает усилить расстояние ее подачи, а строение стволов не помогает увеличению плотности струи во время ее высвобождения из сопла, и одновременно с этим, обычно, происходит ослабление потока струи и усилению давления воздушного потока, что приводит к эффекту "взрыхления". Уменьшение сопротивления воздуха при помощи увеличения плотности создаваемой текстуры потока струи помогло бы усилению амплитуды пуска огнегасительной смеси во время различных возгораний.

Сопоставление данного изобретения с близкими аналогами и с остальными изобретениями не предоставило возможности распознать их характеристики, выделяющие выдвигаемое техническое решения от

прототипа, тем самым возможно выдвинуть заключение о годности критерию изобретательскому уровню.

Патент №2 – устройство для генерирования пены. «Предлагаемое изобретение относится к устройствам для генерирования пены и может быть использовано в противопожарной технике - для приготовления пены, подаваемой на поверхность горящей жидкости, в химической технологии - для формирования пены, используемой в реакционных и газоочистных процессах, а также в строительной промышленности - для приготовления строительной пены в производстве пеноматериалов (пенобетона, пеногипса) с использованием пенообразующего вещества» [28].

Изъяны исследуемого технического решения:

- 1) значительное гидромеханическое противодействие насадки, которая находится внутри работоспособной камеры в виде постоянного слоя;
- 2) строение конструкции не предоставляет возможности продуктивно управлять кратностью выхода пены, тем самым усложняет автоматизирование данного агрегата.

Помимо этого, гидромеханическое противодействие агрегата настолько сильно, что не предоставляет возможности применения соплового узла исследуемого технического решения как вакуумного насоса с целью поглощения газообразований, и вынуждает использовать сторонние приспособления (компрессоры) для его подачи.

Задачей данного технического решения является обеспечение мобильности приспособления генерации пенной массы, увеличение равномерности высвобождаемой пенной массы по размерам и расхождению пузырьков, уменьшение сопротивления приспособления от пуска воды, упрощение рабочей регулировки деления пенной массы.

Патент №3 - генератор высокократной пены для пожаротушения. «Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к генераторам высокократной пены, применяемым для тушения пожаров, и

может быть использовано в автоматических системах пожаротушения высокократной пеной помещений нефтеперекачивающих станций и других помещений, подлежащих автоматической противопожарной защите.

Задачей изобретения является повышение эффективности работы генератора высокократной пены.

Технический результат заключается в повышении кратности пены, вырабатываемой генератором» [29].

Конструкция данного изобретения, как и схожие ему аналоги, состоит из следующих элементов:

- цилиндрический корпус, имеющим открытые торцы;
- насадка, которая направляет смесь ПО внутрь корпуса;
- конусовидные сетки, которые генерируют пену (внешняя и внутренняя), которые расположены друг под другом и внешняя сетка повернута в сторону объекта тушения пожара.

По сравнению с самым близким аналогом данный генератор обладает вспомогательной сеткой, которая генерирует специальную пену, размещенную внутри другой такой же сетки и сконструированную в форме укороченного конуса, одновременно с этим, сетки, генерирующие пену, расположены внутри и снаружи и точно также изготовлены в форме укороченных конусов.

Патент №4 - генератор высокократной воздушно-механической пены. «Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к устройствам для приготовления огнетушащей высокократной воздушно-механической пены, и может быть использована для ликвидации пожаров» [30].

Минус исследуемого технического решения заключается в том, что мощность высвобождения пенообразующей смеси из главного насадка не применяется с целью передачи циркуляционного импульса крыльчатке, вместо этого, она воздействует на вал оси турбин в другом русле, которое

способствует уменьшению вращательной скорости и замедлению потока воздуха, возникающего благодаря крыльчатке, тем самым приводя к уменьшению эффективности работы генератора.

«Кроме того, применение эластичного материала для конфузора и диффузора создает условия для увеличения потерь части раствора пенообразователя, которая, попадая на эластичную поверхность диффузора, тормозится и не достигает поверхности пенообразующей сетки» [30].

3.2 Предлагаемые к реализации организационно-технические решения по повышению безопасности технологических процедур ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»

На основе патентного поиска нами был выбран патент №5, дренчерное устройство тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством. Данный патент имеет несколько вариантов исполнения.

«Изобретение относится к противопожарной технике для локализации очагов возгорания и тушения водой или воздушно-механической пеной пожаров в зданиях, сооружениях и на открытых технологических площадках. Дренчерное устройство тушения пожара содержит сопряженный с коллектором узел вращения, выполненный с возможностью сопряжения с магистральным трубопроводом для подачи средства пожаротушения и с возможностью свободного вращения в узле вращения коллектора вокруг вертикальной оси под воздействием реактивных сил от струй истечения средства пожаротушения из устройств распределения средства пожаротушения. При этом устройства распределения средства пожаротушения выполнены в виде пеногенераторов с возможностью истечения из них средства пожаротушения в тангенциальном направлении относительно вертикальной оси вращения коллектора и придания вращательного момента коллектору. Средства пожаротушения прикреплены

к коллектору посредством отводов по краям с возможностью изменения положения устройств распределения средства пожаротушения относительно горизонтальной плоскости и регулирования направлений струй истечения средства пожаротушения из них для увеличения равномерности распределения средства пожаротушения по защищаемой поверхности и увеличения площади защищаемой поверхности. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 1 табл., 3 ил.

Область техники. Изобретение относится к противопожарной технике и может быть использовано в промышленных и гражданских объектах с повышенной пожарной опасностью для локализации очагов возгорания и тушения водой или воздушно-механической пеной пожаров класса А (твердые материалы), пожаров класса В (горючие жидкости), а также сжиженных горючих углеводородных и природных газов (СУГ и СПГ) в зданиях, сооружениях и на открытых технологических площадках.

Уровень техники. Устройства пожаротушения, в зависимости от состава огнетушащего вещества и способа его подачи на место возгорания, подразделяются на: водяные системы пожаротушения; системы пожаротушения тонкораспыленной водой; системы пенного пожаротушения; порошковые системы пожаротушения; газовые системы пожаротушения; аэрозольные системы пожаротушения [1].

Порошковые, газовые и аэрозольные системы пожаротушения имеют ограниченное применение и используются в основном для тушения пожаров на небольших площадях и в герметичных помещениях или для тушения пожаров в серверных, электростанциях, в лабораториях, где хранятся агрессивные химические вещества, бурно реагирующие с водой.

Наиболее распространенным огнетушащим веществом для защиты помещений и зданий является вода, так как она общедоступна и имеет хорошие охлаждающие свойства. Кроме того, водяные установки пожаротушения наименее сложные в монтаже, проектировании и

использовании. В связи с этим наибольшее распространение получили водяные системы пожаротушения, системы пожаротушения тонкораспыленной водой и системы пенного пожаротушения.

Водопенное пожаротушение является одной из форм водяного пожаротушения, с той лишь разницей, что в этих установках применяется раствор пенообразователя в воде.

Различают спринклерные и дренчерные водные и водопенные устройства пожаротушения.

Спринклерные устройства пожаротушения состоят из спринклеров (оросителей), монтированных в трубопровод, в котором находится под давлением вода или воздух. Принцип действия спринклерных установок основан на перепадах давления в системе при пожаре. В случае пожара температура в помещении возрастает, и при достижении определенной температуры над очагом пожара срабатывают термочувствительные элементы, вода или водопенный раствор начинают вырываться из трубопровода наружу, падает давление в системе, затем срабатывает узел управления жидкостью в трубопроводе и запускается насос в насосной станции и непосредственно над очагом пожара начинает струями распыляться вода.

Дренчерные устройства пожаротушения по своему устройству и принципу действия во многом напоминают спринклерные, но они не имеют термозамков, то есть все время находятся в открытом состоянии» [31].

Главное отличие спринклерного и дренчерного способа ликвидации пожаров заключается в том, что во время ликвидации пожаров спринклером, разбрызгивание водного потока осуществляется непосредственно над самым центром возникновения огня, а используя дренчерное устройство - вода наносится по всему объему и площади охраняемого объекта.

Оборудования со спринклерами и дренчерами довольно просто найти, они используют умеренное количество тушащей смеси, а также безвредны

для человеческого здоровья. Данные водные и пенные оборудования в основном эксплуатируются в зонах высокой концентрации населения: различные магазины, офисные здания и торгово-развлекательные центры.

«Известна спринклерная система пожаротушения, содержащая сеть магистральных и распределительных трубопроводов, постоянно заполненных жидким огнетушащим составом со спринклерными оросителями, источник водоснабжения, представляющий собой резервуар с водой и систему водозабора с фильтром и насосом, два автоматических водопитателя, корпус спринклерного оросителя выполнен в виде штуцера со сквозным отверстием и резьбовой частью, причем в сквозном отверстии штуцера размещается втулка с закрепленной на ней фильтровальной сеткой, при этом резьбовой штуцер посредством осесимметричного кронштейна, состоящего из двух вертикальных объемных ребер жесткости и жестко связанных с ними двух наклонных призматических ребер, жестко соединен с полой цилиндрической втулкой с внутренней резьбой, взаимодействующей с зажимным винтом, который через упругую прокладку поджимает стеклянную колбу к тарельчатому клапану, при этом стеклянная колба опирается на клапан через упругую прокладку, закрепленную на внешней торцевой поверхности клапана, который посредством цепочки связан с одним из объемных ребер жесткости, а с другой стороны к втулке перпендикулярно ее оси крепится с помощью винтов распылительное устройство в виде розетки с центральным отверстием и лепестками, расположенными относительно друг друга с зазором [2].

Известна спринклерная система пожаротушения, которая состоит из сети магистральных и распределительных трубопроводов, источника водоснабжения, двух автоматических водопитателей. Источник водоснабжения представляет собой резервуар с водой и систему водозабора с фильтром и насосом. Корпус спринклерного оросителя выполнен в виде цилиндрической гильзы с окнами на ее боковой поверхности. На

обращенном в сторону распылительного устройства конце цилиндрической гильзы расположена перегородка. Распылительное устройство выполнено в виде розетки, которая образована частью сферической поверхности толщиной «s». Розетка крепится к торцевой поверхности гильзы посредством спиц, которые закреплены на резьбовой втулке. На другом резьбовом конце гильзы осесимметрично закреплен штуцер для подвода огнегасящего состава. Штуцер фиксируется на гильзе с помощью контргайки. На торце штуцера, который обращен в сторону распылительного устройства, выполнена коническая проточка. В проточку входит шаровой сегмент - блокирующий клапан. Стеклообразная колба одним концом упирается в торец сегмента, другим - в упругий вкладыш. Вкладыш расположен в центре перегородки, в которой выполнены отверстия для прохода огнегасящего состава в сторону внутренней поверхности розетки. Технический результат - повышение эффективности пожаротушения за счет введения быстродействующих элементов в общей цепи автоматической системы пожаротушения [3].

Известна система пожаротушения с дренчерным оросителем, который содержит корпус в виде штуцера с каналом и рассекатель, закрепленный на держателях. Корпус соединен с по крайней мере двумя дугообразными держателями, которые удерживают втулку с закрепляемым на ней рассекателем. Рассекатель выполнен в виде диффузора с отогнутым в сторону основания пояском с расположенными по образующим конической поверхности пояска лепестками. Внутри рассекателя дополнительно установлен распылитель, выполненный в виде полусферы. Полусфера крепится посредством по крайней мере трех радиальных горизонтально расположенных плоских лепестков к внутренней поверхности рассекателя. Ось полусферы совпадает с осями сквозного канала штуцера и втулки, а ее внутренняя полость направлена в сторону втулки. Техническим результатом изобретения является повышение эффективности пожаротушения за счет обеспечения возможности формирования равномерного мелкодисперсного

распыленного потока жидкости и введения быстродействующих элементов в общей цепи автоматической системы пожаротушения [4].

Известна установка пожаротушения водяной завесой, которая содержит основной водопитатель с фильтром, опущенным в источник, и соединенный с магистральным трубопроводом. Кроме того, установка содержит систему подпитки, установленную параллельно линии основного водопитателя и включающую в себя трубопровод подпитки вспомогательного водопитателя и вспомогательный (автоматический) водопитатель. Контрольно-сигнальная система включает в себя контрольно-сигнальный клапан и сигнальный прибор, например - в виде звуковой сирены. Магистральный трубопровод соединен с сетью распределительных трубопроводов, в которых смонтированы дренчерные головки. Каждая из головок выполнена в виде втулки с подводным патрубком, клапаном и распыливающим элементом. Корпус выполнен в виде центральной втулки с внешней шестигранной и внутренней цилиндрической поверхностями. С двух торцевых сторон центральной втулки выполнена внутренняя резьба. К одной из торцевых сторон осесимметрично крепится посредством контргайки подводный патрубок. К другой торцевой стороне крепится распыливающий элемент, выполненный в виде втулки, внутренний диаметр которой равен внутреннему диаметру подводного патрубка. К втулке посредством дуг, расположенных по конической поверхности, крепится розетка, представляющая собой часть сферической поверхности, ограниченной внутренней и внешней полусферами. Центр полусферы лежит на линии, соединяющей оси центральной втулки и ось подводного патрубка. На сферической поверхности с ее внешней стороны выполнены по крайней мере три паза, оси которых расположены на радиальных по отношению к полусфере линиях. В периферийной части полусферы выполнены по крайней мере три дроссельных отверстия, центры которых лежат в плоскости, параллельной диаметральной плоскости полусферы, которая

перпендикулярна оси подводящего патрубка. Осесимметрично распыливающему элементу расположен блокирующий клапан, выполненный в виде шара, фиксируемого пружиной, расположенной внутри центральной втулки, к конической поверхности, выполненной на конце подводящего патрубка, обращенном в сторону распыливающего элемента. Техническим результатом изобретения является повышение эффективности пожаротушения за счет введения быстродействующих элементов в общей цепи автоматической системы пожаротушения [5].

Известна дренчерная система пожаротушения, которая состоит из сети магистральных и распределительных трубопроводов и содержит источник водоснабжения. Сеть трубопроводов заполнена жидким огнетушащим составом и содержит дренчерные головки. Источник водоснабжения представляет собой резервуар с водой, систему водозабора с фильтром и насосом и два автоматических водопитателя. В главной питающей магистрали установлена сигнальная турбина. Дренчерная головка содержит полый корпус с соплом и центральным сердечником. Корпус дренчерной головки выполнен с каналом для подвода жидкости и содержит соосную, жестко связанную с ним втулку с закрепленным в ее нижней части соплом. Сопло выполнено в виде цилиндрической двухступенчатой втулки. Верхняя цилиндрическая ступень втулки соединена посредством резьбового соединения с центральным сердечником. Сердечник состоит из цилиндрической части с полым конусом. Конус установлен с кольцевым зазором относительно внутренней поверхности цилиндрической втулки. Кольцевой зазор сообщается, по крайней мере, с тремя радиальными каналами. Кольцевая полость связана с каналом корпуса для подвода жидкости. К конусу, в его нижней части, жестко прикреплен распылитель, который выполнен в виде торцевой круглой пластины. На боковой поверхности конуса выполнены ряды цилиндрических дроссельных отверстий с осями, лежащими в плоскостях, перпендикулярных оси конуса. В

каждом ряду выполнены отверстия. Отверстия одного ряда смещены относительно отверстий другого ряда на угол, лежащий в диапазоне $15\div 60^\circ$ [6].

Известно устройство для пожаротушения, содержащее корпус и распределительную обойму с отверстиями, одно из которых выполнено в виде щели, установленной с возможностью поворота относительно корпуса. С помощью вращения обоймы устанавливают одно из отверстий напротив выходного отверстия корпуса, обеспечивая требуемый режим подачи огнетушащей жидкости в очаг пожара [7].

Известен пенный ороситель, который включает перекрытый клапаном корпус оросителя и закрепленный на корпусе диффузор с отверстиями для подсоса воздуха. Внутри диффузора на корпусе оросителя расположены кольцеобразные распылительные диафрагмы, на конце корпуса оросителя также расположена кольцеобразная распылительная диафрагма - распылительная розетка [8].

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату (прототипом) является дренчерный пенный ороситель, включающий корпус оросителя, диффузор и распылительную розетку. На корпусе закреплен диффузор с отверстиями для подсоса воздуха. Внутри диффузора, на его конце, расположенном напротив корпуса оросителя, расположена распылительная розетка. При этом розетка с вогнутыми лепестками закреплена на диффузоре посредством, по крайней мере, трех радиальных и наклонных по отношению к оси диффузора удерживающих спиц. Технически достижимый результат - повышение эффекта пожаротушения [9]» [31].

Главные минусы спринклерного и дренчерного способа устранения возгораний заключаются в плохой продуктивности устранению горений, массивности и тяжести установок и деталей, а также выполнение

локализаций маленьких зон от пожаров осуществляется только именно под данными приспособлениями для ликвидаций пожаров.

«Задача и технический результат. Решаемой настоящим изобретением задачей и достигаемым при использовании изобретения техническим результатом является повышение эффективности пожаротушения и обеспечение возможности пожарной защиты большой площади поверхности и непосредственно под устройством пожаротушения и по сторонам от устройства пожаротушения.

Раскрытие изобретения. Поставленная задача решается и требуемый технический результат достигаются тем, что дренчерное устройство тушения пожара, содержащее коллектор средства пожаротушения с устройствами распределения средства пожаротушения над защищаемой поверхностью, согласно изобретения содержит сопряженный с коллектором средства пожаротушения узел вращения, выполненный с возможностью сопряжения с магистральным трубопроводом средства пожаротушения и с возможностью свободного вращения в узле вращения коллектора средства пожаротушения вокруг вертикальной оси под воздействием реактивных сил от струй истечения средства пожаротушения из устройств распределения средства пожаротушения.

При этом устройства распределения средства пожаротушения выполнены с возможностью истечения из них средства пожаротушения в тангенциальном направлении относительно вертикальной оси вращения коллектора средства пожаротушения и придания вращательного момента коллектору средства пожаротушения, прикреплены к коллектору средства пожаротушения посредством отводов по краям, снизу или по краям и снизу коллектора средства пожаротушения, прикреплены к коллектору средства пожаротушения с возможностью изменения положения устройств распределения средства пожаротушения относительно горизонтальной плоскости и регулирования направлений струй истечения средства

пожаротушения из них для увеличения равномерности распределения средства пожаротушения по защищаемой поверхности и увеличения площади защищаемой поверхности, выполнены в виде пеногенераторов, например УКТП «Пурга» производства ЗАО НПО «СОПОТ», с возможностью формирования струй водовоздушной пены кратностью от 30 до 50 или распыленной воды.

При этом дренчерное устройство прикреплено или к перекрытию здания над, расположено над защищаемой поверхностью, или прикреплено к опоре над защищаемой поверхностью.

Узел вращения в дренчерном устройстве содержит радиальный подшипник и фланец прикрепления устройства к магистральному трубопроводу средства пожаротушения.

При этом дренчерное устройство пожаротушения содержит автоматические средства управления, выполнено с возможностью функционирования при использовании в качестве средства пожаротушения воды или воды с пенообразователем, выполнено с возможностью функционирования при рабочем давлении воды или воды с пенообразователем 0,2-0,8 МПа, расходе воды или воды с пенообразователем 10-12 л/с, дальности струй распыленной воды или водовоздушной пены 6-10 м и площади защищаемой поверхности до 200 м².

Поставленная задача решается и требуемый технический результат достигаются тем, что по способу тушения пожара дренчерным устройством, содержащим коллектор средства пожаротушения с устройствами распределения средства пожаротушения над защищаемой поверхностью, согласно изобретению используют дренчерное устройство тушения пожара, содержащее сопряженный с коллектором средства пожаротушения узел вращения, выполненный с возможностью сопряжения с трубопроводом подвода средства пожаротушения и с возможностью свободного вращения коллектора в узле вращения вокруг вертикальной оси под воздействием

реактивных сил от струй истечения средства пожаротушения из устройств распределения средства пожаротушения.

При этом используют описанное выше дренчерное устройство тушения пожара» [31].

Небольшая характеристика чертежей. На рисунке 5 изображено фото основного варианта конструктивной реализации дренчерного устройства для ликвидации возгораний с пятью генераторами пены, находящихся на концах крутящегося вокруг циркуляционного узла коллектора средства для тушения пожаров и одним генератором пены, размещенным внизу крутящегося вокруг циркуляционного узла коллектора средства тушения пожаров.

На рисунке 6 представлен как чертеж вида спереди, так и чертеж вида сверху, а на рисунке 7 изображен чертеж вида спереди основного варианта конструктивной реализации дренчерного устройства для ликвидации возгораний с пятью генераторами пены, находящихся на концах крутящегося вокруг циркуляционного узла коллектора средства для тушения пожаров и одним генератором пены, размещенным внизу крутящегося вокруг циркуляционного узла коллектора средства тушения пожаров.



Рисунок 5- Фото основного варианта конструктивной реализации
дренчерного устройства для ликвидации возгораний с пятью генераторами
пены

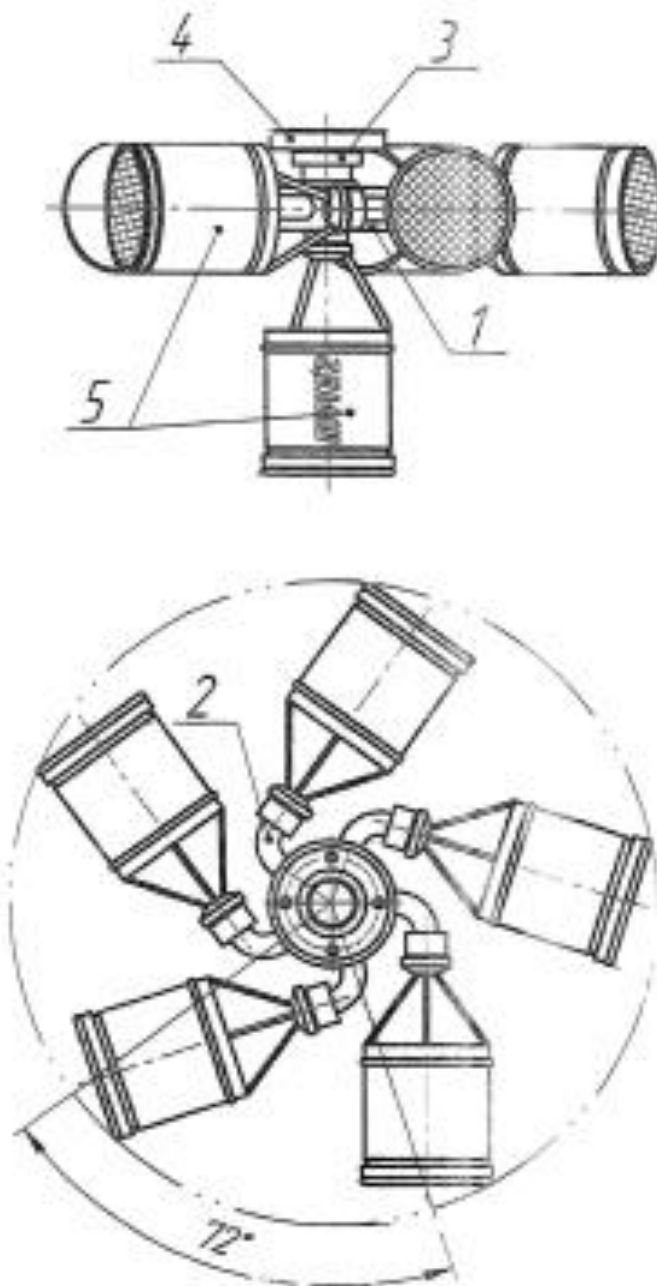


Рисунок 6 - Основной вариант конструктивной реализации дренчерного устройства для ликвидации возгораний с пятью генераторами пены

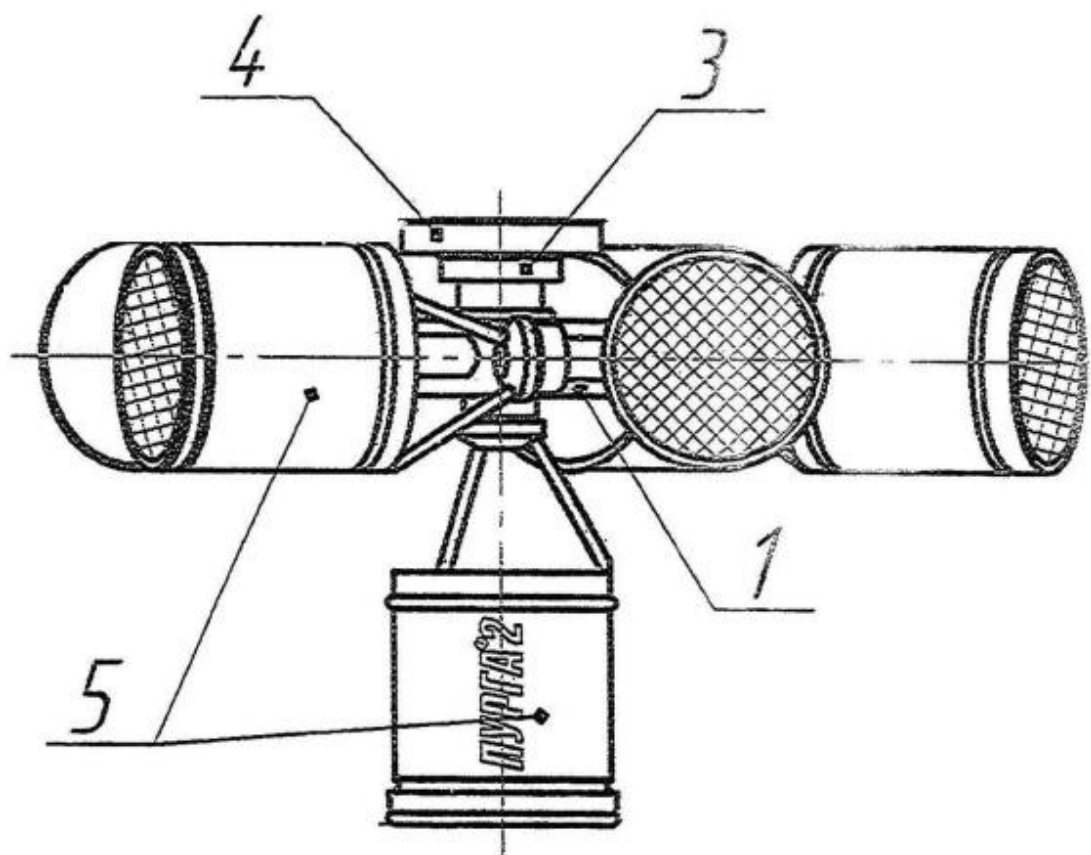


Рисунок 7 - Чертеж вида спереди основного варианта конструктивной реализации дренчерного устройства для ликвидации возгораний с пятью генераторами пены

«На представленных чертежах показаны: коллектор средства пожаротушения 1, отводы 2 от коллектора 1, на которых установлены пеногенераторы 5, фланец 4 крепления узла вращения 3 с коллектором 1 к трубопроводу подвода средства пожаротушения (воды или раствора пенообразователя в воде).

Осуществление изобретения. Патентуемое дренчерное устройство тушения пожара предназначено для локализации очагов возгорания и тушения водой или воздушно-механической пеной пожаров класса А

(твердые материалы), пожаров класса В (горючие жидкости), а также сжиженных горючих углеводородных и природных газов (СУГ и СПГ) в зданиях, сооружениях и на открытых технологических площадках.

Устройство может размещаться над защищаемой площадью на трубопроводе, прикрепленном к конструкциям перекрытий здания или к специальной опоре при размещении вне здания.

По своему назначению патентуемое устройство выполняет функцию пенного дренчера с большой площадью защиты.

При этом дренчерное устройство тушения пожара может содержать различное количество прикрепленных к коллектору средств пожаротушения устройств распределения средств пожаротушения над защищаемой поверхностью (различное количество пеногенераторов) с возможностью обеспечения свободного вращения в узле вращения коллектора средства пожаротушения вокруг вертикальной оси под воздействием реактивных сил от струй истечения средства пожаротушения из устройств распределения средства пожаротушения.

Параметры преимущественного варианта конструктивного исполнения дренчерного устройства тушения пожара с пятью пеногенераторами, расположенными по краям вращающегося в узле вращения коллектора средства пожаротушения, и одним пеногенератором, расположенным снизу вращающегося в узле вращения коллектора средства пожаротушения.

Дренчерное устройство тушения пожара (фиг. 1-3) включает коллектор 1 с внутренней полостью для подачи средства пожаротушения (воды или водного раствора пенообразователя) раствора к устройствам распределения средства пожаротушения 5, например - пеногенераторам УКТП «Пурга»2 производства заявителя - ЗАО НПО «СОПОТ».

К боковым стенкам коллектора средства пожаротушения на радиально расположенных отводах 2 монтируются устройства распределения средства пожаротушения (пеногенераторы), а одно устройство распределения средства

пожаротушения (пенегенератор) устанавливается вертикально вниз на днище коллектора средства пожаротушения 1.

Коллектор средства пожаротушения 1 вращается в упорном радиальном подшипнике, установленном в гильзе узла вращения 3.

Узел вращения смонтирован с фланцем 4 как одно целое. С помощью фланца 4 устройство крепится к магистральному трубопроводу.

Каждое устройство распределения средства пожаротушения (каждый пеногенератор) может содержать форсунку, насадки, корпус и пакет сеток, обеспечивающих получение струю пены, преимущественно средней кратности 30-50.

При подаче водного раствора в устройство под рабочим давлением происходит формирование струй воздушно-механической пены и подача их на защищаемую площадь сверху вниз. За счет действия тангенциально направленных реактивных сил струй пены коллектор устройства вращается в подшипнике узла вращения.

Струи пены падают на защищаемую поверхность сверху вниз и одновременно вращаются сами и вращают коллектор средства пожаротушения.

В результате сложного перемещения струй средства пожаротушения (струй распыленной воды или струй водовоздушной пены), формируется широкий поток, быстро равномерно распределяющий средства пожаротушения равномерно на защищаемой площади.

Для более равномерного распределения средства пожаротушения (распыленной воды или водовоздушной пены) по площади защищаемой поверхности часть прикрепленных к краям коллектора пеногенераторов могут быть расположены на отводах горизонтально, а часть пеногенераторов могут быть расположены на отводах наклонно к горизонтальной плоскости.

Патентуемое дренчерное устройство пожаротушения может работать без участия персонала, то есть как автоматизированный пенный дренчер.

При создании в устройстве давления воды или водного раствора пенообразователя 0,2-0,3 МПа, в пеногенераторах начинается процесс формирования струй распыленной воды или воздушно-механической пены с одновременным вращением коллектора средства пожаротушения с устройствами распределения средства пожаротушения (с пеногенераторами).

На рабочие параметры (табл. 1) установка выходит при достижении давления 0,6-0,8 МПа.

Исследования автора и натурные огневые испытания показанного на фото фиг. 1 варианта конструктивного исполнения устройства показали уверенное решение поставленной задачи и достижение технического результата, а именно эффективную локализацию и тушение пожара на площади 200 метров квадратных.

Экспериментально установлено также, что в качестве пеногенераторов целесообразно использовать установки комбинированного тушения пожаров УКТП "Пурга" производства ЗАО НПО «СОПОТ», обеспечивающих подачу комбинированных пен низкой и средней кратности на расстояние до 150 м [10].

Таким образом, все существенные признаки изобретения находятся в причинно-следственной связи с техническим результатом, получаемым от использования изобретения.

Конкретные особенности конструкции и операции способа тушения пожара определены экспериментально и практически проверены в процессе натурных испытаний, что подтверждается прилагаемыми фотографией и чертежами.

Натурные испытания устройства и способа пожаротушения показали уверенное решение поставленной задачи и достижения требуемого технического результата.

В качестве отдельных элементов и узлов оборудования системы для реализации вариантов способа могут быть использованы различные

известные и традиционные для противопожарной техники технологии, материалы и конструктивные решения, обычно применяемые ликвидации аварий, предотвращения возгорания и взрыва (купирования) и тушения пожаров сжиженных горючих газов.

Учитывая новизну совокупности существенных признаков, техническое решение поставленной задачи, изобретательский уровень и существенность всех общих и частных признаков изобретения, доказанных в разделе «Уровень техники» и «Раскрытие изобретения», доказанную в разделе «Осуществление изобретения» техническую осуществимость и промышленную применимость изобретения, успешное решение поставленной изобретательской задачи и уверенное достижение требуемого технического результата при реализации и использовании изобретения, по нашему мнению, заявленная группа изобретений удовлетворяет всем требованиям охраноспособности, предъявляемым к изобретениям.

Проведенный анализ показывает также, что все общие и частные признаки изобретения являются существенными, так как каждый из них необходим, а все вместе они не только достаточны для достижения цели изобретения, но и позволяют реализовать изобретение промышленным способом.

Кроме этого анализ совокупности существенных признаков изобретения и достигаемого при их использовании единого технического результата показывает наличие единого изобретательского замысла, тесную и неразрывную связь вариантов реализации. Это позволяет объединить изобретения в одной заявке, то есть обеспечить требования критерия единства изобретения» [31].

3.3 Опытнo-экспериментальная апробация системы ликвидации проливов жидкого аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»

В процессе исследования проведена опытнo-экспериментальная

апробация дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способа тушения пожара дренчерным устройством в ПАО «КуйбышевАзот».

Опытно-экспериментальная апробация показала, что снижение класса условий труда по показателям тяжести трудового процесса на 20% (рисунок 8), снижение класса условий труда при воздействии химических факторов на 27% (рисунок 9) и снижение профессиональных заболеваний от воздействия АХОВ составит 20% за 5 лет (рисунок 10).

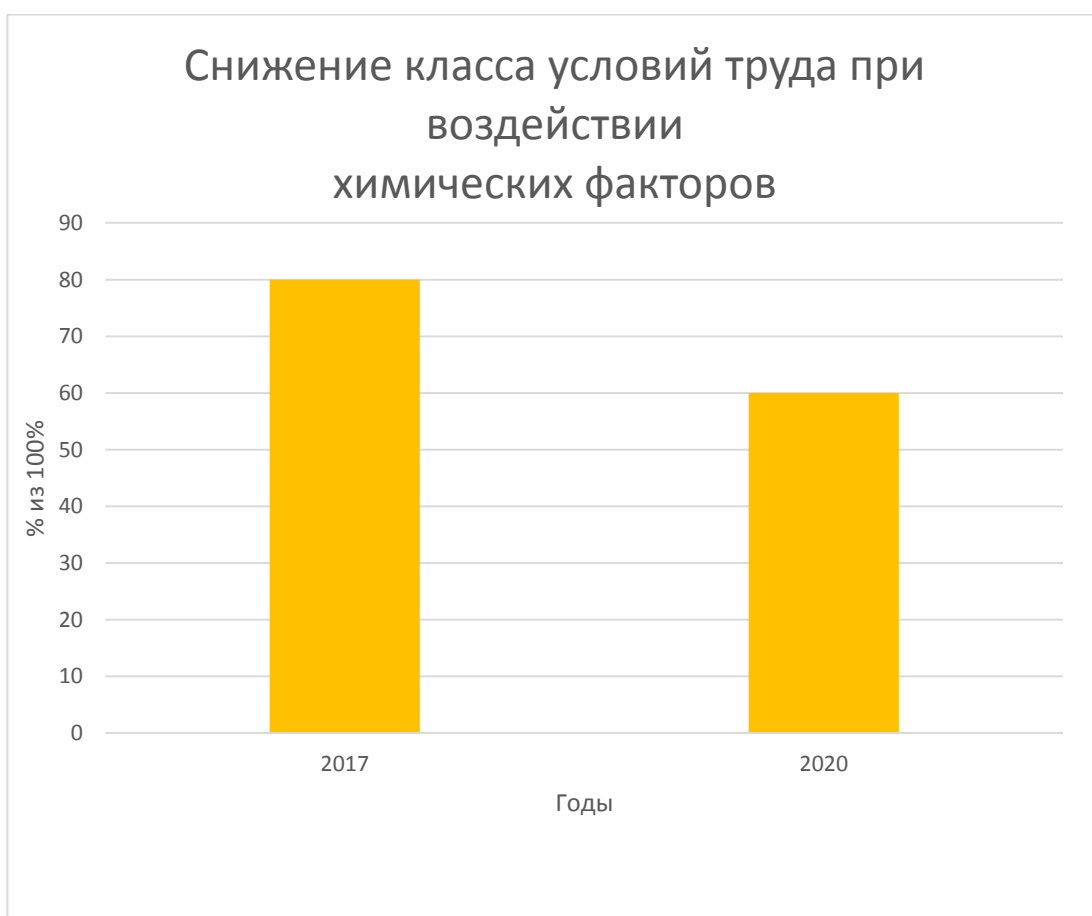


Рисунок 8 – Диаграмма снижения класса условий труда при воздействии химических факторов после дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способа тушения пожара дренчерным устройством

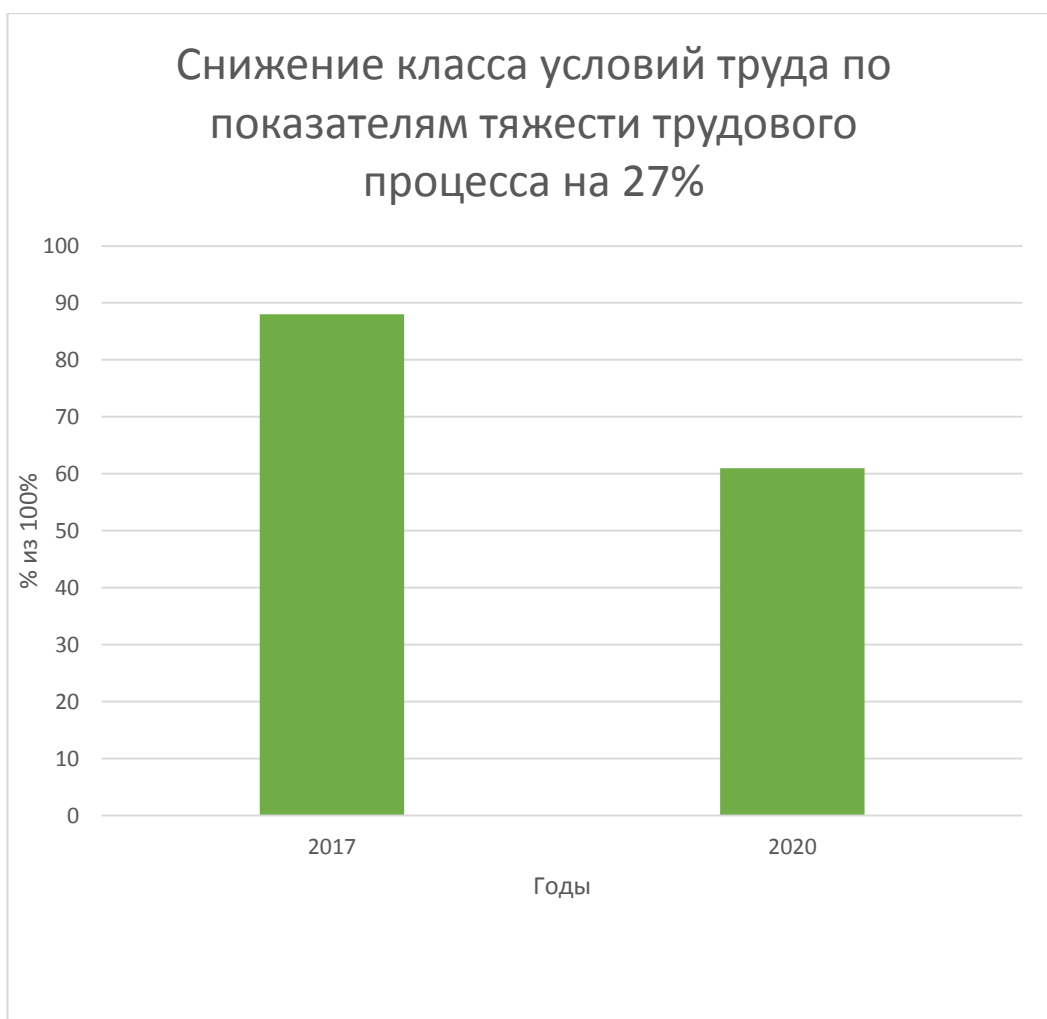


Рисунок 9 – Диаграмма снижения класса условий труда по показателям тяжести трудового процесса после дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способа тушения пожара дренчерным устройством

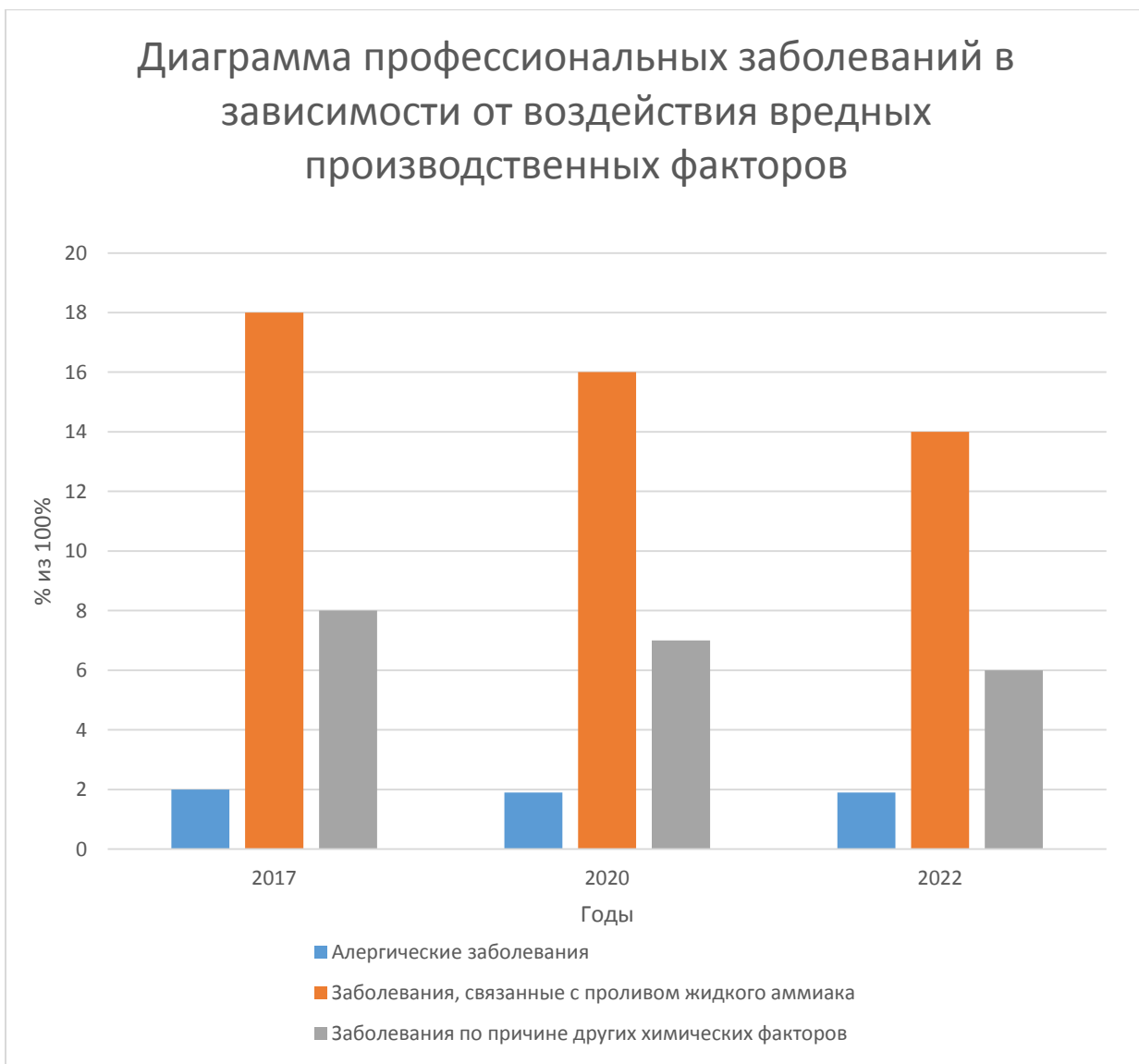


Рисунок 10 - Диаграмма профессиональных заболеваний от воздействия аммиака после внедрения дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способа тушения пожара дренчерным устройством

В третьей главе был проведен патентный поиск.

Патент №1 - насадок для пожарного ствола. Данное устройство принадлежит к средствам ликвидации пожаров, а точнее к приборам, подающим специальную жидкость для тушения огня. Задачи исследуемого устройства - повышение расстояния введения потока воды или пены для тушения огня, уменьшение громоздкости конструкции и увеличение качества производства насадок.

Патент №2 – устройство для генерирования пены. «Предлагаемое изобретение относится к устройствам для генерирования пены и может быть использовано в противопожарной технике - для приготовления пены, подаваемой на поверхность горящей жидкости, в химической технологии - для формирования пены, используемой в реакционных и газоочистных процессах, а также в строительной промышленности - для приготовления строительной пены в производстве пеноматериалов (пенобетона, пеногипса) с использованием пенообразующего вещества» [28].

Патент №3 - генератор высокократной пены для пожаротушения. «Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к генераторам высокократной пены, применяемым для тушения пожаров, и может быть использовано в автоматических системах пожаротушения высокократной пеной помещений нефтеперекачивающих станций и других помещений, подлежащих автоматической противопожарной защите» [29].

Патент №4 - генератор высокократной воздушно-механической пены. «Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к устройствам для приготовления огнетушащей высокократной воздушно-механической пены, и может быть использована для ликвидации пожаров» [30].

В результате выбран патент №5 - дренчерное устройство тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством.

Цель диссертационного исследования - разработка метода по совершенствованию существующей системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в химическом промышленном комплексе ПАО «КуйбышевАзот» достигается путём внедрения дренчерного устройства. Дренчерное устройство пожаротушения позволит облегчить ликвидацию проливов аммиака и повысить ее эффективность, так как:

1) не требует взаимодействия со стороны рабочего персонала, обеспечивающего безопасность на производстве, так как способна действовать автономно;

2) гарантирует результативное устранение и ликвидацию возгораний участка с площадью от двухсот квадратных метров;

3) в следствии усложненного движения потоков пены и воды данного изобретения, создается плотные и широкие потоки, которые одинаково и равномерно распыляют приспособления для тушения пожаров по всей зоне, контролируемого объекта.

Тем самым, цель диссертационного исследования - разработка метода по совершенствованию существующей системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в химическом промышленном комплексе ПАО «КуйбышевАзот» достигнута.

Опытно-экспериментальная апробация внедрения дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством показала высокую эффективность при ликвидации проливов жидкого аммиака.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дана краткая характеристика предприятия ПАО «КуйбышевАзот», рассмотрены его основные показатели деятельности, а также характеристика технологического процесса ликвидации проливов аммиака, условия его пролива.

В результате проведенного анализа систем ликвидации проливов жидкого аммиака сделан вывод несоответствия на некоторых участках производства по следующим критериям:

1) «объекты склада оснащаются первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами» [16];

2) «допускается неавтоматическое (по месту или дистанционное) включение технических устройств, задействованных в системе локализации аварийных ситуаций, обоснованное проектом» [16];

3) «система контроля утечек аммиака при возникновении аварий, связанных с утечкой аммиака, в автоматическом (или автоматизированном) режиме должна включать технические устройства, задействованные в системе локализации аварийных ситуаций, средства оповещения об аварии и отключать технологическое оборудование, функционирование которого может привести к росту масштабов и последствий аварии» [16].

Эти данные послужили причиной для разработки нового метода по улучшению системы ликвидации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной.

Проанализирован состав и свойства жидкого аммиака. Жидкий аммиак относится к четвертому классу опасности, является токсичным, также имеет массу легче массы воздуха и при смешивании с ним создает очень опасную и потенциально взрывную смесь веществ. Обычно обозначается и маркируется баллонами или цистернами желтого цвета краски.

Также были исследованы условия, способствующие образованиям

проливов жидкого аммиака, которые заключаются в:

- 1) человеческом факторе, а именно - недостаточной квалификации работников, случайной ошибке, нарушении норм правил эксплуатации и хранения жидкого аммиака и оборудования;
- 2) эксплуатации несовременного оборудования или устарелых технологических процессов;
- 3) отказах промышленного оборудования и устройств;
- 4) ошибки во время проектирования складов хранения.

Для преждевременного предупреждения о проливе жидкого аммиака, в первую очередь, необходимо оснастить производство всеми датчиками мониторинга за уровнем температуры и давления. Обязательно нужно оборудовать предприятие полной автоматизированной противопожарной инженерной сигнализацией. Необходимо также более тщательней следить за сигнализационном оповещении для предупреждения последствий аварий.

Проанализировано применения воздушно-механической пены в ликвидации АХОВ аварий и изучение состава воздушно-механической пены в огнетушителе при подготовке ликвидации пролива. Во время тушения пролива необходимо использовать расчётной количество воздушно-механической пены. Изготовление пены происходит при помощи определенных приспособлений: смесители и воздушно-пенные стволы. Состав воздушно механической пены - пузырьки, верхний слой которых состоит из смеси ПО.

Если аварийная ситуация уже произошла, а именно пролив аммиак, то необходимо провести его локализацию. Она подразделяется на два основных способа:

- локализация паров первичных и вторичных облаков аварийно-химически опасных веществ;
- устранение самого пролива.

Первый метод реализуются с помощью установки специальных водных

барьеров, а также при помощи подачи тепловых потоков для устранения опасных паров.

Локализация пролива жидкого аммиака должна происходить посредством обвалования данной утечки, сбора жидкости в специальные контейнеры, покрытия утечки сыпучими сорбентами, покрытия слоем пены, а также смешиванием с водой для нейтрализации аммиака.

Дренчерное устройство пожаротушения позволит облегчить ликвидацию проливов аммиака и повысить ее эффективность, так как:

1) не требует взаимодействия со стороны рабочего персонала, обеспечивающего безопасность на производстве, так как способна действовать автономно;

2) гарантирует результативное устранение и ликвидацию возгораний участка с площадью от двухсот квадратных метров;

3) в следствии усложненного движения потоков пены и воды данного изобретения, создается плотные и широкие потоки, которые одинаково и равномерно распыляют приспособления для тушения пожаров по всей зоне, контролируемого объекта.

Тем самым, цель диссертационного исследования - разработка метода по совершенствованию существующей системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в химическом промышленном комплексе ПАО «КуйбышевАзот» достигнута.

Опытно-экспериментальная апробация внедрения дренчерного устройства тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством показала высокую эффективность при ликвидации проливов жидкого аммиака.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Annual report [Electronic resource]. – URL : [http://www.kuazot.ru/files/File/kuazot%20annual%20report%202017%20preview\(1\).pdf](http://www.kuazot.ru/files/File/kuazot%20annual%20report%202017%20preview(1).pdf) (дата обращения: 15.03.2019).
2. Оценка воздействия производства аммиака на окружающую среду [Электронный ресурс]. – URL : www.kuazot.ru/files/File/Резюме%20нетехнического%20характера.docx (дата обращения: 18.11.2018).
3. Anhydrous Ammonia [Electronic resource]. – URL : <https://www.mda.state.mn.us/pesticide-fertilizer/emergency-response-anhydrous-ammonia-releases-spills> (дата обращения: 15.03.2019).
4. Производство аммиака [Электронный ресурс]. – URL : <https://promplace.ru/himiya-i-proizvodstvo-plastmass-statj/proizvodstvo-ammiaka-1471.htm> (дата обращения: 18.11.2018).
5. Локализация пролива АХОВ разбавлением его водой или нейтральными растворителями и их растворами [Электронный ресурс]. – URL : <https://mchs-orel.ru/lokalizaciya-proliva-axov-razbavleniem-ego-vodoj-ili-nejtralnymi-rastvoritelyami-ix-rastvorami-i-vodoj/> (дата обращения: 15.03.2018).
6. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 20 с.
7. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. – Введ. 2017-03-01. – М. : Изд-во стандартов, 2016. – 9 с.
8. ГОСТ 12.0.004-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения. – Введ. 2017-03-01. – М. : Изд-во стандартов, 2015. – 21 с.

9. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Введ. 1976-07-01. –М. : Изд-во стандартов, 2000. – 25 с.

10. ГОСТ 6221-90. Аммиак безводный сжиженный. Технические условия (с Изменением N 1). – Введ. 2009-03-01. –М. : Изд-во стандартов, 2009. – 19 с.

11. ГОСТ 12.3.002-2014. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – Введ. 1977-01-01. –М. : Изд-во стандартов, 2014. – 41 с.

12. ГОСТ 12.4.021-75. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования. – Введ. 1977-01-01. –М. : Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.

13. ГОСТ Р 12.4.013-97. ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия. – Введ. 1998-07-01. –М. : Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.

14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.567—96. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс]. – URL : http://www.vashdom.ru/sanpin/221-211567_96/ (дата обращения: 18.11.2018).

15. ПБ 03-182-98. Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200003999> (дата обращения: 18.11.2018).

16. ПБ 09-579-03. Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака [Электронный ресурс]. – URL : <https://meganorm.ru/Data1/39/39923/index.htm> (дата обращения: 04.08.2018).

17. ПБ 09-220-98. Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок [Электронный ресурс]. – URL : http://www.snip-info.ru/Pb_09-220-98.htm (дата обращения: 18.11.2018).

18. Liquid ammonia - Thermal Properties at saturation pressure [Electronic resource]. – URL : https://www.engineeringtoolbox.com/ammonia-liquid-thermal-properties-d_1765.html (дата обращения: 15.11.2018).

19. Аммиак и его воздействие на организм человека [Электронный ресурс]. – URL : <https://ria.ru/20150114/1042549411.html> (дата обращения: 15.03.2019).

20. Аммиак [Электронный ресурс]. – URL : <https://tgko.ru/spravka/gaz/ammiak/> (дата обращения: 15.03.2018).

21. Emergency response to anhydrous ammonia releases (spills) [Electronic resource]. – URL : https://www.airah.org.au/Content_Files/EcoLibrium/2008/February2008/2008-02-F01.pdf (дата обращения: 15.01.2019).

22. Safety Precautions For Workers Who Handle Ammonia – [Electronic resource]. – URL : <http://www.gdscorp.com/blog/safety-precautions-for-workers-who-handle-ammonia/> (дата обращения: 15.03.2019).

23. Утечка аммиака. Последствия утечки зависят оттого, где она происходит [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.xiron.ru/content/view/31006/173/> (дата обращения: 15.03.2019).

24. Действия НАСФ по ликвидации последствий аварии на химически опасном объекте [Электронный ресурс]. – URL <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-meropriyatij-po-likvidatsii-posledstviy-vozmozhnoy-himicheskoy-avarii-na-pererabatyvayuschem-predpriyatii.pdf> (дата обращения: 15.03.2019).

25. Воздушно-механическая пена [Электронный ресурс]. – URL : <http://trudova-ohrana.ru/protivopogarnay-bezopasnost/ognegasitelnye-sredstva/645-vozdushno-mehanicheskaja-pena.html> (дата обращения: 15.03.2018).

26. Способы и технологии ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ [Электронный ресурс]. – URL :

<http://www.extremum.spb.ru/data1/extremum/ex.nsf/pages/tech26097> (дата обращения: 15.03.2018).

27. Насадок для пожарного ствола: пат. 2538406 Рос. Федерация: МПК А62С31/02; заявитель: Амельчугов С. П., Комаров С. Ю., Шапарев П. Ю., Елистратов Ю. П. Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "Научно исследовательский институт проблем пожарной безопасности", ООО "НИИППБ"; заявл. 16.07.2013; опубл. 10.01.2015. – 8 с.

28. Устройство для генерирования пены: пат. 2297260 Рос. Федерация: МПК А62С5/02; В28С5/38; заявитель: Абиев Р. Ш. о.; Патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)". - № 2005130836/12 ; заявл. 04.10.2005; опубл. 20.04.2007. – 4 с.

29. Генератор высокократной пены для пожаротушения: пат. 2246977 Рос. Федерация: МПК А62С5/02; заявитель: Брезгин А.Е. Патентообладатель: Открытое акционерное общество "Акционерная компания по транспорту нефти "Транснефть", открытое акционерное общество "Магистральные нефтепроводы Центральной Сибири"; заяв. 20.08.2004; опубл. 27.02.2005. – 3с.

30. Генератор высокократной воздушно-механической пены: пат. 2340375 Рос. Федерация: МПК А62С5/02; заявитель: Подгайный В. П. Патентообладатель "КОМИНВЕСТ" общество с ограниченной ответственностью; заявл. 10.09.2007; опубл. 10.12.2008. – 3 с.

31. Дренчерное устройство тушения пожара (варианты) и способ тушения пожара дренчерным устройством: пат. 2577220 Рос. Федерация: МПК Н02J17/00; заявитель: Трубников В. З., Стребков Д. С., Некрасов А. И., Руцкой А. С., Моисеев М. В. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-

исследовательский институт электрификации сельского хозяйства" (ФГБНУ
ВИЭСХ); заявл. 19.05.2014; опубл. 27.11.2015. – 6 с.