

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Система локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в ПАО «КуйбышевАзот».

Студент

Г.Ш. Беридзе

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н. И.И. Рашоян

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Старший преподаватель, Н.В. Андрюхина

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

Тольятти 2020

Аннотация

Тема работы – «Система локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в ПАО «КуйбышевАзот».

В разделе «Оперативно-тактическая характеристика объекта» исследовано назначение цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»; проанализировано расположение опасных объектов и характеристика здания, производственной площадки цеха (характеристика зданий и наружных установок блоков по взрывопожарной и пожарной опасности, краткая характеристика взрывоопасности блоков и состав оборудования) и безопасность опасных производственных объектов (ОПО)

В разделе «Организация действий персонала до прибытия пожарных и аварийно-спасательных подразделений» представлен анализ возможных сценариев развития аварий и действия персонала ПАО «КуйбышевАзот» и военизированного отряда быстрого реагирования ОАО «Агрохиминвест» по локализации и ликвидации пролива жидкого аммиака.

В разделе «Организация действий при ликвидации аварий и тушении пожара» произведён расчёт сил и средств при двух вариантах развития аварии и разработана расстановка сил и средств для локализации аварии жидкого аммиака.

В разделе «Охрана труда» рассмотрена организация работы пожарных и аварийно-спасательных подразделений при ликвидации аварий и пожаров и разработана процедура обеспечения личного состава пожарных подразделений средствами защиты.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» рассмотрено воздействие на окружающую среду предприятия, представлены зоны поражения при аварии с проливом аммиака на ПАО «КуйбышевАзот».

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план мероприятий противопожарной

защиты цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» и рассчитан интегральный экономический эффект от монтажа отбортовки технологических установок и трубопроводов, которые бы ограничивали площадь растекания жидкого аммиака на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот».

Работа содержит 57 с., 10 ч., 5 рис., 12 таблиц, 26 источников.

Abstract

The topic of the work is «The system of localization of liquid ammonia spillage by air-mechanical foam at PJSC «KuibyshevAzot»».

In the section «Operational-tactical characteristics of the object» the purpose of the workshop No. 13 of PJSC «KuibyshevAzot» is studied, the location of dangerous objects and characteristics of the building, the production area of the plant and hazardous facilities safety are analyzed.

The section «Organization of personnel actions before the arrival of fire and rescue units» presents an analysis of possible scenarios of the accidents and actions of the PJSC «KuibyshevAzot» staff and the paramilitary rapid response unit of JSC «Agrohiminvest» to localize and eliminate the liquid ammonia spillage.

In the section «Accidents and fire extinguishing response activities», the calculation of manpower and equipment for two variants of the accident is made, and the manpower and equipment assembly for the liquid ammonia spillage localization is developed.

In the section «Labor protection», the fire and rescue units work organization during the accidents and fires is considered and the procedure of providing the fire departments staff with the protective equipment is developed.

In the section «Environmental protection and environmental safety», the impact on the enterprise environment is considered, and the affected areas in the event of an accident with an ammonia spillage at PJSC «KuibyshevAzot» are presented.

In the section «Assessment of the effectiveness of measures to ensure technosphere safety», a plan of measures for the fire protection of «KuibyshevAzot» shop No. 13 was developed and the integral economic effect of the technological installations and pipelines flanging assembling that would limit the area of the liquid ammonia spillage on the territory of «KuibyshevAzot» shop No. 13 was calculated.

The work contains 57 pages, 10 hours, 5 figures, 12 tables, 26 sources.

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения.....	5
Перечень сокращений и обозначений.....	6
1 Оперативно-тактическая характеристика объекта	7
2 Организация действий персонала до прибытия пожарных и аварийно- спасательных подразделений	12
2.1 Анализ возможных сценариев развития аварий.....	12
2.2 Действия персонала при обнаружении пожара и аварийных ситуаций	16
3 Организация действий при ликвидации аварий и тушении пожара	23
3.1 Разработка системы локализации проливов жидкого аммиака.....	23
3.2 Организация взаимодействия пожарных и аврийно-спасательных подразделений со службами жизнеобеспечения.....	30
4 Охрана труда.....	33
4.1 Организация взаимодействия пожарных и аварийно-спасательных подразделений со службами жизнеобеспечения.....	33
4.2 Разработка процедуры обеспечения личного состава пожарных подразделений средствами защиты.....	34
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	37
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	43
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	51

Введение

Производство аммиака стало одной из важнейших отраслей промышленности в мире.

Примерно 88% производимого ежегодно аммиака расходуется на производство удобрений. Большая часть остатка идет на производство формальдегида.

Большая часть мирового производства аммиака основана на паровом риформинге природного газа.

Из-за своих свойств и способа хранения аммиак может создать опасную ситуацию.

Сегодня в мире происходят тысячи химических аварий при производстве, хранении, транспортировке аварийно химически опасных веществ [22].

16 января 2009 г. на 271 км трассы (Филиал «Приволжское управление»): произошла утечка аммиака через трещину, образовавшуюся в сварном кольцевом соединении трубопровода, с видимой протяжённостью 190 мм и наибольшей шириной 1 мм по сечению трубопровода между 2 и 4 часами по ходу аммиака. Причина: при строительстве аммиакопровода была нарушена технология подготовки сварного стыка строительной-монтажной организацией. Дефект проявился при возникновении напряжения металла в области шва, произошедшего вследствие изменения температуры трубопровода при плановой остановке перекачки и изменения величины рабочего давления в трубопроводе. Организационные причины возникновения аварии отсутствуют.

21 июня 2015 г. на 996 км трассы (Филиал «Воронежское управление») произошла утечка аммиака из фланца шарового крана байпасной линии поста обратного клапана ОК 6К6. Причина: не удовлетворительное качество ремонтных работ на трубопроводе байпаса поста ОК 6К6, не надлежащий контроль со стороны руководства филиала при проведении ремонтных работ.

Это показывает актуальность проблемы локализации проливов аммиака на химических предприятиях.

Цель работы - разработать систему локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в ПАО «КуйбышевАзот».

Задачи для достижения цели:

- исследовать оперативно-тактическую характеристику объекта;
- провести анализ действий персонала объекта до прибытия пожарных и аварийно-спасательных подразделений;
- провести анализ возможных сценариев развития аварий с проливом жидкого аммиака;
- исследовать организацию взаимодействия пожарных и аварийно-спасательных подразделений со службами жизнеобеспечения объекта и города;
- рассмотреть организацию безопасной работы пожарных и аварийно-спасательных подразделений при ликвидации аварий и пожаров;
- разработать систему локализации проливов жидкого аммиака.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

«Класс функциональной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков - классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая назначением и особенностями эксплуатации указанных зданий, сооружений и пожарных отсеков, в том числе особенностями осуществления в указанных зданиях, сооружениях и пожарных отсеках технологических процессов производства» [1].

Огнестойкость конструкции - «способность строительной конструкции сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара» [1].

Эвакуационный выход - «выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону» [1].

Эвакуационный путь - «путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре» [1].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

ВГСВ – ведомственный газоспасательный взвод.

ГПС - главный пост секционирования.

КИП и А – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

ЛСО – локальная система оповещения.

ЛУ – линейный участок.

МТ – магистральный трубопровод.

НАСФ – нештатное аварийно - спасательное формирование.

НС – насосная станция.

ОДДДС - оперативный дежурный дежурно - диспетчерской службы.

ОК – обратный клапан.

ОПО – опасный производственный объект.

ПАО – публичное акционерное общество.

ПМЛПА - план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий.

ПСЧ – пожарно-спасательная часть.

СПС – сателлитный пост секционирования.

УГМС – управление гидрометеорологической службы.

ЦПУ – центральный пункт управления.

1 Оперативно-тактическая характеристика объекта

ПАО «КуйбышевАзот» находится по адресу 445007 Российская Федерация, Самарская область, г.Тольятти, Новозаводская 6.

Объект исследования - цех №13 ПАО «КуйбышевАзот» I класса опасности.

Назначение цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» - налив жидкого аммиака в баллоны, наполнение, хранение, испытание, ремонт, выдача баллонов с жидким аммиаком.

На складе также ведутся операции приема, хранения и налива жидкого аммиака в железнодорожные и автомобильные цистерны.

Наиболее опасный объект - изотермический резервуар - наземный металлический двухстенный резервуар, межстенное пространство которого заполнено перлитом [23].

Территория склада занимает площадь 2,63 га.

Схема расположения цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» изображена на рисунке 1.

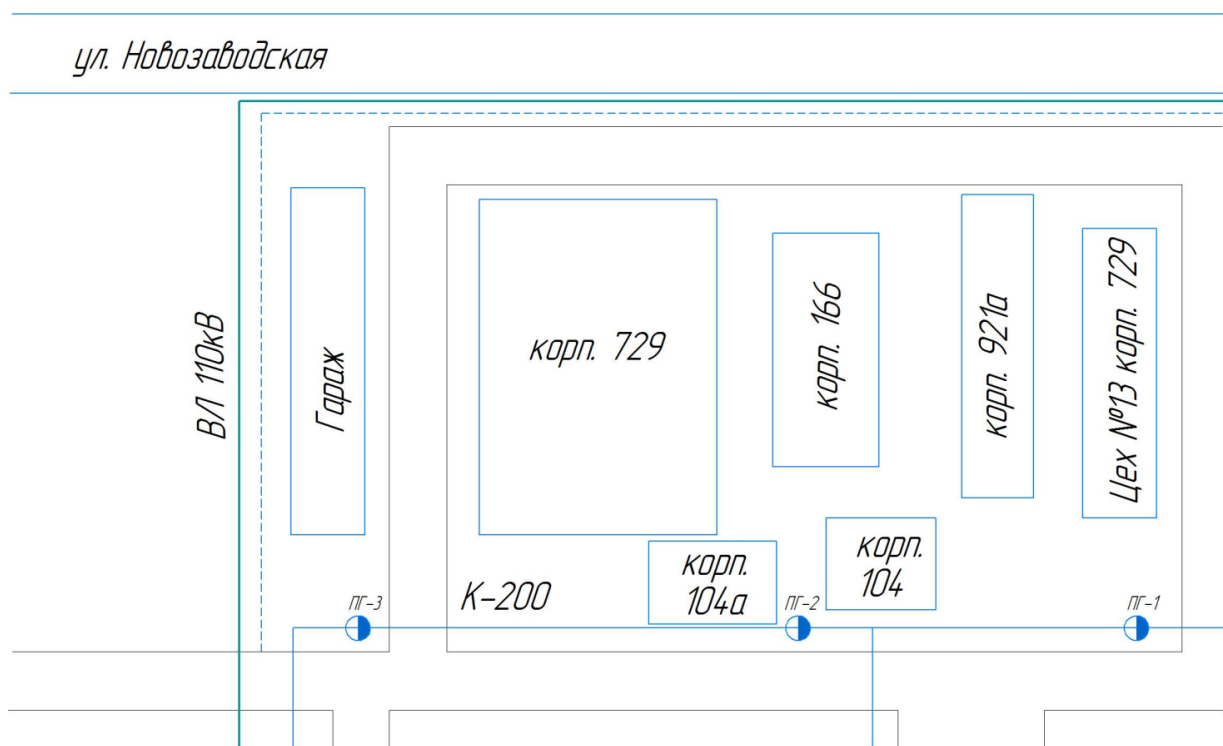


Рисунок 1 – Схема расположения цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»

Эксплуатация склада изотермического хранения аммиака организуется в соответствии с существующими основными действующими нормативными документами, регламентирующими порядок проведения работ и требования по промышленной безопасности [23].

Характеристика здания и производственной площадки цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика здания и производственной площадки цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»

Перечень показателей пожарно-тактической характеристики организации(объекта)	Значение показателей пожарно-тактической характеристики организации (объекта)
1	2
Назначение здания	Отделение налива жидкого аммиака в баллоны. Наполнение, хранение, испытание, ремонт, выдача баллонов.
Степень огнестойкости	II
Количество находящихся людей в здании:	
в дневное время	7 человек
в ночное время	0 человек
Строительные и конструктивные особенности здания:	Одноэтажное кирпичное здание Покрытие - ж/б плиты. Кровля мягкая рулонная рубероидная на битумной мастике.
общая высотаразмеры (геометрические)	Длина-16м, ширина -6 м, высота -14 м.
Строительные конструкции:	
наружные стены	Предел огнестойкости: 90 Пожарная опасность: К0
перегородки	Предел огнестойкости:90 Пожарная опасность:К0
перекрытия	Предел огнестойкости:45 Пожарная опасность:К0
кровля(покрытие)	Предел огнестойкости:15 Пожарная опасность:К3
Лестничные клетки	Предел огнестойкости: 45 Пожарная опасность: К0
Строительные материалы:	
перегородки	Горючесть: НГ Воспламеняемость: В1 Дымообразующая способность: Д1
перекрытия	Горючесть: НГ Воспламеняемость: В1 Распространение пламени по поверхности: РП1 Дымообразующая способность: Д1
Предел огнестойкости и вид противопожарных преград	
Стены	90 мин.
Перегородки	45 мин.

Продолжение таблицы 1

1	2
Перекрытия	45 мин.
Пути эвакуации	2 эваку. выхода.
Место отключения электроэнергии	п/ст №40 в кор.712А
Основные элементы опасности для людей на пожаре	отравление СО и продуктами разложения, воздействие высокой температуры, поражение электрическим током, обрушение конструкций.
Противопожарное водоснабжение:	
количество пожарных водоемов и их емкость	нет
пожарный водопровод, его вид, расход воды.	кольцевой ПХВ Ø 150 мм 142л /сек
Количество гидрантов	3-ПГ по дорогам и проездам.
Наличие и количество внутренних пожарных кранов тип соединения и диаметр внутренних пожарных кранов, производительность. Требуемый расход воды на нужды пожаротушения	5 ВПК. 101.4 л/с.
Способы подачи воды	От автоцистерны; с установкой на водоисточник с подачей столов «А», «Б», ГПС.
Помещения с наличием взрывоопасных веществ и материалов	-помещение для полных баллонов-100шт. -помещение наполнения-30шт. -помещение пустых баллонов50шт. -покрасочная-10шт. -ремонт баллонов-25шт.
Наличие УАПТ УАПС	нет нет

Каждую секцию трубопроводов аммиака можно отключить запорной арматурой. В качестве запорной арматуры используются шаровые краны с электропневмогидроприводом. Управление шаровыми кранами предусмотрено: дистанционное из ЦПУ, ручное по месту обслуживающим персоналом, автоматическое закрытие при падении давления в трубопроводе до $1,3 \pm 1$ МПа в случае разгерметизации трубопровода. Контроль за состоянием шаровых кранов ведется постоянно в автоматическом режиме.

При возникновении аварийных ситуаций для предотвращения высвобождения и распространения опасного вещества, его локализации и уменьшения выбросов в атмосферу возможно отключение основных технологических блоков запорной арматурой с ручным управлением [24].

Аммиак относится к токсичным и взрывоопасным веществам. Высокие концентрации аммиака в воздухе вызывают обильное слезотечение, боль в глазах, удушье, сильные приступы кашля, головокружение, боли в желудке, рвоту, расстройство дыхания и кровообращения.

Водные растворы аммиака и жидкий аммиак при попадании на кожу вызывают ожоги с образованием пузырей, особенно опасно попадание аммиака в глаза, что может привести к полной потере зрения [25].

Характеристика зданий и наружных установок блоков по взрывопожарной и пожарной опасности представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика зданий и наружных установок блоков по взрывопожарной и пожарной опасности

Производственный объект	Категория помещений и установок по взрывопожарной и пожарной опасности	Класс взрывоопасной зоны по ПУЭ, ГОСТ Р 51330.9-99	Категория и группа взрывоопасных смесей ГОСТ 12.1.011.78	наименование веществ, определяющих категорию и группу взрывоопасных смесей	Группа производственных процессов по санитарной характеристике (СНиП 2.09.04-87)
Пункт приема и отпуска аммиака	Ан	В-1г	IIА-Т1	Аммиак	16

Краткая характеристика взрывоопасности блоков и состав оборудования приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Краткая характеристика взрывоопасности блоков и состав оборудования

Наименование блока	Относительный энергетический потенциал взрывоопасности, Qв	Приведенная масса газов, т, кг	Категория блока
Прием, хранение и отпуск аммиака.	10,62	3029e+0,8	I

Помещения, в которых проводится технологический процесс, установлена и находится в работе приточно-вытяжная вентиляция.

Предусмотрены ограждения вращающихся частей насосов, вентиляторов, полумуфт. Смонтированы обслуживающие площадки для безопасного и удобного обслуживания оборудования, запорной арматуры.

Электрооборудование в помещениях и зонах - взрывозащищенного исполнения. Максимальное напряжение питания на силовых установках 6000В. Электроснабжение от п/ст № 40. Вентиляция принудительная приточно-вытяжная и аварийная. Отопление воздушное, в АБ.

В ПАО «КуйбышевАзот» обеспечивается выполнение требований положений и инструкций, направленных на повышение противоаварийной и антитеррористической устойчивости опасных производственных объектов.

Ко всем административным и производственным помещениям цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» имеется свободный подъезд. Внутри зданий имеются свободные проходы шириной не менее 0,8 м.

Все административные и производственные помещения снабжены первичными средствами пожаротушения. Не реже одного раза в месяц лицо, ответственное за противопожарную безопасность цеха, проверяет наличие и исправность первичных средств пожаротушения с записью в журнале проверки состояния охраны труда, промышленной, пожарной и газовой безопасности.

Выполненный анализ безопасности опасных производственных объектов (ОПО) - цеха №22 ПАО «КуйбышевАзот» - показывает, что условия эксплуатации соответствуют требованиям промышленной безопасности по действующим нормативным документам.

2 Организация действий персонала до прибытия пожарных и аварийно-спасательных подразделений

2.1 Анализ возможных сценариев развития аварий

На рассматриваемом опасном производственном объекте возможны следующие сценарии развития аварий, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Наиболее опасные сценарии возникновения и развития аварий

Группа аварии	Возможная последовательность событий аварии	Поражающие факторы
C1	Разгерметизация магистрального аммиакопровода (разрыв трубы) → выброс жидкого аммиака → испарение аммиака → образование токсичного облака	Токсическое поражение
C2	Разгерметизация насосного оборудования перекачки аммиака (образование свища) → выброс жидкого аммиака → испарение аммиака → образование токсичного облака	Токсическое поражение

Сценарии аварийных ситуаций (АС) основаны на анализе аварийности аналогичных объектов хранения, характере распространения и количестве опасного вещества по аппаратам.

Факторы, влияющие на показатели риска азвития аваййных ситуаций:

- крупногабаритное хранилище с токсичным продуктом,
- значительное количество вещества в единичной емкости,
- разветвленная сеть трубопроводов с запорно-пусковой и регулирующей арматурой и средствами КИП и А.

Поскольку газообразный аммиак легче воздуха, он сравнительно быстро рассеивается в атмосфере. При утечке жидкого аммиака из резервуаров или трубопроводов, работающих под давлением, происходит мгновенное испарение некоторого его количества, с последующим образованием устойчивого облака аэрозоля [26].

При незначительных утечках аммиака аэрозоль быстро рассеивается, а при больших образуются аэрозольные облака, опускающиеся и стелящиеся по земле.

Аммиак в каждой из образующихся капель тумана стремится прийти в равновесие с окружающей средой. В результате испарения части аммиака его температура снижается до температуры кипения (минус 33,4⁰С) при атмосферном давлении. Когда эта температура достигается, дальнейшее испарение аммиака в капле, потерявшей к этому времени теоретически около 1/5 своего веса, проходит только за счет теплообмена с окружающей средой. В результате охлаждения окружающего воздуха водяные пары конденсируются и образуется туманообразное облако белого цвета. При повреждении магистрального трубопровода истечение жидкого аммиака происходит под действием давления паров аммиака при температуре жидкости в трубопроводе. В момент разрыва из трубопровода вырывается с образованием аэрозоля струя жидкого аммиака, быстро убывающая вследствие падения давления в трубопроводе. По мере выхода части жидкости из трубопровода ее объем занимают газовые пробки, препятствующие выходу остальной жидкости. В результате частичного испарения аммиака при разрыве трубопровода жидкость, находящаяся в нем, охлаждается до температуры минус 33,4⁰С. В результате охлаждения жидкости понижается упругость паров, что способствует уменьшению утечки.

Как следует из мирового и отечественного опыта эксплуатации оборудования с аммиаком, взрывные явления аммиачно-воздушных смесей в незамкнутом пространстве по модели паровых облаков практически невозможны, что обусловлено характерными особенностями аммиака как горючего газа, а именно:

- низкой плотностью газа 0,771 кг/м³ (0,597 по воздуху);
- высоким нижним концентрационным пределом распределения пламени 15 % об.;
- узким диапазоном концентрационных пределов распределения пламени 15-33,6 % об.;
- низкой теплотворной способностью 18588 кДж/кг, не обеспечивающей возможность самоподдерживающегося диффузионного горения даже для истекающей стехиометрической аммиачно-воздушной смеси;

- высоким уровнем удельной теплоты испарения 1374 кДж/кг;
- аномально высоким (в сотни раз выше, чем у других горючих газов) значением минимальной энергии зажигания 680 МДж, вследствие чего поджечь его можно только достаточно мощным источником зажигания;
- низкой скоростью распространения пламени аммиачно-воздушных смесей 0,1 м/с;
- малой скоростью нарастания давления при стационарном горении стехиометрической смеси аммиак-воздух 6 МПа/с, поэтому при сгорании неограниченного облака аммиака разрушительная волна не образуется;
- невозможностью распространения пламени над поверхностью разлива жидкого аммиака.

Возможные физические проявления аварии определяются, прежде всего, токсичностью и взрывоопасностью аммиака и его высоким давлением в трубопроводе. По токсикологической характеристике аммиак относится к слаботоксичным веществам 4-го класса опасности.

Вероятность возникновения наиболее вероятной аварии - разгерметизация трубопровода - составляет $8,8 \times 10^{-3}$ раз в год.

Вероятность возникновения наиболее крупной аварии - разрушение резервуара - составляет $6,7 \times 10^{-5}$ раз в год.

Величина индивидуального риска при наиболее опасной аварии с разрушением резервуара составляет $3,8 \times 10^{-5}$ на расстоянии 250 м, на расстоянии 1750 м - $2,7 \times 10^{-6}$.

Коллективный риск при наиболее опасной аварии равен 2×10^{-3} чел/год; при наиболее вероятной - $8,7 \times 10^{-3}$ чел /год.

Наименование и количество вещества, участвующего в аварии: 350,48 т. аммиака.

Количество вещества, участвующего в создании поражающих факторов: 350,48 т. аммиака.

Основные поражающие факторы: токсическое поражение

Размеры зон действия поражающих факторов:

Зона действия летальных токсодоз (длина×ширина), м - 478;

Зона действия пороговых токсодоз (длина×ширина), м - 999.

Исходя из анализа условий и возникновения аварий согласно Постановлению Правительства от 21.05.2007 № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», на аммиакопроводе наиболее вероятны чрезвычайные ситуации (ЧС) локального и муниципального характера.

В зоне поражения могут оказаться:

- Тольяттинская ТЭЦ,
- ПАО «Тольяттикаучук»,
- ОАО «Волгацеммаш»,
- жилой массив г. Тольятти (Центральный, Автозаводской, Комсомольский р-ны),
- с. Васильевка,
- с. Тимофеевка,
- ОАО «АвтоВАЗ»,
- ОАО «Тольяттиазот»,
- станция «Химзаводская».

Конечный результат любой АС - заражение местности аммиаком и токсичное поражение людей.

В районе расположения цеха всего 5 рабочих мест, персонал обеспечен противогазами и другими средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

По результатам проведенного анализа риска, наиболее тяжелые по своим последствиям аварии (для наиболее опасных участков - район улицы Новозаводская).

Количество людей, попадающих в зону токсического воздействия аммиака может варьироваться в широких пределах от 100 человек до нескольких тысяч человек. Количество потерпевших, а также вероятность поражения среди различных групп людей (персонал, занятый на объектах производственной площадки северного промузла Тольятти,) также варьируется в широких пределах. Получить отравления различной степени тяжести могут до

20 человек жителей поселка Загородный. Потенциальный риск для населения п. Васильевка - $1,241 \times 10^{-7}$ 1/год.

При распространении токсичного облака в северо-восточном, северном, восточном направлениях в зону действия летальных токсодоз попадает Обводное шоссе, поселок Васильевка, трасса Самара – Москва (М-5), возможно поражение до $90 \div 110$ человек. Потенциальный риск для участников дорожного движения $2,327 \times 10^{-6}$ 1/год.

В местах пересечения аммиачного облака с автодорогами количество пострадавших будет определяться, в первую очередь, интенсивностью движения. Так, при интенсивности движения 300 авт./час, среднем количестве пассажиров – 3 и ожидаемом радиусе смертельного поражения до 1302 метров среднее число автомобилей, попадающих в зону поражения, составит 39. Число потерпевших составит до 100 человек. Так как время нахождения в аммиачном облаке при движении со скоростью 60 км/ч не превысит 1-2 минуты, большинство из оказавшихся в зоне распространения аммиака может выехать из нее без серьезных последствий.

2.2 Действия персонала при обнаружении пожара и аварийных ситуаций

Работы по устранению пропусков на линиях газообразного и жидкого аммиака выполнять в шланговых противогазах ПШ-1 или ПШ-2.

Ремонтный персонал при возникновении опасности обязан покинуть опасную зону и доложить начальнику смены или мастеру по ремонту. Технологический персонал, кроме того, обязан принять меры по устранению опасности (отключить неисправное оборудование, сбросить давление с аварийного участка) в соответствии с инструкцией по рабочим местам и планом локализации и ликвидации аварийных ситуаций

Мероприятия по локализации и ликвидации возможных аварий с аммиаком включают в себя:

- проведение неотложных аварийно-технологических мероприятий по предотвращению распространения аварии;

- своевременное прогнозирование зон возможного заражения аммиаком по реальным метеоданным;
- оповещение должностных лиц ПАО «КуйбышевАзот» об аварии, а рабочих и служащих об опасности поражения;
- оповещение главного управления МЧС РФ по области, управления (ий) по делам ГОЧС района (города), административных и других организаций о возникшей аварии;
- постоянное ведение химической разведки (до полной ликвидации очага заражения), обозначение границ зоны химического заражения, выставления постов на опасных участках;
- поиск, вынос пострадавших из очага заражения и оказание им первой доврачебной помощи;
- ликвидация неиспарившегося аммиака методом термического обеззараживания.

В целях обеспечения безопасности населения в случае аварии осуществляются следующие мероприятия:

- эвакуация из опасной зоны населения во взаимодействии с органами МЧС и аварийно-спасательными формированиями;
- обозначение, оцепление опасной зоны, запрет пропусков и передвижения по опасной зоне населения, транспортных средств;
- привлечение к выполнению работ по локализации и ликвидации последствий аварии специализированных служб и формирований в целях предупреждения развития аварий, угрозы населению.

Для предотвращения и локализации крупной АС, ЧС или ЧЭС в А созданы и функционируют звенья территориальной подсистемы РСЧС:

- дежурно-диспетчерская,
- газоспасательная служба,
- силы лабораторного наблюдения,
- объектовая комиссия по ЧС,
- объектовая эвакуационная комиссия,
- силы и средства локализации и ликвидации последствий ЧС.

Эвакуация пострадавших людей из загазованной зоны выполняется газоспасателями, членами НАСФ, а также людьми, обученным правилам работы в газозащитной аппаратуре.

Если человек, находящийся в помещении или на наружной установке, где могут появиться токсичные газы, почувствует себя плохо или у него появятся признаки отравления газами (возбужденное состояние, слабость, головокружение, тошнота и т.п.), то он должен немедленно выйти, надев фильтрующий противогаз, из этого помещения или наружной установки на свежий воздух и сообщить своему руководителю работ о загазованности.

Если пострадавший не может самостоятельно выйти из загазованной зоны, то первый заметивший его, который находится вне опасной зоны, с соблюдением мер личной безопасности должен вынести пострадавшего на свежий воздух, вызвать ВГСО и скорую помощь.

При неблагоприятных условиях внешней среды (дождь, ветер, холод и др.) нельзя оставлять пострадавшего на открытом воздухе. Его нужно немедленно поместить в теплое помещение

Предприятие имеет договор с Тольяттинским специальным военизированным отрядом быстрого реагирования ОАО «Агрохиминвест» об оказании помощи по локализации очагов аварии. Он выделяет 25 человек и 10 единиц спецтехники.

При необходимости вызываются силы и средства района и города.

ОАО «Агрохиминвест» дислоцируется на территории ПАО «Тольяттиазот» в здании ВГСВ по адресу: Самарская обл., г. Тольятти, Поволжское шоссе, 32.

Время сбора военизированного отряда быстрого реагирования – 1 мин.

Готовность к отправке в район ЧС - 1 мин

Количество аттестованных спасателей - 27 человек. Количество спасателей в дежурной смене – 4-5 человек.

Оснащение ОАО «Агрохиминвест» приведено в таблице 5.

Таблица 5 - Оснащение ОАО «Агрохиминвест»

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Средства защиты органов дыхания и кожи		
Дыхательный аппарат изолирующий	шт.	43
Противогаз	шт.	35
Костюм защитный	шт.	43
Медицинское обеспечение		
Носилки	шт.	6
Оборудование и снаряжение		
Аппарат ИВЛ «ГС-10»	шт.	5
Компрессор кислородный	шт.	1
Тренажёр СЛР «AMBUMEN»	шт.	1
Контрольный прибор	шт.	3
Шланговый дыхательный аппарат «Вектор»	шт.	4
Компрессор воздушный	шт.	2
Станция воздуходообеспечения «Каскад»	шт.	1
ТРИПОД	шт.	1
Световая мачта	шт.	1
Генератор (2 кВт)	шт.	1
Распылитель сорбента		
Приборы химического и радиационного контроля		
Прибор химического контроля	шт.	6
Аварийно-спасательный инструмент		
Гидравлический инструмент («Холматро», «Спрут» и др.)	шт.	1
Электро, газосварочное оборудование	шт.	1
Пневмодомкрат	шт.	1
Переносная электростанция	шт.	1
Средства связи		
Радиостанция носимая	шт.	13
Радиостанция автомобильная	шт.	3
Транспорт		
Автобус	шт.	1

Действия персонала ПАО «КуйбышевАзот» и военизированного отряда быстрого реагирования ОАО «Агрохиминвест» по ликвидации пролива жидкого аммиака приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Действия персонала ПАО «КуйбышевАзот» и военизированного отряда быстрого реагирования ОАО «Агрохиминвест» по ликвидации пролива жидкого аммиака

Наименование аварии	Действия персонала ПАО «КуйбышевАзот» и ВГСВ ОАО «Агрохиминвест»	Ответственное лицо за выполнение
1	2	3
Разгерметизация магистрального аммиакопровода (гильотинный)	Первый заметивший сообщает дежурному диспетчеру ДДС филиала по телефону, указанному на информационных щитах или по другим доступным каналам.	Первый заметивший аварию

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>разрыв трубы), выброс жидкого аммиака</p>	<p>Сообщает руководству филиала, ОД ДДС ЦПУ (начальнику смены), начальнику линейного участка;</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводит оповещение специалистов и организаций согласно списку и схеме оповещения; - сообщает об аварии в ОАО «Агрохиминвест»; - сообщает в местную администрацию и МВД; - организывает сбор членов НАСФ; - вызывает пожарную часть, скорую помощь и полицию. 	<p>Дежурный диспетчер филиала ДДС</p>
	<p>Получив сообщение об аварии от дежурного диспетчера, либо при падении давления аммиака в трубопроводах по приборам давления и расхода с пульта ЦПУ:</p> <ul style="list-style-type: none"> -закрывает ближайший магистральный кран вверх по потоку изакрывает ближайший магистральный кран вниз по потоку аммиака от места разрыва; -закрывает дополнительно вторые краны вверх и вниз по течению, считая от места утечки (разрыва). В необходимости в закрытия других кранов определяет при наблюдении за давлением; -сообщает руководству ПАО «КуйбышевАзот» и далее действует в соответствии с их указаниями и обязанностями, указанными в инструкции. 	<p>ОД ДДС ЦПУ (начальник смены)</p>
	<p>По прибытии на аварийный участок, используя средства индивидуальной защиты (фильтрующий противогаз с коробкой марки «КД» или с фильтром ДОТ (К1, К2, К3)), проверяет закрытие шаровых кранов с электропневмогидроприводом, отсекающих аварийный участок, в случае необходимости и возможности, закрывает их вручную. В случае если шаровые краны находятся в загазованной зоне, действия по проверке их закрытия выполняют работники из числа членов НАСФ, используя изолирующие дыхательные аппараты на сжатом воздухе и герметичные защитные костюмы.</p>	<p>Линейный обходчик</p>
	<p>Дает команду звену разведки, используя изолирующие дыхательные аппараты на сжатом воздухе и герметичные защитные костюмы, произвести разведку, определить масштабы аварии, концентрацию аммиака и постоянно контролировать границы загазованной зоны;</p>	<p>Командир разведывательного звена (до прибытия командира ОАО «Агрохиминвест») и члены звена разведки НАСФ</p>

Продолжение таблицы 6

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> - с членами разведывательного звена выставляет знаки ограждения места аварии; - с членами звена производит разведку с целью спасения людей находящихся в зоне аварии и оказания им первой помощи; - информирует дежурного диспетчера ДДС филиала о масштабах аварии; - организует встречу аварийных служб; - по прибытии аварийных служб докладывает обстановку и указывает точное место аварии. 	
	<p>По прибытии в район аварии организует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разведывательные работы в районе аварии с использованием защитных костюмов; - спасательные работы по выводу пострадавших из зоны аварии и развертывание палаток санитарного поста; - локализацию пролива аммиака; - развертывание устройств связи и их функционирование. 	<p>Командир ОАО «Агрохиминвест». До прибытия командира ОАО «Агрохиминвест» – командир пункта ГСС с членам спасательного звена НАСФ</p>
	<p>По указанию ответственного руководителя работ ведёт работы по ликвидации пролива аммиака и по обеззараживанию места аварии (термическое обеззараживание выполняется в соответствии с инструкцией по термическому обеззараживанию аммиака).</p>	<p>Командир звена обеззараживания и тушения пожара</p>
	<p>По указанию ответственного руководителя работ устанавливает водяную завесу по фронту распространения токсичного облака с помощью передвижных распылителей;</p> <ul style="list-style-type: none"> - в средствах защиты дежурит со средствами пожаротушения до полной ликвидации последствий аварии. 	<p>Пожарно-спасательная часть №35</p>
	<p>Оказывают помощь пострадавшим и, в случае необходимости, организуют их доставку в лечебные учреждения</p>	<p>Работники скорой помощи</p>
	<p>Перекрывает подъездные пути</p>	<p>Полиция</p>
	<p>По прибытии в район аварии организует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведение ремонтных работ. 	<p>Командир аварийно – технического звена</p>
	<p>Информирует вышестоящее руководство о ходе работ по ликвидации последствий аварии;</p> <ul style="list-style-type: none"> - действует в соответствии с должностными обязанностями; - при положительных результатах анализа на аммиак в воздушной среде отменяет аварийное положение 	<p>Ответственный руководитель по локализации и ликвидации аварии</p>
<p>Пожар пролива жидкого аммиака</p>	<p>Первый заметивший пожар сообщает дежурному диспетчеру ДДС филиала по телефону, указанному на информационных щитах или по другим доступным каналам.</p>	<p>Первый заметивший пожар</p>

Продолжение таблицы 6

1	2	3
	Сообщает руководству филиала, ОД ДДС ЦПУ (начальнику смены); - проводит оповещение специалистов и организаций согласно списку и схеме оповещения; - сообщает о пожаре в пожарно-спасательную часть №35; - сообщает о пожаре в ЦППС города, скорую помощь и полицию.	Дежурный диспетчер филиала ДДС
	Ликвидируют загорания первичными средствами пожаротушения. Действуют согласно инструкции	Звено ДПД
	В средствах защиты подают средства пожаротушения (пену средней кратности) на зеркало пролива до полной ликвидации горения	Пожарно-спасательная часть №35

Схема эвакуации работников из помещений цеха №13 представлена на рисунке 2.

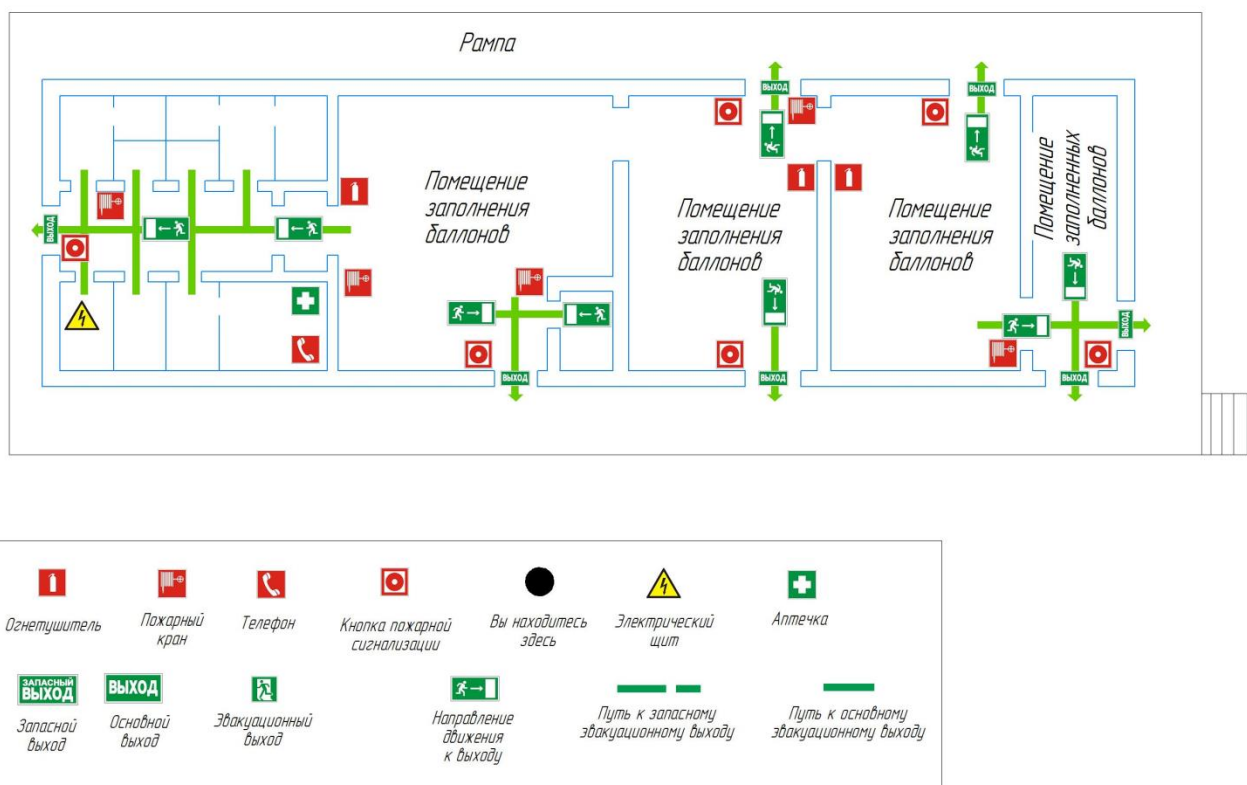


Рисунок 2 - Схема эвакуации работников из помещений цеха №13

В целях обеспечения безопасности населения и предупреждения аварий осуществляется:

- соблюдение требований норм и правил безопасности и охраны труда;
- информирование об опасности объекта, размещение предупредительных плакатов и знаков;
- контроль исправности оборудования, средств КИПиА, систем ПАЗ, молниезащиты, заземления.

Проведя исследования действий персонала ПАО «КуйбышевАзот» и военизированного отряда быстрого реагирования ОАО «Агрохиминвест» по ликвидации пролива жидкого аммиака можно заметить, что газоспасательные формирования оснащены дыхательными аппаратами с малым защитным временем, так замена баллонов дыхательных аппаратов на сжатом воздухе с временем защиты 1 час в условиях ликвидации последствий аварии затруднительна и опасна, то необходимо оснастить данные спасательные формирования дыхательными аппаратами замкнутого типа с временем защитного действия более 4 часов.

3 Организация действий при ликвидации аварий и тушении пожара

3.1 Разработка системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной

Экспериментально установленные параметры взрывоопасных свойств аммиачно-воздушных смесей, включённые в состав нормативно-технической документации, соответствуют смесям аммиака с воздухом и по этой причине характеризуют максимально возможные взрывоопасные свойства аммиака. Наличие влаги в атмосферном воздухе значительно влияет на взрывоопасность аммиачно-воздушных смесей, вплоть до исключения возможности установившегося горения. Флегматизирующее действие атмосферной влаги обосновано физико-химическими процессами, протекающими при истечении и первичном воспламенении аммиака.

При разгерметизации оборудования, расположенного на наружной площадке, возможны аварии, сопровождающиеся выбросом жидкого и газообразного аммиака в атмосферу с образованием токсичного облака, которое может перемещаться на значительные расстояния.

Принимая во внимания выше обозначенные специфические свойства аммиака, основным поражающим фактором возможных аварий на аммиакопроводе при разгерметизации оборудования будем рассматривать токсическое воздействие паров аммиака.

Основными факторами, определяющими количество опасного вещества, участвующего в аварии на линейной части аммиакопровода, являются:

- характер и место разрушения;
- порядок и оперативность обнаружения утечек и остановки работы трубопроводной системы;
- характеристики трубопровода (диаметр трубы, профиль трассы, наличие ответвлений, расположение и характеристики задвижек, характеристики насосов);
- режим перекачки аммиака.

Технические решения и организационные мероприятия, направленные на предупреждение развития аварий на ОПО, включают в себя мероприятия по заблаговременной подготовке к локализации выбросов опасного вещества (аммиака).

Разработаем в качестве мероприятия по заблаговременной подготовке к локализации выбросов опасного вещества систему локализации проливов жидкого аммиака при помощи воздушно-механической пены.

В местах возможных проливах жидкого аммиака (например при разгерметизации трубопроводов) необходимо произвести монтаж генераторов пены ГПС-для подачи воздушно-механической пены на зеркало пролива, подачу пенообразователя производить от сооружения насосной пенотушения. Местами возможных проливов жидкого аммиака в цехе №13 будет являться прилегающая территория к отделению 458 цеха с южной и западной стороны. Наибольшая площадь пролива – 900 м^2 . Так как эффективная площадь подачи пены низкой кратности составляет 75 м^2 , то соответственно потребуется 12 генераторов пены для локализации пролива на 900 м^2 .

Так как площадь здания отделения №458 цеха №13 равна 96 м^2 а площадь помещений меньше эффективной площади подачи пены низкой кратности (75 м^2) выбираем установку по одному ГПС-600 на помещение с расположением его по центру защищаемого помещения отделения №458.

В качестве пенообразователя целесообразно применять пенообразователь «Аквафом АМ».

«Пенообразователь «Аквафом АМ» разработан для промышленной безопасности складов жидкого аммиака. Состав позволяет покрывать проливы аммиака, которые случаются при разгерметизации систем, и подавлять опасные испарения. Продукт прошел испытания на полигоне производственного предприятия» [21].

Схема организации системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной представлена на рисунке 3.

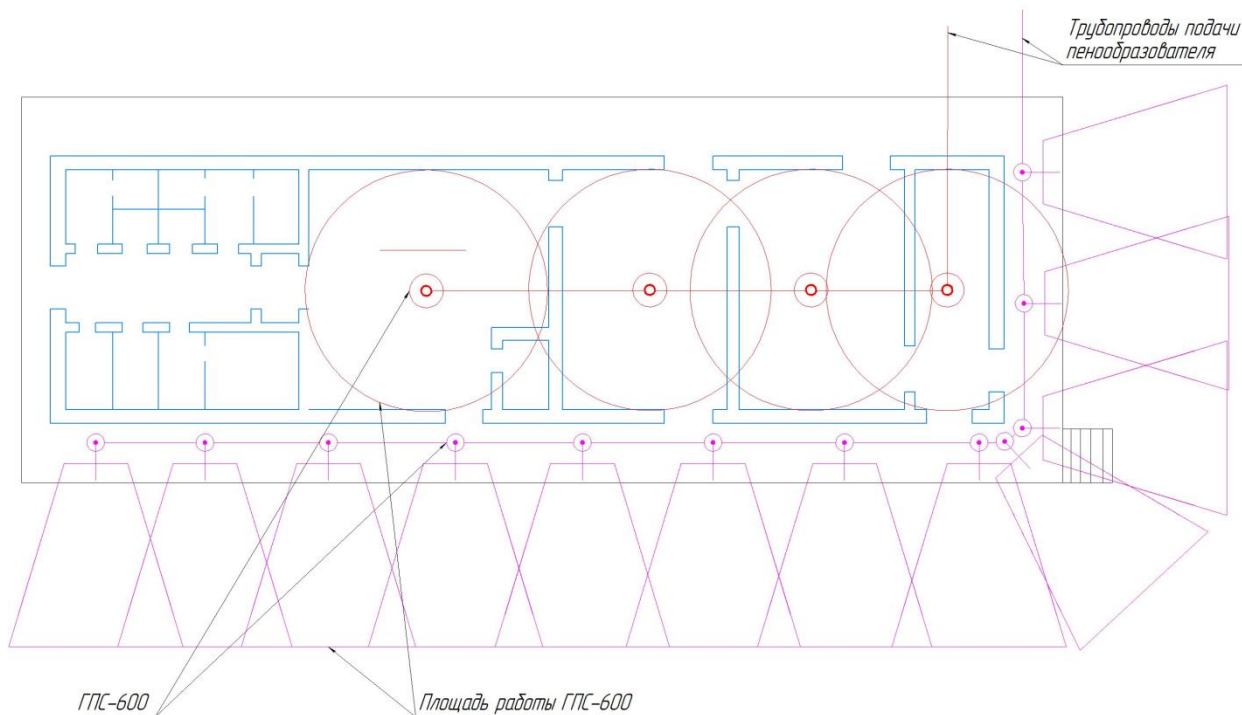


Рисунок 3 - Схема организации системы локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной

Подача воздушно-механической пены осуществляется до полного покрытия зеркала пролива жидкого аммиака.

3.2. Расчет сил и средств для локализации пролива жидкого аммиака

За наихудший вариант принимаем локализацию пролива жидкого аммиака на производственной территории отделения №458 Цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» при разгерметизации фланцевого соединения, проливе жидкого аммиака по всей площади производственной территории отделения 458. Площадь локализации - 900 м². Для локализации пролива принимаем ВМП средней кратности с использованием ГПС-600. Интенсивность подачи раствора пенообразователя – 0,04 л/(м² · сек); интенсивность подачи воды на осаждения аммиачного облака – 0,2 л/(м² · сек); средняя площадь подачи воды на осаждения аммиака – 400 м².

Расписание выездов подразделений пожарной охраны, в части, касающейся объекта представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Расписание выездов подразделений пожарной охраны, в части, касающейся объекта

Ранг пожара	Пожарные подразделения и АСР	Количество и тип техники	Численность боевого расчета, / звенов ГДЗС	Расстояния от пожарных подразделений до объекта, км	Время следования мин.	Количество огнетушащего вещества	
						Воды, л	ПО, л
2	ПЧ-35	2 АЦ-40	8/2	1,5	2	6200	380
2	ПСЧ-146	1 АЦ-40	4/1	2,3	3	2600	160
2	ПСЧ-86	2 АЦ-40	8/2	6,9	9	5200	320
2	ПСЧ-86	1 АЛ-30	1/1	6,9	9	0	0
2	ПСЧ-86	1 АГ-12	1/1	6,9	9	0	0
2	ПСЧ-70	1 АЦ-40	4/1	12	16	2600	160
2	ПСЧ-13	1 АЦ-40	4/1	11,7	16	2600	160
2	ПСЧ-13	1 АЛ-40	1/1	11,7	16	0	0
2	ПСЧ-11	1 АЦ-40	4/1	17,4	24	2600	160
2	Цех №35	1 АЦ-40	4/1	17,3	24	2600	160
2	ПСЧ-75	1 АЦ-40	4/1	17,1	23	2600	160
2	ПСЧ-69	1 АР	1/1	15,2	21	0	0
2	ПСЧ-69	1 ПНС	1/1	15,2	21	0	0
2	ПСЧ-70	1 ПХ	1/1	12	16	0	2600
3	ПСЧ-63	1 АЦ-40	4/1	27	36	2600	160
3	ПЧ-76	1 АЦ-40	4/1	19	26	2600	160
3	СПЧ-9	1 АЦ -40	4/1	90	120	2600	160
4	ПЧ-71	1 АЦ-40	4/1	90	120	2600	160
4	ПЧ-8	1 АЦ-40	4/1	90	120	2600	160

Определяем требуемое количество ГПС-600 для локализации жидкого аммиака на $S = 900 \text{ м}^2$:

$$N_{\text{ГПС-600}} = S_{\text{пож}} \times J_{\text{тр}} / 6 \quad (1)$$

где $S_{\text{пож}}$ – площадь пролива,

$J_{\text{тр}}$ - интенсивность подачи раствора пенообразователя.

$$N_{\text{ГПС-600}} = 900 \times 0,05 / 6 = 7,5 \approx 8 \text{ (ГПС-600)} \quad (2)$$

Определяем требуемое количество ПЛС-20 для осаждения облака аммиака:

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{охл}} \times J_{\text{тр охл}} \quad (3)$$

где $S_{\text{охл}}$ - средняя площадь на которой будет осаждаться аммиак;

$J_{\text{тр охл}}$ - интенсивность подачи воды,

$$Q_{\text{тр}} = 400 \times 0,2 = 80 \text{ л/сек} \quad (4)$$

Определяем требуемое количество пенообразователя на период локализации пролива:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{гпс}} \times Q_{\text{гпс}} \times 60 \times \tau_{\text{расч}} \times K_3 \quad (5)$$

где $N_{\text{гпс}}$ – количество стволов ГПС;

$Q_{\text{гпс}}$ – средний расход пенообразователя;

$\tau_{\text{расч}}$ – расчётное время подачи воздушно-механической пены;

K_3 - коэффициент запаса пенообразователя.

С учетом 3-х кратного запаса

$$V_{\text{по}} = 8 \times 0,36 \times 60 \times 10 \times 3 = 5184 \text{ (л)}.$$

Определяем требуемый расход воды для обеспечения работы 3 ГПС-600 (на локализацию):

$$Q_{\text{туш}} = N_{\text{гпс-600}} \times Q_{\text{гпс-600}} = 8 \times 3 = 24 \text{ (л/с)} \quad (11)$$

где $N_{\text{гпс}}$ – количество стволов ГПС;

$Q_{\text{гпс}}$ – средний расход воды.

Определяем требуемое число пеноподъемников (автолестниц) с гребенками на 4 ГПС- 600:

$$N_{\text{пп}} = N_{\text{гпс}} / 4 = 2 / 4 = 2 \text{ (необходимо АЛ-30 в количестве 2 ед.)}$$

Для защиты личного состава принимаем 2 РСК-50:

$$Q_{\text{защ}} = N_{\text{ств«Б»}} \times Q_{\text{ств«Б»}} = 2 \times 3,5 = 7 \text{ (л/с)} \quad (6)$$

Определяем общий требуемый расход воды для локализации пролива аммиака:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{туш}} + Q_{\text{охл}} + Q_{\text{защ}} \quad (7)$$
$$Q_{\text{общ}} = 21 + 80 + 7 = 108 \text{ (л/с)}$$

Определяем водоотдачу кольцевого водопровода:

$$\varnothing 200 \text{ мм: } Q_{\text{к}} = (\varnothing/25)^2 \times V_{\text{в}} = 82 \times 2 = 128 \text{ (л/с)} \quad (8)$$

Из расчетов видно, что имеющийся водопровод $\varnothing 200$ мм не обеспечит требуемый расход воды для локализации аварии с проливом аммиака, для успешной локализации необходимо ПНС-110 установить на ВОЦ-1 цеха № 05А.

Рассчитываем общее требуемое количество личного состава для локализации пролива:

$$N_{\text{л/с}} = 4 \times 3 + 2 + 4 + 2 + 2 \times 2 = 24 \text{ (чел)} \quad (9)$$

Подача стволов «А» на осаждение аммиака осуществляется звеньями ГДЗС в костюме химической защиты.

Определяем требуемое количество отделений:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{л/с}} / 4 = 24 / 4 = 6 \text{ (отделений)} \quad (10)$$

На момент прибытия сил и средств подразделений ПСЧ-86, сил и средств достаточно для проведения первоначальных действий по подготовке пенной атаки.

Итого потребное количество сил и средств для локализации пролива аммиака:

- на локализацию пролива: 8 ГПС-600 (2 человека);
- на осаждение аммиака: 4 ствола ПЛС-20 4 звена ГДЗС, 2 ствола «Б», (14 человек);
- спецтехника: АГ-12, ПНС-110, АР-2, пенный ход.

Согласно гарнизонного расписания, принимаем вызов № 2.

Расстановка сил и средств при первом варианте развития аварии и пожара представлена на рисунке 4.

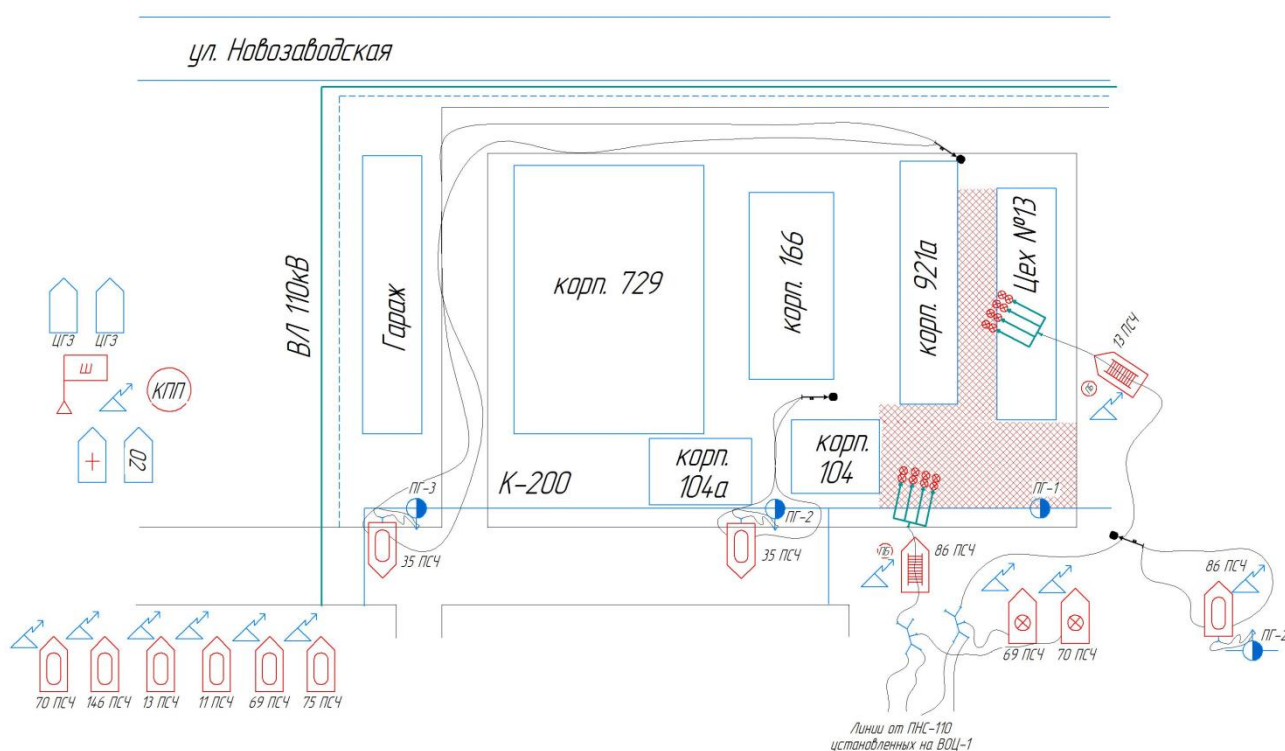


Рисунок 4 - Расстановка сил и средств при первом варианте развития аварии с проливом аммиака на производственной территории отделения №458 Цеха №13

Произведем расчёт сил и средств при втором варианте развития аварии с проливом аммиака внутри помещения отделения №458 Цеха №13. Произошел розлив жидкого аммиака из трубопровода, расположенного на отметке 0.0 м. Площадь пролива будет ограничена размерами помещения цеха – 95 м². Для локализации принимаем ВМП средней кратности. Интенсивность подачи раствора пенообразователя - 0,05 л/сек×м².

Лучшим средством для локализации пролива жидкого аммиака является

воздушно-механическая пена.

Определяем количество стволов ГПС-600 на локализацию:

$$N_{\text{гпс}} = S_{\text{п}} \cdot J / q_{\text{гпс}} \quad (11)$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь розлива аммиака;

J – интенсивность подачи раствора пенообразователя;

$q_{\text{гпс}}$ – расход воды ГПС-600.

$$N_{\text{гпс}} = 95 \cdot 0,05 / 6 = 2 \text{ ГПС-600}$$

Определяем необходимое количество пенообразователя на локализацию:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{гпс}} \cdot q_{\text{гпс}} \cdot T \cdot K; \quad (12)$$

где $N_{\text{гпс}}$ – количество ГПС-600;

K – коэффициент запаса пенообразователя;

$q_{\text{гпс}}$ – расход воды ГПС-600.

$$V_{\text{по}} = 2 \cdot 0,36 \cdot 900 \cdot 3 = 1944 \text{ л.}$$

Для подвоза пенообразователя необходимо задействовать ПХ ПСЧ-70.

Определяем количество стволов на осаждение облака аммиака:

$$N_{\text{А}}^{\text{осажд}} = S_{\text{з}}^{\text{осажд}} \cdot J_{\text{охл}} / q_{\text{А}} \quad (13)$$

где $S_{\text{з}}^{\text{осажд}}$ – площадь, на которой будет происходить осаждение аммиака;

$J_{\text{осажд}}$ – интенсивность подачи воды на осаждение;

$q_{\text{А}}$ – расход воды ствола РС-70.

$$N_{\text{А}}^{\text{осажд}} = 800 \cdot 0,05 / 7,4 = 6 \text{ стволов А}$$

Определяем фактический расход воды на локализацию пролива и осаждение облака:

$$Q_3 = N_A \cdot q_A = 6 \cdot 7,4 = 44,4 \text{ л/сек.} \quad (15)$$

$$Q_T = N_{ГПС} \cdot q_{ГПС} = 2 \cdot 5,64 = 11,3 \text{ л/сек.} \quad (16)$$

$$Q_{\phi} = Q_3 + Q_T = 44,4 + 11,3 = 55,7 \text{ л/сек.} \quad (17)$$

$$Q_{\phi} = 55,7 < Q_{\text{вод}} = 147,2 \text{ л/сек.} \quad (18)$$

Водопровод ПХВ обеспечивает требуемый расход.

Звенья ГДЗС используются для подачи 6 стволов «А» на осаждение облака аммиака и 2 стволов «Б» на защиту участников АСР и соответственно принимаем 8 звеньев ГДЗС. Учитывая простоту планировки принимаем звено ГДЗС в составе 2 человек.

$$N_{ГДЗ} = N_{\text{ств}} \cdot 2 = (6+2) \cdot 3 = 24 \text{ чел.} \quad (19)$$

С учетом 50 % запасов звеньев ГДЗС требуется 36 чел/гдзс

Определяем требуемую численность личного состава:

$$N_{л/с} = N_a \cdot 3 + N_{ГПС} \cdot 2 + N_{пб} + N_{р \text{ ГДЗ}} \cdot 2 \quad (20)$$

где N_a - количество стволов РС-70;

$N_{ГПС}$ - количество стволов ГПС-600;

$N_{пб}$ – количество постов безопасности;

N_r – количество резервных звеньев ГДЗС.

$$N_{л/с} = 6 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 8 + 4 \cdot 3 + 2 = 46 \text{ чел.}$$

Определяем требуемое количество отделений:

$$N_{отд} = N_{л/с} / 5 \quad (21)$$

$$N_{отд} = 46 / 5 = 12 \text{ отд.}$$

Расстановка сил и средств при втором варианте развития аварии пролива аммиака представлена на рисунке 5.

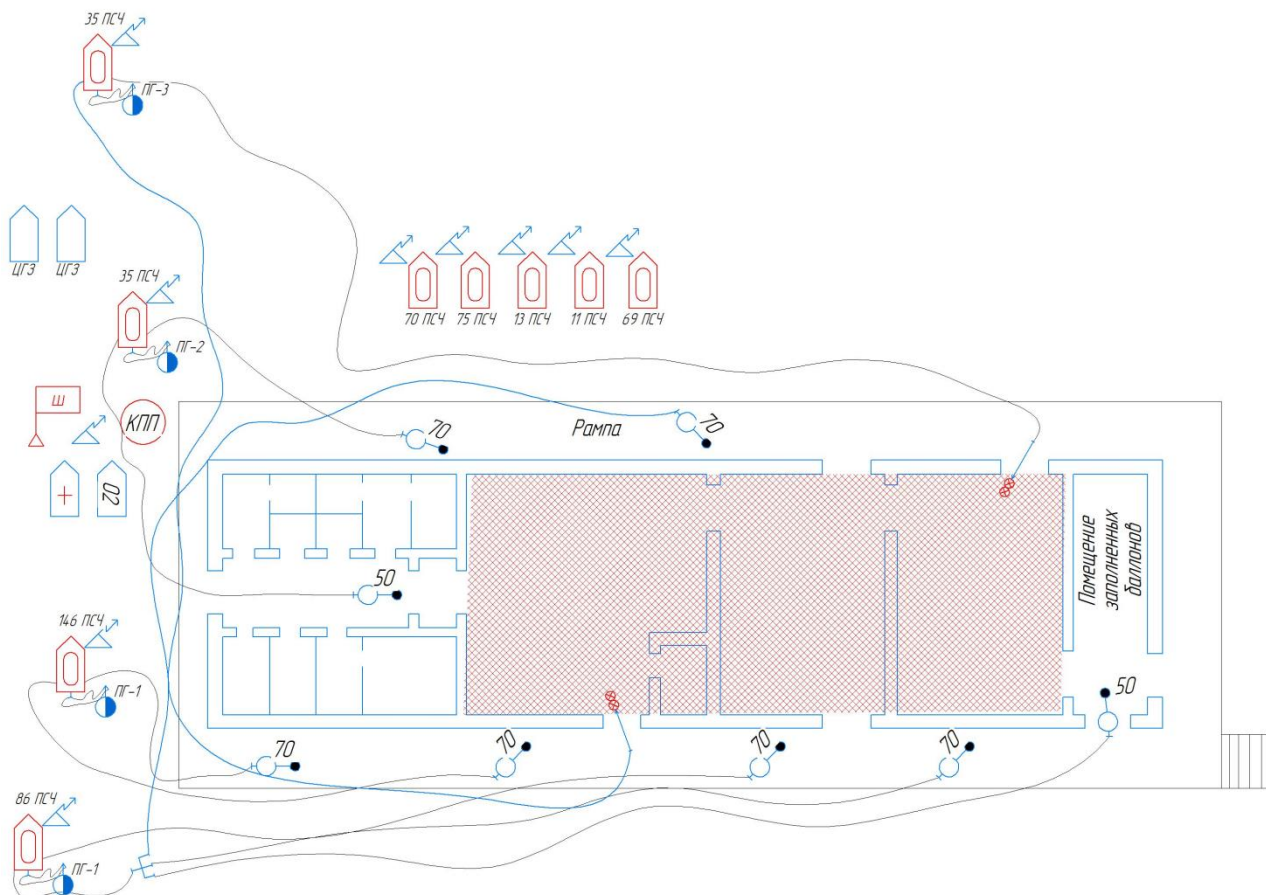


Рисунок 5 - Расстановка сил и средств при втором варианте развития аварии пролива жидкого аммиака внутри отделения №458 Цеха №13

Согласно гарнизонного расписания, для локализации пролива жидкого аммиака принимаем вызов №2.

3.2 Организация взаимодействия пожарных и аварийно-спасательных подразделений со службами жизнеобеспечения

Взаимодействие ПАО «КуйбышевАзот» с пожарными и аварийно-спасательными подразделениями предприятия и города, а также со службами жизнеобеспечения организовано объектовыми инструкциями, алгоритмами и специальными соглашениями со сторонними организациями.

Задачи, решаемые в порядке взаимодействия аварийно-спасательными подразделениями и службами жизнеобеспечения указаны в таблице 8.

Таблица 8 - Задачи, решаемые в порядке взаимодействия аварийно-спасательными подразделениями и службами жизнеобеспечения

Содержание задачи	Ответственная служба	Привлекаемые лица
Сообщение руководству предприятия (начальнику смены); оповещение специалистов и организаций согласно списку и схеме оповещения; сообщение о ЧС или пожаре в пожарно-спасательную часть №35; сообщение о пожаре в ЦППС города; вызов скорой помощи и полиции.	Производственно-техническая служба ПАО «КуйбышевАзот»	Дежурный диспетчер ДДС филиала
Отключение электроснабжения цеха (наружной установки), выдача подразделениям пожарной охраны допуска на тушение пожара	Энергетическая служба ПАО «КуйбышевАзот»	Дежурный энергетик
Обеспечение на нужды пожаротушения и защиты зданий и конструкций требуемого расхода воды	Пароводопех (ПВЦ)	Начальник ПВЦ (начальник смены ПВЦ)
Выполнения газоопасных работ, локализация и ликвидация аварий и ЧС, эвакуация пострадавших; оказание первой медицинской помощи.	Газоспасательный отряд (ГСО), ПСЧ-35	Начальник ГСО (Начальник смены ГСО). Личный состав ПСЧ-35
Оцепление места ЧС (пожара), сохранность материально-технических средств и продукции	Охрана ПАО «КуйбышевАзот»	Начальник охраны ПАО «КуйбышевАзот»
Оказание медицинской помощи пострадавшим при ЧС, вызов дополнительной помощи Станции скорой помощи города.	Медицинская служба ПАО «КуйбышевАзот» (скорая помощь)	Главный врач поликлиники ПАО «КуйбышевАзот» (дежурный врач)
Организация снабжения ГСМ, средствами тушения (пенообразователем), транспортными средствами (бульдозеры, самосвалы)	Служба МТС (транспортная служба)	Начальник транспортного управления (начальник цеха)
Эвакуация подвижного состава от места ЧС (пожара)	Служба ЖДЦ	Начальник ЖДЦ (начальник смены ЖДЦ)

Данные о дислокации аварийно-спасательных служб ОАО «КуйбышевАзот» и порядок связи с ними.

ВГСО расположен в корпусе 153 в квартале В-3 на территории завода. Телефон дежурного 10-04 или 55-04.

ПСЧ-35 расположена в корпусе 109 в квартале А-2 за территорией завода. Телефон пункта связи части 10-01 или 55-01.

Скорая помощь расположена в корпусе 153 в квартале В-3 на территории завода. Телефон дежурного 10-03 или 55-03.

Дежурные электрики находятся в корпусе 304А на территории завода в квартале 6-В, телефон дежурного 15-83. Телефон начальника смены 15-08.

Представители пароводоцефа, находятся в корпусе 251 на территории завода в квартале 5-Б. Телефон дежурного станции 3 подъема 56-09, начальника смены 15-09 или 55-09. В дневное время слесари прибывают на дежурном автомобиле цеха, в ночное время в выходные и праздничные дни пешим порядком.

Военизированная охрана, находится в корпусе 102 на территории завода в квартале 3-А. Телефон начальника караула 10-02. Прибывают на дежурном автомобиле СПВР.

Служба безопасности, находится в корпусе 154 за пределами производственной территории в квартале 3-А. Телефон дежурного 15-55. Прибывают на дежурном автомобиле СБ.

Прибывшим аварийно-спасательными подразделениями и службами жизнеобеспечения производятся работы по локализации и ликвидации аварии в соответствии со своими функциональными обязанностями согласно должностных инструкций.

4 Охрана труда

4.1 Организация работы пожарных и аварийно-спасательных подразделений при ликвидации аварий и пожаров

Для выполнения работ по локализации пролива аммиака персонал должен быть обеспечен спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами.

«Личный состав подразделений ФПС прибывает на место пожара, проведения аварийно-спасательных и специальных работ одетым в боевую одежду и обеспеченным средствами индивидуальной защиты с учетом выполняемых задач» [5].

«Специальная защитная одежда изолирующего типа надевается поверх форменного обмундирования и используется только с дыхательным аппаратом со сжатым воздухом, тип которого соответствует требованиям нормативных документов по пожарной безопасности» [5].

Аппарат дыхательный воздушный предназначен для индивидуальной защиты органов дыхания и зрения человека от вредного воздействия высокотоксичной и агрессивной газовой среды и позволяет осуществлять работы в среде с недостаточной концентрацией и при полном отсутствии кислорода как в комплекте с защитным костюмом, так и без него.

Пользоваться аппаратом дыхательным воздушным имеют право только лица, прошедшие теоретическое и практическое обучение, сдавшие экзамен на допуск к самостоятельной работе в квалификационной комиссии цеха и прошедшие медицинское освидетельствование.

Работы в аппарате дыхательном воздушном выполняются группой в составе не менее 4-х человек. Для работы противогаз закрепляется на спине человека с помощью двух плечевых, двух концевых и поясного ремней. Перед включением в работу противогаса производится его боевая проверка в положении на спине в последовательности, описанной в инструкции ОТБ-2 (пункт 7.6).

При работе в аппарате дыхательном воздушном не допускается соприкосновение с открытым пламенем.

Работа в аппарате дыхательном воздушном может производиться до срабатывания звукового сигнализатора в течение 45-60 минут, после чего для выхода из загазованной зоны или замены баллонов остается запас воздуха на 10-12 минут.

«При работе в помещениях, где хранятся или используются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, личный состав звена газодымозащитной службы должен быть обут в резиновые сапоги (искробезопасные), соблюдает меры предосторожности против высекания искр, не пользуется выключателями электрофонарей, путь простукивает деревянной палкой или шестом» [5].

«В случаях угрозы взрыва прокладка рукавных линий осуществляется перебежками, переползанием, с использованием имеющихся укрытий (канавы, стены, обвалования), а также средств защиты (стальные каски, сферы, щиты, бронежилеты), под прикрытием бронещитов, бронетехники и автомобилей» [5].

«При проведении действий в зоне высоких температур при тушении пожара и ликвидации аварий используются термостойкие (теплозащитные и теплоотражательные) костюмы, а при необходимости - работа производится под прикрытием распыленных водяных струй, в задымленной зоне - с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания» [5].

«Групповая защита личного состава подразделений ФПС и мобильной пожарной техники при работе на участках сильной тепловой радиации обеспечивается водяными завесами (экранами), создаваемыми с помощью распылителей турбинного и веерного типов» [5].

4.2 Разработка процедуры обеспечения личного состава пожарных подразделений средствами защиты

Обеспечение личного состава подразделений средствами индивидуальной защиты организуется согласно Федеральному закону от 30.12.2001 №197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации».

«На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами, которые устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации» [2].

«Обеспечение работников СИЗ производится за счет средств работодателя в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи сертифицированных видов спецодежды, спецобуви и других СИЗ (далее - Типовые нормы), а также в соответствии с «Межотраслевыми правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты». Допускается выдача дополнительных СИЗ, не предусмотренных Типовыми нормами, если это включено в коллективный договор» [2].

В таблице 9 разработаем документированную процедуру обеспечения личного состава подразделений средствами индивидуальной защиты в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 1 июня 2009 г. №290н «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты».

Таблица 9 – Документированная процедура обеспечения личного состава подразделений средствами индивидуальной защиты

Процесс	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
1	2	3	4
Составление перечня рабочих мест	Ответственное лицо за обеспечение СИЗ	Приказ об обеспеченности СИЗ, штатное расписание	Перечень рабочих мест

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
Составление перечня необходимых средств защиты	Ответственное лицо за обеспечение СИЗ	Перечень рабочих мест	Перечень средств индивидуальной защиты
Разработка и утверждение положения с нормами выдачи СИЗ	Ответственное лицо за обеспечение СИЗ	Перечень средств индивидуальной защиты	Приказ о выдаче СИЗ Положение с нормами выдачи СИЗ
Выдача СИЗ работникам	Ответственное лицо за обеспечение СИЗ	Приказ о выдаче СИЗ Положение с нормами выдачи СИЗ	Запись в учётную карточку о выдаче СИЗ работникам
Учет выдачи работникам СИЗ	Ответственное лицо за обеспечение СИЗ	Запись в учётную карточку о выдаче СИЗ работникам	Журнал (электронная база данных) учета выдачи СИЗ работникам

Нормы бесплатной выдачи сертифицированных видов спецодежды, спецобуви и других СИЗ для работников подразделений пожарной охраны утверждены приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 1 сентября 2010 года № 777н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

На 2018 – 2020 годы выбросы загрязняющих веществ (в количестве 115 наименований, подлежащих государственному учету и нормированию) от источников рассматриваемых производственных объектов предприятия, подлежащих государственному учету и нормированию, составят: всего – 10 090,313698 т/год, из них: твердых – 1957,512043 т/год, жидких/газообразных – 8132,801654 т/год.

Согласно положениям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» предприятие ПАО «КуйбышевАзот» является химическим объектом первого класса, для которых ориентировочная санитарно-защитная зона (СЗЗ) установлена размером 1000 м.

Из приведённого выше видно, что в пределах СЗЗ ПАО «КуйбышевАзот» расположены промышленные объекты I – V классов опасности. В целом организация СЗЗ ПАО «КуйбышевАзот» в рамках сложившейся в районе схемы градостроительной ситуации соответствует правилам и нормам СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Достаточность размера расчётной СЗЗ подтверждена выполненной оценкой риска для здоровья населения.

В качестве информации о загрязнителях были рассмотрены формы статотчетности 2 ТП, отчетов результатов обследования территориальных органов МПР РФ и других организаций, обеспечивающих контроль сброса сточных вод в системы канализаций и далее в водохранилище, качества грунтовых подземных вод.

В 2006 г. на действующей промплощадке предприятия оборудованы 3 скважины для организации сети наблюдений влияния производства на качество грунтовых вод.

В 1 п/г 2007 г. впервые проведен анализ вышеназванных вод силами ООО «Посейдон» совместно с санитарной лабораторией ОАО «КуйбышевАзот».

Вывод - в гидрогеологической обстановке района существенных изменений не наблюдается относительно фоновых значений.

Содержание токсичных веществ, таких как свинец, медь, никель, хром общий, капролактама, фосфаты не превышает установленных ПДК.

Исключение составляют концентрации 3-х компонентов - азот аммонийный, железо 2^{-х} валентное, нефтепродукты.

Источник загрязнения нефтепродуктами и железом - автотранспорт. Он оказывает техногенную нагрузку на подземную гидросферу всех предприятий Северного промышленного узла (СПУ).

Азотсодержащие вещества в грунтовых водах - следствие россыпей азотных удобрений на территории предприятия, размыва их атмосферными осадками.

Филиалом «Центр лабораторных аналитических и технических измерений» по Приволжскому Федеральному округу (ЦЛАТИ по ПФО) по Самарской области определен класс опасности загрязненных сточных вод - нетоксичные.

Геохимическая обстановка района и зональность распределения химических типов подземных вод не претерпевает изменений как во времени, так и в пространстве.

Деятельность по обращению с опасными отходами лицензирована.

Мониторинг влияния мест временного складирования отходов на окружающую среду (ОС) осуществляет санитарная лаборатория ОАО «КуйбышевАзот».

Эксплуатация мест временного складирования отходов ведется в соответствии с требованиями нормативно-методической документации. С 2005 г. в программу производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением профилактических мероприятий внесены методы определения классов опасности отходов биотестированием и экспериментальным путем.

Ежемесячно проводится отбор и доставка проб отходов в ФГУЗ Роспотребнадзора по Самарской области.

Определение классов опасности отходов проводится для окружающей природной среды (ОПС) и здоровья человека с выдачей протоколов на партию отходов.

Контроль выбросов в атмосферу ведется по стационарным и передвижным источникам, определяется эффективность работы газопылеочистных установок (ГПУ), фактическая концентрация загрязняющих веществ в рабочей зоне производственных помещений, проводятся измерения уровней шума и вибрации на рабочих местах, на оборудовании различных типов

Определение примеси аммиака в воздухе проводилось на ПНЗ 2, 3, 4, 7, 10, 11. Среднегодовая концентрация примеси в целом по городу составила 0,6 ПДК. В течение последних лет в большей степени загрязнен аммиаком атмосферный воздух в районе ПНЗ 2, попадающего в зону влияния выбросов ПАО «КуйбышевАзот». Здесь среднегодовая концентрация была на уровне 0,9 ПДК, наибольшие среднемесячные концентрации составили 1-1,1 ПДК.

Результаты контроля качества атмосферного воздуха Тольяттинской СГМО в селитебной зоне на ПНЗ-2 говорят о снижении уровня загрязнения воздуха по специфическим веществам от ПАО «КуйбышевАзот» - по аммиаку, диоксиду азота и стабилизации показателей по диоксиду серы и взвешенным веществам.

Воздействие на окружающую среду предприятия оценивается как допустимое.

Оценка возможного ущерба при аварии будет проведена по наиболее опасному сценарию - разрушение резервуара с образованием зоны поражения.

Компоновка оборудования выполнена таким образом, что при разрушении резервуара не пострадает ни один из основных технологических цехов.

Возможно пострадают эстакады вследствие образования гидродинамической волны прорыва.

«В результате аварий возможны заражение окружающей среды и массовые поражения людей, животных и растений» [14].

На рисунке 6 представлены зоны поражения при аварии с проливом аммиака на ПАО «КуйбышевАзот».



Зона поражения со смертельной токсодозой на границе 470 м.

Рисунок 6 - Зоны поражения при аварии с проливом аммиака на ПАО «КуйбышевАзот»

Материальный ущерб аварии будет значителен:

- социально-экономические потери (травматизм и гибель людей, уничтожение, повреждение основных производственных фондов, продукции, сырья);
- экологический (загрязнение атмосферы, водного бассейна, почвы).

5.2 Рекомендуемые методы и средства снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

ОАО «КуйбышевАзот» имеет внутренние и внешние цели - это минимизация проявления влияния факторов производственной среды на сохранение здоровья работников и населения города, на окружающую среду.

Все направления работы обеспечивают снижение влияния развивающегося производства на ОС, повышают промышленную и экологическую безопасности производства, повышают доверие в сознании горожан к нашему предприятию, увеличивают эффективность обучения Работников с целью исключения инцидентов, аварий, несчастных случаев, связанных с человеческим фактором.

Аварийная ситуация любого масштаба, связанная с загрязнением окружающей среды, предполагает выполнение комплекса описанных мероприятий по обеспечению экологической и промышленной безопасности.

Для локализации проливов аммиака в местах возможных аварий выполнить отбортовку возможных мест проливов металлическими конструкциями для ограничения площади растекания жидкого аммиака.

Пример выполнения таких защитных конструкций в помещении цеха показан на рисунке 7.

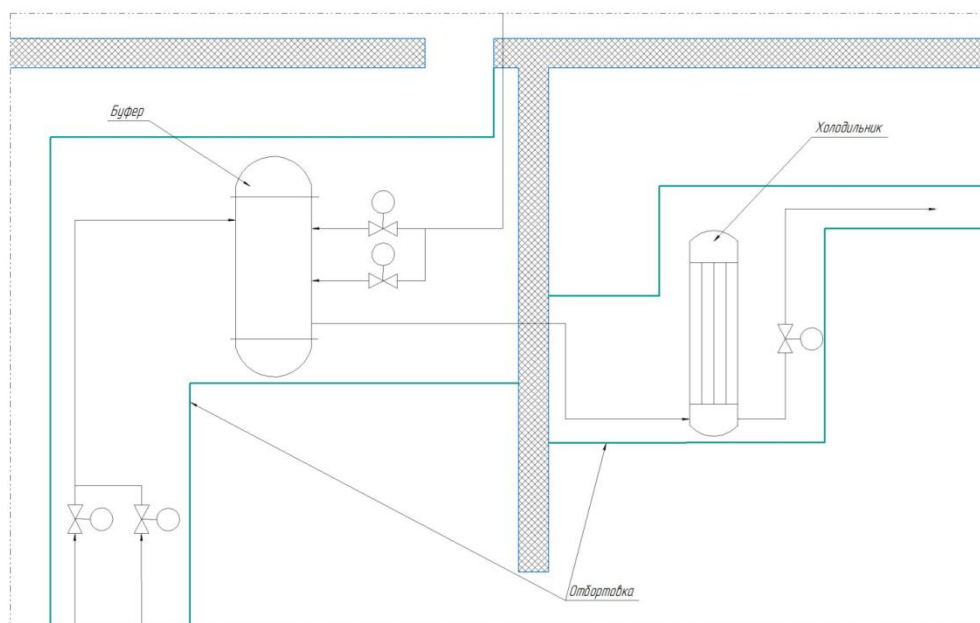


Рисунок 7 – Пример выполнения отбортовки в помещениях цеха для локализации проливов аммиака в местах возможных аварий

На площади, отделённой отбортовкой территории цеха №13 необходимо выполнить яму-ловушку для локализации части пролива и направлении её самотёком в отстойник и дальнейшей перекачки аммиака в ёмкости.

Пример выполнения ямы-ловушки в площади отбортовки металлической конструкции на внешней территории цеха показан на рисунке 8.

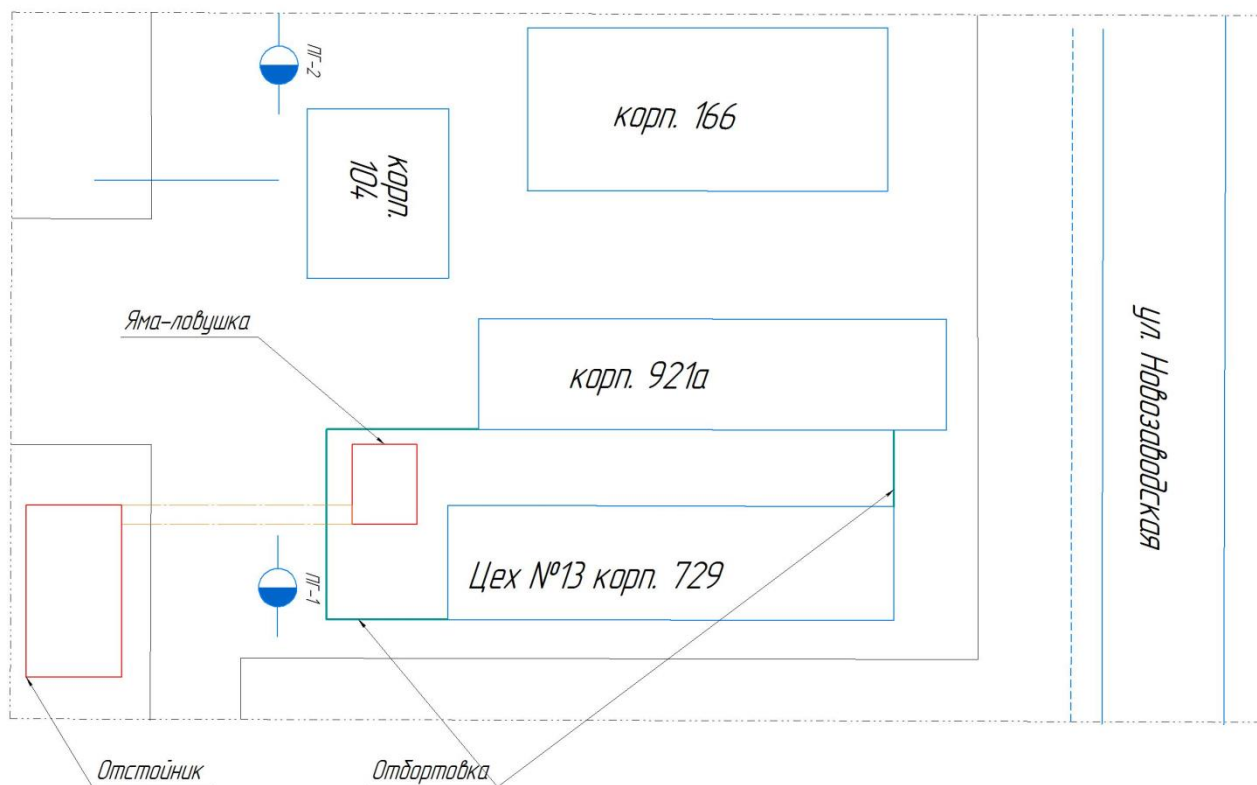


Рисунок 8 – Пример выполнения ямы-ловушки в площади отбортовки металлической конструкции на внешней территории цеха

При утечке и разливе опасных веществ немедленно устранить источники открытого огня (например, огневые работы). Изолировать опасную зону и не допускать посторонних. В зону аварии входить только в полной защитной одежде в средствах газозащиты. Соблюдать меры пожарной безопасности, не курить. Оповестить об опасности персонал прилегающих объектов. Эвакуировать людей из зоны, подвергшейся опасности. Не допускать попадания вещества в водоемы, тоннели, подвалы. В случае загрязнения воды сообщить СЭС.

Схема описанного выше метода снижения воздействия пролива жидкого аммиака на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» на окружающую среду изображена на рисунке 9.

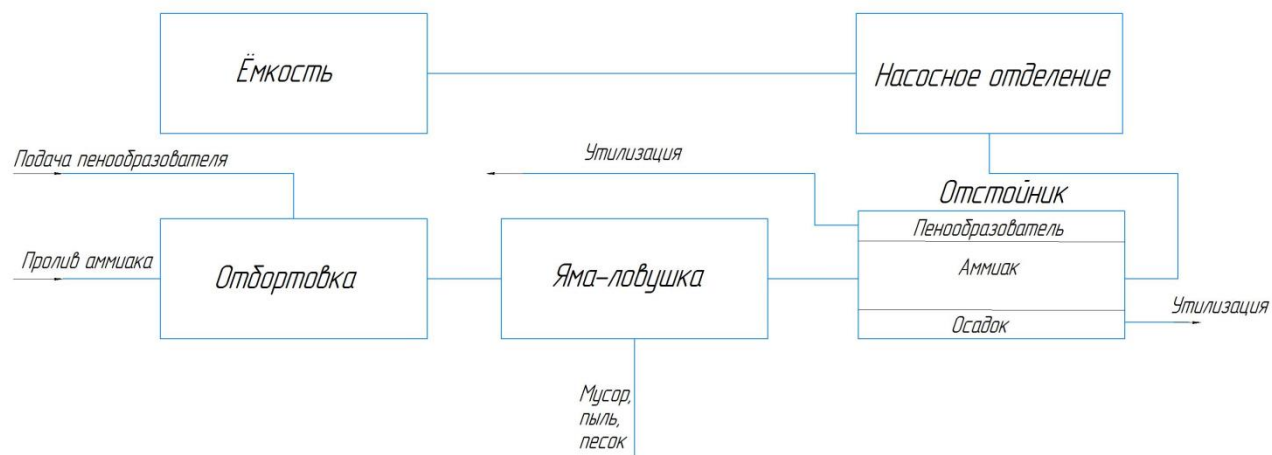


Рисунок 9 - Схема метода снижения воздействия пролива жидкого аммиака на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» на окружающую среду

Мониторинг воздействия на окружающую среду (ОС) необходимо вести по составляющим - атмосферный воздух, поверхностные водоемы, грунтовые воды, почва.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В качестве мероприятий по обеспечению техносферной безопасности необходимо в местах возможных аварий выполнить отбортовки территории технологических установок и трубопроводов, которые бы ограничивали площадь растекания жидкого аммиака.

Для локализации проливов аммиака в местах возможных аварий выполнить отбортовку возможных мест проливов металлическими конструкциями для ограничения площади растекания жидкого аммиака.

На площади, отделённой отбортовкой территории цеха №13 необходимо выполнить яму-ловушку для локализации части пролива и направлении её самотёком в отстойник и дальнейшей перекачки аммиака в ёмкости.

План мероприятий противопожарной защиты цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» представлен в таблице 10.

Таблица 10 - План мероприятий противопожарной защиты цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/ невыполнено)
1	2	3	4
Проектирование отбортовки технологических установок и трубопроводов, которые бы ограничивали площадь растекания жидкого аммиака на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»	Июль 2022 год	Начальник отдела главного архитектора	Не выполнено
Монтаж отбортовки технологических установок и трубопроводов, которые бы ограничивали площадь растекания жидкого аммиака на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»	Сентябрь 2022 год	Подрядная организация	Не выполнено

Ожидаемые потери от пожаров на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» при двух вариантах:

- на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» не имеется отбортовка технологических установок и трубопроводов, которые бы ограничивали площадь растекания жидкого аммиака;
- на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» выполнена отбортовка технологических установок и трубопроводов, которые бы ограничивали площадь растекания жидкого аммиака.

Рассчитываем площадь пожара

На момент прибытия отделений пожарного подразделения (объектовой) ПСЧ-35 площадь пожара будет вычисляться по формуле 22.

$$F^1_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.з}})^2 = 3,14(3,2 \times 5)^2 = 804 \text{ м}^2, \quad (22)$$

Расчёт ожидаемых потерь на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» произведём по формулам 23-27.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (23)$$

где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот», потушенных первичными средствами пожаротушения

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот», потушенных установками автоматического пожаротушения

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот», потушенных привозными средствами пожаротушения

$M(\Pi_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» при отказе всех средств пожаротушения.

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (24)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м²;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м²;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [13].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (25)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./м²;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами»

[13].

$$M(\Pi_3) = J \times F \times (C_T \times F''_{\text{пож}} + C_k) \times (1 + k) \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_2] \quad (26)$$

«где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м²» [13].

$$M(\Pi_4) = J \times F \times (C_T \times F''_{\text{пож}} + C_k) \times (1 + k) \times \{1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \times p_2\} \quad (27)$$

«где p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [13].

Для базового варианта:

$$M(\Pi_1) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times 10000 \times 800 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 434266 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (10000 \times 800 + 40000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,9) \times 0,86 = 22695 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (10000 \times 800 + 40000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,9 - (1 - 0,9) \times 0,85] = 7612 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_4) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (10000 \times 800 + 40000) \times (1 + 1,63) \times \{1 - 0,9 - (1 - 0,9) \times 0,86 - [1 - 0,9 - (1 - 0,9) \times 0,86] \times 0,85\} = 1066 \text{ руб./год};$$

Для проектного варианта:

$$M(\Pi_1) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times 10000 \times 50 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 27142 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (10000 \times 50 + 40000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,9) \times 0,86 = 1524 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_3) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (10000 \times 50 + 40000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,9 - (1 - 0,9) \times 0,85] = 511 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_4) = 1,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (10000 \times 50 + 40000) \times (1 + 1,63) \times \{1 - 0,9 - (1 - 0,9) \times 0,86 - [1 - 0,9 - (1 - 0,9) \times 0,86] \times 0,85\} = 72 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от пожаров на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»:

- если на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» не имеется системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной:

$$M(\Pi)1 = 434266 + 22695 + 7612 + 1066 = 465639 \text{ руб./год};$$

- если на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» выполнена система локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной:

$$M(\Pi)2 = 27142 + 1524 + 511 + 72 = 29249 \text{ руб./год}.$$

Сметная стоимость монтажа системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Сметная стоимость монтажа системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»	100000
Монтаж системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»	1000000
Итого:	1100000

Экономический эффект от монтажа системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (7)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

НД– постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал;

M(Π1), M(Π2) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K1, K2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P1, P2– эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [13].

Расчёт денежных потоков от монтажа системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Расчёт денежных потоков от монтажа системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот»

Год проекта	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	D	$[M(\Pi1)-M(\Pi2)]/D$	K_2-K_1	Денежные потоки
1	436390	0,91	397115	1100000	-702885
2	436390	0,83	362204	-	-340681
3	436390	0,75	327293	-	-13388
4	436390	0,68	296745	-	283357
5	436390	0,62	270562	-	553919
6	436390	0,56	244378	-	798297
7	436390	0,51	222559	-	1020856
8	436390	0,47	205103	-	1225959
9	436390	0,42	183284	-	1409243
10	436390	0,39	170192	-	1579435

Интегральный экономический эффект от монтажа системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» за десять лет составит 1579435 рублей.

Монтаж системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» экономически целесообразен.

Заключение

Цель работы: разработать систему локализации проливов жидкого аммиака воздушно-механической пеной в ПАО «КуйбышевАзот» достигнута.

Назначение цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» - налив жидкого аммиака в баллоны, наполнение, хранение, испытание, ремонт, выдача баллонов с жидким аммиаком.

На складе также ведутся операции приема, хранения и налива жидкого аммиака в железнодорожные и автомобильные цистерны.

Наиболее опасный объект - изотермический резервуар - наземный металлический двухстенный резервуар, межстенное пространство которого заполнено перлитом.

Эксплуатация склада изотермического хранения аммиака организуется в соответствии с существующими основными действующими нормативными документами, регламентирующими порядок проведения работ и требования по промышленной безопасности.

Выполненный анализ безопасности опасных производственных объектов (ОПО) - цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» - показывает, что условия эксплуатации соответствуют требованиям промышленной безопасности по действующим нормативным документам.

Сценарии аварийных ситуаций (АС) основаны на анализе аварийности аналогичных объектов хранения, характере распространения и количестве опасного вещества по аппаратам.

Указанные ранее величины индивидуальных рисков аварии, рисков гибели персонала не превышают средних показателей риска для ОПО в России и подтверждают соответствие безопасности современным требованиям.

Степень выявленных опасностей объекте является достаточно полной и позволяет оценить масштабы и тяжесть последствий аварий и ЧС при их возникновении на объекте. При анализе риска аварий выбраны обоснованные и наиболее опасные и вероятные сценарии их развития.

Условия эксплуатации технологического оборудования, а также прием, хранение, замер, учет и использование в технологическом процессе опасных

веществ, в целом, соответствуют требованиям существующих норм и правил в области промышленной безопасности, локализации и ликвидации ЧС, защиты населения и территорий.

Проведенная оценка уровня риска позволяет заключить, что разработанный комплекс мероприятий по предупреждению АС и ЧС на объекте является достаточным, конкретным по срокам, видам работ и мероприятий.

Проведя исследования действий персонала ПАО «КуйбышевАзот» и военизированного отряда быстрого реагирования ОАО «Агрохиминвест» по ликвидации пролива жидкого аммиака можно заметить, что газоспасательные формирования оснащены дыхательными аппаратами с малым защитным временем, а замена баллонов дыхательных аппаратов на сжатом воздухе с временем защиты 1 час в условиях ликвидации последствий аварии затруднительна и опасна, то необходимо оснастить данные спасательные формирования дыхательными аппаратами замкнутого типа с временем защитного действия более 4 часов.

Взаимодействие ПАО «КуйбышевАзот» с пожарными и аварийно-спасательными подразделениями предприятия и города, а также со службами жизнеобеспечения организовано объектовыми инструкциями, алгоритмами и специальными соглашениями со сторонними организациями.

В качестве мероприятий по обеспечению техносферной безопасности необходимо в местах возможных аварий выполнить отбортовки территории технологических установок и трубопроводов, которые бы ограничивали площадь растекания жидкого аммиака.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» за десять лет составит 1579435 рублей.

Монтаж системы локализации пролива жидкого аммиака воздушно-механической пеной на территории цеха №13 ПАО «КуйбышевАзот» экономически целесообразен.

Список используемых источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 27 декабря 2018 года) [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 09.05.2020).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 №197-ФЗ. URL: <http://tkodeksrf.ru/ch-3/rzd-10/g1-36/st-221-tk-rf> (дата обращения: 21.04.2020).

3. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения: 01.05.2020).

4. О противопожарном режиме [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 07.04.2020). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902344800> (дата обращения: 30.04.2020).

5. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23.12.2014 №1100н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420247336> (дата обращения: 11.05.2020).

6. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] : СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902065388/> (дата обращения: 28.04.2020).

7. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 28.04.2020).

8. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 6.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100259> (дата обращения: 30.04.2020).

9. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] : СП 12.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения:

29.04.2020).

10. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 5.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148> (дата обращения: 19.04.2020).

11. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2012 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096437> (дата обращения: 02.05.2020).

12. Аммиак безводный сжиженный. Технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 6221-90. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200018926> (дата обращения: 20.04.2020).

13. Пособие к СНиПу 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 11.05.2020).

14. Последствия аварий на химически опасных объектах [Электронный ресурс]. URL: <https://extremale.ru/podgotovka-k-chs/posledstviya-avarij-na-himicheski-opasnyh-obektah.html> (дата обращения: 23.04.2020).

15. Пожаро- и взрывоопасность аммиачных объектов [Электронный ресурс]. URL: <http://prom-nadzor.ru/content/pozharo-i-vzryvoopasnost-ammiachnyh-obektov> (дата обращения: 01.05.2020).

16. Аммиак взрывоопасность [Электронный ресурс]. URL: <https://www.chem21.info/info/109860/> (дата обращения: 02.05.2020).

17. Тушение сжиженного аммиака [Электронный ресурс]. URL: <http://www.0-1.ru/Discuss/?id=30829> (дата обращения: 11.05.2020).

18. Техника безопасности при работе с аммиаком [Электронный ресурс]. URL: <https://rteco.ru/analizatory-gazov/tekhnika-bezopasnosti-pri-rabote-s-ammiakom> (дата обращения: 11.05.2020).

19. Аммиак | Аварийно химически опасные вещества [Электронный ресурс]. URL: <https://umc.kirov.ru/materials/ahov/amiak.htm> (дата обращения: 18.05.2020).

20. Безопасность и охрана труда при производстве аммиака [Электронный ресурс]. URL: <https://mirznanii.com/a/299384-3/bezopasnost-i-okhrana-truda-pri-proizvodstve-ammiaka-3/> (дата обращения: 06.05.2020).

21. Пенообразователь «Аквафом АМ» [Электронный ресурс]. URL: https://www.pnx-spb.ru/media_centra/news/pozhneftekhim-predlagaet-reshenie-dlya-bezopasnosti-skladov-ammiaka/ (дата обращения: 06.05.2020).

22. Labour Protection And Industrial Safety [electronic resource]. URL: <https://www.interrao.ru/en/sustainable-development/hse-policy/labour-protection-and-industrial-safety/> (date of application: 01.05.2020).

23. The Facts About Ammonia [electronic resource]. URL: https://www.health.ny.gov/environmental/emergency/chemical_terrorism/ammonia_tech.htm (date of application: 02.05.2020) .

24. Aqueous Ammonia (Liquor Ammonia) [electronic resource]. URL: <https://www.mysoreammonia.com/aqueous-ammonia-liquid-ammonia/> (date of application: 03.05.2020).

25. Experimental study on fire extinguishing performance of ammonia phosphate sub-nanometer powder [electronic resource]. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Experimental-study-on-fire-extinguishing-of-ammonia-Xiao-meng/4637c8d31533ed8fef9c493895d80faa4b5b0889> (date of application: 24.04.2020).

26. Ammonia Fire [electronic resource]. URL: <https://www.physicsforums.com/threads/ammonia-fire.112376/> (date of application: 05.05.2020).