

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

Институт Машиностроения

(институт)

Управление промышленной и экологической безопасностью

(кафедра)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Системы противопожарной защиты агрегатов аммиака в ПАО

«КуйбышевАзот»

Студент(ка)	<u>К.Н. Сысоева</u> (И.О. Фамилия)	_____
		(личная подпись)
Руководитель	<u>А.В. Щипанов</u> (И.О. Фамилия)	_____
		(личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____
		(личная подпись)
	<u>Е.В. Косс</u> (И.О. Фамилия)	_____
		(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Тема выпускной квалификационной работы: «Системы противопожарной защиты агрегатов аммиака в ПАО «КуйбышевАзот».

В данной работе 66 страниц, 3 рисунка, 3 таблицы. Использовано 24 источника информации. Графическая часть состоит из 9 листов формата А1.

Задача бакалаврской работы - повышение эффективности систем противопожарной защиты агрегатов аммиака на участке склада аммиака.

Цель – разработать усовершенствование системы противопожарной защиты склада.

При проведении исследовательской работы были собраны сведения о складе жидкого аммиака, технологических процессах сжижения аммиака, его перекачке, хранении и транспортировании. Собрана информация о системе промышленной безопасности, мероприятиях по её обеспечению. Исследованы возможные варианты аварий, проанализированы случаи аварий и пожаров в похожих условиях. Проведена оценка эффективности мероприятий.

В процессе работы были разработаны мероприятия по увеличению эффективности пожарной профилактики и системы пожаротушения на данном объекте. Также для снижения вредных выбросов в воздух разработано техническое усовершенствование.

В заключении подведены итоги по результатам исследовательской части.

ABSTRACT

The title of the graduation work is “Fire protection system of ammonia units at “KuibyshevAzot” PJSC.

The aim of the work is to improve the efficiency of the fire and industrial safety system of ammonia units.

The object of the research work is a warehouse of liquid ammonia.

In this graduation work the analysis of a liquid ammonia warehouse, its equipment and features of the process is carried out. The statistics on chemical disasters are collected, and the analysis of their causes is done. In this work we describe the industrial and fire safety systems which have already been installed.

We pay special attention to the issue of improving the fire extinguishing system on the site.

Also, the results of possible consequences and losses assessment in an emergency are presented.

We outline the order of inspections by the State Fire Control Service.

We also examine how the Emergencies Ministry and personnel of the facility should act if ammonia ignition or leakage occurs, and more specifically: how many people and fire equipment units are involved in the elimination of the accident; what substances extinguish and neutralize ammonia; what of the surrounding objects is worth paying attention to during the operation.

The graphic part of the work presents the drawings of the object and of the equipment, an evacuation plan, the scheme of the forces and means arrangement, the scheme of communication and statistics.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Характеристика склада жидкого аммиака в ПАО «КуйбышевАзот»	7
2 Технологический раздел.....	9
2.1 План размещения агрегатов аммиака и другого оборудования	9
2.2 Описание технологического процесса перекачки и хранения аммиака	9
2.3 Анализ пожарной безопасности на территории склада аммиака	14
2.4 Система противопожарной защиты зданий, сооружений и агрегатов	18
2.5 Порядок привлечения сил и средств на объект ПАО «КуйбышевАзот» для оперативно-тактических действий по обеспечению пожарной безопасности.....	28
2.6 Организация надзорной деятельности за обеспечением противопожарного режима на территории химического склада	35
2.7 Статистический анализ пожаров.....	37
3 Научно-исследовательский раздел	38
3.1 Выбор объекта исследования, обоснование.....	38
3.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности.....	38
3.3 Предлагаемое изменение в системе пожаротушения.....	40
3.3.1 Организация проведения спасательных работ	43
3.3.2 Организация ликвидации аварии подразделениями пожарной охраны	43
3.3.3 Организация тушения пожара обслуживающим персоналом организации до прибытия пожарных подразделений.....	45
3.3.4 Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения организации и города	49
3.3.5 Схема организации связи на пожаре	53
3.4 Предлагаемое технологическое изменение.....	54
4 Охрана труда на предприятии	55
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	56
5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду	56
5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.....	58

5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000	59
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ А	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	69
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	76
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	78
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ З	81

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время благодаря технологическому прорыву объёмы производства стали наращиваться бешеными темпами. С увеличением выпускаемой продукции, увеличилось и количество опасных факторов, возникающих во время её производства. Что, в свою очередь, привело к необходимости совершенствования уже существующих систем противоаварийной защиты. Спрос рождает предложение, а потребность в безопасности двигает развитие систем в области обеспечения безопасности.

Немаловажным фактором обеспечения промышленной безопасности является обеспечение пожарной безопасности. Благодаря развитию систем противопожарной защиты, по сравнению с XX веком случаи аварий на химических производствах, приведшие к пожарам или ставшие их причинами, стали более редки и менее разрушительны. Чтобы изучить сложившуюся тенденцию и внести свой скромный вклад, был проведён анализ пожарной безопасности на складе жидкого аммиака в ПАО «КуйбышевАзот». Надо отметить, что системы противоаварийной защиты и пожаротушения на данном объекте соответствовали современным нормам и усовершенствовать их можно было только с экономической точки зрения. Что и стало задачей данной работы.

В ходе работы были разработаны профилактические мероприятия и некоторые усовершенствования системы пожаротушения, с которыми можно ознакомиться ниже в научно-исследовательском разделе. Но не меньшего внимания заслуживает и уже существующая система промышленной безопасности объекта, которая представлена в технологическом разделе.

1 Характеристика склада жидкого аммиака в ПАО «КуйбышевАзот»

Корпус 021 предназначен для хранения жидкого аммиака, вырабатываемого цехом № 11. Корпус находится в квартале Ж-5 территории ПАО «КуйбышевАзот» и занимает площадь 5041 м² (площадь поддона).

Склад предназначен для приема жидкого аммиака из агрегатов АМ-70 и фирмы LINDE, хранения аммиака в изотермических хранилищах при температуре минус 33 - минус 34 °С и давлении, близком к атмосферному и выдачи жидкого и газообразного аммиака потребителям.

В состав действующего заводского склада входят следующие здания и сооружения:

- изотермическое хранилище двухстенной конструкции, межстенное пространство которого заполнено перлитом. С учетом снижения максимального уровня аммиака в хранилище до 13,5 м, фактическая вместимость не превышает 6645 тонн (корпус 021);

- компримирование газообразного аммиака, выделяющегося из изотермического хранилища, с выдачей газа в сеть предприятия в составе двух компрессоров со вспомогательным оборудованием (корпус 021 А);

- производственные насосы для выдачи жидкого аммиака из хранилища потребителям с подогревателями жидкого аммиака и испарителями для получения газообразного аммиака (корпус 021);

- эстакада налива жидкого аммиака в железнодорожные цистерны двухсторонняя по 10 точек с каждой стороны (корпус 021 Б) и в автоцистерны (корпус 023);

- факельные установки для сжигания аварийного сброса газообразного аммиака из хранилища (корпус 024) и газов аммиачных продувочных от оборудования и трубопроводов склада (корпус 022);

- установка сбора парового конденсата от оборудования склада (корпус 495).

В настоящий момент на объекте достраивается новый изотермический резервуар и две факельные установки для экстренного сброса лишнего газа.

Процесс, связанный с приемом, хранением и выдачей жидкого аммиака максимально автоматизирован и механизирован.

Контроль и управление технологическим процессом осуществляется из помещения операторной корпус 021А с использованием АСУТП.

Изотермический резервуар для хранения жидкого аммиака размещён на фундаменте на отм. +2,600 м в обваловании, которое исключает розлив жидкого аммиака по территории склада в случае аварийной разгерметизации. В разрезе резервуар можно посмотреть на схеме резервуара. По периметру существующего обвалования установлены трубопроводы систем водяной завесы и пеноподачи. Для сбора и отвода воды при срабатывании водяной завесы предусматриваются железобетонные лотки.

2 Технологический раздел

2.1 План размещения агрегатов аммиака и другого оборудования

План размещения наружных установок представлен на генеральном плане склада жидкого аммиака.

Оборудование здания компрессии и его расположение показаны на плане размещения оборудования в здании аммиачной компрессии.

2.2 Описание технологического процесса перекачки и хранения аммиака

2.2.1 Хранение жидкого аммиака в изотермическом хранилище поз.1.

В основном режиме существующее изотермическое хранилище работает по приему аммиака из одного агрегата.

Достигнутая производительность агрегата аммиака АМ-70 по выработке жидкого аммиака составляет 1800 т/сутки (75 т/ч).

Существующий агрегат АМ-70 работает в следующих режимах:

I режим — выдача жидкого аммиака в изотермический резервуар в количестве 35 т/ч с температурой -28^{31} °С и 40 т/ч с температурой 10 °С на существующие склады жидкого аммиака под давлением 1,6 МПа (16 кгс/см²) с раздачей аммиака потребителям и на отгрузку в железнодорожные цистерны.

В режиме II с температурой 10 °С в количестве 58,3 т/ч на существующие склады под давлением 1,6 МПа (16 кгс/см²).

В режиме III весь жидкий аммиак в количестве до 56 т/ч с температурой -31, -32 °С в изотермическое хранилище.

Жидкий аммиак из крупнотоннажного агрегата АМ-70 в количестве 56,7 т/час, с температурой не выше минус 30 °С поступает через электрозадвижку НСV-607 в низ хранилища. При температуре жидкого аммиака выше минус 30 °С поступление аммиака идёт через электрозадвижку НСV-1 в верхнюю часть хранилища; при температуре жидкого аммиака выше минус 22°С - через электрозадвижку НСV-2 в

дренажную ёмкость. Переключение электроздвижек, в зависимости от температуры жидкого аммиака, происходит автоматически.

Предусмотрена сигнализация максимального, предмаксимального, предминимального и минимального уровней, максимальной температуры жидкого аммиака в хранилище и максимальной температуры жидкого аммиака на входе в хранилище.

Жидкий аммиак из хранилища через фильтры насосами под давлением не более 2,08 МПа и с температурой минус (32-34) °С подается через клапан-регулятор расхода FCV-107 в количестве до 57 т/час на распределительную гребенку № 1. Регулирование давления жидкого аммиака на нагнетании насосов осуществляется возвратом части жидкого аммиака с нагнетания насосов в хранилище.

Из распределительной гребенки № 1 жидкий аммиак поступает в кожухотрубчатые подогреватели. Подогрев аммиака осуществляется паром с давлением не более 1,2 Мпа и температурой 200-280°С, поступающим в межтрубное пространство подогревателей через клапаны-регуляторы температуры жидкого аммиака TCV-107 и TCV-117, установленные на входе в подогреватели.

Подогретый до температуры 5-12°С в подогревателях жидкий аммиак поступает на распределительную гребенку № 2, откуда подается на наливную эстакаду для заполнения железнодорожных цистерн и на наливную эстакаду для заполнения автомобильных цистерн. В случае остановки агрегата аммиака или отсутствия жидкого аммиака в изотермическом хранилище на распределительную гребенку № 2 предусмотрено поступление жидкого аммиака со склада жидкого аммиака № 2 корпуса 465. На распределительную гребенку № 2 поступает также жидкий аммиак из дренажной ёмкости.

Опрессовка железнодорожных и автомобильных цистерн производится газообразным аммиаком, поступающим из испарителей жидкого аммиака.

Жидкий аммиак из распределительной гребенки № 2 или непосредственно со сборников жидкого аммиака поступает в межтрубное

пространство испарителя, в котором испаряется за счет тепла пара, поступающего в трубное пространство испарителя с давлением не более 1,2 МПа и температурой 200-280 °С, затем под давлением не более 2,0 МПа - на распределительную гребенку газообразного аммиака № 3, откуда подается:

- на наливные эстакады для опрессовки железнодорожных и автомобильных цистерн;
- в дренажную ёмкость, в аварийную ёмкость, для выдавливания жидкого аммиака;
- в коллектор цеха № 3 через испаритель жидкого аммиака и перегреватель-сепаратор газообразного аммиака.

Получение газообразного аммиака для выдачи в общезаводскую сеть с давлением не более 0,4 МПа производится в испарителе жидкого аммиака с последующим перегревом в перегревателе-сепараторе.

Газообразный аммиак из испарителя через клапан-регулятор давления газообразного аммиака PCV-128 поступает в межтрубное пространство перегревателя-сепаратора газообразного аммиака, в котором перегревается паром до температуры не менее +40°С и выдается в общезаводскую сеть. Перегрев газообразного аммиака осуществляется за счет тепла конденсации пара в трубном пространстве перегревателя-сепаратора, поступающего через клапан, связанный с регулятором температуры газообразного аммиака TRCAL-108 на выходе из испарителя.

Давление газообразного аммиака в перегревателе-сепараторе поддерживается не более 0,4 МПа.

Образовавшийся конденсат водяного пара в межтрубном пространстве подогревателей, перегревателя, в трубном пространстве испарителей через конденсатоотводчики поступает в общий трубопровод, из которого сбрасывается в промливневую канализацию через клапан PCV 50/2. Предусмотрена выдача парового конденсата в сборник парового конденсата поз.Е-50 с последующей откачкой насосами в корпус 395 (цех №40).

2.2.2 Компримирование аммиака

Установлены одноступенчатые винтовые компрессорные агрегаты в количестве 3 шт. (2 рабочих, один резервный) с объемной производительностью 2500+2020 м³/ч (1950+1560 кг/ч) каждый из условия перегрева паров аммиака на входе компрессора от 5 °С до 63 °С, что соответствует холодопроизводительности 670 кВт (590) кВт.

Каждый компрессор работает со своим изотермическим резервуаром, существующим или вновь устанавливаемым, третий является резервным для обоих резервуаров. При приеме жидкого аммиака из двух агрегатов аммиака AM-70 и LINDE в одно изотермическое хранилище, в случае остановки второго на ремонт или для технического освидетельствования, для отсоса газообразного аммиака могут быть задействованы два компрессора.

Компрессорные агрегаты поз.К-1, К-2, К-3 сжимают газообразный аммиак до давления 0,4 МПа (4 кгс/см²) и газообразный аммиак с температурой не более 80 °С выдается потребителям через сеть предприятия.

Включение компрессоров поз.К-1, К-2, К-3 автоматическое при давлении 6,37 кПа и отключение при 3,43 кПа с открытием отсекаелей HVSA 21-006/1...3, HVSA 21-007/1...3) на входе соответствующего компрессора и отключение при 3,43 кПа.

Эстакада налива и слива жидкого аммиака из железнодорожных цистерн.

Сливо-наливная эстакада имеет 20 точек, расположенных в корпусе 021, (10 наливных точек на 40-м ж/д пути, расположенных с северной стороны эстакады, и 10 точек на 41-м ж/д пути, расположенных с южной стороны), где одновременно можно заливать (сливать) двадцать цистерн.

Перед наливом цистерн производится их опрессовка газообразным аммиаком, подача которого осуществляется с газовой гребенки № 3.

Подача жидкого аммиака в железнодорожные цистерны осуществляется из распределительной гребенки № 2 через сепаратор. Отделившаяся газообразная фаза отводится с сепаратора через клапан LCV 10 и отсекаель HCV 10 в коллектор сброса газообразного аммиака,

соединенным с испарителем жидкого аммиака. Регулирование давления газообразного аммиака в железнодорожной цистерне в период заполнения может осуществляться как вручную, так и автоматически клапаном-регулятором давления PCV-1, который сбрасывает газообразный аммиак из цистерн в коллектор газообразного аммиака $P=0,35$ МПа через испаритель и перегреватель-сепаратор.

При сливе жидкого аммиака из железнодорожной цистерны через регулятор давления PCV-1 и отсекающий ОТ-4 осуществляется подача газообразного аммиака в железнодорожную цистерну для подъема давления в цистерне.

Схемой предусмотрен налив жидкого аммиака в железнодорожные цистерны как на ручном управлении, так и на автоматическом.

На наливных рампах на коллекторах жидкого и газообразного аммиака имеются штуцеры с вентилями для подсоединения железнодорожных цистерн через гибкие рукава. Давление газообразного и жидкого аммиака из гибких рукавов после налива цистерн сбрасывается на факел сжигания, остаточное давление газообразного аммиака из рукавов, после сброса на факел сжигания, сбрасывается в атмосферу.

Для продувки цистерн азотом на наливную эстакаду по трубопроводу поступает азот с давлением 0,3-0,6 МПа (3-6 кгс/см²) из заводской сети. Продувочные газы с железнодорожных цистерн поступают на факел сжигания.

При необходимости, слив жидкого аммиака из железнодорожной цистерны может производиться в аварийную ёмкость, на склад жидкого аммиака №2 по приходной линии жидкого аммиака из агрегата аммиака или по расходной линии склада № 2 корп.465.

2.2.3 Эстакада налива жидкого аммиака в автомобильные цистерны

Эстакада для налива автомобильных цистерн расположена в корпусе 023 и имеет четыре точки налива.

Подсоединение трубопроводов эстакады жидкого и газообразного аммиака к цистерне производится посредством съёмных участков (через гибкие рукава). Подача газообразного аммиака производится из распределительной гребёнки №3, жидкого аммиака - из распределительной гребёнки № 2. Сброс газообразного аммиака при заливке цистерн осуществляется в коллектор газообразного аммиака с давлением не более 0,4 МПа через испаритель и перегреватель-сепаратор.

Давление газообразного и жидкого аммиака из рукавов после заливки цистерн сбрасывается на факел сжигания, остаточное давление газообразного аммиака из рукавов, после сброса на факел сжигания, сбрасывается в атмосферу.

При необходимости слив жидкого аммиака из автомобильной цистерны может производиться в аварийную ёмкость.

Технологический процесс, описанный выше, налажен согласно ИТС 2-2015 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот» [1].

2.3 Анализ пожарной безопасности на территории склада аммиака

Взрывопожароопасные вещества и материалы, обращающиеся в технологических установках объекта представлены в иллюстративном материале «Основные свойства обращающихся веществ».

Взрывопожароопасность объекта обусловлена наличием в процессе газообразного аммиака.

При нормальном технологическом режиме аммиак не создает взрывопожароопасных ситуаций. Однако, при нарушении технологического процесса, аварийной разгерметизации технологических систем и поступлении газообразного аммиака в рабочие зоны возможно создание взрывопожароопасной ситуации. Основная опасность при изотермическом хранении аммиака – это выброс его в больших количествах и распространение зоны токсического поражения.

Чтобы бороться с утечками и выбросами нужно знать их характер. Например, в закрытом помещении в процессе охлаждения аммиака, утечки могут быть разных видов [2]. Примеры различных типов утечек из холодильной системы аммиака:

- Незначительные утечки из клапанов или фланцевых соединений. Утечки можно легко обнаружить по запаху.

- Утечка газа из трубы, соединяющей компрессор с испарителем или с трубой горячего газа, используемой для размораживания испарителей. Труба содержит теплый сжатый газ. Утечка может быть обнаружена по свистящему звуку из-за высокой скорости вытекания. Выпущенный газ практически растворится за пределами пробоины. После этого он поднимется в помещении вверх к потолку. В закрытом помещении большой выброс быстро создает опасную для жизни концентрацию. Если помещение плохо вентилируется, может образоваться легковоспламеняющаяся смесь.

- Утечка жидкости из трубы, соединяющей конденсатор с резервуаром среднего давления или с накопителем. Труба содержит теплую (около +30 °С) жидкость под давлением. Около 20% высвобожденной жидкости испаряется. Одновременно оставшаяся жидкость остывает до температуры кипения -33 °С, а струя жидкости разбрызгивается. Если струя не воздействует ни на какое препятствие, испарение капель аммиака охлаждает воздух, втянутый в струю. Затем атмосферная влажность конденсируется в густой туман. Обычно в помещении жидкая струя воздействует на какое-то препятствие. Затем часть жидкости образует лужу на полу. В закрытом помещении большой выброс быстро создает опасную для жизни концентрацию. Если помещение плохо вентилируется, может образоваться легковоспламеняющаяся смесь.

- Утечка жидкости из трубы, соединяющей резервуар среднего давления с резервуаром насоса. Труба содержит холодную (около -10 °С) жидкость под давлением. Около 8 % выпущенной жидкости превращается в пар. Одновременно остальная жидкость охлаждается до температуры

кипения $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ и вытекает через отверстия в изоляции к луже на полу или земле. Выброс охлаждает воздух и может быть сформировано немного тумана. Внутри помещения, большой выброс быстро формирует жизнеопасную концентрацию. Если помещение плохо проветривается, может образоваться легковоспламеняющаяся смесь.

- Утечка жидкости из трубы, соединяющей бак насоса с испарителем. Труба содержит очень холодную (около $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$) жидкость под давлением. Жидкость течет через отверстия в изоляции к луже на полу или на земле.

- Утечка жидкости из трубы, соединяющей испаритель с компрессором низкого давления. Труба содержит очень холодный (около $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$) аммиачный газ. Газ может находиться при парциальном вакууме. Затем воздух может попасть в систему охлаждения через пробойину. После выравнивания давления в трубе будет протекать холодный газ, который поднимается в помещении вверх к потолку.

- Поведение выброса аммиака на полу или земле. Небольшая часть разлива выкипает из-за тепла, проводимого у основания. Разлив на полу или тротуаре может закончиться в канализационной системе. Когда холодная жидкость контактирует с канализационной водой, от 67 до 90% ее растворяется, а оставшиеся от 10 до 33% испаряются.

Рядом со строящимся резервуаром проходит трубопровод природного газа. Опасность системы газоснабжения определяется свойствами природного газа, который способен образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

Природный газ, по степени своей чувствительности к возбуждению взрывных процессов относится к 4 классу «слабо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки больше 40 см)». Это значит, что при его выбросе детонация газо-воздушной смеси исключена. Возможно сгорание в дефлаграционном режиме. В зарубежных исследованиях выбросов природного газа в атмосфере не отмечалось взрывных явлений (детонации),

не зарегистрированы они и в отечественной промышленности. Это обусловлено свойствами метана.

При разгерметизации (возникновение утечки) газопровода чаще всего происходит истечение природного газа в атмосферу с последующим его рассеянием. Появление случайного источника воспламенения может привести к факельному горению. Формирование взрывных волн, способных привести к значимым разрушениям маловероятно.

В результате разгерметизации (разрушения) трубопровода возможны следующие аварийные ситуации:

- факельное горение истекающей газовой струи;
- формирование взрывоопасного облака, взрыв (дефлаграция) на открытой площадке;
- формирование и распространение зоны взрывоопасной загазованности, взрывы в загазованных помещениях.

Оценим размер дефектных отверстий на транзитном трубопроводе природного газа, при возникновении которых возможно образование взрывоопасных облаков или факельное горение создающих угрозу внешнего воздействия и разрушения резервуаров

Моделирование взрыва природного газа проводилось с целью определения влияния поражающих факторов взрыва на целостность существующего резервуара и проектируемого резервуара.

Максимальное давление взрыва при дефлаграционном режиме сгорания зависит от массы выброса и от степени загроможденности пространства.

Склад жидкого аммиака по степени загроможденности можно отнести к классу III – «средне загроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк». Последствия взрывов оценивались при следующих условиях:

- класс чувствительности природного газа – 4;

- агрегатное состояние – газовая смесь;
- вид окружающего пространства - средне загроможденное;
- тип взрыва – воздушный взрыв топливовоздушной смеси.

Информация о давлении взрыва при утечке на газопроводе приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Определение максимального давления взрыва.

Диаметр отверстия, мм	Расход природного газа, кг/с	Масса между концентрационными пределами распространения пламени, кг	Максимальное давление взрыва, кПа
12,5	1	20	4,6
25	3,8	165	9,3
50	15,3	1450	19,3
75	34,5	6000	31
100	61,3	15000	42

Возможное развитие пожара описано в приложении А

2.4 Система противопожарной защиты зданий, сооружений и агрегатов

2.4.1 Автоматическая пожарная сигнализация

Для пожарной сигнализации предусмотрены следующие технические средства:

- в помещении компрессии (корп. 021А) на потолке установлены взрывозащищенные дымовые пожарные извещатели ИП212-1В (степень защиты оболочки - IP54), на выходах из помещения компрессии установлены взрывозащищенные ручные извещатели ИП535-07е (степень защиты оболочки - IP67);

- в операторной, контроллерной, щитовой, гардеробных, коридорах, тамбурах на потолке установлены дымовые извещатели ИП212-ЗСУ, под фальшполом и за подвесным потолком установлены адресные дымовые извещатели ДИП-34А;

- во входных тамбурах корпуса 021А и на выходе из насосной пеноподдачи и создания водяных завес (корп. 027) установлены ручные пожарные извещатели ИПР-ЗСУ;

- на эстакаде налива жидкого аммиака (корп. 021 Б), на наружной установке (корпус 021F), на поддоне под сепаратор (корп. 029), на территории склада вблизи факельной установки высокого давления (корп. 024) установлены взрывозащищенные ручные пожарные извещатели ИП535-07е (степень защиты оболочки - IP67);

- сигнал о пожаре от адресных извещателей, установленных под фальшполом и за подвесным потолком, поступает на проектируемый контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ», установленный в операторной (корп. 021 А);

- сигнал о пожаре от извещателей, установленных в помещениях и вне зданий, поступает на прибор пожарной сигнализации «Сигнал-20М», установленный в операторной (корп. 021 А);

- сигнал о пожаре от проектируемого и существующего приборов «Сигнал-20М» через адресные расширители "С2000-АР2" поступает по двухпроводной линии связи на проектируемый контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ», установленный в операторной (корп. 021 А);
Далее сигнал о пожаре поступает:

1. через преобразователь интерфейсов «С2000-Ethernet» - на пульт пожарной части ПАО «КуйбышевАзот»;

2. через блок контрольно-пусковой «С2000-КПБ» - в систему оповещения при пожаре;

3. через реле УК-ВК - на отключение вентиляции при пожаре;

4. через контроллер системы АСУТП, установленный в помещении контроллерной - в систему СМИС.

Сигнал «Пожар» выдается при срабатывании не менее 2-х автоматических пожарных извещателей или 1-го ручного извещателя в одном из шлейфов.

На схеме пожарной сигнализации и оповещения при пожаре в графической части можно посмотреть структуру системы сигнализации. А расположение датчиков газового анализа показано на плане газового анализа.

2.4.2 Автоматические установки пожаротушения

Средства склада жидкого аммиака, предотвращающие распространение газового облака аммиака в случае пролива:

- дистанционное включение водяной завесы по периметру обвалования хранилищ при повышении концентрации аммиака до 25ПДК;
- дистанционное включение подачи пены на пролив, покрытие аварийных проливов аммиака пенораствором предусматривается из стационарных пеногенераторов, установленных по периметру обвалования.

Оповещение и управление эвакуацией людей при пожаре.

Своевременное оповещение людей и сигнализация о пожаре в его начальной стадии техническими или организационными средствами обеспечивается выбором современных средств пожарной сигнализации и оповещения при пожаре на базе оборудования из состава интегрированной системы охраны (ИСО) «Орион».

Система оповещения принимается по 1-ому типу с обеспечением подачи звуковых сигналов. Оповещение персонала при пожаре в зданиях, сооружениях и помещениях склада жидкого аммиака осуществляется через оповещатели из операторной (корп. 021 А).

Взрывозащищенные оповещатели ЕхООПЗ-2В-С-К-1 (степень защиты оболочки — IP55) устанавливаются в следующих корпусах и сооружениях:

1. помещение компрессии (корп. 021 А);
2. эстакада налива жидкого аммиака (корп. 021 Б);
3. наружная установка (корп. 021 Г);
4. поддон под сепаратор (корп. 029).
5. вблизи факельной установки (корп. 024,024А).

Оповещатели АС-24 устанавливаются в коридоре, гардеробных, комнате приема пищи корпуса 021А корпуса 021А и в насосной пеноподачи и создания водяных завес (корп. 027).

Оповещатели соединяются шлейфами оповещения, которые подключаются к блоку контрольно-пусковому «С2000-КПБ», установленному в операторной (корп. 021 А). Блок «С2000- КПБ» включает систему оповещения при получении сигнала о пожаре от проектируемого контроллера двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ».

2.4.3 Внутренний противопожарный водопровод

Внутреннее пожаротушение компрессии обеспечивается от существующих пожарных кранов Ду=50 мм. В расширяемой части помещения компрессии устанавливается дополнительный пожарный кран Ду=50 мм, который оборудован пожарным рукавом длиной 20 м и пожарным стволом.

Расход воды на внутреннее пожаротушение составляет 5,2 л/с (2 струи по 2,6 л/с).

Принципиальная схема системы хозяйственно-противопожарного водопровода представлена на плане сетей водоснабжения.

2.4.4 Автоматическая система управления

Контроль и управление технологическим процессом объекта осуществляется из помещения операторной, расположенной в здании компрессии с вспомогательно-бытовыми помещениями, корп. 021 А.

Электропитание потребителей системы управления АСУТП осуществляется по особой группе первой категории электроснабжения от двух независимых взаимно резервирующих вводов по питанию ~ 380 В, 50 Гц. На каждом вводе предусматривается источник бесперебойного питания (ИБП), обеспечивающий бесперебойность питания в течение 30 минут.

В случае отключения электроэнергии или прекращения подачи сжатого воздуха для питания систем автоматизации система контроля и управления обеспечивает перевод технологического объекта в безопасное состояние.

При прекращении эл. питания время автономной работы от внешних батарей предусмотрено в течении 30 мин при 100 % нагрузке на ИБП.

В случае прекращения подачи воздуха КИП для безаварийной остановки объекта предусмотрена буферная емкость (ресивер), обеспечивающая питание средств управления сжатым воздухом не менее одного часа.

Непрерывный контроль предусмотрен:

- в помещении компрессии на содержание паров аммиака с включением светозвуковой сигнализации в помещении, у каждого его входа и в операторной склада при достижении:

- ПДК - 20 мг/м³;
- 3 ПДК - 60 мг/м³;
- 25ПДК - 500 мг/м³;

- на наружных площадках склада жидкого аммиака и факельных установок на содержание паров аммиака с включением светозвуковой сигнализации в операторной склада и звуковой, по месту при достижении:

- ПДК - 20 мг/м³;
- 25ПДК - 500 мг/м³;

- на наружных площадках факельных установок с включением светозвуковой сигнализации в операторной и звуковой по месту при достижении 20 % нижнего концентрационного предела распространения пламени метана (НКПР).

При достижении в помещении компрессии содержания паров аммиака ПДК (20 мг/м³) предусматривается включение общеобменной вентиляции, при достижении содержания 3ПДК (60 мг/м³) - включение аварийной вентиляции, при 25ПДК (500 мг/м³) -автоматическое отключение компрессоров поз. К1, К2. При снижении текущего значения концентрации

ниже уровня ЗПДК, ПДК происходит возврат всех систем в исходное состояние без отключения общеобменной вентиляции.

Сигналы о загазованности по предельно - допустимой концентрации и нижнему концентрационному пределу распространения пламени в производственных помещениях, рабочей зоне открытых наружных установок передаются в систему ПАЗ.

При достижении содержания паров аммиака в районе существующего изотермического хранилища поз. 1 значения 25ПДК (500 мг/м³) автоматически включается водяная завеса и система пеноподачи.

При достижении содержания паров аммиака на наливной эстакаде значения 25ПДК (500 мг/м³) автоматически включается водяная завеса.

Сигналы о достижении концентрации паров аммиака 25ПДК (500 мг/м³) и 20% НКПР метана передаются в систему оповещения предприятия об аварийных ситуациях.

Все случаи загазованности регистрируются и документируются.

2.4.5 Системы связи

Для сообщения аварийным службам и главному диспетчеру завода о возникновении пожара или аварийной ситуации имеется телефонная связь. О возникновении пожара также можно сообщить и по ручному пожарному извещателю, расположенному с северной стороны корпуса 021А. Для оповещения персонала территория склада и всего завода снабжена громкоговорящими установками.

2.4.6 Противопожарная защита

Учитывая, что согласно статье 2 пункту 3 Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997г. [3], объект относится к I классу опасности к опасному производственному объекту чрезвычайно высокой опасности и в своем составе имеет блоки II и III категории взрывоопасности, в соответствии с выполнением требований п. 3.10 ФНП “Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и

нефтеперерабатывающих производств” [4] предусматривается система противоаварийной защиты (ПАЗ).

Система ПАЗ обеспечивает защиту персонала, технологического оборудования и окружающей среды в случае возникновения на объекте нештатной ситуации, развитие которой может привести к аварии.

Также для обеспечения пожарной безопасности складов жидкого аммиака в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 [5] предусматривается:

- а) система предотвращения пожара;
- б) система противопожарной защиты;
- в) организационно-технические мероприятия.

Система предотвращения пожара на объекте обеспечивается выполнением мероприятий по исключению образования горючей среды и появления в ней источников зажигания.

Предотвращение образования горючей среды обеспечивается:

а) применением, где это возможно, трудногорючих и негорючих материалов, а именно: кирпича, железобетона, керамзитобетона и металлопроката для основных несущих строительных конструкций, препятствующих распространению пожара; кабелей с медными жилами, с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика пониженной горючести;

б) максимально возможным ограничением объема горючих веществ, а именно:

- расположением существующего изотермического резервуара корп. 021 в земляном обваловании;
- выполнением поддонов под оборудование с жидким аммиаком, а именно: под железнодорожными путями на эстакаде налива жидкого аммиака (2 поддона, корп. 021Б); под дренажную емкость поз. Е-2 подземную глубиной 4 м (корп. 033); выполнением поддонов под

оборудование с маслом: винтовых компрессорных агрегатов поз. К-1,2 на отметке 0,000 м (корп.021А);

с) изоляцией горючей среды, а именно: выполнением противопожарных отсеков, укладываемых в нормативные величины: в здании аммиачной компрессии с размерами 48,38x12,0 м (корп. 021А); раздельной прокладкой кабелей различного назначения; применением разделителей кабельных потоков в случае совместной прокладки кабелей различного назначения в одном лотке;

д) поддержанием безопасной концентрации среды в соответствии с нормами и правилами, а именно: для безопасного ведения технологического процесса предусмотрен контроль загазованности воздуха рабочих зон помещений и наружных установок на содержание токсичных и горючих веществ.

В помещении компрессии категории А запроектирована общеобменная приточно-вытяжная вентиляция и предусмотрена блокировка общеобменной вытяжной системы В1 с газоанализатором, настроенным на превышение ПДК аммиака 20 мг/м³.

2.4.7 Молниезащита и защита от статического электричества

Молниезащита выполнена согласно требованиям следующих нормативных материалов:

- ПУЭ. Правила устройства электроустановок [6];
- Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО153-34.21.122-2003 [7];
- Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 [8].

Согласно СО 153-34.21.122-2003 производство аммиака отнесено к специальным объектам химического назначения с минимально доступным уровнем надежности защиты от прямых ударов молнии в пределах 0,9-0,999.

На основе документа РД 34.21.122-87 здания и сооружения склада жидкого аммиака отнесены ко II категории молниезащиты.

Комплекс мероприятий по молниезащите включает в себя защиту от прямых ударов молнии, вторичных ее проявлений и заноса высокого потенциала.

Заземляющие устройства защитного заземления электроустановок и молниезащиты принимаются общими (ПУЭ глава 1.7, пункт 55).

Для защиты от прямых ударов молнии преимущественно используются естественные молниеприемники (металлоконструкции эстакад, зданий, технологические аппараты при толщине металла не менее 4 мм).

Молниезащита склада жидкого аммиака осуществляется отдельно стоящими молниеприемниками.

Технологические трубопроводы при переходе с эстакад в здания подлежат заземлению с тем, чтобы исключить занос высокого потенциала в помещения.

Защита от вторичных проявлений молнии и статического электричества в помещениях и наружных установках выполняется методом присоединения трубопроводов или их трубных опор к сети заземления.

Внутренняя сеть заземления в зданиях присоединяется к заземляющим устройствам в подземной части для исключения заноса высокого потенциала с наружной стороны здания.

Защитное уравнивание потенциалов должно обеспечивать равенство потенциалов проводящих частей в различных зонах размещения электрооборудования.

Равенство потенциалов достигается методом электрического соединения металлических проводящих частей (строительные металлоконструкции технологических эстакад, кабельные лотки, подземные трубопроводы), которые размещены между отдельными зонами производства и должны обеспечивать непрерывную электрическую цепь.

Следовательно, заземляющие устройства в различных частях установки объединяются в единую систему заземления с достаточно низким сопротивлением заземления.

Технологическое оборудование, трубопроводы, в которых может возникнуть статическое электричество, оборудование всех систем вентиляции и воздухопроводы, проходящие по помещениям с зонами классов В1-6, П-I заземляются.

С целью защиты персонала от поражения электрическим током при пробое изоляции, защиты от статического электричества и опасных воздействий молнии предусматривается комплексное заземляющее устройство (КЗУ), состоящее из магистральных заземлителей, искусственных и естественных заземляющих устройств, защитных проводников.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током проектом предусматриваются мероприятия по заземлению и занулению всех металлических частей установок, нормально не находящихся под напряжением в соответствии с главами 1.7 и 7.3 ПУЭ.

По совокупности требований ПУЭ 1.7.57, 1.7.62, 1.7.65 сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.

В производстве аммиака применительно к- мерам электробезопасности используются следующие электроустановки:

- напряжением 6 кВ в сети с изолированной нейтралью;
- напряжением 0,4 кВ в сети с глухозаземленной нейтралью.

Для электроустановок напряжением 0,4 кВ принята система TN-S, в которой нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) разделены на всем протяжении.

Для электроустановок 6 кВ принята система IT, в которой нейтраль источника питания изолирована, а открытые проводящие металлические части заземлены с использованием заземляющего устройства.

В пятипроводной системе TN-S нулевой рабочий проводник (N) на всем протяжении не должен соединиться с защитным проводником PE.

Вместе с тем, защитный проводник РЕ может косвенно соединяться с другими заземляющими устройствами и протекание тока по этому проводнику возможно только при замыкании фазных проводников на землю в этой системе.

Рабочий ток не должен протекать по проводнику РЕ.

Заземляющие устройства предусматриваются для следующих целей: - защитное заземление электроустановок напряжением 6 кВ в сетях с изолированной нейтралью;

- защитное заземление электроустановок напряжением 0,4 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью;

- защита от прямых ударов молнии и вторичных ее проявлений; - защита от статического электричества;

- защита от заноса высокого потенциала в здания по технологическим эстакадам;

- защитное уравнение потенциалов.

2.5 Порядок привлечения сил и средств на объект ПАО «КуйбышевАзот» для оперативно-тактических действий по обеспечению пожарной безопасности

Обеспечение ПБ на объекте – это не только системы предотвращения пожара или пожаротушения, но и организация взаимодействия с подразделениями пожарной охраны.

«С целью координации деятельности различных видов пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований при реагировании на пожары и чрезвычайные ситуации различного характера на территории субъектов Российской Федерации и муниципальных образований создаются гарнизоны пожарной охраны (соответственно - территориальные и местные). Местные гарнизоны пожарной охраны входят в состав соответствующих территориальных гарнизонов пожарной охраны» [9].

В Тольятти районы выезда гарнизонов пожарной охраны утверждаются начальником главного управления МЧС России по Самарской области.

«Общее руководство территориальным гарнизоном пожарной охраны осуществляется начальником Главного управления.

Начальниками гарнизонов пожарной охраны являются:

территориального - старшее должностное лицо Главного управления, из числа начальствующего состава федеральной противопожарной службы (далее - ФПС), допущенное в установленном порядке к руководству тушением пожаров;

местного - начальник подразделения ФПС по обеспечению пожарной безопасности муниципального образования или сотрудник ФПС, допущенный в установленном порядке к руководству тушением пожара; при отсутствии на территории муниципального образования ФПС - должностное лицо подразделения иных видов пожарной охраны, определяемое начальником Главного управления по согласованию с органом местного самоуправления и имеющее обязательный допуск для выезда на пожары в качестве руководителя тушения пожара.

Начальники территориального и местного гарнизонов пожарной охраны, являющиеся сотрудниками ФПС, назначаются приказом начальника Главного управления по согласованию с начальником соответствующего регионального центра по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Начальник местного гарнизона пожарной охраны, не являющийся сотрудником ФПС, назначается приказом руководителя органа местного самоуправления и согласовывается с начальником соответствующего Главного управления.

Подразделения ФПС, созданные в целях организации профилактики и тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях (далее - ЗАТО), а также в особо важных и режимных организациях (специальные и воинские подразделения) на территории

гарнизона пожарной охраны, входят в состав соответствующего гарнизона пожарной охраны» [9].

К обязанностям начальника объектового подразделения пожарной охраны относятся:

- «Основные обязанности начальника гарнизона пожарной охраны:
- организация и контроль гарнизонной службы;
- определение должностных лиц гарнизона пожарной охраны и разработка их должностных обязанностей;
- определение порядка руководства тушением пожаров;
- определение порядка выезда оперативных должностных лиц гарнизона пожарной охраны на пожары и проведение аварийно-спасательных работ, а также их компетенции;
- организация в установленном порядке получения допусков на право руководства тушением пожаров оперативных должностных лиц гарнизона пожарной охраны;
- руководство нештатными службами гарнизона пожарной охраны;
- организация пожарно-тактической подготовки в гарнизоне пожарной охраны;
- обобщение передового опыта несения службы пожарной охраны;
- организация и руководство работой опорных пунктов по тушению крупных пожаров (далее - ОПТКП);
- организация нештатных оперативных штабов пожаротушения, определение порядка их привлечения к тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ;
- контроль за выполнением правил охраны труда при несении гарнизонной службы» [9].

Для быстрого реагирования на вызов в гарнизоне ПО организуется дежурство или иными словами гарнизонная служба. В число задач, выполняемых гарнизонной службой входят:

«создание необходимых условий для эффективного применения сил и средств гарнизона пожарной охраны при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ;

создание единой системы управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны;

организация взаимодействия со службами жизнеобеспечения;

организация и проведение совместных мероприятий всех видов пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований, входящих в гарнизон пожарной охраны» [9].

Для решения этих задач гарнизон:

«планирует применение сил и средств гарнизона пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ;

осуществляет учет и контроль состояния сил и средств гарнизона пожарной охраны;

обеспечивает профессиональную и иные виды подготовки личного состава гарнизона пожарной охраны, в том числе должностных лиц гарнизона пожарной охраны, путем проведения пожарно-тактических учений, соревнований, сборов, семинаров и иных мероприятий в гарнизоне пожарной охраны;

организует связь при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ;

обеспечивает работоспособность системы приема и регистрации вызовов, а также систем информационного обеспечения пожарной охраны;

разрабатывает и осуществляет мероприятия по привлечению личного состава гарнизона пожарной охраны, свободного от несения службы, к тушению пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;

разрабатывает и заключает соглашения (утверждает совместные инструкции) по осуществлению взаимодействия со службами жизнеобеспечения и др.» [9].

Для того чтобы не было путаницы в порядке привлечения сил и средств пожарной охраны для тушения пожара или устранения аварии разрабатываются План привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, Расписание выездов подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ. План привлечения действует на региональном уровне, а расписание выездов на местном.

«1.10. Разработку Плана привлечения на территории субъекта Российской Федерации, Расписания выезда в городе федерального значения обеспечивает начальник территориального гарнизона пожарной охраны.

1.11. Разработку Расписания выезда на территории муниципального района, городского округа (далее - муниципальное образование) обеспечивает начальник местного гарнизона пожарной охраны» [9].

Руководитель пожарной охраны предоставляет необходимые сведения о технике и оборудовании, стоящих на вооружении гарнизона, о районах выезда, о количестве личного состава для последующей разработки плана или расписания.

«План привлечения (Расписание выезда в городе федерального значения), согласованный с начальником Главного управления и начальником органа управления специальных подразделений ФПС (при их наличии), представляется начальником соответствующего территориального гарнизона пожарной охраны на утверждение руководителю высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации.

Количество сил и средств подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на сопредельных территориях двух и более субъектов Российской Федерации определяется руководством соответствующих региональных центров по делам гражданской обороны, чрезвычайным

ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по согласованию с высшими исполнительными органами государственной власти заинтересованных субъектов Российской Федерации» [9].

Для ликвидации пожаров, загораний и аварий используются подразделения тольяттинского гарнизона, выезжающие по второму и третьему номеру вызова. Время следования к месту вызова ближайшего подразделения ПЧ-35 на двух автоцистернах составляет 5 минут. При полном разрушении изотермического хранилища прибывающих сил по третьему номеру недостаточно, поэтому объявляется чрезвычайная ситуация, организуется сбор л/с тольяттинского гарнизона по ГО, комплектуется резервная техника, привлекаются пожарные подразделения г. Жигулевска, Сызрани, Самары, воинские подразделения (по решению УГПС Самарской области и штаба ГО и ЧС г. Тольятти).

В части наличия средств пожаротушения предусмотрены: пожарные краны, гидранты, азот. Кроме того, тушение возможного пожара и проведение спасательных работ на складе обеспечиваются конструктивными, объемно-планировочными, инженерно-техническими и организационными мероприятиями.

Состав средств спасения ПСЧ-35:

а) пневматическое прыжковое спасательное устройство (ППСУ-20) - 1 шт.;

б) дыхательные воздушные аппараты АП 98-7к - 11шт. (в боевом расчете);

в) ручные пожарные лестницы, спасательные веревки - по нормам комплектации АТТ.

Состав средств оперативной связи ПСЧ-35:

а) телефонная связь;

б) радиостанции:

- стационарная на пункте связи ПСЧ-35;

- мобильные на АЦ;

- переносные у личного состава ПСЧ-35;

в) автоматическая пожарная сигнализация и ручные пожарные извещатели, выведенные на пульт связи части.

В таблице 2 указаны типы и количество пожарных автомобилей, привлекаемых при ЧС.

Таблица 2 - Силы и средства, привлекаемые для ликвидации аварии и время их сосредоточения

Ранг пожара	Подразделение, место дислокации	Количество и тип пож. автомобилей, шт	Численность боевого расчета, чел	Расстояние от ПЧ до места пожара, км	Время следования зимнее/летнее, мин	Время развертывания сил и средств, мин	Примечание
2	ПЧ-35, Новозаводская, 6	АЦ-40/2	8	2	5/4	2	Требуется еще 8 ГДЗ
	ПЧ-28 Новозаводская, 31	АЦ-40/1 ПНС- 110/1 АР-2/1	6	5	10/8	2 7	Требуется еще 20 ГДЗ
	ПЧ-79 Новозаводская, 7	АЦ-40/1	4	3	9/7	2	Требуется еще 4 ГДЗ
	ПЧ-86 Комсомольская ,119	АЦ-40/1 АЛ-30/1	5	7	13/11	2	Требуется еще 4 ГДЗ
3	ПЧ-13	АЦ-40/1	4	15	25/20	3	Требуется еще 4 ГДЗ

	ПЧ-70	АЦ-40/1	4	15	25/20	3	Требуется еще 4 ГДЗ
ЧС	ПЧ-35	АЦ-40/1	6	2	5/4	3	Резерв по сигналу ГО
	ПЧ-28	АЦ-40/1	6	5	10/8	3	
	ПЧ-65	АЦ-40/1	6	15	25/20	3	
	ПЧ-76 НТЦ ВАЗА	АЦ-40/1	6	15	25/20	3	
	ПЧ-36 АвтоВАЗ	ПНС- 110/1 АР-2/1	2	15	25/20	5	В резерв

2.6 Организация надзорной деятельности за обеспечением противопожарного режима на территории химического склада

Государственный надзор за обеспечением противопожарного режима на складе аммиака осуществляет инспектор ОГПН городского округа Тольятти и муниципального района Ставропольский. Также постоянный надзор ведут ОГПН ЗАТО.

«Деятельность государственных инспекторов осуществляется в соответствии с планами, разрабатываемыми в органах управления и подразделениях ГПС МЧС России в установленном МЧС России порядке, а также с их личными планами-графиками работы, составленными в соответствии с их должностными обязанностями.

Мероприятия по осуществлению ГПН включаются в планы органов управления и подразделений ГПС МЧС России в качестве самостоятельного раздела» [10].

Мероприятия, проводимые органами ГПН основываются на статистике пожаров в определённой отрасли и состоянии пожарной безопасности самого объекта. Сама же статистика обновляется по результатам надзорной деятельности.

«Населенные пункты и объекты закрепляются в установленном порядке за государственным инспектором по территориальному или ведомственному признаку.

При закреплении по территориальному признаку государственный инспектор осуществляет надзор за соблюдением требований пожарной безопасности во всех населенных пунктах и объектах, расположенных на закрепленной территории.

При закреплении по ведомственному признаку государственный инспектор осуществляет надзор за соблюдением требований пожарной безопасности на всех объектах министерства, другого федерального органа исполнительной власти, отрасли, независимо от места их расположения на обслуживаемой органом ГПН территории» [10].

В органах ГПН сохраняют, систематизируют и анализируют информацию, полученную при проверке инспектором, которая в основном состоит из учёта:

«мероприятий по контролю на обслуживаемой территории;
населенных пунктов, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в том числе осуществляющих на обслуживаемой территории деятельность (работы, услуги) в области пожарной безопасности, подлежащую лицензированию;

предприятий, осуществляющих производство, выпуск и реализацию товаров (работ, услуг), подлежащих обязательной сертификации, а также выпускающих продукцию повышенной пожарной опасности (нагревательных приборов, пиротехнических изделий, изделий бытовой химии и др.);

новостроек, реконструируемых объектов;

автоматических систем противопожарной защиты;

граждан, имеющих лицензию на право проектирования и строительства;

юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, выполняющих проектные и проектно-изыскательские работы;

консультаций, оказанных юридическим лицам и гражданам» [10].

Согласно ФЗ №116 "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", склад жидкого аммиака цеха №11 ПАО «КуйбышевАзот» относится к I классу опасности опасных промышленных объектов и проверяется органами ГПН не чаще 1 раза в 3 года.

2.7 Статистический анализ пожаров

Аммиак трудногорюч, поэтому случаи его возгорания на промышленных объектах можно посчитать на пальцах. Но если взять химическую отрасль в целом, то данные будут обширнее. В 2016 году научные сотрудники Академии ГПС МЧС России Смирнов А.В. и Хабибулин Р.Ш уже провели статистический анализ за 2011-2015 года по этой отрасли.

«Результаты анализа показывают, что ежегодное количество пожаров находится в диапазоне от 30 до 50 в год. Согласно проведённому анализу за 2011-2015 гг., произошло 184 пожара.

Анализ причин пожаров показал, что основными причинами являются: нарушение устройства и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и установок, неудовлетворительное состояние технических устройств, зданий и сооружений, а также несовершенство технологий или конструктивные недостатки.

Причины пожаров на объектах химической и нефтехимической промышленности можно классифицировать на следующие основные группы:

1. Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования.
2. Нарушение правил устройства и эксплуатации печей.
3. Нарушение устройства и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и установок.
4. Неосторожное обращение с огнем» [11].

Большинство пожаров на предприятиях химии и нефтехимии (95%) связано со взрывами различных химических веществ, причем 54% – внутри

аппаратуры, а 46% – в производственных помещениях и на наружных технологических установках.

Более наглядно статистику можно посмотреть в графической части.

Аварии с выбросом аммиака перечислены в Приложении Б.

3 Научно-исследовательский раздел

3.1 Выбор объекта исследования, обоснование

Объектом исследования был выбран изотермический резервуар жидкого аммиака.

Ни для кого не секрет, что химическая промышленность – это отрасль, нагруженная огромным количеством технологических процессов, агрегатов и соответственно рисков возникновения ЧС. Любой этап производства химического вещества представляет опасность, в той или иной степени. Хранение – тоже немаловажный этап и мне показалось интересным сделать свою исследовательскую работу именно по складу аммиака.

3.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности

Аммиак, согласно справочнику «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов» [12] - бесцветный газ с удушливым резким запахом, температура кипения $-33,4^{\circ}\text{C}$, плотность в сжиженном состоянии $681,4 \text{ кг/м}^3$, растворимость в воде 34,2%. Пределы взрываемости 15-28%, максимальное давление взрыва аммиачно-воздушной смеси – $0,58 \text{ Мпа}$. При сгорании аммиачно-воздушной смеси на открытом пространстве, взрывная волна не образуется. Температура самовоспламенения 650°C . Минимальная энергия зажигания – 680 мДж/кг , поэтому аммиак поджигается только очень мощным источником огня. Из-за низкой теплотворной способности аммиака,

возможность самоподдерживающегося диффузионного горения не обеспечивается даже при истекающей стехиометрической аммиачно-воздушной газовой смеси. Для сжигания газообразного аммиака на факеле требуется подача 20% горючего (метан, пропан-бутан). Жидкий аммиак - трудногорючее вещество. Порог восприятия – 0,037 мг/л, ПДК в воздухе рабочей зоны производственного помещения – 0,02 мг/л, а в атмосферном воздухе территории промышленного предприятия – 0,007 мг/л, в воздухе населенного пункта – 0,0002 мг/л.

Рядом с новым строящимся изотермическим резервуаром жидкого аммиака проходит трубопровод с природным газом. Природный газ - газообразная смесь, состоящая из метана и более тяжелых углеводородов, азота, диоксида углерода, водяных паров, серосодержащих соединений, инертных газов. Пожаровзрывоопасные свойства метана: энергия зажигания \min 0,28 мДж, нормальная скорость горения \max 0,338 м/сек, давление взрыва \max 7,2 кгс/см², взрывоопасное содержание кислорода при разбавлении метановоздушных смесей \min : углекислым газом 15,6%, азотом 12,8%, концентрация предупреждения взрыва при аварийном истечении метана и тушения факела в закрытых объемах \min : углекислого газа 26%, азота 39%, температура самовоспламенения 537 °С.

Аммиачно-воздушные смеси на открытых пространствах не поджигаются. Горение наблюдается только в присутствии факела, а при его удалении прекращается. Теплоты сгорания недостаточно для поддержания распространения пламени на открытых пространствах даже в дефлаграционных режимах. Распространение пламени с повышением давления возможно только в замкнутых и полужамкнутых пространствах (помещение, оборудование). Взрывы аммиачно-воздушных смесей на открытых пространствах практически невозможны. Таким образом, для рассматриваемого склада изотермического хранения аммиака опасность определяется только токсичными свойствами аммиака.

Уровни индивидуального риска, зависящие от расстояния и поражающих факторов продемонстрированы на рисунке 1.

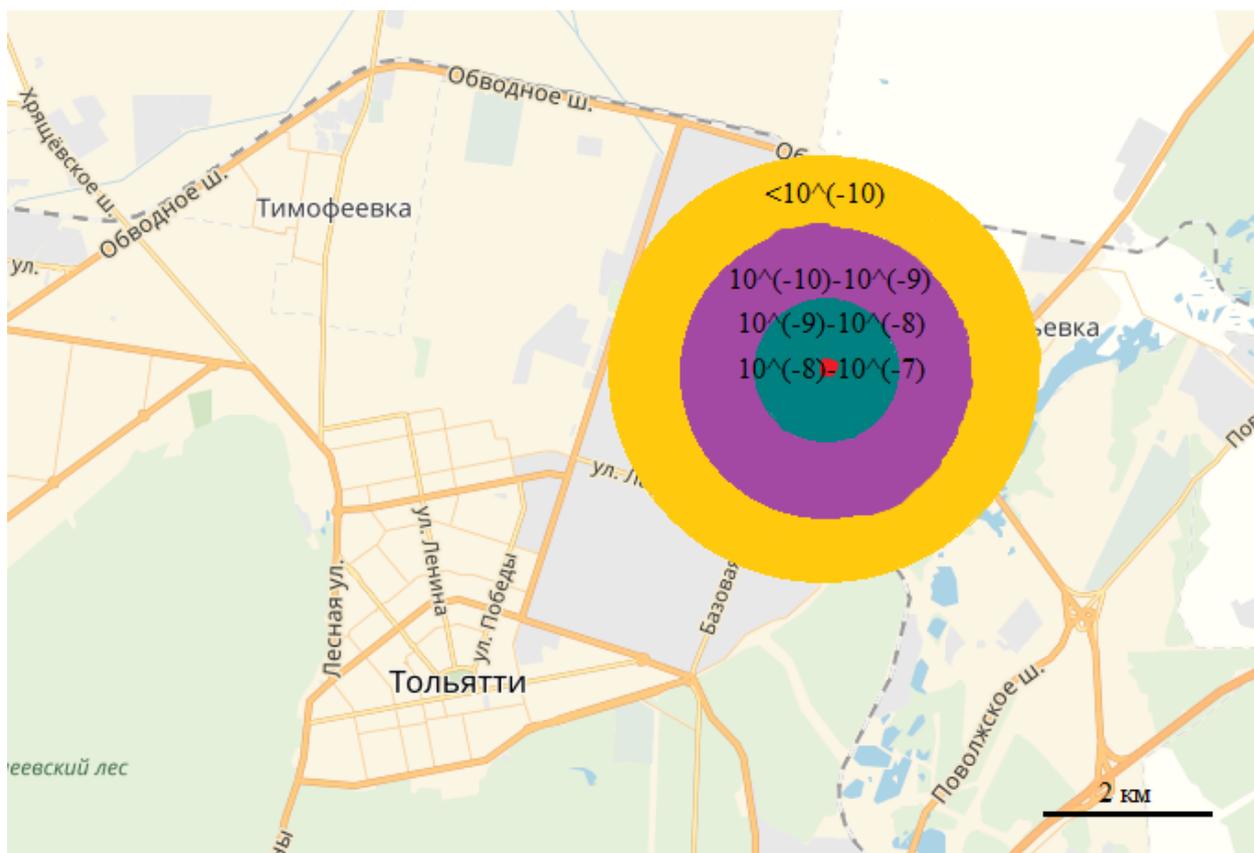


Рисунок 1 - Карта опасности техногенных факторов

3.3 Предлагаемое изменение в системе пожаротушения

Основным гарантом техносферной безопасности при утечке жидкого аммиака является система комбинированного пожаротушения. Рядом с изотермическим резервуаром она представлена аварийным душем, генераторами пены и стационарными стволами пеноподдачи. Особенностью системы дозирования пеноподдачи является использование пропорциональных дозаторов, используемых вместе с 2 баками-дозаторами. Их недостаток состоит в том, что из-за сужения выходного отверстия дозатора возникают большие потери в давлении (30%-40%) и, следовательно, повышается расход пенообразователя. Также при хранении пенообразователя в баке-дозаторе невозможно контролировать его уровень и перемешивать, что приводит к его преждевременной порче.

Чтобы снизить потери давления на выходе системы пеноподдачи предлагаю заменить пропорциональные дозаторы на электронную систему дозирования пенообразователя, представленную на рисунке 2.



Рисунок 2 – Электронная система дозирования пенообразователя

Электронная система дозирования пенообразователя состоит из: насоса-дозатора, который обеспечивает такой впрыск пенообразователя, который необходим для создания необходимой кратности пенного раствора; электромагнитного расходомера, контролирующего работу установленного на нагнетательной линии насоса-дозатора; шкафа автоматизации. Схема работы шкафа автоматизации показана на рисунке 3.

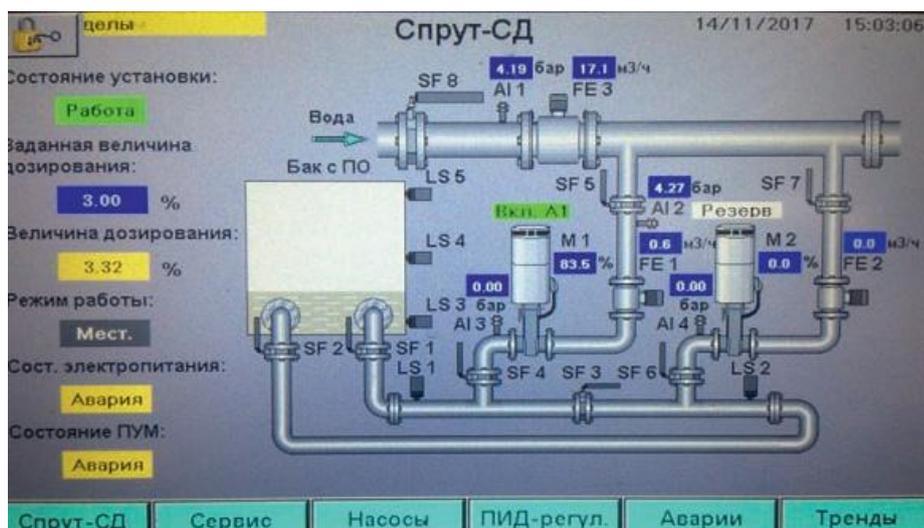


Рисунок 3 – Схема работы электронной системы дозирования пенообразователя

«Принцип действия такой установки заключается в следующем: расходомер, расположенный на основной магистрали, определяет количество проходящей через него воды и передает данный сигнал на шкаф автоматизации. Шкаф автоматизации при помощи частотного преобразователя управляет насосом-дозатором таким образом, чтобы перекачиваемый пенообразователь данным насосом подавался в основную магистраль с давлением, превышающим давление в основной магистрали на 0,1–0,2 Мпа, и в количестве, соответствующем заранее заданной пропорции. Другими словами, насос-дозатор обеспечивает такой впрыск пенообразователя, который необходим для создания необходимой кратности пенного раствора. А контроль за работой насоса-дозатора осуществляет электромагнитный расходомер, установленный на нагнетательной линии насоса-дозатора» [13].

Каждый тип дозатора имеет своё преимущество. Электронная система дозирования не исключение.

«Основным преимуществом такого решения является отсутствие заужений и устройств, работающих на основе энергии воды, на магистральной линии. И, как следствие, отсутствие дополнительных потерь в магистрали, что, в свою очередь, не требует увеличения мощности магистрального насоса и диаметра магистрального трубопровода. Изделие также позволяет не только получать пенный раствор, но и хранить пенообразователь, контролировать его уровень и с заданным периодом времени автоматически перемешивать его (требование п. 5.9.23 СП 5.13130.2009)» [13].

Такие системы дозирования обеспечивают создание пены любой кратности за счёт электронных методов подачи и смешения пенообразователя. Они могут визуально отображать свое состояние, давление, расход воды в магистрали и передавать эти сигналы на диспетчерский пост.

3.3.1 Организация проведения спасательных работ

На объекте постоянно находятся 3 человека и 2 только в рабочие дни, часы. Максимальное количество присутствующего персонала – 5 человек. Эвакуация проводится по плану эвакуации из здания компрессии и генеральному плану. Скорее всего спасать будет некого.

3.3.2 Организация ликвидации аварии подразделениями пожарной охраны

В качестве объекта возьмём изотермический резервуар, который будут заливать водой.

Для осаждения аммиака применяют ручные стволы А с насадками типа «елочка», НРТ-5 или НРТ-10 и стволы-лопатки. Расход воды из одного ствола – 7 л/сек, глубина работы ствола – 5 м, интенсивность подачи воды – 0,25 л/сек.

Обвалование изотермического хранилища имеет форму квадрата со стороной 71 м и исходя из этого максимальный фронт распространения облака при аварии будет равен периметру обвалования – 284 м.

Часть фронта, защищаемого одним стволом:

$$P_{\text{ств}} = \frac{q_{\text{ств}}}{J \cdot h} \quad (3.1.1)$$

где $q_{\text{ств}}$ – расход воды из одного ствола,

J – интенсивность подачи воды,

h – глубина работы ствола.

$$P_{\text{ств}} = \frac{7}{0,25 \cdot 5} \approx 6 \text{ м} \quad (3.1.2)$$

Определяем требуемое количество стволов:

$$N_{\text{ств}} = \frac{P}{P_{\text{ств}}}, \quad (3.2.1)$$

где P – периметр обвалования.

$$N_{\text{ств}} = \frac{284}{6} = 48 \text{ ств} \quad (3.2.2)$$

Определяем фактический расход воды:

$$Q_{\text{ф}} = N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}} = 48 \cdot 7 = 336 \text{ л/с} \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{ф}} = 336 \text{ л/с} > Q_{\text{пкв}} = 147,2 \text{ л/с}$$

Объект не обеспечен пожарно-хозяйственной водой для ликвидации аварии на складе жидкого аммиака корп.021. Поэтому необходимо использовать речные пожарные гидранты и чаши градирен водооборотного цикла цеха №11.

Определяем необходимое количество основных пожарных машин с учетом, что одна автоцистерна подает 4 ствола:

$$N_{\text{м}} = \frac{N_{\text{ств}}}{4} = \frac{48}{4} = 12 \text{ АЦ-40} \quad (3.4)$$

Определяем требуемое количество личного состава:

Исходя из тактических соображений, т.к. все ствольщики находятся в зоне видимости друг друга, принимаем 48 звеньев ГДЗС по 2 человека (из расчета 1 звено на каждый ствол).

$$N_{\text{лс}} = N_{\text{ств}} \cdot 2 + N_{\text{м}} \cdot 1 + N_{\text{связ}} + N_{\text{пост}} = 48 \cdot 2 + 12 + 2 + 48 = 158 \text{ чел.} \quad (3.7)$$

Определяем требуемое количество основных пожарных подразделений:

$$N_{\text{отд}} = \frac{N_{\text{лс}}}{5} = \frac{158}{5} = 32 \text{ отделения} \quad (3.5)$$

Расстановку сил и средств пожарных подразделений можно посмотреть в Приложении В.

3.3.3 Организация тушения пожара обслуживающим персоналом

организации до прибытия пожарных подразделений

Выдержка из внутренней инструкции на случай пожара для должностных лиц ПАО «КуйбышевАзот»:

1. Общие положения.

Ответственным за руководство АСР является руководитель работ по локализации и ликвидации аварийной ситуации ПАО «КуйбышевАзот». Он создает оперативный штаб, который собирает информацию о ходе развития аварийной ситуации и регистрирует принятые меры по ее локализации и ликвидации. Штаб принимает решения по оперативным действиям в зоне аварии и за ее пределами; координирует действия персонала объекта по производству аммиака и всех служб, привлеченных для локализации и ликвидации аварии.

Руководитель ответственного за руководство АСР имеет право заменить его или принять на себя руководство локализацией и ликвидацией аварийной ситуации.

На командном пункте не должно быть посторонних.

При ликвидации аварийной ситуации ведётся журнал, где фиксируется время и результаты выполнения выданных заданий.

Прибывшие лица для участия в АСР сообщают о своем прибытии ответственному руководителю и по его указанию приступают к исполнению обязанностей.

Исполнители и должностные лица обязаны информировать ответственного руководителя о процессе выполнения его распоряжений.

Работы в зоне утечки аммиака выполняют аварийно-спасательные формирования ВГСО ПАО «КуйбышевАзот» (профессиональные).

Ответственным руководителем работ является – начальник цеха 11, до его прибытия- старший мастер смены цеха 11(в которой произошла авария)

2. Обязанности ответственного руководителя работ.

Ответственный руководитель работ должен: оценить обстановку и принять меры по оповещению смежных цехов предприятия и при необходимости смежные предприятия и население города; оцепить зону выброса, пожара; принять срочные меры по проведению АСР; организовать эвакуацию людей; перекрыть въезд на территорию всем, кто не участвует в ликвидации аварии; следить за выполнением инструкций персоналом; предоставлять информацию об аварии руководству предприятия, территориальным органам Ростехнадзора, Государственному инспектору труда, а при особо тяжёлой аварии – территориальные органы МЧС России, органы управления г.о.

3. Обязанности главного инженера ПАО «КуйбышевАзот» (технического руководителя предприятия)

Технический руководитель предприятия должен: немедленно прибыть в отделение приема и хранения сырья цеха 11, сообщить об этом Ответственному руководителю и обеспечить организацию пострадавшим своевременной медицинской помощи; привлечь опытных рабочих и специалистов в бригады для дежурства и выполнения работ для ликвидации и локализации аварии, а также для своевременной доставки необходимого оборудования и материалов. Технический руководитель ответственен за транспорт, необходимый для ликвидации аварии; доставку аварийно-спасательных инструментов и оборудования; отдых и организацию приёма пищи при продолжительности работ более 6 часов; организацию связи между структурными подразделениями предприятия и с комиссией по чрезвычайным ситуациям.

4. Обязанности диспетчера ОАО «КуйбышевАзот»:

При получении сообщения об аварии немедленно прекратить переговоры, не имеющие непосредственного отношения к ней.

Проинформировать об аварийной ситуации должностных лиц. Ведомства и организации согласно утвержденного списка – приложение ПЛАС цеха 11.

При аварии в масштабе отделения приема и хранения сырья цеха 11 до прибытия главного инженера диспетчер (по телефону) выполняет обязанности Ответственного за проведение АСР в соответствии с ПЛАС цеха 11.

По прибытии главного инженера диспетчер должен его известить об обстановке в зоне аварийной ситуации.

5. Начальник отдела охраны труда и промбезопасности – ВГСО (руководитель аварийно-спасательной службы) должен:

Согласно заданиям ответственного руководителя и оперативной частью ПЛАС цеха 11 организовать газоспасательные работы и руководить ими.

Определить загазованную зону, держа связь с ответственным руководителем, выставить дежурные посты и вывесить предупредительные знаки.

Проводить работы самостоятельно в соответствии с мероприятиями ПЛАС цеха 11 пока не пребудет ответственный руководитель.

6. Обязанности начальника цеха

Начальник цеха обязан:

При получении сообщения об аварийной ситуации немедленно прибыть в цех или на место аварии и доложить об этом ответственному руководителю работ.

Исполнять задания ответственного руководителя.

Исполнять обязанности ответственного руководителя, до его прибытия на место аварии, руководствуясь ПЛАС.

7. Начальник смены цеха должен:

Немедленно сообщить об аварии начальнику цеха, диспетчеру предприятия, ГСС, пожарную часть предприятия.

Организовать АСР в соответствии с мероприятиями ПЛАС и создавшейся обстановкой до прибытия ответственного руководителя.

8. Заместитель начальника цеха обязан

Организовать НАСФ из персонала цеха, аттестованных на проведение АСР в установленном порядке, и руководить их работой.

Информировать ответственного руководителя о текущем состоянии технологического процесса.

Перевести нормальный технологический режим на режим безопасной остановки исходя из условий аварии.

9. Сменный персонал цеха должен:

Немедленно сообщить об аварийной ситуации начальнику смены.

Эвакуировать людей из опасной зоны и, под руководством начальника смены, начать работу по локализации и ликвидации аварии согласно ПЛАС.

10. Главные специалисты предприятия (главный механик, главный энергетик, главный приборист, начальник ПО, начальник ТО):

Создают специализированные бригады из указанных служб для выполнения АСР и восстановлению нормальной работы агрегата аммиака.

Согласно распоряжениям ответственного руководителя, обеспечить работу энерготехнологического оборудования, сигнализации, средств связи, функционирование паровых, тепловых и других сетей, включение и выключение электроэнергии.

11. ИТР и технологический персонал цеха № 11, мастера, бригадиры и рабочие смежных цехов, должны выполнять необходимые мероприятия в соответствии с ПЛАС и оповещать о своих действиях ответственного руководителя.

12. Работники МСЧ-4 обязаны незамедлительно выехать по вызову на место ЧС и после встречи их в цехе 11 оказать первую медицинскую помощь пострадавшим, в дальнейшем находиться на безопасном расстоянии на месте проведения АСР.

3.3.4 Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения организации и города

Инструкции о порядке взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения завода:

С диспетчером завода

- Радиотелефонист 35-ПЧ, получив сообщение о пожаре, аварии, высылает дежурный караул к месту вызова, сообщает диспетчеру завода адрес происшедшего случая.

- Если сообщение о пожаре, аварии поступит раньше диспетчеру завода, то он обязан немедленно по прямому телефону сообщить в 35-ПЧ о случившемся.

- Диспетчер завода в случае аварии, пожара немедленно ставит в известность руководство завода по особому списку, утвержденному главным инженером завода.

- Диспетчер завода в период ликвидации аварии, пожара обязан по заявке руководителя ликвидации аварии потребовать от руководителей соответствующих служб обеспечить аварийный цех материалами, техникой (грузовые машины, бульдозеры, грейдеры, экскаваторы, самосвалы), организовать сбор рабочих и ИТР, произвести соответствующие отключения технологических трубопроводов связанных цехов через обслуживающий персонал смежных цехов.

Со службой постов и внутреннего режима

При получении извещения о пожаре, взрыве или аварии, дежурный радиотелефонист части посылает начальнику караула СПВР в караульное помещение сигнал тревоги с целью беспрепятственного въезда пожарных машин части и других подразделений города. Одновременно связывается по телефону 10-02 с начальником караула СПВР и сообщает причины въезда пожарных машин на завод.

Начальник караула СПВР дает указание для открытия шлагбаума и ворот и на беспрепятственный выезд пожарных машин как ПЧ-35, так и других подразделений города и области, а также выставляет пост для охраны открытых ворот до выезда прибывших пожарных машин. Въезд и выезд пожарных машин в данном случае производится в ворота с северной стороны центральной проходной. В случае любых помех проезду пожарной техники через северные ворота, открывается шлагбаум и южные ворота центральной проходной.

Начальник караула СПВР прибывает к месту вызова пожарной охраны и устанавливает связь с начальником караула ПЧ-35. При необходимости выставляются посты с целью недопущения хищения материальных ценностей, если пожар произошел на складах с материальными ценностями, и посты для ограничения допуска людей и автотехники в места загазованности, разлива ГЖ и ЛВЖ путем оцепления совместно с личным составом ПЧ-35, ВГСО и СПВР. После тушения пожара при выезде машины пожарной охраны подвергаются досмотру наравне с обычным транспортом.

С цехом № 9 (пароводоцех)

Оперативные переговоры по включению, выключению, а также уменьшению или увеличению расхода и давления воды имеют право производить:

- начальник смены пароводоцефа – тел. 15-09; диспетчер завода – 10-30;
- радиотелефонист части – тел. 55-01, 10-01;
- насосная станция 3-го подъема п/п водоснабжения – тел. 41-27.

В случае пожара на ЗАО «Куйбышевазот» по первому требованию дежурного радиотелефониста ПЧ-35 и начальника смены пароводоцефа дежурный машинист насосной станции немедленно включает пожарный насос и поддерживает давление в сети на все время тушения – 6,5 атм.

Подача воды в хозяйственно-противопожарный водопровод во время пожара должна осуществляться только по двум водоводам.

Пожарный запас воды в резервуарах НЕПРИКОСНОВЕНЕН и должен использоваться только в случае пожара.

С начальниками смен цехов по отключению электроэнергии

Оперативные переговоры по отключению электроэнергии на объектах, где произошел пожар, имеют право производить:

- диспетчер завода тел. 10-30, 11-30;
- начальник смены цеха тел. 15 + № цеха;
- радиотелефонист ПЧ-35 тел. 55-01, 10-01.

Отключение электроэнергии на объектах цехов, где произошел пожар, осуществляется энергослужбами этих цехов.

В случае пожара в помещениях с электроустановками, находящимися под напряжением, старший начальник ПО обязан получить от старшего мастера смены полную информацию об обстановке на пожаре и допуск в письменном виде на пожаротушение. Личному составу пожарной охраны запрещается самовольно проводить какие-либо работы по обесточиванию электролиний и эл.установок, а также применять для тушения вещества до получения письменного допуска.

Руководитель технического персонала или оперативной выездной бригады обязан провести инструктаж личного состава, и только после этого подразделения пожарной охраны могут начать локализацию пожара.

Ликвидацию аварии или тушение пожара подразделения проводят, согласовывая со старшим из числа ИТР или оперативным персоналом энергослужбы цеха. С руководителем ИТР согласовывается всё что связано с проведением работ по ликвидации аварии и тушению пожара. При этом старший из числа ИТР или энергослужбы цеха должен информировать РТП и оперативный штаб об изменениях, связанных с работой электроустановок.

С военизированным газоспасательным отрядом

Перед производством работ на месте аварии с применением открытого огня, лаборанты ОТК берут анализы воздушной среды на содержание

углеводородов, затем представитель ПЧ санкционирует разрешение на производство огневых работ.

При обнаружении запаха углеводородов, аммиака или течи вызывается газоспасательная служба для уточнения обстановки.

При получении извещения о пожаре, взрыве или аварии дежурный радиотелефонист ПЧ-35 сообщает дежурному ВГСО по телефону 10-04 о случившемся.

Дежурное отделение ВГСО по получению извещения о пожаре прибывает к месту вызова на машине.

При ликвидации пожара дежурный персонал ВГСО оказывает помощь пожарным подразделениям по эвакуации имущества и в организации других работ в зоне загазованности.

При ликвидации аварийного положения дежурные подразделения ПЧ-35 и ВГСО оцепляют цех (установку), устанавливают машины на водоисточники, принимают меры по недопущению попадания источника огня в зону загазованности, оказывают помощь начальнику цеха или смены.

При наличии травм оказывают помощь, через радиотелефониста части или ВГСО вызывают скорую помощь по тел. 10-03. Личный состав части и ВГСО выносит пострадавших из загазованной зоны в безопасное место.

С медицинской службой

При пожаре, аварии или взрыве на заводе дежурный караул 35 ПЧ немедленно выезжает для их ликвидации.

Дежурный радиотелефонист части сообщает о выезде в скорую помощь по тел. 10-03 и записывает фамилию получившего сообщение.

Скорая помощь, получив сообщение, выезжает к месту вызова и находится там до особого распоряжения руководителя тушения пожара или до распоряжения руководителя ликвидации аварии.

В случае отсутствия заводской дежурной помощи и при поступлении информации от руководителя тушения пожара о пострадавших на пожаре,

аварии, дежурный радиотелефонист части обязан немедленно сообщить в городскую скорую помощь по тел. 90-03 и сообщить на ЦППС.

С железнодорожным цехом

При приближении к дороге или проезду, перекрытому ж/д составом, пожарных машин с проблесковыми сигналами и звуковой сиреной, составители и машинисты должны принять незамедлительные меры по освобождению проезда для пожарных машин.

Радиотелефонист ПЧ-35 по требованию руководителя тушения пожара по телефону или через диспетчера завода организует вызов локомотива для отвода с опасных участков цистерн с ЛВЖ и ГЖ или товарных вагонов из зоны пожара.

Диспетчер цеха № 15 при получении сообщения от радиотелефониста ПЧ-35 или диспетчера завода немедленно высылает локомотив к месту пожара.

Составитель поездов (начальник смены) цеха № 15, обслуживающий локомотив, прибывший к месту пожара, устанавливает связь с руководителем тушения пожара и действует по его указанию.

3.3.5 Схема организации связи на пожаре

Связь на пожаре предназначена для управления силами и средствами, обеспечения их взаимодействия и обмена информацией. Связь на пожаре организуется для четкого управления пожарными подразделениями на месте пожара, обеспечения их взаимодействия и своевременной передачи информации с места пожара на ЦУС или ПЧ.

На месте пожара должны быть организованы следующие виды связи:

- связь управления - между руководителем тушения пожара (РТП), штабом пожаротушения (НШ), начальником тыла (НТ), боевыми участками (БУ) и подразделениями, работающими на пожаре при помощи возимых и носимых радиостанций, полевых телефонных аппаратов и переговорных устройств, громкоговорящих устройств и мегафонов;

- связь взаимодействия - между начальниками боевых участков и подразделениями, работающими на пожаре, при помощи радиостанций, полевых телефонных аппаратов и сигнально-переговорных устройств;

- связь информации - между оперативным штабом пожаротушения (РТП) и ЦУС с использованием телефонных аппаратов городской телефонной сети или с помощью радиостанции, установленной на автомобиле связи и освещения.

Организация связи на пожаре корпуса 021 показана в Приложении Г.

3.4 Предлагаемое технологическое изменение

Эксплуатационные мероприятия достаточно сильно влияют на общий уровень промышленной безопасности. Очистка установок исключает их выход из строя и возгорание отложившихся веществ, которых там быть не должно. Поэтому предлагаю присмотреться к патенту RU 2581394 [14], включающим в себя способ очистки сепараторов газоперекачивающих станций от загрязнений. Формулу изобретения можно посмотреть в Приложении Д.

4 Охрана труда на предприятии

Охрана труда на предприятиях регламентирована Трудовым кодексом РФ [15] и направлена на снижение рисков получения травм и профессиональных заболеваний. Ответственность за условия работы и исполнение правил безопасности лежит на руководителе. Для снижения индивидуальных рисков проводятся технические и организационные мероприятия. Одно из организационных мероприятий – инструктажи. Журнал регистрации вводного инструктажа показан в приложении Е. Для контроля безопасности труда проводятся комиссии по проверке знаний работников требований охраны труда. На заседании комиссии ведётся протокол, пример которого представлен в приложении Ж.

К мероприятиям технического характера относятся оснащение персонала объекта индивидуальными средствами защиты. Для работников аммиачного производства предусмотрены противогазы, респираторы, воздушные аппараты, защитные и изолирующие костюмы, защитная обувь. Также в здании компрессии и на наливной эстакаде предусмотрен душ, чтобы работники могли смыть попавший на них сжиженный аммиак.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Естественное выделение аммиака с поверхности Земли составляет около 108 т/год [16]. Основными промышленными источниками выбросов аммиака являются заводы по производству аммиака и удобрений, а также предприятия по производству азотной кислоты. Выброс аммиака промышленными источниками оценивается для Европы в 102 тыс. т/год, в том числе для западной части бывшего СССР в 61 тыс. т/год, Румынии — 11 тыс. т/год, Франции — 9 тыс. т/год. В целом для Европы выброс аммиака из отходов животноводства оценивается в $5,251 \cdot 10^6$ т/год. Из них $3,517 \cdot 10^6$ т/год — из отходов крупного рогатого скота, $7,05 \cdot 10^5$ т/год — овцеводства, $5,16 \cdot 10^5$ т/год — свиноводства, $4,25 \cdot 10^5$ т/год — птицеводства, 78 тыс. т/год — коневодства. Наибольший вклад приходится на западную часть бывшего СССР ($1,046 \cdot 10^6$ т/год), Турцию ($6,32 \cdot 10^5$ т/год), Францию ($5,29 \cdot 10^5$ т/год) и ФРГ ($3,28 \cdot 10^5$ т/год). Общий выброс аммиака за счет промышленных процессов, отходов животноводства и внесения удобрений оценен для Европы в $6,434 \cdot 10^6$, бывшего СССР — $1,256 \cdot 10^6$, Франции — $7,09 \cdot 10^5$, Турции — $6,83 \cdot 10^5$, Польши и Великобритании — по $4,05 \cdot 10^5$ т/год. Таким образом, более 95 % всех выбросов аммиака в Европе приходится на сельскохозяйственные источники, в основном на отходы животноводства. Согласно имеющимся оценкам, антропогенные выбросы аммиака значительно превосходят естественные, составляющие для Европы $7,5 \cdot 10^5$ т/год [17]. Над поверхностью океана концентрация аммиака колеблется от 10 до 115 нг/м³; в атмосфере городов она составляет 5–25 мкг/м³, сельских районов — 2–6 мкг/м³. В районах с интенсивным удобрением или использованием минеральных удобрений концентрации аммиака могут достигать 100–200 мкг/м³ [16]. В районах техногенных загрязнений концентрации аммиака в атмосфере составляют 0,015–0,057 мг/м³, в контрольных районах — 0,003–0,005 мг/м³.

Аммиак занимает первое место в перечне веществ, вызывающих чрезвычайные ситуации; по данным Бонитенко и Никифорова [18], он занимает второе место после хлора по частоте химических аварий.

Растения. Максимально допустимая разовая концентрация, влияющая на фотосинтез разных видов древесных растений, составляет 0,1 мг/м³. При 28 мг/м³ в течение 1 ч появляются симптомы поражения гречихи, капусты, подсолнечника и томатов; при 12 мг/м³ в течение 4 ч повреждаются только края листьев.

Гидробионты. Содержание аммиака: в природных водах 0–0,2 мг/л, в стоках промышленных предприятий около 1 мг/л, в бытовых стоках 1,9–7,1 мг/л, в районах, где он применяется как удобрение, до 13 мг/л. Концентрация 1 мг/л снижает способность Нв рыб связывать кислород. Токсические концентрации составляют, мг/л: для молоди форели 0,2; взрослой радужной форели 0,6; форели ручьевой 0,8; голавля 1,0; карпа и линя 2,0. В концентрации 10 мг/л аммиак задерживает эмбриональное развитие плотвы. Признаки интоксикации у рыб: возбуждение, судороги; рыба мечется в воде и даже выпрыгивает на поверхность; через несколько секунд принимает спинное положение. Гибнет с широко открытыми жабрами и ртом; туловище и жабры покрыты обильной слизью. Механизм действия — возбуждение ЦНС, поражение жаберного эпителия, гемолиз эритроцитов. Сказанное следует особенно учитывать еще и потому, что аммиак применяют в ихтиопатологии для борьбы с эктопаразитами рыб. При действии в течение 48 ч на молодь креветок ЛК50 = (1,2 ± 0,2) мг/л, на молодь килли — (1,6 ± 0,3) мг/л.

При 48–94-часовом воздействии аммиака для пресноводных беспозвоночных ЛК50 = 1,1,22,8 мг/л, для рыб — 0,56–2,48 мг/л. При 96-часовой экспозиции для лососевых рыб ЛК50 = 0,56,2,37 мг/л, а для остальных видов — 0,76–2,48 мг/л. Токсичность зависит от примесей пестицидов и температуры [16].

Животные. ПК, вызывающая у мышей при 2-часовой экспозиции изменение нервно-мышечной возбудимости — 30 мг/м^3 . ПК по изменению СПП для крыс 85 мг/м^3 . У крыс, м. свинок, кроликов и кошек легкое раздражение замечается при 4-часовом воздействии концентрации около 350 мг/м^3 . Судя по изменению частоты дыхания у крыс, для них ПК = 25 мг/м^3 . При воздействии на крыс в течение 1,5–4 ч концентрации $3500\text{--}5000 \text{ мг/м}^3$ опасны для жизни или ведут к воспалению легких; концентрация 7000 мг/м^3 при воздействии в течение 3,5 ч приводит к гибели, более $14\ 000 \text{ мг/м}^3$ — к быстрой смерти. Для мышей при 2-часовой экспозиции ЛК100 = 6000 мг/м^3 , ЛК50 = 4600 мг/м^3 . Для крыс ЛК50 = $18\ 600 \text{ мг/м}^3$ (при экспозиции 5 мин), $12\ 100 \text{ мг/м}^3$ (15 мин), 7040 мг/м^3 (30 мин).

Человек. Запах в воде ощущается при концентрации аммиака $0,037 \text{ мг/л}$ [19], привкус — при $5\text{--}10 \text{ мг/л}$. Порог обонятельного ощущения $0,50\text{--}0,55 \text{ мг/м}^3$. Концентрация аммиака 35 мг/м^3 определяется большинством людей. При концентрациях $40\text{--}80 \text{ мг/м}^3$ — резкое раздражение глаз, ВДП (вплоть до рефлекторной задержки дыхания), головная боль. Концентрация 280 мг/м^3 вызывает раздражение глотки, 1200 мг/м^3 — кашель; 1700 мг/м^3 опасна для жизни, 3500 мг/м^3 вызывает повышенную смертность [16].

5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду

В связи с постройкой нового хранилища жидкого аммиака для снижения антропогенного воздействия можно поставить дополнительную станцию для регенерации паров, представленную в патенте RU 2357909 [20]. Установка для регенерации паров в резервуаре с легкоиспаряющейся жидкостью нужна для сокращения потерь легкоиспаряющихся жидкостей и уменьшения загрязнения атмосферы. Формула изобретения представлена в Приложении 3.

5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000

ISO 14000 – это международный стандарт, по которому проходит сертификация. Он содержит требования к системе экологического управления и нужен для улучшения экологической обстановки. В Российской Федерации действующие требования и руководство по применению, принятые в 2007 году, идентичны международному стандарту 2004 года [21]. Для контроля за соблюдением этих требований проверяется документация.

«Документация системы менеджмента качества должна включать в себя:

- а) документально оформленные заявления о политике и целях в области качества;
- б) руководство по качеству;
- с) документированные процедуры и записи, требуемые настоящим стандартом;
- д) документы, включая записи, определенные организацией как необходимые ей для обеспечения эффективного планирования, осуществления процессов и управления ими.

Примечания

1 Там, где в настоящем стандарте встречается термин "документированная процедура", это означает, что процедура разработана, документально оформлена, внедрена и поддерживается в рабочем состоянии. Один документ может содержать требования одной или более процедур. Требование о наличии документированной процедуры может быть реализовано более чем одним документом.

2 Степень документированности системы менеджмента качества одной организации может отличаться от степени документированности другой в зависимости:

- а) от размера организации и вида деятельности;

в) от сложности и взаимодействия процессов;

с) от компетентности персонала.

3 Документация может быть в любой форме и на любом носителе» [22].

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий по обеспечению промышленной безопасности всегда достигает цели своего составления. Его мероприятия обычно носят профилактический характер и значительно снижают риски. Поэтому составим план мероприятий на территории склада жидкого аммиака в таблице 3.

Таблица 3 – План мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

№ п/п	Мероприятие	Срок, период	Ответственный
1	Контроль за обеспечением требований по охране труда	1 раз в 3 месяца	Инженер по охране труда
2	Контроль за обеспечением требований пожарной безопасности	1 раз в 3 месяца	Инженер по пожарной безопасности
3	Контроль за состоянием оборудования, его ремонт	Постоянно	Мастер
4	Периодическое подновление обвалования	Не реже 1 раза в 5 лет	Инженер пожарной безопасности
5	Содержание оборудования в чистоте	Постоянно	Мастер
6	Установка плаката, стенда с инструкцией по промышленной	Не позже 2 недель после поступления	Инженер по охране труда

	безопасности, с телефонами служб обеспечения объекта в местах нахождения рабочих	приказа	
7	Замена пеногенераторов в системе противоаварийной защиты	В течение 2 месяцев	Инженер по пожарной безопасности

Проведём расчёт экономической эффективности замены дозатора на систему дозирования.

Для локализации аварии необходима подача пены 120 л/с на протяжении 30 минут. Проведём расчёт необходимого объёма 6% пенообразователя.

$$V_{\text{по}} = V_{\text{р-ра}} \cdot \frac{Q_{\text{по}}}{100} = 216000 \cdot \frac{6}{100} = 12960 \text{ л}, \quad (6.1)$$

где $V_{\text{р-ра}}$ – количество пены, необходимое для локализации аварии на протяжении 30 минут,

$Q_{\text{по}}$ – концентрация пенообразователя.

Также нам потребуется запас, с которым общее количество пенообразователя будет составлять 38880 л.

Объём хранящегося в двух баках-дозаторах пенообразователя $V_{\text{б.д.}} = 14000$ л (считаем как 0,7 от 20 м³).

Это на стоимость

$$C_{\text{б.д.}} = 14000 \cdot 90 = 1260000 \text{ руб.} \quad (6.2)$$

Т.е. при условии что в течение года система пеноподачи не будет использована, хранящийся в баках-дозаторах пенообразователь на сумму 1260000 рублей испортится из-за невозможности его перемешать.

Расходы на установку автоматической системы дозирования.

$$C_{\text{р}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{к.р.}} + C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п}} + C_{\text{эл}}, \quad (6.3)$$

где $C_{ам}$ - годовые амортизационные отчисления,
 $C_{к.р.}$ - затраты на капитальный ремонт,
 $C_{т.р.}$ - затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание,
 $C_{с.о.п.}$ - затраты на содержание обслуживающего персонала,
 $C_{эл}$ - затраты на электроэнергию.

$$C_{ам} = C_{с.д.} \cdot \frac{H_{ам}}{100} = 700000 \cdot \frac{4,9}{100} = 34300 \text{ руб/год}, \quad (6.4)$$

где $H_{ам} = 4,9\%$ в год – норма амортизационных отчислений для АУП,
 $C_{с.д.}$ – стоимость системы дозирования.

$$C_{к.р.} = C_{с.д.} \cdot \frac{H_{к.р.}}{100} = 700000 \cdot \frac{1,9}{100} = 13300 \text{ руб/год}, \quad (6.5)$$

где $H_{к.р.} = 1,9\%$ в год - норма отчислений на капремонт для пенных АУП.

$$C_{т.р.} = C_{с.д.} \cdot \frac{H_{т.р.}}{100} = 700000 \cdot \frac{4,5}{100} = 31500 \text{ руб/год}, \quad (6.6)$$

где $H_{т.р.} = 4,5\%$ в год – норма отчислений на текущий ремонт и техобслуживание.

$$C_{с.о.п.} = 12 \cdot Ч \cdot З_{д.о.р.} \cdot k_{доп} = 12 \cdot 1 \cdot 20000 \cdot 1,8 = 432000 \text{ руб/год}, \quad (6.7)$$

где $Ч$ – численность работников обслуживающего персонала,
 $З_{д.о.р.}$ – должностной оклад работника,
 $k_{доп} = 1,8$ – коэффициент, учитывающий различного рода надбавки.

$$C_{эл} = Ц_{эл} \cdot N \cdot T_p \cdot k_{и.м} = 2,13 \cdot 50 \cdot 30 \cdot 0,8 = 2556 \text{ руб/год}, \quad (6.8)$$

где $Ц_{эл}$ – стоимость 1 кВт в час электроэнергии,
 N - установленная электрическая мощность,
 T_p - годовой фонд времени работы установленной мощности,
 $k_{и.м}$ – коэф. использования установленной мощности.

$C_p = 34300 + 13300 + 31500 + 432000 + 2556 = 513656$ рублей в год
придётся потратить на эксплуатацию автоматической системы дозирования.

Выгода установки автоматической системы дозирования пенообразователя при условии отсутствия аварий составляет

$$C_v = C_{б.д.} - C_p = 1260000 - 513656 = 746344 \text{ руб/год} \quad (6.9)$$

Давление на выходе стационарного ствола пеноподачи 0,7 МПа, а на входе 1 МПа, т.е. потеря давления составляет 30%.

Таким образом установка новой системы дозирования выгодна и целесообразна, даже при условии что обслуживать её будет отдельно нанятый человек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной работе изучались особенности технологического процесса и технологических установок компримирования и хранения аммиака в ПАО «КуйбышевАзот». Были исследованы физические и химические свойства аммиака. Также были собраны сведения о системе противоаварийной защиты объекта и о порядке привлечения сил и средств предприятия и города в случае возникновения ЧС. Для получения этой информации даже была устроена экскурсия в ПСЧ №35 г.о. Тольятти.

После сбора необходимых данных началась разработка мероприятий по улучшению системы противопожарной защиты. Сложность разработки этих мероприятий заключалась в том, что после реконструкции на изучаемом объекте – складе жидкого аммиака, система противопожарной защиты соответствовала всем современным нормам. Но решение было найдено – в системе подачи пены и водяных завес, защищающих корпус 021 (изотермический резервуар с жидким аммиаком) можно заменить дозаторы на электронную систему дозирования пенообразователя, что позволит сохранить часть теряемого на выходе пеногенератора давления и сэкономить

на пенообразователе и воде. Также была учтена проблема эксплуатации установок и выдвинуто предложение о новом способе их очистки.

Воздействие исследуемого объекта на окружающую среду не осталось без внимания. Была проведена оценка антропогенного воздействия на окружающую среду и разработан вариант снижения выбросов отработанных газов аммиака в атмосферу.

В итоге, количество нововведений не велико, но всё же они немного увеличат эффективность системы противоаварийной защиты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ИТС 2-2015 «Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200128662> (дата обращения: 27.05.2018)
2. Safety Guide of Ammonia Refrigerating Systems. Autors: Sami Lamberg, Risto Lautkaski, Kimmo Virolainen. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2015/safety-guide-of-ammonia.pdf> (дата обращения: 27.05.2018)
3. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 27.05.2018)
4. Приказ Ростехнадзора от 11 марта 2013 года N 96 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499013213> (дата обращения: 28.05.2018)

5. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 28.05.2018)
6. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/3923095/> (дата обращения: 28.05.2018)
7. СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения: 29.05.2018)
8. РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения: 29.05.2018)
9. Приказ МЧС России от 05.05.2008 № 240 «Об утверждении порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» [Электронный ресурс]. URL: <http://24.mchs.gov.ru/document/1618754> (дата обращения: 29.05.2018)
10. Приказ МЧС от 17 марта 2003 года N 132 «Об утверждении Инструкции по организации и осуществлению государственного пожарного надзора в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901856950> (дата обращения: 29.05.2018)
11. Смирнов А.В. Статистика пожаров на объектах химической и нефтехимической промышленности [Текст] / А.В. Смирнов, Р.Ш. Хабибулин // Технологии техносферной безопасности. - 2016. - № 5 (69). – с. 94-98
12. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения Ч.1. [Текст] / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. - М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – 713 с.
13. Федосеев В. Пенное пожаротушение: традиции и инновации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/pennoe-pozharotushenie-traditsii-i-innovatsii/> (дата обращения: 30.05.2018)

14. Способ очистки сепараторов газоперекачивающих станций и устройство для его реализации [Текст]: пат. 2581394 Рос. Федерация: МПК В08В 3/08, В08В 9/093 / Галактионов С.А., Чугунова А.А.; патентообладатели Галактионов С.А., Чугунова А.А. - № 2015103623/05; заявл. 03.02.2015; опубл. 20.04.2016
15. Федеральный закон от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 31.05.2018)
16. Health and Safety Guide N 37. Ammonia. 1990, Geneva, Switzerland [Электронный ресурс]. URL: <http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg037.htm> (дата обращения: 31.05.2018)
17. Buijsman E. ANTHROPOGENIC NH(3) EMISSIONS IN EUROPE [Текст] / E. Buijsman, H. F.M. Maas, A. H. Asman // ATMOS. ENVIRON. - 1987. - Vol. 21, N 5. - P1009-1022. - ISSN 0004-6981
18. Бонитенко Ю.Ю. Чрезвычайные ситуации химической природы [Текст] / Ю.Ю. Бонитенко, А.М. Никифоров. - СПб.: «Гиппократ», 2004. – 464 с.
19. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах [Текст] / Я.М. Грушко. - Л.: 1979. - 160 с.
20. Установка для регенерации паров в резервуаре с легкоиспаряющейся жидкостью [Текст]: пат. 2357909 Рос. Федерация: МПК В65D 90/30, В01D 53/14 / Майоров В.А.; заявитель и патентообладатель Майоров В.А. - № 2006124296/12; заявл. 06.07.2006; опубл. 10.06.2009
21. ISO 14001:2004(E). Environmental management systems - Requirements with guidance for use [Электронный ресурс]. URL: https://ocw.un-ihc.org/pluginfile.php/3158/mod_resource/content/1/ISO_14001.pdf (дата обращения: 31.05.2018)

22. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-9001-2011> (дата обращения: 31.05.2018)
23. Marshall V.C. Major chemical hazards [Текст] / V.C. Marshall. – Chichester: Ellis Horwood, 1987. – 587 с.
24. Владимиров В. В. Катастрофы конца XX века [Текст] / В. В. Владимиров. - М.: Издательство «Флайст», Информационно-издательский центр «Геополитика», 2001. – 285 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Проектируемый изотермический резервуар расположен на расстоянии порядка 23м от эстакады с трубопроводом природного газа. Очевидно, что не любая разгерметизация трубопровода, сопровождающаяся возникновением факельного горения, может привести к повреждению резервуара. Кроме того, необходимо оценить вероятность попадания резервуара в зону воздействия пламени при факельном горении природного газа.

Согласно плану размещения оборудования, эстакада проходит с юго-западной стороны проектируемого резервуара. Очевидно, что существует отрезок трубопровода, утечка из которого может, при возникновении факельного горения струи, воздействовать на резервуар.

Анализ плана прокладки трубопровода показал, что опасность для проектируемого резервуара представляет участок длиной 145м – факельное горение газа на этом участке может привести к повреждению резервуара.

Утечки природного газа через дефектные отверстия с диаметром более 25мм могут привести к воздействию пламени факела на проектируемый резервуар. Расстояние до существующего резервуара намного больше возможной длины факела, поэтому разрушение его под воздействием пламени факела невозможно.

Строящийся резервуар окружен защитной железобетонной стеной, высота которой 8,15 м. Поскольку высота пролегания трубопровода порядка 11 м, не исключена ситуация, при которой возможно прямое воздействие пламени факела на резервуар в незащищенном стеной месте.

На резервуаре проектом предусматривается наружная теплоизоляция. В качестве теплоизоляционного материала используется пеностекло торговой марки FOAMGLAS, которое является негорючим материалом. Пеностекло представляет собой алюмо-силикатное стекло особого состава, полностью неорганическое, без связующих веществ, точка размягчения которого около 730°C. Т.е., при длительном воздействии пламени возможна потеря свойств изоляции, поскольку температура пламени при горении природного газа более 1000°C. Даже в тех случаях, когда теплоизоляция не разрушается, прямое воздействие пламени с передачей тепла через многослойную стенку будет приводить к нагреву газообразного аммиака в межстенном пространстве. Возникнет конвективный перенос тела в парах аммиака над поверхностью жидкого аммиака. Возможно появление теплого пятна на поверхности внутреннего стакана с локальным испарением в месте нагрева. Этот процесс достаточно длительный и имеется возможность перекрытия потока природного газа к месту разгерметизации и тушение факела намного раньше, чем произойдет опасный прогрев и/или разрушение теплоизоляции. Опасность прогрева возникает только в случаях, когда струя факела направлена на поверхность резервуара. Будем полагать, что истечение природного газа при разгерметизации трубопровода равновероятно в любом направлении.

Поскольку высота железобетонной стены 8,15 м, а высота резервуара порядка 22,750 м, высота незащищенного от длительного воздействия пламени участка при изменении угла истечения факела в вертикальном направлении составляет порядка 20 м. Это соответствует углу истечения $\leq 30^\circ$. Поскольку возможные направления истечения в вертикальном сечении составляют 360° , вероятность контакта пламени с резервуаром составит Ркфв

≈ 0.083 . При радиусе наружной поверхности резервуара 16,55 м, угол истечения факела в горизонтальном направлении, при котором возможно длительное тепловое воздействие на теплоизоляцию, будет $\leq 60^\circ$. Поскольку возможные направления истечения в горизонтальном направлении также составляют 360° , вероятность контакта пламени с резервуаром составит $R_{кфг} \approx 0.167$. Таким образом, вероятность истечения природного газа при разгерметизации трубопровода в направлениях, при которых при возникновении факельного горения возможно опасное тепловое воздействие на поверхность, составит $R_{кф} = R_{кфв} \cdot R_{кфг} \approx 0,014$. Значит, возникновение пожара маловероятно.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Некоторые аварии с выбросом аммиака [23]:

- Флорал, шт. Арканзас, США. 5 июня 1971 г. произошла утечка из трубопровода. Высвободилось облако массой 600 т.
- Инид, шт. Оклахома, США. 7 мая 1976 г. в результате аварии появилось аммиачное облако массой 500 т.
- Конуэй, шт. Канзас, США. Токсичное облако массой 277 т. Вырвалось 6 декабря 1973 г.
- В шведской Ландскруне 16 января 1976 г. из-за облака массой 180 т. погибли 2 человека.
- 9 человек погибли в результате утечки 90 т. аммиака из ж/д цистерны в штате Небраска (США), около г. Крит.
- 21 января 1970 г. в г. Белл, шт. Западная Вирджиния, США. Произошёл розлив 75 т. аммиака.
- 3 сентября 1975 г. рядом с Техасом, шт. Техас, США, из пробитого трубопровода хлынуло 50 т. аммиака.
- 13 июля 1973 г. (к слову, была пятница) в г. Потчеструм, ЮАР, из-за разрыва резервуара образовалось облако массой 38 т., которое привело к гибели 18 человек.

- 19 т. аммиака в г. Хьюстон, шт. Техас, США испарилось из-за повреждения автоцистерны. Погибло 6 человек.

- Во Франции, в г. Льевен 21 августа 1968 г. в результате разлива 19 т. аммиака погибло 6 человек.

Ноябрь 1970, Блэр, штат Небраска, США

Утечка жидкого аммиака в г. Блэр составила 160 тонн и произошла вследствие переполнения низкотемпературного хранилища. На разлившуюся жидкость пожарная команда вылила большое количество воды. Возможно, это послужило одной из причин образования густого тумана, слой которого достигал 10 м. Это облако распространилось на 2,7 км от места утечки. К счастью, пары аммиака выделялись сравнительно медленно, и хранилище было расположено благоприятно для своевременной эвакуации людей из опасной зоны.

Ноябрь 1978г, Фирма «ДЖ.Р. Симплот Компани», г. Покателло, США.

13 ноября 1978 г. резервуар для изотермического хранения аммиака под атмосферным давлением оказался частично вогнутым, когда в нем создался вакуум. Резервуар, который был заполнен на одну треть, получил вогнутость на одной стороне и получил небольшое повреждение вблизи его верхней части на достаточно большом расстоянии от уровня жидкости.

Перед этой аварией 11 ноября 1978 г. в 10 часов 30 минут на установке произошло полное отключение подачи электрической энергии на аммиачную установку, которая была восстановлена 12 ноября в 12 часов 45 минут. Компрессоры холодильной установки были пущены в 3 часа 00 минут после полуночи. В ночное время произошло понижение температуры до - 12 °С. Предполагается, что датчик, который контролировал давление в резервуаре для хранения аммиака, замерз во время прекращения подачи электроэнергии и не давал правильные показания. В этих условиях компрессоры работали на полную мощность до 12 часов 15 минут 13 ноября. Вакуумные предохранительные клапаны, установленные в сентябре 1978 г. вместо смонтированных первоначально, были проверены персоналом на

срабатывание при избыточном давлении, но не была проверена их способность гасить вакуум. Впоследствии выяснилось, что эти клапаны были приобретены в 1975 г. и не могли компенсировать вакуум. Повреждение регулятора давления, отсутствие поступления теплого аммиака в результате отключения электроэнергии, холодная погода и невозможность компенсации возникшего в резервуаре вакуума привели к его смятию.

Во время повреждения резервуара в нем было 2352 тонн аммиака. Выброса аммиака не произошло. Резервуар был опорожнен и отремонтирован.

Октябрь 1984г, фирма «Arkadian Co», г. Гейсмар, штат Луизиана, США

Утром, в 6 часов 50 минут 2-го октября 1984 года произошел катастрофический разрыв сварного шва между крышей и стенкой аммиачного резервуара изотермического хранения аммиака емкостью 15000 тонн.

Аварии предшествовали следующие отклонения в процессе. Рано утром выросли вибрации компрессора синтез-газа на агрегате синтеза аммиака. Приблизительно в 5 часов утра компрессор был автоматически остановлен, после чего был остановлен весь агрегат синтеза аммиака. Одновременно были сделаны попытки пуска резервного холодильного компрессора хранилища аммиака, который должен включаться в работу при остановке агрегата синтеза аммиака. Из-за утечки масла и его низкого уровня компрессор не смогли включить в работу. После остановки агрегата синтеза аммиака давление в резервуаре начало увеличиваться и продолжало расти после срабатывания предохранительного клапана. Примерно через час показания самопишущего прибора, показывающего давление, зашло за шкалу. Увеличение давления из-за отказа в работе холодильного компрессора в итоге привело к отрыву крыши резервуара.

Самой знаменитой аварией с выбросом аммиака и последующим пожаром был и остаётся инцидент в городе Ионава.

«20 марта 1989 г. произошла авария на изотермическом хранилище предприятия, которая сопровождалась мгновенным выбросом в окружающую среду 7 тыс. т сжиженного аммиака.

В результате аварии резервуар был оторван от днища и отброшен в сторону на 25 м. При этом оказались разрушенными железобетонный стакан и эстакада с трубопроводами, среди которых находился трубопровод с природным газом.

После разрушения железобетонного ограждения сжиженный аммиак беспрепятственно разлился по территории завода, образовав озеро ядовитой жидкости с поверхностью испарения около 10 000 кв. м» [13].

Поскольку газообразный аммиак в смеси с природным газом и при наличии источника зажигания, которым стала факельная установка, хорошо горит – то первой стадией пожара стало возгорание на компрессорной установке. Второй стадия пожара увеличила класс аварии:

«При воспламенении облака газов произошло возгорание склада с нитрофоской с последующим разложением этого вещества и выделением ядовитых газов, в том числе аммиака, окислов азота и хлора.

Образовался крупный источник выделения АХОВ, включающий в себя площадь разлива сжиженного аммиака и горящее хранилище нитрофоски. Образующиеся при этом пары токсичных веществ по ветру распространялись на десятки километров» [13].

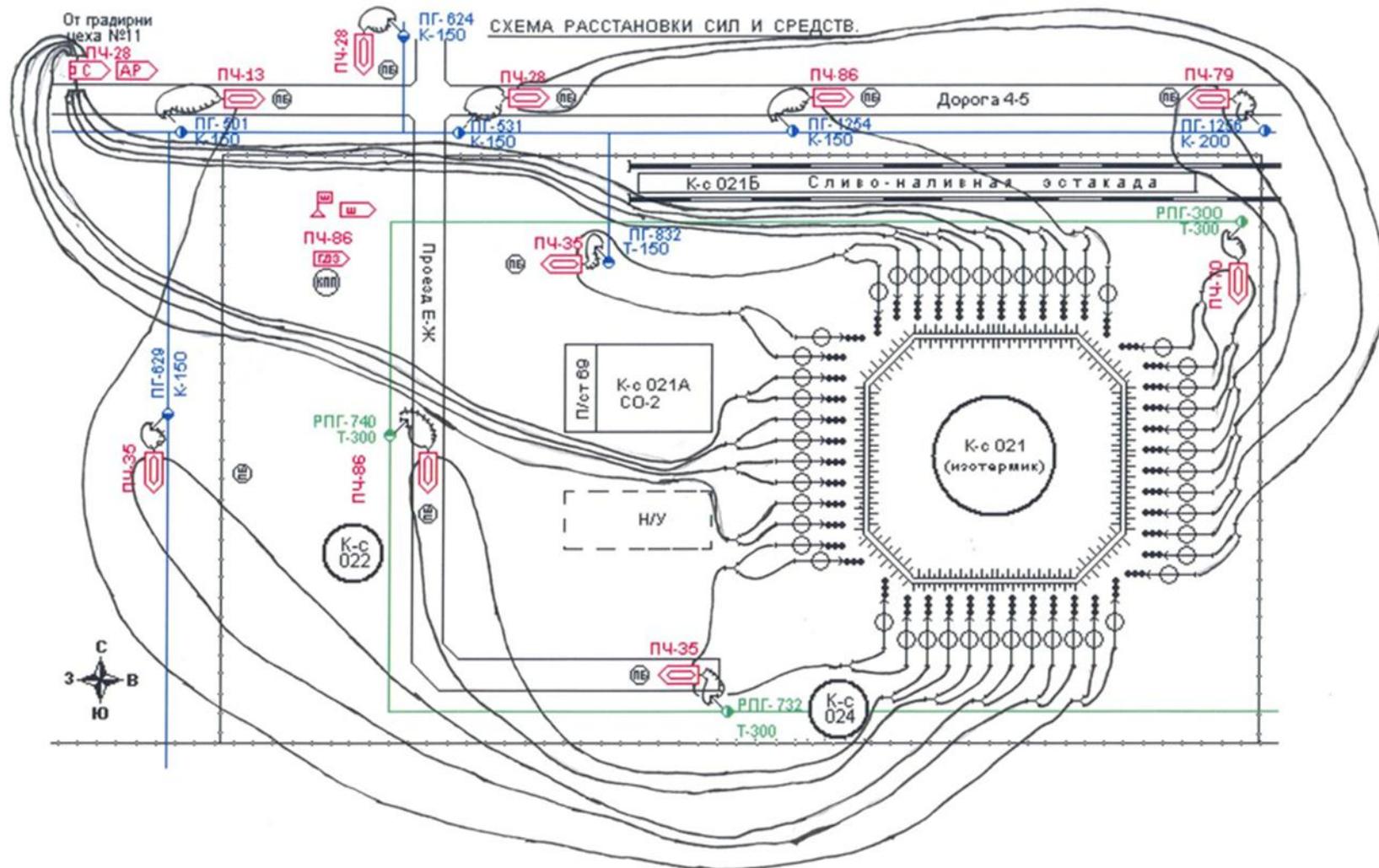
Существует несколько наиболее вероятных причин возникновения аварии на ПО «Азот». Первая из них – нарушение технологического процесса, а точнее: «превышение в хранилище избыточного давления, что привело к отрыву резервуара от днища, подъему его на некоторую высоту от фундамента и опрокидыванию набок с одновременным смещением в горизонтальном направлении. В качестве довода в пользу такого предположения следует отметить вынужденную остановку перед аварией на некоторое время компрессорной установки. Запуск в этот момент резервной компрессорной установки оказался неудачным. Такое нарушение

технологического регламента эксплуатации хранилища могло послужить причиной резкого повышения избыточного давления внутри резервуара» [13].

Второй причиной могла быть усталость металла на днище резервуара, которая проявилась микротрещинами на месте сварки основания и днища.

«Процесс истечения жидкости и разрушение металла по месту сварки происходили под высоким давлением и носили лавинообразный характер. По мере увеличения отверстия и скорости истечения через него жидкости могла появиться вибрация резервуара, которая способствовала ускорению процесса отрыва его от днища.

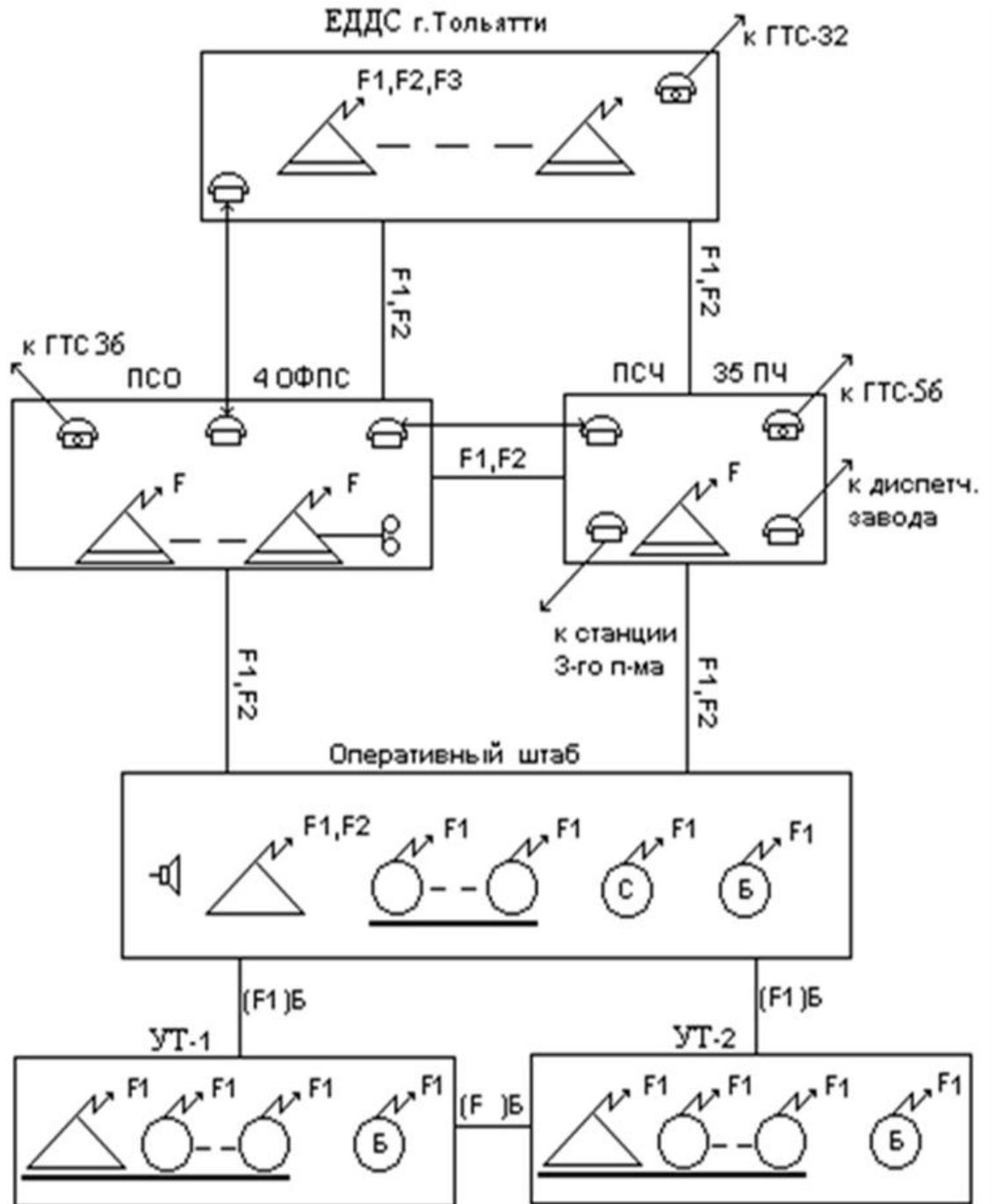
Истечение жидкости придало резервуару двигательный эффект, в результате которого он приобрел поступательное движение в горизонтальном направлении вместе с содержащейся в нем жидкостью. Имея огромную массу, исчисляемую тысячами тонн, резервуар ударился о железобетонный стакан, сдвинул и разрушил его» [13].



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Рисунок А.1 – Схема расстановки сил и средств при аварии на складе жидкого аммиака

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



F1 – основной рабочий канал, F2 – резервный канал, F3 – рабочий канал связи с ЦУСС ГУ ГОиЧС С/о.

Рисунок Б.1 – Схема связи при аварии на складе жидкого аммиака

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

«1. Способ очистки сепараторов газоперекачивающих станций, включающий смешивание водной основы и очищающего агента, циркуляционную мойку сепаратора приготовленной смесью с последующей струйной мойкой сепаратора под давлением и окончательной промывкой, отличающийся тем, что для циркуляционной мойки используют эмульсию на водной основе, содержащую 2-3% очищающего агента с соотношением компонентов (масс. %):

- натриевые соли аминотриэтилфосфоновых кислот - 5-15,
- ингибитор парафиновых отложений - 12-36,
- 2,6-ди-третбутил-4-метилфенол - 8-16,
- изопропиловый спирт - остальное,

при этом при положительной температуре окружающего воздуха струйную мойку и окончательную промывку ведут водой, а при отрицательной - водным раствором изопропилового спирта с содержанием последнего 10-25%, а содержание изопропилового спирта в эмульсии увеличивают до 10-25%.

2. Устройство для очистки сепараторов газоперекачивающих станций, содержащее емкость для воды, емкость для очищающего агента, входной насос, выходной насос, аппарат высокого давления и сепаратор с входным, смотровым и дренажным люками, причем аппарат высокого давления соединен с сепаратором через входной люк, отличающееся тем, что оно снабжено диспергатором, емкостью для спирта, емкостью для водного раствора спирта и расходной емкостью для эмульсии, причем сепаратор установлен после расходной емкости для эмульсии и соединен с ней через выходной насос и дренажный люк, емкость для водного раствора спирта соединена с емкостью для спирта и через входной насос с емкостью для воды, а через смотровой люк с сепаратором, диспергатор выходом соединен с расходной емкостью для эмульсии и входом с емкостью для спирта и емкостью для очищающего агента и через входной насос с емкостью для воды» [14].

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица 7 - Журнал регистрации вводного инструктажа

№	Дата	ФИО инструктируемого	Год рождения	Профессия, должность	Наименование производственного подразделения, в которое направляется инструктируемый	ФИО инструктирующего	Подпись	
							инструктируемого	инструктирующего
1	17.05. 2018	Пупкин Василий Иванович	1967	Главный конструктор	Цех №11	Абрамов Илья Олегович		
2	17.05. 2018	Самойлов Константин Викторович	1983	Дежурный смены №2	Цех №11	Абрамов Илья Олегович		
3	17.05. 2018	Приходько Валентина Михайловна	1979	Инженер по промышленной безопасности	Цех №11	Абрамов Илья Олегович		
4	17.05. 2018	Берцев Иван Сергеевич	1990	Дежурный смены №2	Цех №11	Абрамов Илья Олегович		
5	17.05. 2018	Уткин Владимир Владимирович	1988	Дежурный смены №2	Цех №11	Абрамов Илья Олегович		

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ПРОТОКОЛ N 390

заседания комиссии по проверке знаний требований охраны труда работников
ПАО «КуйбышевАзот»

(полное наименование организации)

" 24 " мая 2018 г.

В соответствии с приказом (распоряжением) "20" мая 2018 г. N 30012 комиссия в составе:
председателя: Главный инженер по охране труда Суповой Н.В.

(Ф.И.О., должность)

членов: Инженер по охране труда цеха №11 Валетов И.Д.

(Ф.И.О., должность)

секретарь комиссии: Секретарь-референт Буйкова В.С.

(Ф.И.О., должность)

представителей:

органов исполнительной власти
субъектов Российской Федерации

_____ (Ф.И.О., должность)

органов местного самоуправления

_____ (Ф.И.О., должность)

государственной инспекции труда Инспектор по охране труда г.о. Тольятти Мелешко
субъекта Российской Федерации В.Л.

_____ (Ф.И.О., должность)

провела проверку знаний требований охраны труда работников
по Правилам поведения на объекте склада аммиака при ЧС

(наименование программы обучения по охране труда)

в объеме 8 часов

(количество часов)

N п/п	Ф.И.О	Должность	Наименование подразделения (цех, участок, отдел, лаборатория, мастерская и т.д.)	Результат проверки знаний (сдал/не сдал)	Причина проверки знаний (очередная, внеочередная и т.д.)	Подпись проверяемого
1	Пупкин В.И.	Главный конструктор	Цех №11	сдал	очередная	
2	Самойлов К.В.	Дежурный смены №2	Цех №11	сдал	очередная	
3	Приходько В. М.	Инженер по промышленной безопасности	Цех №11	сдал	очередная	
4	Берцев И.С.	Дежурный	Цех №11	сдал	очередная	

		смены №2				
5	Уткин В.В.	Дежурный смены №2	Цех №11	сдал	очередная	

Председатель комиссии Суповой Н.В.

(Ф.И.О., подпись)

Члены комиссии:

Валетов И.Д.

(Ф.И.О., подпись)

Секретарь комиссии

____ Буйкова В.С. _____

(Ф.И.О., подпись)

представители:

органов исполнительной
власти субъектов
Российской Федерации

(Ф.И.О., подпись)

органов местного
самоуправления

(Ф.И.О., подпись)

государственной
инспекции труда
субъекта Российской
Федерации

Мелешко В.Л.

(Ф.И.О., подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

«Установка для регенерации паров в резервуаре с легкоиспаряющейся жидкостью, включающая выхлопной трубопровод с дыхательным клапаном, сигнализаторы давления и разрежения, связанные соответственно с клапанами давления и разрежения дыхательного клапана, и соединенные с ними исполнительные механизмы, вертикально установленный под дыхательным клапаном абсорбер с насадкой и оросителем, обеспечивающий возможность движения паровоздушной смеси сквозь него в двух противоположных направлениях и подключенный посредством циркуляционного контура с насосом к емкости с абсорбентом, выполненной в виде двух баков, соединенных параллельно и подключенных с помощью установленных на их входе и выходе клапанов, попарно управляемых сигнализаторами давления и разрежения, отличающаяся тем, что в циркуляционный контур абсорбента между насосом и абсорбером включен нагреватель, управляемый сигнализатором разрежения» [20].