

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

(наименование кафедры)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/ специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Разработка организационно-технических мероприятий по повышению эффективности функционирования технических средств противопожарной защиты на производственном участке цеха производства карбамида ПАО «Тольятти Азот»

Студент	<u>Е.Е. Портнова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.В. Щипанов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Т.Ю. Фрезе</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.Ю. Амирджанова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.В. Москалюк</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)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Цель данной работы - разработка организационно - технических мероприятий по повышению эффективности функционирования технических средств противопожарной защиты на производственном участке цеха производства карбамида ПАО «Тольятти Азот».

В бакалаврской работе представлена общая характеристика производственного участка цеха производства карбамида ПАО «Тольятти Азот», а именно расположение, производимая продукция, оборудование и виды выполняемых работ.

Рассмотрены план размещения оборудования, технологический процесс производства карбамида, анализ пожарной безопасности, система противопожарной защиты, а также привлечение сил и средств для оперативно-тактических действий по обеспечению пожарной безопасности на объекте.

В научно исследовательском разделе был выбран объект исследования, проведен анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности, предложено внедрение изменения пожарной защиты.

Также, в следующих разделах были рассмотрены следующие пункты: антропогенное воздействие предприятия на окружающую среду, оценка эффективности мероприятий согласно обеспечению техносферной безопасности.

Работа включает в себя: 53 страницы, 6 разделов, 15 рисунков, 7 таблиц, 26 источников.

## **ABSTRACT**

The purpose of the graduation work is the development of organizational and technical measures to improve the efficiency of the functioning of fire protection equipment at the production site of the carbamide production shop of PJSC Togliatti Azot.

The graduation work presents a general description of the production site of the carbamide production shop of PJSC Togliatti Azot, namely the location, the products, equipment and types of work performed.

The plan for placement of equipment, the technological process of production, fire safety analysis, fire protection system, as well as the forces and means for operational and tactical actions to ensure fire safety at the facility are considered in the work.

In the research section of the work, the object of study was selected, the existing principles, methods and means of ensuring fire safety were analyzed, and the fire safety measures were proposed.

Also, in the following sections of the work the following issues were considered: the anthropogenic impact of the enterprise on the environment, the assessment of the effectiveness of measures in accordance with ensuring technospheric safety.

The graduation work consists of 53 pages, 6 sections, 15 figures, 7 tables, 26 references.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ .....	7
1 Характеристика объекта .....	8
1.1 Расположение .....	8
1.2 Производимая продукция.....	8
1.3 Оборудование .....	11
1.4 Виды выполняемых работ.....	11
2 Технологический раздел.....	13
2.1 План размещения оборудования .....	13
2.2 Описание технологической схемы, технологического процесса. Данные об особенностях технологического процесса .....	13
2.3 Анализ пожарной безопасности на участке .....	18
2.4 Система противопожарной защиты зданий и сооружений .....	19
2.5 Порядок привлечения сил и средств для оперативно-тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта.....	19
2.6 Организация надзорной деятельности за обеспечением противопожарного режима объекта .....	19
2.7 Статистический анализ пожаров .....	21
3 Научно-исследовательский раздел .....	23
3.1 Выбор объекта исследования, обоснование.....	23
3.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности.....	23
3.3 Предлагаемое или рекомендуемое изменение: системы оповещения, системы пожаротушения, средства освещения, пожаротушение, организационные мероприятия .....	25
3.3.1 Организация проведения спасательных работ .....	25
3.3.2 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны. 27	
3.3.3 Организация тушения пожара обслуживающим персоналом организации до прибытия пожарных подразделений .....	29
3.3.4 Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения организации и города .....	29

3.3.5 Схема организации связи на пожаре .....	30
3.4 Предлагаемое или рекомендуемое изменение: техническое, технологическое .....	30
4 Охрана труда.....	34
4.1 Разработать документированную процедуру по охране труда для конкретной орагнизации .....	34
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	35
5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду .....	35
5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.....	35
5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000.....	37
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	38
6.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации .....	38
6.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации .....	39
6.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий ...	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	53

## **ВВЕДЕНИЕ**

ПАО «Тольятти Азот» является одним из крупнейших предприятий химической промышленности в России. Обеспечение пожарной безопасности на таком предприятии, является одним из главных пунктов.

Пожарная безопасность – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Не соблюдение требований пожарной безопасности могут привести к серьезным последствиям, таким как человеческие жертвы, причинение вреда здоровью людей, а так же крупным денежным потерям.

Производственные здания занимают третье место после жилых строений и складов по риску появления пожаров.

Ликвидировать пожары целиком невозможно, поэтому при оценке пожарной безопасности, прежде всего, необходимо знать об определенном, допустимом для общества и государства уровне пожарной опасности. Для этого в России выработана система пожарной безопасности. Одними из ключевых функций системы пожарной безопасности являются ликвидация пожаров, а так же осуществление аварийно-спасательных работ.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ**

ПАО – публичное акционерное общество;

ЦПУ – центральный пульт управления;

КФК – карбамидоформальдегидный концентрат;

СИЗОД – средство индивидуальной защиты органов дыхания;

ГДЗС - газодымозащитная служба;

КПП – контрольно-пропускной пункт.

# 1 Характеристика объекта

## 1.1 Расположение

Производство карбамида расположено в квартале В-3 промышленной площадки ПАО «Тольятти Азот» и включает в себя два агрегата производительностью 450 тыс. тонн в год каждый. Предприятие находится в тринадцати километрах от г. Тольятти, по адресу Поволжское шоссе 32. На рисунке 1.1 представлен ПАО «Тольятти Азот».



Рисунок 1.1 – ПАО «Тольятти Азот»

## 1.2 Производимая продукция или виды услуг

На предприятии ПАО «Тольятти Азот» производится следующая продукция: аммиак, углекислота, карбамид, карбамидоформальдегидный концентрат, базальтовое волокно и пленка, огнеупорные материалы и фритта.

Рассмотрим каждый продукт подробнее.

«Аммиак — один из важнейших продуктов химической промышленности — используется для получения азотосодержащих соединений, азотной кислоты и удобрений (аммиачная селитра, мочевины, сложные удобрения). Внесение 100



килограммов аммиака на один гектар земли увеличивают урожайность пшеницы на 8-10%, кукурузы — на 60%. В жидком виде и в виде аммиачной воды аммиак применяется и как самостоятельное удобрение. Тольяттиазот проводит большую работу по возобновлению и внедрению именно такого способа внесения удобрений в почву. Для этих целей в США было закуплено несколько зарубежных установок и налажен выпуск собственных аналогов» [2].

«Углекислота нашла широкое применение в нефтедобывающей промышленности, машиностроении, судостроении, автомобилестроении, медицине... Широко используется углекислота в пищевой промышленности — производстве сахара, прохладительных газированных напитков, коктейлей, пива... «Сухой лед» также пользуется спросом пищевых перерабатывающих предприятий, так как позволяет во много раз увеличить срок хранения мясных и молочных продуктов, овощей и фруктов» [3].

«Карбамид — высококонцентрированное азотное удобрение. В сельском хозяйстве он используется также в качестве эффективной белковой добавки к кормам. Кроме того, карбамид применяется для получения искусственных смол, пластмасс, клеев, паков, для очистки нефтепродуктов... Перечень сфер применения продолжают деревообрабатывающая, текстильная, пищевая, фармацевтическая и многие другие отрасли промышленности» [4].

«Крупным научным достижением явилась разработка карбамидоформальдегидного концентрата, запатентованная ТООЗом в 1998 году. Сегодня на одном и том же технологическом оборудовании налажен выпуск двух марок КФК. Одна из них предназначена для обработки гранулируемых азотных удобрений, а другая используется для изготовления высококачественной смолы на Шекснинском комбинате древесных плит — предприятии, входящем в корпорацию «Топьяттиазот»» [5].

«Вырабатываемый по тоазовской технологии карбамидоформальдегидный концентрат по комплексу своих свойств не уступает лучшим зарубежным продуктам» [5].

«Производство прочного базальтового волокна было создано с целью обеспечения объектов корпорации «Тольяттиазот» высококачественным экологически чистым и негорючим теплоизоляционным материалом, который по комплексу свойств превосходит ранее использовавшуюся стекловату. Новый материал нашел достойное применение на промышленных объектах и широко используется при «утеплении» объектов жилья и соцкультбыта» [6].

«В том же цехе, где производится супертонкое базальтовое волокно, выпускается и полиэтиленовая пленка. Предприятие производит несколько видов пленки, различающихся по технологическим параметрам и по своему назначению. Выпускаемую с 1994 года пленку корпорация широко применяет прежде всего для собственных нужд. Так, термоусадочная пленка используется для упаковки кирпича, изготовления мешков для фасовки карбамида. Пленка общетехнического назначения идет на нужды других подразделений» [6].

«Участок по производству огнеупорных материалов создавался совместно с австрийской фирмой «Плибрико», поставляющей комплектующие сырьевые компоненты, на основе которых начали изготавливать сухие бетонные смеси и готовые фасонные изделия. Основной специализацией подразделения стал ремонт огнеупоросодержащего оборудования агрегатов аммиака и карбамида, а также промышленных печей керамического производства» [7].

«В этом же цехе производится фритта, которая является самым дорогостоящим компонентом в производстве глазурованной плитки. Потому и приняли руководители ТООЗа в свое время решение о приобретении собственного завода. Производства подобного рода не было не только в России, но и на всей территории бывшего СССР» [7].

«Сегодня участок по производству фритты полностью удовлетворяет потребности ТООЗа. Кроме того, продукция поставляется во многие регионы страны, где работают предприятия по выпуску глазурованной плитки» [7].

### 1.3 Оборудование

Производство карбамида состоит из двух агрегатов. В состав производства входят:

- Насосная высокого давления и отделение компрессии углекислого газа корп.501 (1,2);
- Насосная низкого давления корп.503 (1,2);
- Гранбашня корп.504 (1,2);
- Воздушные холодильники корп.505 (1,2);
- Водооборотный цикл корп.506 (1,2);
- Водоподготовка корп.507;
- ЦПУ корп.508;
- Склад готовой продукции корп.509;
- Отделение погрузки карбамида в вагоны корп.510.

Расположение корпусов производства карбамида показано на рисунке 1.3.

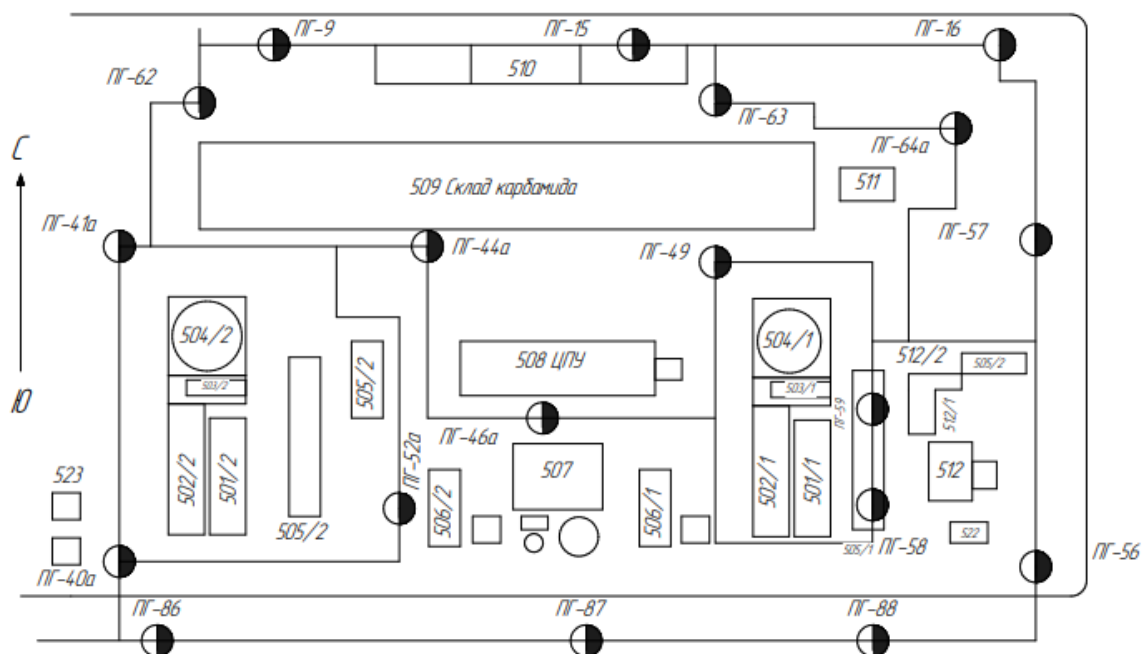


Рисунок 1.3 – Расположение корпусов производства карбамида

### 1.4 Виды выполняемых работ

Для получения карбамида, выполняются следующие работы:

- компремирование газообразной двуокиси углерода до давления 154-159 кгс/см<sup>2</sup>;
- компремирование жидкого аммиака, и подача его в систему синтеза с давлением 219-239 кгс/см<sup>2</sup>;
- синтез карбамида при давлении 154-159 кгс/см<sup>2</sup> и температуре 175/189 °С;
- дистилляция при давлении синтеза с применением стриппинг процесса;
- дистилляция при среднем давлении 16-18 кгс/см<sup>2</sup>;
- дистилляция при низком давлении 3-4 кгс/см<sup>2</sup>;
- двухступенчатая выпарка до получения раствора карбамида концентрации 99,8%;
- гранулирование карбамида;
- складирование и загрузка в железнодорожные вагоны и автотранспорт.

Схема синтеза карбамида и дистилляции плава показана на рисунке 1.4.

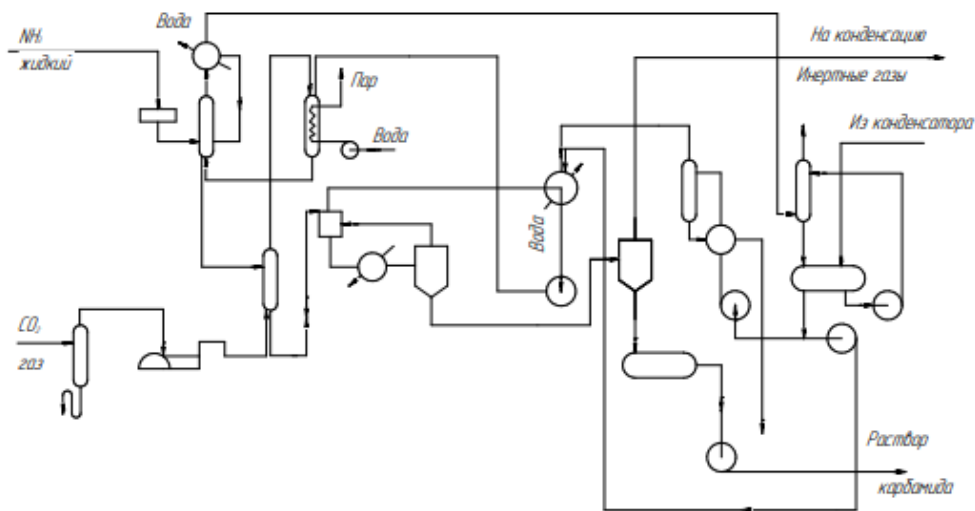


Рисунок 1.4 – Схема синтеза карбамида и дистилляция плава

## 2 Технологический раздел

### 2.1 План размещения оборудования

План размещения оборудования в отделении компрессии показан на рисунке 2.1.



К-1 – компрессор углекислого газа; К-2А,В – компрессоры азота; К-3 – резервный компрессор; V-12 – маслобак; Н-1,2 – маслонасосы

Рисунок 2.1 – План размещения оборудования в отделении компрессии

### 2.2 Описание технологической схемы, технологического процесса.

В приложение А показана упрощенная технологическая схема получения карбамида с полным жидкостным рециклом и применением процесса стриппинга.

Технологический процесс производства карбамида состоит из шести стадий:

#### 1. Прием и компримирование сырья

Сырьем для получения карбамида служит газообразная углекислота и жидкий аммиак. Углекислота из действующего аммиачного производства поступает в газгольдер и из него с давлением 200:600 мм вод ст. и температурой 45<sup>0</sup>С приходит во влагоотделитель МУ-11. Конденсат из

влагоотделителя сбрасывается в канализацию. В линию углекислоты после влагоотделителя для пассивации оборудования дозируется воздух из коллектора технологического воздуха до концентрации кислорода в углекислоту 0,25% об. После смещения с воздухом поток углекислоты проходит отбойное устройство и поступает на всасывание 1 ступени центробежного двухкорпусного четырехступенчатого компрессора CO<sub>2</sub>-ТК-1.

Углекислота после 1 ступени сжатия с давлением 4,4 кгс/см<sup>2</sup> и температурой 210<sup>0</sup>С поступает в воздушный холодильник ЕА-5. После холодильника углекислота проходит сепараторы МУ-14 для отделения от влаги и масла. Из сепаратора углекислота поступает на всасывание 2 ступени, сжимается до 20,4 кгс/см<sup>2</sup> и температурой 220<sup>0</sup>С подается в воздушный холодильник ЕА-6. Из холодильника углекислота поступает в сепаратор МУ-15, где из газа удаляется влага и масло.

Из сепаратора газ приходит на всасывание 3 ступени, сжимается до давления 78,4 кгс/см<sup>2</sup> и с температурой 215<sup>0</sup>С подается в воздушный холодильник ЕА-7, далее он поступает в сепаратор МУ-16, где из газа удаляется влага и масло. После сепаратора углекислота поступает на всасывание 4 ступени, сжимается до 155 кгс/см<sup>2</sup> и с температурой 135<sup>0</sup>С подается в буфер МУ-10. После буфера углекислота делится на 2 потока:

1 поток 70-100% подается в реактор;

2 поток 0-30% подается в линию стриппинг – газов.

Жидкий аммиак из изотермического хранилища с температурой 30/34 <sup>0</sup>С проходит фильтр и центробежным насосом Р-6А/В с давлением 22,4 кгс/см<sup>2</sup> подается в трубное пространство аммиачного теплообменника Е-10, где он нагревается за счет тепла возвратного аммиака до температуры 27,5<sup>0</sup>С. После теплообмена аммиак сливается в сборник жидкого аммиака У-1. Из сборника аммиак забирается центробежным дожимающим насосом Р-5А/В и с давлением 21,6 кгс/см<sup>2</sup> подается на орошение абсорбера С-1.

2. Синтез карбамида и дистилляция при высоком давлении

Углекислота и смесь аммиака карбонатом вводятся в нижнюю часть реактора Р-1. Реактор представляет собой цилиндрический аппарат, футерованный изнутри нержавеющей сталью и снабженный 10-ю сетчатыми тарелками служащими для перемешивания реакционной смеси. В реакторе при давлении  $152 \text{ кгс/см}^2$ , и температура низа  $176 \text{ }^\circ\text{C}$ , верха  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  в его нижней части происходит образование карбоната аммония. В результате реакции выделяется тепло, которое частично используется в реакции дегидрации карбоната аммония. В результате реакции выделяется тепло, которое частично используется в реакции дегидрации карбоната аммония. Продукты реакции, содержащие карбамид, карбонат аммония, избыточный аммиак и воду, с температурой  $190 \text{ }^\circ\text{C}$  и давление  $152 \text{ кгс/см}^2$  поступают в верхнюю часть стриппера Е-1. Стриппер представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник пленочного типа, в межтрубное пространство которого подается насыщенный пар среднего давления футерованный нержавеющей сталью. Плав карбамида распределяется по трубам: каждая трубка имеет патрубок с тангенциально расположенными отверстиями, служащими для создания равномерной струи плава в трубке. При стекании плава вниз по трубкам при температуре  $210 \text{ }^\circ\text{C}$  происходит разложение карбоната аммония и отгонка углекислоты, аммиака и воды. Раствор карбамида собирается в нижней части стриппера и подается в колонну дистилляции 2 ступени. Газы, выделявшиеся в стриппере при разложении карбамида, с температурой  $185\text{-}195 \text{ }^\circ\text{C}$  направляются в смеситель МЕ-1 первого конденсатора карбамида Е-5 А. В линию газов подается углекислота от компрессора ТК-1. В смеситель МЕ-1 подаются углеаммонийные соли (УАС). Газожидкостная смесь поступает в трубное пространство первого конденсатора, здесь при температуре  $180 \text{ }^\circ\text{C}$  происходит конденсация и асорбация газов в растворе УАС с образованием карбоната аммония.

Из первого конденсатора газожидкостная смесь поступает в трубное пространство второго конденсатора Е-58. Здесь происходит дальнейшая конденсация и образование углеаммонийных солей. Полученный в

конденсаторах карбонат аммония поступает в сепаратор МУ-1, отделяется от газов и с температурой 157 °С приходит к реактору R-1.

### 3. Дистилляция при среднем давлении

Процесс выполняется в колонне дистилляции E-2. Колонна дистилляции состоит из верхней сепарирующей части МУ-2, заполненной кольцами Рашига, подогревателя E-2 пленочного типа, подобного стрипперу E-1 и сосуда для замера уровня ME-2.

Раствор карбамида, выходящий из нижней части стриппера дросселируется до давления 17 кгс/см<sup>2</sup> и поступает в сепаратор МУ-2.

В стадии дистилляции 2 ступени, он отделяется от газов, выделившихся при дросселировании, распределяется по трубкам подогревателя и стекает вниз.

В нижнюю часть колонны дистилляции поступают газы, в сепараторе МУ-1 и распределяясь по трубкам поднимаются вверх. За счет тепла парового конденсата, подаваемого из конденсатоотводчика в межтрубное пространство подогревателя и массообмена с газами в трубках при температуре 155 °С происходит разложение карбоната аммония и отгонка аммиака, углекислоты и воды. Раствор карбамида собирается в сосуде ME-2 колонны дистилляции и подается в систему дистилляции 3 ступени. Газы из сепаратора МУ-2 с температурой 155 °С подаются в форконденсатор E-7. Форконденсатор представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник, через трубное пространство которого циркулирует охлажденная вода, подаваемая центробежным насосом. На входе в форконденсатор газы дистилляции орошаются слабым раствором УАС, подаваемым насосом P-3 А/В. В межтрубном пространстве форконденсатора при температуре 78 °С происходит частичная конденсация и абсорбция газов. Из форконденсатора газожидкостная смесь поступает в абсорбер С-1. Он представляет собой колонну, оборудованную четырьмя колпачковыми и одной распределительной тарелками в верхней части и распределительными устройствами для газа (барботером) в нижней части.



В растворе УАС, собирающемся в нижней части абсорбера происходит абсорбация углекислоты из газожидкостной смеси с образованием углеаммонийных солей. Раствор УАС из абсорбера поступает к центробежному двухступенчатому насосу Р-2 А/В и с давлением 158-163 кгс/см<sup>2</sup> подается в смеситель МЕ-1 конденсатора Е-5 А

#### 4. Дистилляция при низком давлении

Процесс выполняется в колонне дистилляции Е-3. Ее устройство и принцип работы аналогичны устройству и принципу работы колонны дистилляции 2 ступени. В сепараторе поток раствора отделяется от выделившихся при дросселировании газов и распределяется по трубкам подогревателя. Раствор карбамида собирается в сосуде для замера уровня МЕ-3 и отсюда подается на выпарку. Газу дистилляции с температурой 130 °С поступают в конденсатор Е-8. В линию газов перед конденсатором Р-3 А/В подается слабый раствор углеаммонийных солей их сборника У-3. В межтрубном пространстве конденсатора при температуре 40 °С происходит конденсация и абсорбация газов в слабом растворе УАС.

Полученная в конденсаторе газожидкостная смесь поступает в сборник У-3. Из сборника раствор УАС подается на орошение форконденсатора Е-7. Газообразный аммиак, выделившийся из раствора УАС в сборнике У-3 с давлением 3,3 кгс/см<sup>2</sup> поступает в нижнюю часть скруббера Е-12. Газообразный аммиак, поднимающийся вверх по трубкам, абсорбируется стекающим вниз конденсатом.

Полученная аммиачная вода сливается из нижней части в сборник У-3, отмывается от аммиака в тарельчатой части скруббера при температуре 48 °С и сбрасывается на свечу.

#### 5. Выпаривание раствора карбамида под вакуумом

Раствор карбамида после ступени дистилляции, с температурой около 90°С, поступает в испаритель 1 ступени выпарки Е-14.

Испаритель представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник. Проходя по трубному пространству испарителя, раствор

карбамида нагревается до температуры 128 °С за счет тепла насыщенного пара давлением 3,5 кгс/см<sup>2</sup>. Из испарителя парожидкостная смесь поступает в сепаратор 1 ступени МУ-6, здесь при давлении 0,3 кгс/см<sup>2</sup> из раствора остатки углекислоты, аммиака и водяные пары. Из сепаратора раствор карбамида, с концентрацией 95% направляется в испаритель 2 ступени Е-15.

Парожидкостная смесь из испарителя Е-15 поступает в сепаратор 2 ступени МУ-7, где при давлении 0,03 кгс/см<sup>2</sup> плав карбамида отделяется от сокового пара и собирается в сборник МЕ-12, находящемся в нижней части сепаратора МУ-7. Отсюда плав карбамида, концентрацией 99,7%, насосом Р-3 А/В с давлением 12,5 кгс/см<sup>2</sup> подается на гранулирование.

#### 6. Гранулирование карбамида

Плав карбамида с температурой 140 °С центробежным насосом Р-8 А/В подается в корзину гранулятора МЕ-8 А/В. Кроме того, плав от насоса Р-8 А/В может быть направлен в сборник У-4В при остановке системы грануляции. Капли расплавленного карбамида, образующиеся при вращении корзины гранулятора, падая вниз в струе холодного воздуха, охлаждаются и образуют гранулы с размером не менее 1 мм и более 3 мм транспортером МТ-3 подается на растворение в бак У-4А. Стандартный продукт транспортером МТ-3 доставляется к автоматическим непрерывного действия весам МД-1, а отсюда же транспортером МТ-2 продукт подается на отгрузку и складирование.

### 2.3 Анализ пожарной безопасности на участке

Наиболее опасные ситуации могут возникнуть при пуске и остановке компрессорного оборудования. Возможные причины загораний:

- пропуски масла;
- нарушение обслуживающим персоналом технологического регламента;
- эксплуатация неисправного оборудования;
- разрушение отдельных узлов компрессоров во время эксплуатации;
- нарушение правил пожарной безопасности при производстве ремонтных и огнеопасных работ;

- неосторожное обращение с огнем;
- короткое замыкание электрооборудования;
- нарушение режима курения.

В случае разгерметизации фланцевых соединений воспламеняется разлитое масло от постороннего источника зажигания.

Возможные места возникновения пожара, которые потребуют для ликвидации привлечение наибольшего количества сил и средств:

- отделение компрессии при разгерметизации маслосистемы компрессоров и горении масла.

В отделении компрессии при пожаре может произойти розлив горящего масла, а также теплового воздействия на наружную установку.

Возможно обрушение строительных конструкций.

#### **2.4 Система противопожарной защиты зданий и сооружений**

Объект обеспечен кольцевым пожарно-хозяйственным водопроводом диаметром 150-200 мм. Количество гидрантов 9 шт. Давление в сети – 2-3 атм. Фактическая водоотдача водопровода – 119,6 л/сек, требуемая – 100,2 л/сек. Внутри здания смонтирован внутренний противопожарный водопровод диаметром 51 мм. Количество пожарных кранов - 3 шт.

В отделении компрессии имеются АУПТ с порошковым пожаротушением и датчики пламени. В насосной высокого давления имеются датчики пламени и 3 ручных пожарных извещателя.

#### **2.5 Порядок привлечения сил и средств для оперативно тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта**

Порядок привлечения сил и средств для оперативно тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта представлен в приложении Б.

## **2.6 Организация надзорной деятельности за обеспечением противопожарного режима объекта**

«В части введения элементов риск-ориентированного подхода - вводятся элементы риск-ориентированного подхода к установлению периодичности плановых проверок в зависимости от отнесения объектов защиты к соответствующей группе по степени риска причинения вреда в случае возникновения пожара» [8].

«Также, в настоящее время приоритетными направлениями в деятельности контрольно-надзорных органов МЧС России является внедрение форм и методов, направленных на обеспечение экономического роста страны, основанного на создании благоприятного инвестиционного климата для субъектов экономической деятельности, развитии институтов гражданского общества, эффективной системе государственного управления» [8].

«Результатом работы по данным направлениям является снижение административной нагрузки на бизнес при сохранении надлежащего уровня защиты от пожаров и их последствий, внедрение альтернативных государственному надзору таких форм оценки соответствия объектов защиты установленным требованиям, как представление деклараций пожарной безопасности, развитие института независимой оценки пожарного риска, а также совершенствование механизма и условий передачи субъектам Российской Федерации полномочий по осуществлению федерального государственного пожарного надзора» [8].

На каждом предприятии должна проводиться независимая оценка пожарного риска.

«Риск-ориентированный подход представляет собой метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором в предусмотренных федеральным законом случаях выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю определяется отнесением деятельности юридического лица, индивидуального

предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности» [8].

## 2.7 Статистический анализ пожаров

«Статистика пожаров в России отражает текущее состояние процессов обеспечения пожарной безопасности в стране» [23].

«По данным МЧС России, ежегодно регистрируется около 150 000 пожаров, прямой материальный ущерб от которых оценивается государством в размере около 20 000 000 000 рублей. На пожарах в России ежегодно погибает около 10 000 человек» [23].

«Около 70% пожаров происходят в жилом секторе, 14% — на транспорте, 4% — в общественных зданиях, 2% — на производственных объектах, 1% — на складах, 1% — на стройке и на сельскохозяйственных объектах, 8% — на прочих объектах» [23].

На диаграмме рисунка 2.1 показано количество пожаров в зданиях производственного назначения за 2013-2017 года.

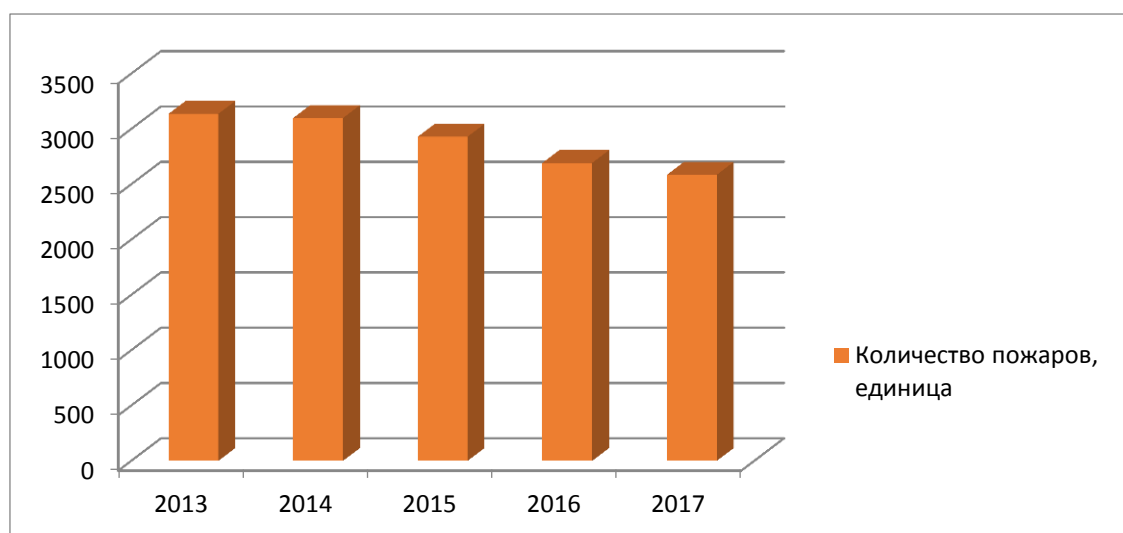


Рисунок 2.1 – Количество пожаров в зданиях производственного назначения с 2013 по 2017 года

Исходя из диаграммы, можно сделать вывод, что количество пожаров на производственных объектах с каждым годом уменьшается.

Число погибших и травмированных людей на пожарах за 2013-2017 года представлены на диаграмме рисунка 2.2.

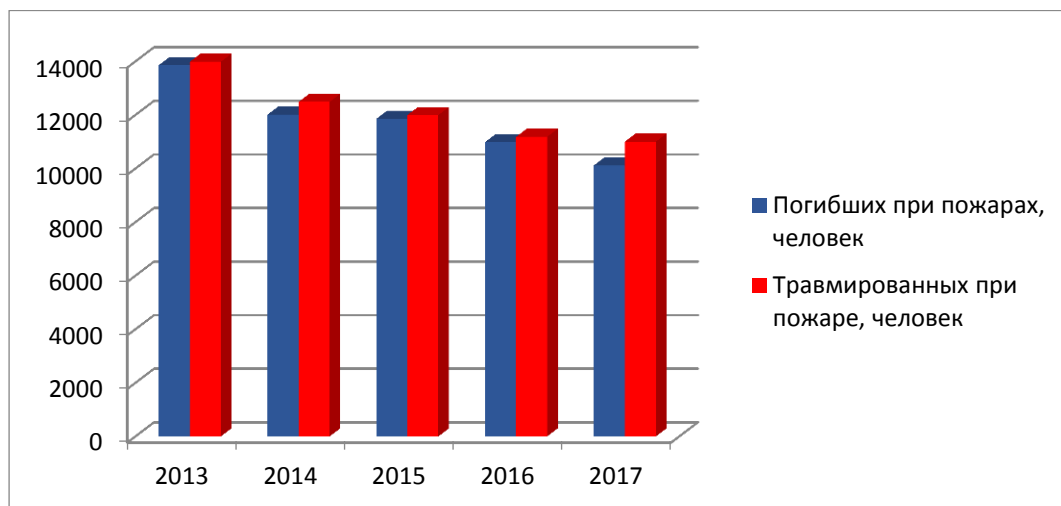


Рисунок 2.2 – Количество погибших и травмированных людей на пожарах за 2013-2017 года

Из диаграммы можно увидеть положительную тенденцию снижения количества погибших и травмированных людей.

Отообразим обстановку с пожарами в Самарской области на диаграмме рисунка 2.3.



Рисунок 2.3 – Количество пожаров в Самарской области за 2013-2017 года

По диаграмме видно, что количество пожаров в Самарской области с каждым годом снижается. Причиной для этого следует более внимательное выполнение требований по пожарной безопасности.

### **3 Научно-исследовательский раздел**

#### **3.1 Выбор объекта исследования, обоснование**

Отделение насосной находится непосредственно близко с отделением компрессии, что может привести к серьезным последствиям при пожаре. В отделении компрессии находится много горючей жидкости, а именно масло ТП-22.

Масло ТП-22 можно охарактеризовать как горючую вязкую жидкость, воспламеняющуюся от открытого пламени. Горит с образованием густого дыма и токсичных газов.

Рекомендуется тушить масло ТП-22 распыленной водой, воздушно-механической и химической пенами, порошками, огнетушителями любого типа, сухим песком, противопожарным полотном (кошмой), а при объемном горении следует тушить углекислым газом, либо перегретым паром.

Чтобы не дать перекинуться пожару в отделение компрессии следует установить в насосной АУПТ (автоматическую установку пожаротушения). При наличии данной установки, можно предотвратить серьезные последствия.

АУПТ даст больше времени для приезда пожарной охраны и поможет в предотвращении распространения горения.

#### **3.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности**

«Автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) — автоматически срабатывающая установка пожаротушения. Запускается автоматически при превышении пороговых значений опасных факторов пожара» [22].

Функции АУПТ:

- сохранение огнестойкости несущих конструкций;
- исключение обрушения конструкций;
- обеспечение необходимой защиты здания.

Виды АУПТ показаны на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Виды АУПТ

- «Водяные АУПТ. Огнетушащее вещество — вода или вода с добавками. Подходит для быстрой и одновременной ликвидации пожара на большой площади» [22].
- «Пенные АУПТ. Огнетушащее вещество — пена. Подходит для ликвидации огня воспламеняющихся и горючих жидкостей» [22].
- «Газовые АУПТ. Автоматическое пожаротушение с использованием газа. Подходит в случаях, когда использование водяных АУПТ



неприемлемо: возможность короткого замыкания, легко воспламеняющиеся предметы» [22].

- «Порошковые АУПТ. Порошковые АУПТ используют огнетушащий порошок. Применяются для ликвидации огня в больших помещениях, при локальном тушении пожара, при тушении электрооборудования. Порошковые АУПТ не приемлемы для тушения горючих и химических материалов» [22].

**3.3 Предлагаемое или рекомендуемое изменение: системы оповещения, системы пожаротушения, средства оповещения, пожаротушения, организационные мероприятия**

### **3.3.1 Организация проведения спасательных работ**

Общая численность работающих на производстве карбамида – 170 человек, наибольшая работающая смена – 45 человек. Режим работы – круглосуточный. В отделении компрессии при ведении технологического процесса постоянно находится один человек (машинист компрессорных установок). При проведении ремонтных работ возможно нахождение ремонтного персонала в количестве 2-3 человек.

В здании компрессии имеется 3 эвакуационных выхода, наибольшее расстояние до эвакуационного выхода – 10 м, максимальное время эвакуации – 10-15 секунд.

«Аварийно-спасательные работы в первую очередь проводятся с целью спасения человеческой жизни, культурных и материальных ценностей, устранения любых чрезвычайных ситуаций, в результате которых может пострадать природная среда. АС работы включают в себя не только спасение людей, но и оказание им первой медицинской помощи, а также эвакуацию пострадавших в медицинские учреждения» [24].

Организация аварийно-спасательных работ состоит из следующих

пунктов, показанных в приложении В.

«Первоочередные спасательные действия во время аварий, пожаров, взрывов, пожаров, землетрясений и других ЧС – поиск и спасение пострадавших, которые остались в поврежденных или разрушенных зданиях, людей, которых отрезал огонь (дым, стены и т.п.) или они оказались заблокированными в помещении» [25].

«Задачи аварийно-спасательных работ: тушение пожаров, ликвидация медико-санитарных последствий ЧС и проведение других неотложных действий, перечень которых при необходимости уточняет Правительство РФ» [25].

«Пожар – это неконтролируемое горение, которое может привести к разрушению сооружений, взрывов и других факторов, причиняющих материальный ущерб и вред здоровью и жизни людей» [25].

«Первоочередные аварийно-спасательные работы при тушении пожаров включают в себя розыск пострадавших людей, их извлечение из опасной зоны (заваленных или частично разрушенных зданий), подача воздуха в задымленные помещения, первая доврачебная помощь, эвакуация людей и материальных ценностей» [25].

На данном участке при авариях, опасным химическим веществом является аммиак. Рассмотрим первую медицинскую помощь при отравлении аммиаком.

«Сочетание аммиака с обычным воздухом опасно из-за высокой вероятности взрыва. Аммиак способен гореть при открытом огне. Парами аммиачных газов можно сильно отравиться. При отравлении в первую очередь страдают глаза и слизистые дыхательных путей» [26].

«При отравлении высокими концентрациями может быть летальный исход. Все вредности газа состоят в том, что раздражение слизистой оболочки дыхательных путей запускает сильный приступ кашля; при

увеличении концентрации поражается нервная система – человек начинает бредить, его действия и слова становятся неадекватными» [26].

«При попадании на кожу аммиак провоцирует приступ сильной боли, а на месте контакта образуется ожег, характеризуемый большим отеком. При хронических отравлениях в организме будут страдать пищеварительная система, дыхательные пути и нервные волокна» [26].

«Кроме вышеназванных, аммиак способен быть причиной обморожений, параличей и даже – потери возможности видеть. Небольшие количества газа вызывают резь в глазных яблоках, а большие концентрации способны стать причиной ожога тканей роговицы и полной потери зрения» [26].

«Аммиак токсичен из-за того, что его ионы в форме ионов аммония являются причиной защелачивания плазмы крови. В таком случае гемоглобин способен поглотить больше кислорода, однако он не способен отдать его клеткам – развивается гипоксия организма. Аммиак способен связывать глутаминовую кислоту и образовывать глутамин, который известен своей осмотической активностью. Большие количества глутамина задерживают воду в клетках, стают причиной их набухания и развития отека в определенной части тела» [26].

### **3.3.2 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны**

Для тушения горящего масла в отделении компрессии применяется ВМП средней кратности с подачей ее в очаг горения при помощи ГПС-600 с использованием звеньев ГДЗС.

Расчет сил и средств:

Принимаем тушение пожара в отделении компрессии при разгерметизации маслосистемы компрессоров и горении масла на всей

площади – 400 м<sup>2</sup>. Интенсивность подачи раствора пенообразователя – 0,05 л/(м<sup>2</sup>\*сек); интенсивность подачи воды на защиту строительных конструкций – 0,02 л/(м<sup>2</sup>\*сек).

1) Определяем количество ГПС-600 на тушение пожара:

$$N_{\text{гпс}} = S \cdot J_{\text{тр}} \cdot q = 400 \cdot 0,05 \cdot 6 = 4 \text{ ГПС-600}; \quad (5.1)$$

2) Определяем требуемый расход воды и количество стволов на защиту строительных конструкций и оборудования:

$$Q_{\text{тр}} = S \cdot J_{\text{тр}} = 400 \cdot 0,02 = 8 \text{ л сек}; \quad (5.2)$$

Принимаем 2 ствола «А» внутрь здания на защиту несущих строительных конструкций и оборудования и 2 ствола «Б» на защиту кровли.

3) Определяем требуемый объем пенообразователя на тушение:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{гпс}} \cdot 0,36 \cdot T \cdot 60 \cdot 3 = 4 \cdot 0,36 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 3 = 2592 \text{ л}; \quad (5.3)$$

Для подвоза пенообразователя используем пенный ход ПЧ цеха №35 и АЦТП-5 ПЧ-28.

4) Определяем фактический расход на тушение, защиту и обеспеченность объекта водой для тушения возможного пожара:

$$Q_{\text{ф}} = N_{\text{гпс}} \cdot q_{\text{гпс}} + N_{\text{а}} \cdot q_{\text{а}} + N_{\text{б}} \cdot q_{\text{б}} = 4 \cdot 5,64 + 2 \cdot 7 + 2 \cdot 3,5 = 43,6 \text{ л сек}; \quad (5.4)$$

Объект обеспечен водой для тушения возможного пожара, так как водоотдача выше требуемого расхода воды.

5) Расчет необходимого количества звеньев ГДЗС:

Для организации пенной атаки потребуются создание 4-х звеньев ГДЗС с выставлением 4-х постов безопасности, и организация КПП ГДЗС.

6) Определяем количество личного состава:

$$N_{\text{лс}} = N_{\text{гдзс}} + N_{\text{а}} \cdot 2 + N_{\text{м}} + N_{\text{пб}} + N_{\text{кпп}}, \quad (5.5)$$

$$N_{\text{лс}} = 12 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 4 + 4 + 1 = 29 \text{ человек};$$

7) Определяем количество отделений:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{лс}} / 5 = 29 / 5 = 6 \text{ отделений.} \quad (5.6)$$

Для тушения возможного пожара в отделении компрессии достаточно сил и средств по вызову №2 согласно гарнизонного «Расписания выездов...».

Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны указана в приложении Г.

### **3.3.3 Организация тушения пожара обслуживающим персоналом организации до прибытия пожарных подразделений**

На участке цеха карбамида имеется ДПД – добровольная пожарная дружина.

Начальником ДПД является технолог цеха. При пожаре он:

- вызывает пожарную охрану;
- обеспечивает доставку средств пожаротушения к пожару;
- руководит тушением пожара до прибытия пожарного подразделения;
- организует спасение и эвакуацию людей;
- взаимодействует с пожарным подразделением.

Командиром расчета ДПД является начальник смены. В его действия входят:

- вызов пожарной охраны;
- обеспечить доставку средств пожаротушения к месту пожара;
- руководить работой расчета по тушению пожара;
- обеспечивать соблюдение техники безопасности всеми членами расчета.

Так же в расчете ДПД имеются 4 бойца: машинист компрессорной установки, машинист насосной установки, дежурный слесарь и дежурный электрик. В их действия входят наращивание рукавных линий, а также помощь в тушении пожара.

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

Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения организации и города представлена в приложение Д.

### 3.3.5 Схема организации связи на пожаре

Схема организации связи на пожаре показана на рисунке 3.3.5.

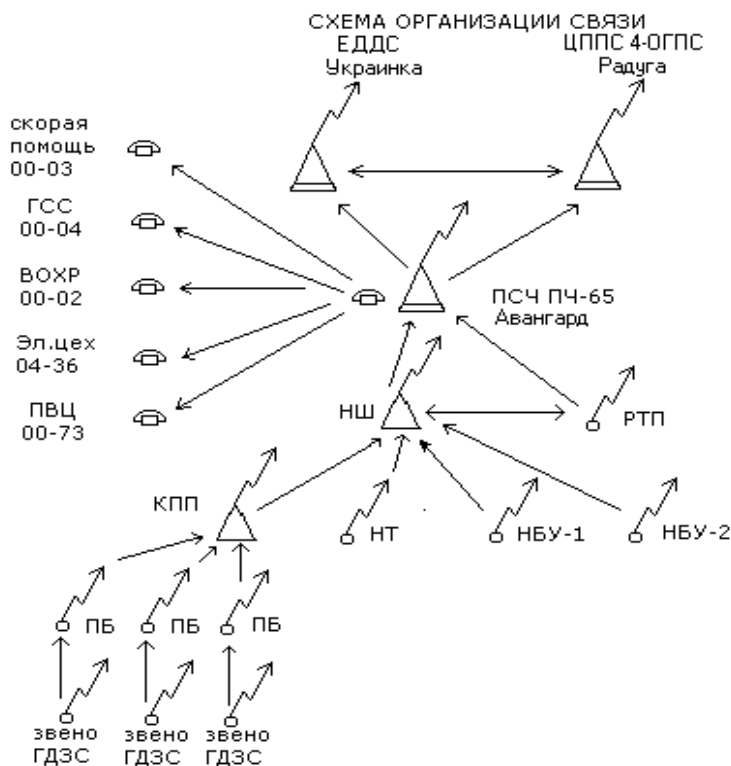


Рисунок 3.3.5 – Схема организации связи на пожаре

### **3.4 Предлагаемое или рекомендуемое изменение: техническое, технологическое**

Для того, чтобы распространение огня не дошло до отделения компрессии, следует установить в насосную порошковую АУПТ.

«Уже очень давно наиболее распространены водяные устройства, установки для борьбы с огнем, работающие как в ручном, так и в автоматическом режиме. Этому много причин – доступность, дешевизна, несложная доставка, быстрая пополняемость запасов огнетушащего вещества» [9].

«Однако, есть и минусы – это сотни метров, а то и километры трубопроводов для транспортировки, довольно дорогое насосное оборудование, узлы управления/пуска для АУПТ со спринклерными, дренчерными оросителями; многочисленные требования норм ПБ к построению/устройству водяных систем АУПТ; высокая стоимость квалифицированных монтажно-наладочных работ, обслуживания» [9].

«Хотя современные модульные системы пожаротушения тонкораспыленной водой лишены многих недостатков традиционных установок, обходятся заказчику намного дешевле по всем показателям; но учеными, конструкторами средств пожарной автоматики давно ищется и частично находится разумная техническая альтернатива» [9].

«Это прежде всего автоматические системы эффективного подавления очага пожара инертными газами или тонкомолотыми минеральными веществами – порошками со специальными добавками. Последние десятилетия именно второй вид огнетушащего вещества стал активно использоваться в России при разработке новых установок для борьбы с огнем» [9].

На рисунке 3.4 показан пример проекта порошковой системы пожаротушения.

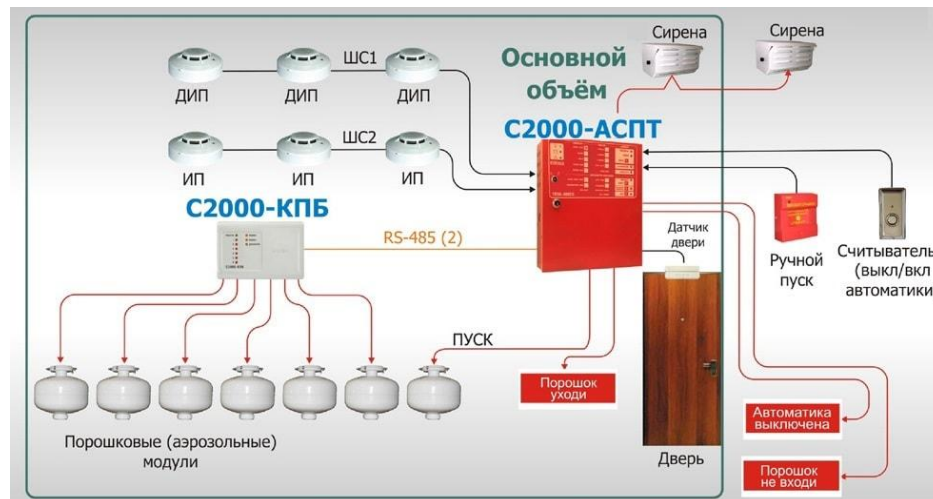


Рисунок 3.4 – Пример проекта порошковой системы пожаротушения

По способу тушения системы порошкового тушения делятся на системы объемного, поверхностного и локального пожаротушения.

«Объемного пожаротушения, когда все пространство защищаемого помещения/пожарного отсека, выделенного ограждающими строительными конструкциями, в т.ч. противопожарными перегородками, перекрытиями, заполняется плотным облаком порошка, генерируемого МПП или из насадок/головок стационарной системы пожаротушения» [9].

«Поверхностного пожаротушения, если тушение ведется для защиты конкретного оборудования, товароматериальных ценностей, сгруппированных на горизонтальных поверхностях, например, при стеллажном хранении» [9].

«Локального пожаротушения, когда один или группа модулей тушения защищает лишь часть помещения – по площади/поверхности участка, цеха, склада или объему секции хранения, размещения технологического оборудования, готовой продукции, где существует прогнозируемая возможность возникновения очага пожара или велика сумма возможного материального ущерба от него» [9].

По классификации модулей порошкового пожаротушения возможны: закачные со сжатым газом/воздухом внутри корпуса, а так же с внутренним газогенерирующим элементом/баллоном, инициируемым извне – от автономного устройства пуска или командным сигналом с контрольно-пускового прибора порошковой системы АУПТ.



Устройство и принцип работы АУПТ показаны на рисунке 3.5.

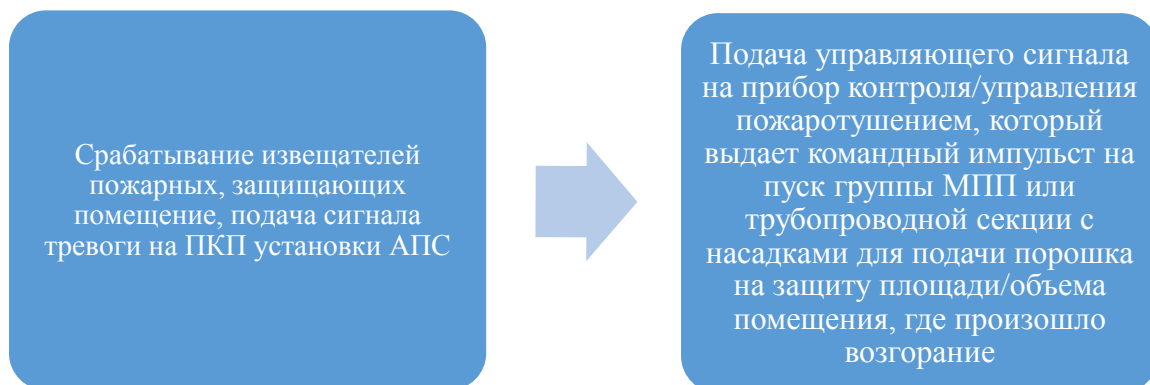


Рисунок 3.5 – Устройство и принцип работы АУПТ

«Подводя итоги, можно сказать, что порошковое пожаротушение при грамотном проектировании, правильном монтаже, регулярном сервисе автономных/автоматических установок/систем подходит для защиты большого количества объектов самого различного назначения, являясь разумной недорогой альтернативой водяному, пенному, газовому пожаротушению» [9].

Для отделения насосной выберем следующую систему автоматического порошкового пожаротушения, показанную на рисунке 3.6.

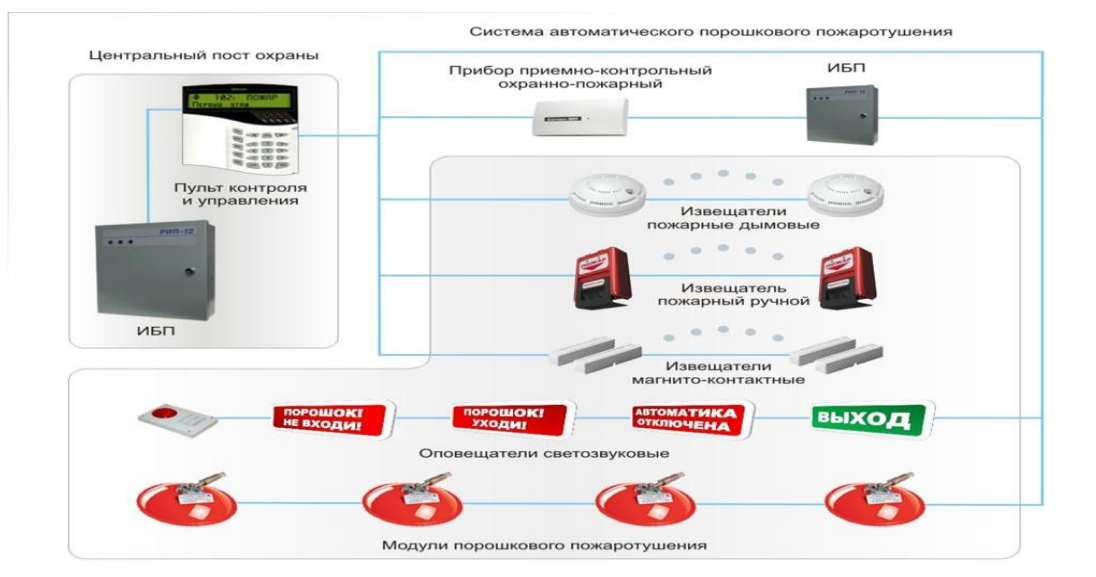


Рисунок 3.6 – Система автоматического порошкового пожаротушения

Установка данной АУПТ сможет задержать распространение пожара и поможет выиграть время для прибытия пожарной охраны, что не позволит привести к серьезным потерям.

## **4 Охрана труда**

### **4.1 Разработать документированную процедуру по охране труда для конкретной организации**

1. На участках с хранением и обращением АХОВ работу личного состава осуществлять в специальных защитных костюмах и СИЗОД.
2. Для защиты личного состава от тепловой радиации использовать теплоотражательные костюмы.
3. При локализации горения внимательно наблюдать за изменением обстановки, состоянием строительных конструкций, технологическим оборудованием, а в случае возникновения опасности необходимо предупредить всех работающих на участке, РТП и других должностных лиц.
4. Для того, чтобы не произошло образование взрывоопасных концентраций внутри здания нельзя тушить пламени горючих газов или паров, выходящих под давлением.
5. При работе в СИЗОД организовать посты безопасности ГДЗС и КПП.
6. Включение и выключение из СИЗОД, одевание и снятие защитных костюмов необходимо производить в установленных безопасных местах.
7. При организации охлаждения несущих строительных конструкций и технологического оборудования не подавать воду на нагретые поверхности компрессоров и трубопроводов во избежание их разрушения, по дачу воды производить по рекомендациям ИТР цеха и руководства предприятия.

## **5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

### **5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду**

ПАО «Тольяттиазот» является одним из крупнейших в мире химических предприятий, а самым отрицательным фактором антропогенного воздействия на окружающую среду, таких предприятий, являются атмосферные выбросы и отходы производства.

«Согласно Экспертному заключению № 6771 от 15.08.2016г. по результатам санитарно-эпидемиологической экспертизы, обследования, испытания, токсикологических, гигиенических и иных видов оценок (Приложение 24), ОАО «Тольяттиазот» имеет 423 источника загрязнения атмосферы. В атмосферу от источников предприятия поступают вредные вещества 88-ти наименований 1÷4 классов опасности. Все выбрасываемые в атмосферу загрязняющие вещества имеют установленные значения ПДКм.р., ПДКс.с. или ОБУВ» [23].

«Основными загрязняющими веществами, аналогичными с выбросами проектируемого объекта, являются: азота диоксид – 1808,3758 т; аммиак – 1569,2087 т; азота оксид – 294,46747 т; углерода оксид – 4381,8370 т; серы диоксид – 0,250058 т» [23].

«Отсутствие негативного воздействия объекта размещения отходов на окружающую среду обеспечивается наличием на данном объекте систем защиты окружающей среды (экранов плёночных)» [23].

«Для отслеживания негативного воздействия на окружающую среду на объекте проводится мониторинг грунтовых вод. По результатам проводимого мониторинга, негативное воздействие шламонакопителя на окружающую среду отсутствует» [23].

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

«Мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предусмотрены в нескольких направлениях и имеют своей целью сокращение объёмов выбросов и снижение их приземных концентраций.

Планировочные мероприятия направлены на уменьшение воздействия выбросов на жилые зоны, и включают:

- размещение объектов производства с учётом господствующих направлений ветра в приземном слое;
- размещение объектов производства с учётом естественного проветривания площадки и обеспечения нормативов ПДК на границе СЗЗ и в селитебной зоне.

Технологические мероприятия включают:

- реализацию технологии получения аммиака из продувочных газов как наилучшую из доступных технологий;
- максимальную утилизацию газообразных и жидких отходов с возвратом их в производственный процесс;
- аварийные сбросы газообразных потоков, в том числе от предохранительных клапанов, на сжигание в факельную систему.
- установку нового, современного герметичного оборудования, что значительно снижает количество утечек в атмосферу» [23].

«Перед передачей промышленных отходов на утилизацию сторонним организациям для использования или захоронения их складирование осуществляется в соответствующим образом оборудованных помещениях или на площадках.

При складировании отходов приняты соответствующие мероприятия, исключаящие или минимизирующие влияние на окружающую среду:

- герметизация ёмкостей (контейнеров, бочек и т.д.) хранения отходов;
- вентиляция помещений складирования;

- контроль процессов сбора, складирования, учёта и передачи отходов» [23].

### 5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000 (экологического мониторинга, аудита, экспертизы, обучения, обращения с отходами, взаимодействия с организациями, санитарно-экологического контроля и т.д.)

Экологический мониторинг окружающей среды – это система наблюдений за состоянием окружающей среды в зоне влияния хозяйственной деятельности объекта и оценки изменений окружающей среды под воздействием этой деятельности.

Основные блоки экологического мониторинга представлены на рисунке 5.3.

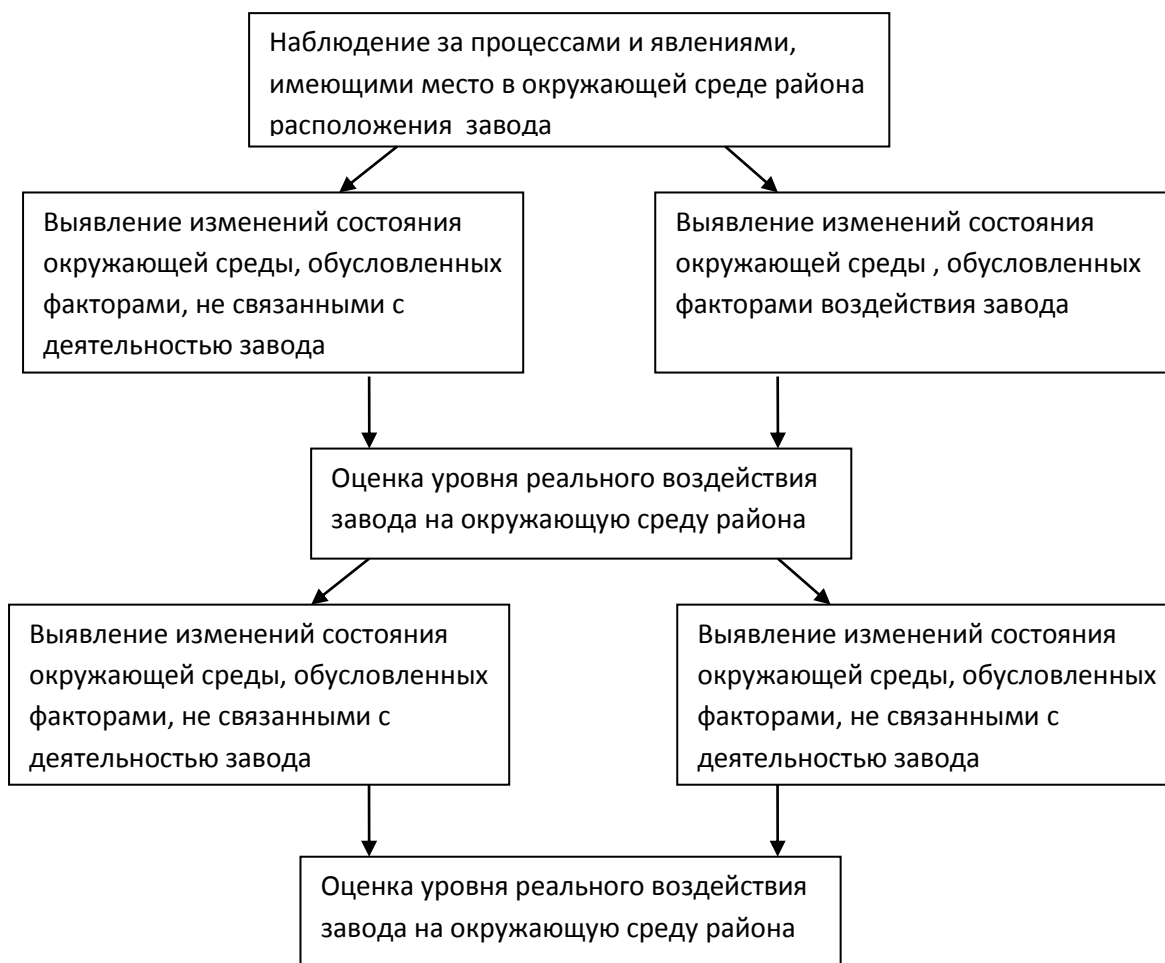


Рисунок 5.3 – Основные блоки экологического мониторинга

## 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

### 6.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации

План мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации показан в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – План мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности

Наименование мероприятий	Срок выполнения	Ответственные
1	2	3
Проведение инструктажей по правилам пожарной безопасности с регистрацией в журнале и принятие зачета по данной теме	1 раз в 6 месяцев	Отдел ОТ и ПБ
Пересмотр и разработка инструкций по пожарной безопасности	По мере необходимости	Отдел ОТ и ПБ и руководители структурных подразделений
Организация регулярного оформления наглядной агитации по пожарной безопасности	Постоянно	Отдел ОТ и ПБ и руководители структурных подразделений
Проведение реорганизации цехов с учетом условий пожарной безопасности	Постоянно	Отдел ОТ и ПБ и руководители структурных подразделений
Тренировки эвакуации работников предприятия при пожарах, выбросах АХОВ или чрезвычайных ситуациях	Регулярно	Отдел ОТ и ПБ
Контроль за соблюдением противопожарного режима работниками	Постоянно	Отдел ОТ и ПБ и руководители структурных подразделений
Установка новых систем пожаротушения	По мере усовершенствования систем пожаротушений	Отдел ОТ и ПБ

## 6.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации

Общая площадь отделения компрессии составляет 400 м<sup>2</sup>. В помещении имеется горючее вещество – масло ТП-22 в объеме 13 тонн.

На объекте предусмотрены первичные средства пожаротушения (огнетушители), так же имеет внутренний противопожарный водопровод.

Дополнительным мероприятием по обеспечению пожарной безопасности можно внедрить автоматическую установку пожаротушения (АУПТ).

Рассмотрим два варианта развития пожара:

1. Отделении компрессии, без АУПТ.
2. Отделение компрессии с АУПТ.

Смета затрат на установку АУПТ показана в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Смета затрат на установку АУПТ

Пункты затрат	Сумма, руб.
1	2
Строительно-монтажные работы	20 000
Стоимость оборудования	100 000
Итого	120 000

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 6.2.1.

Таблица 6.2.1 – Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3	4	5
Площадь	м <sup>2</sup>	F	400	
Стоимость поврежденного оборудования и оборотных фондов	Руб/м <sup>3</sup>	C <sub>T</sub>	20 000	

Продолжение таблицы 6.2.1

Цена испорченных частей здания	Руб/м <sup>3</sup>	C <sub>к</sub>	15 000	15 047,64
Вероятность возникновения пожара	1/м <sup>2</sup> в год	J	3/1*10 <sup>-6</sup>	
Примерная площадь пожара при тушении первичными средствами пожаротушения	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	5	
Примерная площадь тушения пожара автоматическими средствами пожаротушения	м <sup>2</sup>	F* <sub>пож</sub>	-	3,7
Вероятность ликвидации пожара первичными средствами пожаротушения	-	p <sup>1</sup>	0,77	
Вероятность ликвидации пожара привозными средствами пожаротушения	-	p <sup>2</sup>	0,85	
Вероятность ликвидации пожара автоматическими средствами пожаротушения	-	p <sup>3</sup>	0,94	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	0,8	
Линейная скорость горения по поверхности	м/мин	V <sub>л</sub>	0,56	
Время свободного горения	Мин	B <sub>свг</sub>	14	
Цена оборудования	Руб.	K	-	120 000
Норма амортизационных отчислений	%	H <sub>ам</sub>	-	4
Суммарный годовой расход	Т	W <sub>ов</sub>	-	70
Оптовая цена огнетушащего вещества	Руб.	Ц <sub>ов</sub>	-	1100
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	k <sub>тзср</sub>	-	1,2
Стоимость 1 кВт*ч электроэнергии	Руб.	Ц <sub>эл</sub>	-	0,7



Продолжение таблицы 6.2.1

Годовой фонд времени работы установленной мощности	Ч	$T_p$	-	0,84
Электрическая мощность	кВт	N	-	0,14
Коэффициент использования установленной мощности	-	$k_{им}$	-	33

Площадь пожара до начала тушения пожара, с учетом линейной скорости:

$$F_{\text{пож}}^* = n \cdot v_{\text{л}} \cdot V_{\text{свг}}^2 = 3,14 \cdot 0,56 \cdot 15^2 = 221 \text{ м}^2; \quad (6.1)$$

Рассчитаем годовые потери для каждого из двух вариантов пожара.

1-й вариант:

Произведем расчет материальных потерь за один год с учетом первичных средств пожаротушения.

$$M \Pi = M \Pi_1 + M \Pi_2 = \text{рублей}, \quad (6.2)$$

где,  $M \Pi_1$  и  $M \Pi_2$  – математические ожидания годовых потерь при пожарах, потушенных только с учетом первичных средств пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь при пожарах, потушенных только с учетом первичных средств пожаротушения, рассчитаем по формуле:

$$M \Pi_1 = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1; \quad (6.3)$$

$$M \Pi_1 = 3,1 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 20000 \cdot 5 \cdot (1 + 0,8) \cdot 0,77 = 17 \, 186,4 \text{ руб/год};$$

Математическое ожидание годовых потерь при пожарах, потушенных привезенными средствами пожаротушения:

$$M \Pi_2 = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} + C_k \cdot 0,52 \cdot (1 - p_1) \cdot p_2; \quad (6.4)$$

$$M \Pi_2 = 3,1 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 20000 \cdot 5 + 15000 \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,8) \cdot$$

$$1 - 0,77 \cdot 0,85 = 100632,4 \text{ руб год}$$

2-й вариант:

При установке в насосную отделения компрессии автоматической установки пожара тушения, материальные потери при пожаре будут следующими:

$$M \Pi = M \Pi_1 + M \Pi_3 ; \quad (6.5)$$

где,  $M \Pi_1$  , и  $M \Pi_3$  – математические ожидания годовых потерь при пожаре, потушенных первичными средствами пожаротушения и автоматической установкой пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь при пожарах, потушенных только с учетом первичных средств пожаротушения, рассчитаем по формуле:

$$M \Pi_1 = J \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot 1 + k \cdot p_1 ; \quad (6.6)$$

$$M \Pi_1 = 3,1 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 20000 \cdot 5 \cdot 1 + 0,8 \cdot 0,77 = 17 \ 186,4 \text{ руб год};$$

Математическое ожидание годовых потерь при пожарах, потушенных автоматической установкой пожаротушения:

$$M \Pi_3 = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot 1 + k \cdot 1 - p_1 \cdot p_3 ; \quad (6.7)$$

$$M \Pi_3 = 3,1 \cdot 10^{-6} \cdot 400 \cdot 3,7 \cdot 1 + 0,8 \cdot 1 - 0,77 \cdot 0,94 = 1785,4 \text{ руб год.}$$

Общие годовые потери:

- без наличия в насосной отделения компрессии автоматической установки пожаротушения, при соблюдении всех мер пожарной безопасности:

$$M \Pi_1 = 17 \ 186,4 + 100632,4 = 117818,8 \text{ руб/год};$$

- при монтаже в насосную отделения компрессии автоматической

установки пожаротушения:

$$M \Pi_2 = 17\,186,4 + 1785,4 = 18971,8 \text{ руб/год.}$$

### 6.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий

Определим интегральный экономический эффект И при норме дисконта 4%.

$$I = \sum_{t=0}^T [M \Pi_1 - M \Pi_2 - C_2 - C_1] \cdot \frac{1}{1+ND^t} - K_2 - K_1 ; \quad (6.8)$$

где,  $M \Pi_1$  и  $M \Pi_2$  - расчетные материальные потери за год в настоящем и предлагаемом вариантах, руб/год;

$K_1$  и  $K_2$  - капитальные вложения на противопожарные мероприятия в настоящем и предлагаемом вариантах, руб.;

$C_2$  и  $C_1$  - эксплуатационные расходы в настоящем и предлагаемом вариантах в t-м году, руб/год.

Расчетный период:  $T=10$  лет.

Эксплуатационные расходы по вариантам в T-м году определяются по формуле:

$$C_2 = C_{ам} + C_{кр} + C_{тр} + C_{соп} + C_{ов} + C_{эл}; \quad (6.9)$$

$$C_2 = 4400 + 9240 + 3,5 = 13643,5 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления автоматической установки пожаротушения за год составят:

$$C_{ам} = K_2 \cdot N_{ам} / 100; \quad (6.10)$$

$$C_{ам} = 110000 \cdot 4 / 100 = 4400 \text{ руб.}$$

где,  $N_{ам}$  - норма амортизационных отчислений для автоматической установки пожаротушения.

Затраты на огнетушащее вещество ( $C_{ов}$ ) определяются исходя из их суммарного годового расхода ( $W_{ов}$ ) и оптовой цены ( $\Pi_{ов}$ ) единицы

огнетушащего вещества с учетом транспортно-заготовительно-складских расходов ( $k_{\text{ТЗСКР}}=1,2$ ).

$$C_{\text{ОВ}} = W_{\text{ОВ}} \cdot \Pi_{\text{ОВ}} \cdot k_{\text{ТЗСКР}}; \quad (6.11)$$

$$C_{\text{ОВ}} = 70 \cdot 1100 \cdot 1,2 = 9240$$

Общие затраты на электроэнергию ( $C_{\text{эл}}$ ) определяются по формуле:

$$C_{\text{эл}} = \Pi_{\text{эл}} \cdot N \cdot T_p \cdot k_{\text{им}}; \quad (6.12)$$

$$C_{\text{эл}} = 0,9 \cdot 0,14 \cdot 0,84 \cdot 33 = 3,5 \text{ руб.}$$

где,  $N$  – электрическая мощность, кВт;

$\Pi_{\text{эл}}$  – стоимость 1 кВт\*ч электроэнергии, руб. (принимается тариф по Самарской области);

$T_p$  – фонд времени работы установленной мощности за год, ч;

$k_{\text{им}}$  – коэффициент использования установленной мощности.

Таблица 6.3 – Расчет интегрального экономического эффекта

Год осуществления проекта Т	М П 1 – М П 2	$C_2 - C_1$	$D = 1 / (1 + \text{НД})^t$	М П <sub>1</sub> – М П <sub>2</sub> – $C_2 - C_1 \cdot D$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта
1	2	3	4	5	6	7
1	98847	10584	0,90	91685,05	150000	-7161,95
2	98847	10584	0,82	88742,12		88742,12
3	98847	10584	0,74	83546,24		83546,24
4	98847	10584	0,67	75846,13		75846,13
5	98847	10584	0,61	69854,95		69854,95
6	98847	10584	0,55	62658,84		62658,84
7	98847	10584	0,50	57468,65		57468,65
8	98847	10584	0,46	51948,65		51948,65
9	98847	10584	0,41	48658,54		48658,54
10	98847	10584	0,38	46845,15		46845,15

Интегральный экономический эффект составит 585569,31 рублей. Установка автоматической установки пожаротушения в насосной отделения компрессии целесообразна.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе предложено усовершенствование системы оповещения и тушения пожара в насосной отделении компрессии участка цеха производства карбамида.

В первом разделе приведена подробная характеристика объекта: расположение, производимая продукция, технологическое оборудование, а так же виды выполняемых работ.

Во втором разделе подробно рассмотрена технология производства карбамида, проанализирована пожарная безопасность на объекте исследования, система противопожарной защиты зданий и сооружений, порядок привлечения сил и средств. Тема организации надзорной деятельности так же не осталась в стороне. Рассмотрена статистика пожаров за 2013-2017 года.

В третьем разделе представлено техническое решение для обеспечения более высокого уровня пожарной безопасности. По результатам исследования, техническим решением является установка АУПТ в насосной отделении компрессии. Ее установка и эксплуатация будет экономически выгодна для предприятия.

В четвертом разделе разработана документированная процедура мероприятий по организации охраны труда.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведен расчет экономической эффективности внедрения технического решения. Установка АУПТ на объекте ПАО «Тольятти Азот» будет целесообразна, так как интегральный экономический эффект составит 585569,31 рублей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002г. №7-ФЗ (с изменениями на 28 декабря 2016 года). URL: <http://legalacts.ru/doc/FZ-ob-ohrane-okruzhajuwej-sredy/glava-i/statja-3/> (дата обращения: 15.05.2019);
2. Аммиак [Электронный ресурс]. URL: <https://toaz.ru/rus/goods/ammonia.phtml?prod=1> (дата обращения: 15.05.2019);
3. Углекислота [Электронный ресурс]. URL: [https://toaz.ru/rus/goods/carbon\\_dioxide.phtml?prod=2](https://toaz.ru/rus/goods/carbon_dioxide.phtml?prod=2) (дата обращения: 15.05.2019);
4. Карбамид [Электронный ресурс]. URL: <https://toaz.ru/rus/goods/urea.phtml?prod=3> (дата обращения: 15.05.2019);
- 5 Карбамидоформальдегидный концентрат [Электронный ресурс]. URL: [https://toaz.ru/rus/goods/urea\\_formaldehyde\\_concentrate.phtml?prod=4](https://toaz.ru/rus/goods/urea_formaldehyde_concentrate.phtml?prod=4) (дата обращения: 15.05.2019);
6. Базальтовое волокно и пленка [Электронный ресурс]. URL: [https://toaz.ru/rus/goods/fiber\\_and\\_film.phtml?prod=5](https://toaz.ru/rus/goods/fiber_and_film.phtml?prod=5) (дата обращения: 15.05.2019);
7. Огнеупорные материалы и фритта [Электронный ресурс]. URL: [https://toaz.ru/rus/goods/refractory\\_materials.phtml?prod=6](https://toaz.ru/rus/goods/refractory_materials.phtml?prod=6) (дата обращения: 15.05.2019);
8. Методические рекомендации по организации проведения проверок в области пожарной безопасности на объектах защиты [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420339275> (дата обращения: 15.05.2019);
9. Порошковая система пожаротушения: тип, установка, требования к монтажу [Электронный ресурс]. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/poroshkovaya-sistema-pozharotusheniya-tipyi-ustanovka-trebovanie-k-montazhu/> (дата обращения: 15.05.2019);

10. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению [Электронный ресурс]: ГОСТ Р ИСО 14001-2016. URL: <http://dokipedia.ru/document/5338427> (дата обращения: 15.05.2019);

11. 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 декабря 2014 г. N 1100н. URL: [http://89.mchs.gov.ru/upload/site61/document\\_file/WYdY0S9GBM.rtf](http://89.mchs.gov.ru/upload/site61/document_file/WYdY0S9GBM.rtf) (дата обращения: 15.05.2019);

12. Производство карбамида технология [Электронный ресурс]: URL: <https://ekoshka.ru/proizvodstvo-karbamida-tehnologija/> (дата обращения: 15.05.2019);

13. Методика и примеры технико-экологического обоснования противопожарных мероприятий К СНиП 21-01-97\* [Электронный ресурс]: МДС 21-3.2001. URL: [http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 15.05.2019);

14. О противопожарном режиме [Электронный ресурс]: Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 25.04.12 № 390. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902344800> (дата обращения: 15.05.2019);

15. Расчет экономической эффективности противопожарных мероприятий [Электронный ресурс]. URL: [http://studopedia.ru/4\\_174956\\_raschet-ekonomicheskoy-effektivnosti-protivopozharnih-meropriyatiy.html](http://studopedia.ru/4_174956_raschet-ekonomicheskoy-effektivnosti-protivopozharnih-meropriyatiy.html) (дата обращения: 15.05.2019);

16. Терехнев, В. В. Тактика тушения пожаров [Текст] : учеб. Пособие / В. В. Терехнев // Академия Государственной противопожарной службы.: 2016. – 256, с. :библиогр.: с. 256,ISBN: 978-5-906818-52-2.;

17. Legan, M. A. Experience in implementation of training programme continuing professional education "fire safety" on combined form [Текст] / М. А.

Legan, T. A. Yatsevich, A. V. Kozlova, S. G. Yun // Novosibirsk state technical university. – 2013. – с. 640–650. – библиогр.:с. 640-650.;

18. Kuibin Z. Fire whirl due to interaction between line fire and cross wind [Текст] / Z. Kuibin , L. Naian , Y. Panpan , Y. Xieshang , J. Juncheng // State key lab of fire science, University of science and technology of China. – 2014. – с. 1420-1429. – библиогр.:с. 1420-1429.;

19. Semyroz N. H. Fire safety of high-rise construction [Текст] / N. H.Semyroz // National Aviation University. – 2016. – с. 16-17. – библиогр.:с. 16-17.;

20. Cheeda, V.K.Influence of height of confined space on explosion and fire safety [Текст] / V. K. Cheeda, A. Kumar , K. Ramamurthi // Aerospace engineering department, it madras, Chennai mechanical engineering department, it madras, Chennai. – 2015. – с. 31-38. – библиогр.с.31-38.;

21. Król P. Sources of uncertainty in the fire safety assessment of steel structures [Текст] / Król P. // PolitechnikaWarszawska. – 2015. – с. 65-86. – библиогр.:с. 65-86;

22. АУПТ – автоматическая установка пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: <http://garantpb.ru/aupt/> (дата обращения: 01.06.2019);

23. Статистика пожаров [Электронный ресурс]. URL: <http://ognetushiteli-op.ru/analitika/statistika-pozharov> (дата обращения: 01.06.2019);

24. Организация проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ogneboretz.ru/poleznye-stati/organizatsiya-provedeniya-avariyno-spasatelnyh-rabot.html> (дата обращения: 01.06.2019);

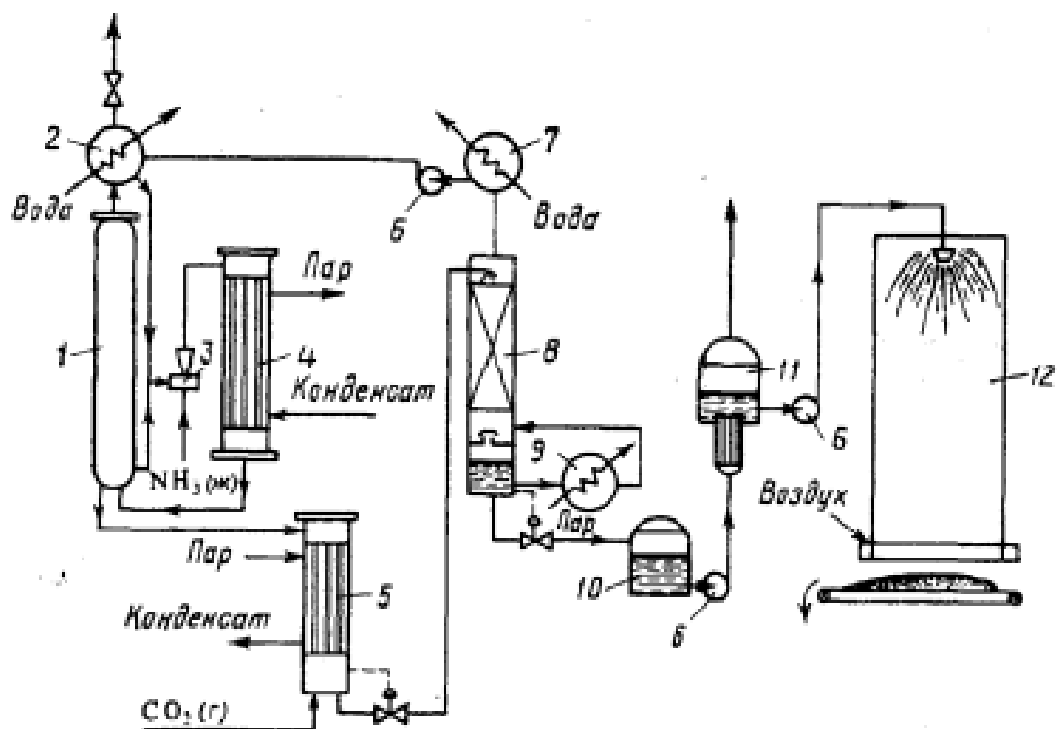
25. Ведение аварийно-спасательных работ: виды и организация работ [Электронный ресурс]. URL: <https://xrl.ru/news/show/226.htm> (дата обращения: 01.06.2019);

26. Чем вреден для человека аммиак и его пары [Электронный ресурс]. URL: <http://polzovred.ru/ximiya/ammiak-vreden-li-dlya-cheloveka.html> (дата обращения: 01.06.2019).



## Приложение А

Упрощенная технологическая схема получения карбамида с полным жидкостным рециклом и применением процесса стриппинга



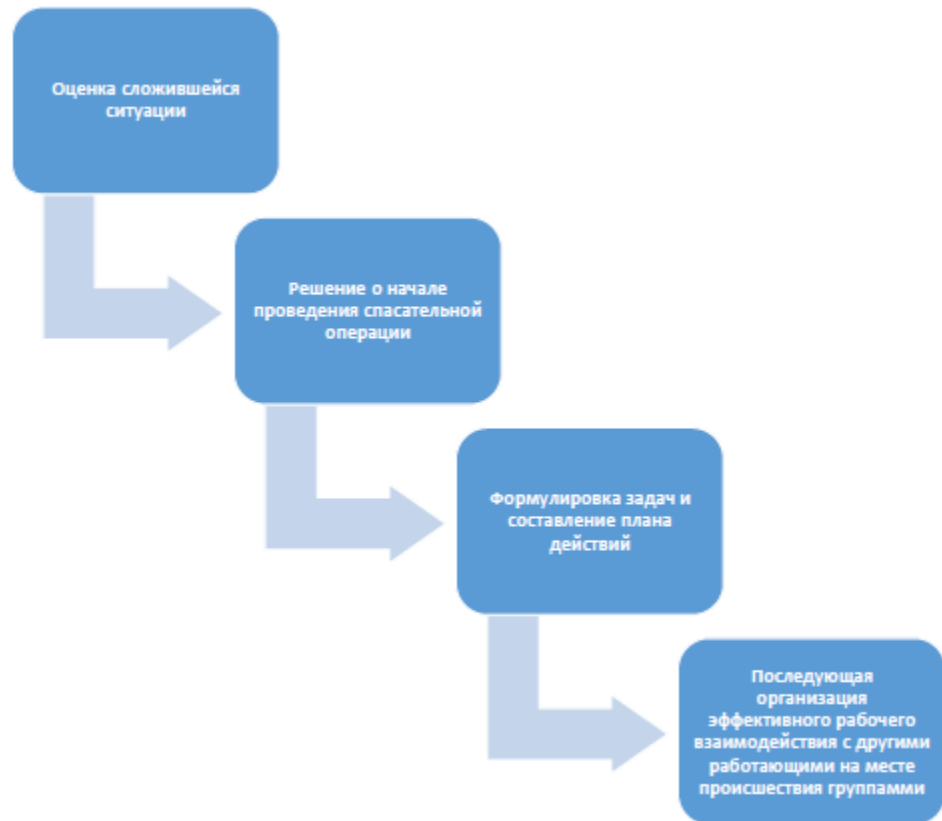
## Приложение Б

Порядок привлечения сил и средств для оперативно тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта

Подразделение, место дислокации	Количество и марка пожарных автомобилей	Численность боевого расчета, человек	Расстояние от пожарных подразделений до объекта, км	Время следования, мин	Время боевого развертывания, мин	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
По вызову №2						
ПЧ пеха №35 ТОАЗ	2 АЦ-40	10	1	3	2	
ПЧ-13 Комсомольский район	АЦ-40	4	14	19	2	
	АЛ-30	1	14	19	6	
ПЧ-35 КатЗ	АЦ-40	5	15	20	2	
ПЧ-37, ВАЗ	1 АСА	1	40	40	-	
Служба спасения г. Тольятти	АСС-СА	3	20	25	-	
	АСС-ХЗА	3	20	25	-	
По вызову №3						
ПЧ-37, ВАЗ	АЦ-40	5	40	60	2	
ПЧ-86, Центральный район	АГ-12	2	20	30	3	
ПЧ-76, ВАЗ	АЦ-40	5	40	60	2	
ПЧ-11 Автозаводский район	КП/АЛ	1	40	60	6	
ТОАЗ	Автомобиль	5	1	3	-	

## Приложение В

### Организация аварийно-спасательных работ



## Приложение Г

### Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q <sub>п</sub> , л/сек	Введено приборов на тушение и защиту				Q <sub>ф</sub> , л/сек	Рекомендация РТП
			РС-50	РС-70	ПЛС	ГПС, СВП и т.д.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16 минут	Горение масла на площади 200 м <sup>2</sup> . Угроза распространения пожара на соседние компрессора и маслобаки	18,3		2			14	Организовать подачу воды на защиту несущих конструкций и оборудования отделения компрессии. Подать 2 ствола «А» от АЦ ПЧ цеха №35
26 минут	Горение масла на площади 300 м <sup>2</sup> . Угроза распространения пожара на кровлю	25,3	2				21	Организовать подачу воды на защиту кровли. Подать 2 ствола «Б» на кровлю от АЦ ПЧ цеха №35. Организовать подготовку к пенной атаке силами прибывающих подразделений. Вызвать к месту пожара АЦПП-5 ПЧ-28 и пенный ход ПЧ цеха №35
36 минут	Горение масла на площади 400 м <sup>2</sup>	33,6				4 ГПС-600	43,6	Организовать подачу 4-х ГПС-600 от АЦ ПЧ-157, 35 на тушение с забором пенообразователя от пенного хода ПЧ цеха №35 и АЦПП-5 ПЧ-28 с использованием пенной гребенки. Организовать 4 звена ГДЗС, посты безопасности и КПШ ГДЗС

## Приложение Д

Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со  
службами жизнеобеспечения организации и города

Служба жизнеобеспечения организации	Корпус	Телефон
1	2	3
Производственно-диспетчерская служба	101	04-85
Пароводопех	145	00-73
Газоспасательная служба	128	00-04
Служба охраны	101	00-02
Медицинская служба	131	00-03