

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 Системы противопожарной защиты агрегатов аммиачной селитры в
ПАО «КуйбышевАзот».

Студент	Ф.С. Курбонова (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	И.Г. Алтынбаев (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультанты	к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
	Н.В. Андрюхина (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2020

Аннотация

Тема бакалаврской работы – Системы противопожарной защиты агрегатов аммиачной селитры в ПАО «КуйбышевАзот».

В бакалаврской работе объектом исследования является, корпус №601 ПАО «КуйбышевАзот» по производству аммиачной селитры, а также системы противопожарной защиты исследуемого объекта. Бакалаврская работа изложена на 54 листах и 11 листах графическо-иллюстрационного материала

Во введении указывается важность надежной системы противопожарной защиты. Отмечается пожарная опасность химических объектов, и необходимость снижения вероятности возникновения пожаров в зданиях химического производства.

В первом разделе дается подробная характеристика объекта со статистикой пожаров и загораний на ПАО «КуйбышевАзот», и анализ пожарной опасности технологического процесса производства аммиачной селитры.

Во втором разделе представлена характеристика систем противопожарной защиты корпуса № 601 ПАО «КуйбышевАзот», рассмотрены системы автоматического пожаротушения, автоматической пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией.

В третьем разделе проведены проверочные расчеты соответствия систем противопожарной защиты современным требованиям нормативных документов.

Четвертый раздел посвящен экономической оценке эффективности предложенных мероприятий и проведен сравнительный анализ экономической выгоды.

В пятом разделе рассматривается вопрос охраны труда на объекте, представлены мероприятия, проводимые на ПАО «КуйбышевАзот» по обеспечению безопасной работы персонала.

Шестой раздел направлен на охрану окружающей среды и экологическую безопасность, проведена оценка опасности технологического процесса производства аммиачной селитры.

В седьмом разделе проведена оценка мероприятия по обеспечению техносферной безопасности на территории ПАО «КуйбышевАзот»

В заключении рассмотрены результаты работы, предлагаются решения по усовершенствованию системы противопожарной защиты корпуса № 601 ПАО «КуйбышевАзот».

Abstract

The subject of the bachelor's work is fire protection Systems for ammonium nitrate aggregates in KuibyshevAzot PJSC.

In the bachelor's work, the object of research is the building number 601 of PJSC KuibyshevAzot for the production of ammonium nitrate, as well as the fire protection system of the object under study. The bachelor's work is presented on 54 sheets and 11 sheets of graphic and illustrative material

The introduction highlights the importance of a reliable fire protection system. There is a fire hazard of chemical facilities, and the need to reduce the probability of fires in buildings of chemical production.

The first section provides a detailed description of the object with statistics of fires and fires at PJSC KuibyshevAzot, and an analysis of the fire hazard of the process of production of ammonium nitrate.

The second section presents characteristics of fire protection systems building # 601 PJSC "KuibyshevAzot", the automatic fire extinguishing system, automatic fire alarm and warning system and evacuation management.

In the third section, verification calculations of compliance of fire protection systems with modern requirements of regulatory documents are carried out.

The fourth section is devoted to the economic evaluation of the effectiveness of the proposed measures and a comparative analysis of the economic benefits.

The fifth section deals with the issue of labor protection at the facility, presents the activities carried out at PJSC KuibyshevAzot to ensure the safe work of personnel.

The sixth section is aimed at environmental protection and environmental safety, and the hazard assessment of the process of production of ammonium nitrate has been carried out.

In the seventh section, the assessment of measures to ensure technosphere safety on the territory of PJSC KuibyshevAzot was carried out»

In conclusion, the results of the work are considered, and solutions are proposed to improve the fire protection system of the building No. 601 of PJSC KuibyshevAzot.

Содержание

Введение.....	7
1. Характеристика объекта и анализ пожарной опасности.....	11
1.1. Характеристика объекта.....	11
1.2. Статистика пожаров и загораний на предприятии	14
1.3. Анализ пожарной опасности технологического процесса	16
1.4. Вывод.....	17
2. Характеристика систем противопожарной защиты	18
2.1. Характеристика установок пожарной сигнализации	18
2.2. Характеристика установок пожаротушения	19
2.3. Характеристика систем оповещения и эвакуации людей.....	20
2.4. Вывод.....	21
3. Проверочный расчет систем противопожарной защиты.	22
3.1. Проверочный расчет установок пожарной сигнализации.	22
3.2. Проверочный расчет установок пожаротушения.	24
3.3. Проверка типа системы оповещения и эвакуации людей.	43
3.4. Вывод.....	44
4. Экономическая оценка систем противопожарной защиты.....	45
5. Охрана труда (организация работы подразделений мчс на пожарах, учениях с учетом соблюдения правил по охране труда, разработать процедуру обеспечения личного состава подразделений средствами индивидуальной защиты).	50
6. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность (оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду при авариях и пожарах, при организации пожаротушения, схема рекомендуемых методов и средств снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду при пожарах и чс).	53
7. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.	58
8. Разработка рекомендаций.....	66
Заключение	67
Список используемой литературы	69

Введение

Пожары, возникающие на химических объектах, нередко сопровождаются гибелью людей, пагубным влиянием на экологию и значительными материальными потерями.

Актуальность бакалаврской работы определяется тем, что возможный пожар на химически опасном объекте на много легче локализовать, ликвидировать или предотвратить на начальном этапе, чем ликвидировать последствия развившегося пожара.

В целях предотвращения гибели людей, пагубного влияния на экологию и снижения материального ущерба на предприятиях химической промышленности, необходимо проектировать и внедрять системы противопожарной защиты.

«Система противопожарной защиты - комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию)». [21]

В современном мире системы противопожарной защиты имеют важнейшее значение в борьбе с пожарами, а особенно на больших химических предприятиях, где огромную роль играет время подачи огнетушащих веществ на место возникновения горения.

Согласно современным нормам пожарной безопасности, здания и сооружения должны быть оборудованы системами автоматической противопожарной защиты. В систему автоматической противопожарной защиты входят:

- Охранно-пожарная сигнализация;

- Система оповещения и управления эвакуацией;
- Автоматическая установка пожаротушения;
- Система противопожарных заслонов и завес;
- Система дымоудаления;
- Наружное и внутренней противопожарное водоснабжение.

Для локализации и ликвидации пожара на начальном этапе, в зданиях химических предприятий необходима автоматическая установка пожаротушения (далее - АУПТ).

«Автоматическая установка пожаротушения (АУП): Установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне.» [20]

В зависимости от объекта защиты и технологического процесса, АУПТ классифицируется по типу применяемого вещества:

- Порошковые,
- Пенные,
- Водяные,
- Газовые,
- Аэрозольные.

Водяные АУПТ различают по виду оросителей: спринклерные и дренчерные. При спринклерной системе орошения отличается наличием в конструкции температурного замка, благодаря чему вода подается локально в место очага возгорания. В дренчерной системе вода подается с момента

поступления сигнала на пульт пожарной сигнализации, после чего происходит обрабатывание сигнала и включение насосов.

С развитием и модернизацией химических предприятий, системы противопожарной защиты требуют значительных изменений в соответствии современным требованиям пожарной безопасности, так как при проектировании, строительстве и реконструкции зданий необходимо так же усовершенствовать системы противопожарной защиты. Таким образом, рассмотрение вопросов усовершенствования систем противопожарной защиты является значимым и актуальным.

В настоящее время системы противопожарной защиты химических предприятий и объектов регламентируется такими нормативными документами, как Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями на 27 декабря 2018 года), Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 01.04.2020) «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «О пожарной безопасности», Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 года № 390 «О противопожарном режиме», СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования», СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*», СП 1.13130.2009 (с изменениями №1) «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

Целью выпускной квалификационной работы является анализ существующих систем противопожарной защиты на ПАО «КуйбышевАзот» и разработка мер по их совершенствованию с точки зрения обеспечения

пожарной безопасности, экономической эффективности и экологической целесообразности.

В проекте дается характеристика объекта и анализ пожарной опасности технологического процесса, характеристика систем противопожарной защиты.

Приводится анализ пожаров и загораний на предприятии. С целью проверки правильности организации систем противопожарной защиты, проведена экспертиза элементов систем противопожарной защиты и выполнены проверочные расчеты.

Дана экономическая оценка предлагаемого проектного решения.

1. Характеристика объекта и анализ пожарной опасности

1.1. Характеристика объекта

ПАО «КуйбышевАзот» располагается по адресу: Самарская область, г. Тольятти, Центральный район, ул. Новозаводская, 6, что является чертой города, в 5-ти километрах от центральной части города.

Территория, занимаемая ПАО «КуйбышевАзот», составляет 295,6 гектара. Плотность застройки составляет 25% от общей площади, что составляет 74 гектара. С северной стороны граничит с ОАО «Фософор», с восточной стороны имеет границу соприкосновения с железнодорожной станцией «Химзаводская», с юга имеет границу с Тольяттинской ТЭЦ, и с гаражными кооперативами и дачными массивами с западной стороны.

На территорию ПАО «КуйбышевАзот» существует 4 контрольно-пропускных пункта для автомобильного транспорта, 2 из которых с южной стороны (со стороны Тольяттинской ТЭЦ), и по 1 КПП с восточной и западной стороны, а также существуют 2 подъезда с восточной стороны для железнодорожного транспорта.

ПАО «КуйбышевАзот» относится к производству химии и осуществляет выпуск следующих веществ:

- аммиак,
- кислород,
- аргон,
- азот,
- водород,
- карбамид,
- селитра,

– циклогиксанон.

На территории предприятия расположено 37 зданий (18 основных цехов и 19 вспомогательных цехов) имеющие II степень огнестойкости.

По дорогам и проездам расположены эстакады с продуктопроводами, в основном на ж/б опорах.

Наружное противопожарное водоснабжение ПАО «КуйбышевАзот» представлено от насосной станции 3-го подъема, расположенного с западной стороны. Рядом с насосной станцией расположено 2 полуподземных резервуара по 1000 м³ каждый, в которых предусмотрен неприкосновенный запас воды для нужд пожаротушения. На территории расположено 248 пожарных гидрантов на кольцевой сети диаметром 200 мм (по центральным дорогам) и 150 мм (внутри кварталов). Кроме этого на объекте имеются 13 водооборотных циклов с водопроводными сетями диаметром от 800 мм до 1400 мм и рабочим давлением до 4-5 атм, включающих в себя 39 чаш градирен объемом от 400 м³ до 800 м³. На сетях промышленного водоснабжения установлены 12 ПГ и 10 наружных врезок на вводах в корпуса для подключения АЦ.

Наружное противопожарное водоснабжение корпуса № 601 производства аммиачной селитры предусмотрено от пожарных гидрантов, размещенных на наружной кольцевой сети противопожарного водопровода диаметром 200 и 150мм:

- с северной стороны ПГ-63 К- 150, ПГ-64 К-150;
- с южной стороны 2 пожарных водоема объемом каждый 400м³;
- с западной стороны ПГ-17 К-150, ПГ-18 К-150.

Гарантированный напор в сетях оборотного водоснабжения обеспечивается работой насосной станции II подъема ПАО

«КуйбышевАзот», которая закачивает воду из сети речного водопровода после очистки на станции осветления, во внутривнутриплощадочную сеть производственного водоснабжения, которая используется для заполнения и подпитки внутривнутриплощадочных сетей водооборотных циклов.

Обеспечено следующие потребности воды на нужды пожаротушения и защиты:

- на работу стационарной системы орошения– 80 л/с;
- на работу двух лафетных стволов (по 50 л/с) – 100 л/с;
- на работу пожарных автонасосов от двух пожарных гидрантов – 80 л/с;
- на работу водяной завесы, осуществляющей защиту территории смежных предприятий от теплового воздействия факела пожара – 200 л/с.

Производственные корпуса на территории ПАО «КуйбышевАзот» категории по взрывопожарной и пожарной опасности А и Б, оборудованы автоматическими установками пожаротушений, а именно спринклерной и дренчерной установками водяного пожаротушения, установками аэрозольного, пенного (высокой кратности) и порошкового пожаротушения. Автоматической пожарной сигнализацией и системой оповещения оборудованы все здания предприятия. Сигнал о срабатывании систем противопожарной защиты поступает на пункт связи 35 пожарно-спасательной части.

Наружные установки защищены стационарными установками пожаротушения (стационарные лафетные стволы, кольца орошения). Предусмотрено возможность тушения резервуаров ЛВЖ с применением пенообразователя от передвижной пожарной техники. По всей территории предприятия, внутри зданий и у входа в здания имеются ручные пожарные извещатели с выводом сигнала на пункт связи части 35 ПСЧ.

В данной бакалаврской работе рассмотрим системы противопожарной защиты агрегатов аммиачной селитры в корпусе № 601.

Корпус №601 - отделение нейтрализации с административно-бытовым пристроем с западной стороны и со встроенной с северной стороны понижающей электроподстанцией производства аммиачной селитры цеха №3.

Трехэтажное здание, общей площадью 1800 м², переменной высотой 12 и 20 м. Несущие стены и перегородки кирпичные, перекрытия и покрытие железобетонное, кровля рулонная на битумной мастике. Степень огнестойкости - II. В производственной части здания при нейтрализации азотной кислоты и аммиака получается раствор аммиачной селитры с содержанием соли 63,7%. Категория по взрывопожарной и пожарной опасности "Б". В корпусе размещена электроподстанция №8.

1.2. Статистика пожаров и загораний на предприятии

Одним из ярких примеров пожара на ПАО «КуйбышевАзот» является, пожар произошедший 12.03.2017г. В результате разгерметизации фланцевого соединения в верхней части колонны, произошел выброс циклогексана и его возгорания по всей высоте установки ($S=500 \text{ м}^2$). Создалась угроза распространения пожара на соседние резервуары и угроза взрыва. Всего для тушения пожара было привлечено 232 человека, 44 ед. техники, в том числе от МЧС России 101 человек, 26 ед. техники.

Данные по загораниям и пожарам за последние 5 лет приведены в таблице 1.

Таблица 1 - данные по анализу пожаров и загораний на ПАО «КуйбышевАзот» в период с 2015 по 2020 гг.

№ п\п	Дата и время	Наименование объекта и его принадлежность	Причина пожара
1	2	3	4
1.	08.01.15 18.10 ч	Производственный корпус.	Нарушение правил ПБ при курении.
2.	10.04.15 19.00 ч	Административно-бытовой корпус.	Нарушение правил ПБ при курении.
3.	09.09.15 8.55 ч	Административно-бытовой корпус.	КЗ электропроводки.
4.	19.10.15 12.05 ч	Загорание мусора в контейнере.	Нарушение правил ПБ при курении.
5.	04.12.15 14.10 ч	Производственный корпус.	Нарушение правил ПБ при курении.
6.	04.06.16 22.00 ч	Склад готовой продукции.	КЗ электропроводки.
7.	24.10.16 14.20 ч	Загорание мусора в контейнере.	Нарушение правил ПБ при курении.
8.	14.11.16 16.20 ч	Административно-бытовой корпус.	КЗ электропроводки.
9.	12.03.17 11.05 ч.	Открытая установка окисления циклогексана.	Нарушение технологического процесса.
10.	28.08.17 16.45 ч	Производственный корпус.	КЗ электропроводки.
11.	28.11.17 11.20	Административно-бытовой корпус.	Неосторожное обращение с огнем.
12.	15.03.18 10.00 ч	Склад готовой продукции.	Нарушение правил ПБ при курении.
13.	04.07.18 16.10 ч	Производственный корпус.	Неосторожное обращение с огнем.
14.	04.10.18 18.00 ч	Химический цех.	Неосторожное обращение с огнем.
15.	15.02.19 10.30 ч	Административно-бытовой корпус.	КЗ электропроводки.
16.	22.08.19 15.00 ч	Химический цех.	КЗ электропроводки.
17.	16.01.20 20.10 ч	Производственный корпус.	Нарушение правил ПБ при курении.
18.	23.03.20 10.30 ч	Административно-бытовой корпус.	КЗ электропроводки.

На основании вышеприведенных данных можно провести анализ пожаров и загораний на территории ПАО «КуйбышевАзот», результаты анализа приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – анализ пожаров и загораний на территории ПАО «КуйбышевАзот».

1.3. Анализ пожарной опасности технологического процесса

Качественно и своевременно проведённый анализ пожарной опасности вещества и технологического процесса имеет огромное практическое значение в разработке мер пожарной профилактики и оценке возможности возникновения и развития пожара.

Основными причинами возникновения пожара в корпусе №601 может быть не осторожное обращение с огнём, нарушение технологического процесса, повышение температуры.

Пожароопасные свойства аммиачной селитры NH_4NO_3 .

Аммиачная селитра, другое менее популярное название «нитрат аммония», NH_4NO_3 , горючее взрывоопасное вещество в виде порошка или гранул, в основном используется в качестве одного из компонентов взрывчатых веществ и как азотное удобрение в сельскохозяйственной отрасли. Аммиачная селитра, является сильным окислителем, при определенных условиях способен самовоспламеняться и взрываться. При пожарах на складах с большим количеством аммиачной селитры, происходит его разложение с выделением большого количества кислорода, что усиливает горение легковоспламеняющихся предметов и возможен взрыв в следствии бурного химического разложения. Температура плавления $169,6^\circ \text{C}$, температура разложения 230°C , температура самовоспламенения 350°C . При попадании в селитру органических примесей (например, древесного угля) аммиачная селитра способна вступить в реакцию с горением и перехода в детонацию. При перевозке является опасным грузом с присвоением 1-го класса «Взрывчатые вещества и изделия».

1.4. Вывод

По первому разделу можно сделать вывод, что ПАО «КуйбышевАзот» является критически важным и химически опасным объектом г. Тольятти, а производство аммиачной селитры создает угрозу возможного сильного пожара с большими последствиями как для жителей г. Тольятти, так и экологической обстановке в Самарской области. Таким образом разработка систем противопожарной защиты агрегатов аммиачной селитры в ПАО «КуйбышевАзот», необходимо для локализации и ликвидации возможного пожара на начальном этапе, что уменьшит последствия пожара и экономические затраты на восстановление технологического процесса производства аммиачной селитры.

2. Характеристика систем противопожарной защиты

2.1. Характеристика установок пожарной сигнализации

Наличие исправной системы противопожарной защиты имеет ключевое значение в обеспечении безопасной работы персонала и должны соответствовать современным требованиям нормативных документов, особенно на химически опасных объектах.

«Пожарная сигнализация - совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем противодымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты.» [20]

Пожарной сигнализацией оборудованы все помещений и коридоры кроме санузлов и лестничных клеток. В качестве автоматических пожарных извещателей применены дымовые оптико-электронные точечные пожарные извещатели ИП 212-5М. Ручные пожарные извещатели располагаются на путях эвакуации. Приемно-контрольный прибор используется «Сигнал-20», предназначенный для работы в автономном режиме имеющий 20 шлейфов сигнализации.

Электропитание прибора обеспечено по 1 категории ПУЭ. Все металлические токоведущие части электрооборудования заземлены медным проводом через распределительный щит.

Электрическое подсоединение приемно-контрольного прибора выполнено от распределительного щита. Резервное питание осуществляется от источника бесперебойного питания ББП-20 с аккумулятором 7 а/ч.

Пожарной сигнализацией оборудованы все помещения, коридоры здания за исключением санузлов и лестничных клеток. Пульт управления

Болид С2000К и панели индикации С2000БИ установлены в караульном помещении с круглосуточным дежурством личного состава ПСЧ-35.

2.2. Характеристика установок пожаротушения

Автоматическая система пожаротушения построена по централизованному принципу, здание оснащено единой насосной противопожарного водоснабжения, узлами управления, напорными, магистральными и распределительными трубопроводами.

В зданиях предусмотрено:

- автоматическая система пожаротушения в здании;
- внутренний противопожарный водопровод (пожарные краны) в здании;
- единая система диспетчеризации АСПТ с подачей сигналов контроля и управления в помещение ПСЧ-35.

Для распыления воды использованы оросители спринклерные с одинаковой производительностью $K=80,7$.

Размещение оросителей и количество приняты из расчета обеспечения необходимой интенсивности орошения. Расстояния между оросителями принято с учетом нормативных требований, конструкций перекрытий, но не более 2 м от стены и не более 4 м между оросителями. Для офисной части и коридоров шаг установки кратен 600 мм. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – сведения по АУПТ и АПС

	Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
	2	3	4	5
1	Помещение технологического процесса	АУПТ (спринклерная водозаполненная)	АПС автоматически помещение ПСЧ-35	Автоматический режим
2	АБК	АУПТ (спринклерная водозаполненная)	АПС автоматически помещение ПСЧ-35	Автоматический режим

В качестве контрольно-пусковых узлов управления использованы узлы управления (F-200) водозаполненной спринклерной системы со спринклерным клапаном AV.

Максимальный расход спринклерной системы 34,76 л/сек.

2.3. Характеристика систем оповещения и эвакуации людей

Здание корпуса № 601 оборудованы системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 1-го типа.

Обратная связь зон оповещения с диспетчерской реализована путем установки в зонах оповещения вызывных панелей «ТОА» и приемной панели, установленной в диспетчерской ПСЧ-35.

Оповещение и управление эвакуацией людей при пожаре осуществляется комбинацией следующих способов:

- размещением эвакуационных знаков безопасности (указателей) на путях эвакуации;
- включением эвакуационных знаков безопасности;
- включением эвакуационного освещения;

- формирование сигнала для дистанционного открывания дверей эвакуационных выходов;
- связью пожарного поста-диспетчерской с зонами пожарного оповещения;
- координированное управление из одного пожарного поста диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре.

2.4. Вывод

По второму разделу можно сделать вывод, что системы противопожарной защиты в здании корпуса №601 ПАО «КуйбышевАзот» не в полном объеме соответствуют требованиям современных нормативных документов. Требуется провести проверочный расчет систем противопожарной защиты в здании корпуса № 601 с учетом, особенностей технологического процесса, особенностей химического вещества (аммиачной селитры), конструктивных особенностей здания и соответствия требованиям нормативных документов

3. Проверочный расчет систем противопожарной защиты.

3.1. Проверочный расчет установок пожарной сигнализации.

Расчет емкости аккумуляторной батареи автоматической установки пожарной сигнализации и системы оповещения

Рассчитаем емкость аккумуляторной батареи для обеспечения резервного питания автоматической установки пожарной сигнализации, состоящей из приемно-контрольного прибора «Минитроник 24» ($I_{д.р.}=75$ мА, $I_{р.п.}=400$ мА), 10 извещателей ИП 212-45 ($I_{д.р.}=0,05$ мА, $I_{р.п.}=0,05$ мА), 2 извещателей ИПР-И ($I_{р.п.}=0,1$ мА, $I_{р.п.}=0,1$ мА), 2 светозвуковых оповещателей Блик ЗС-12 ($I_{р.п.}=120$ мА).

Определяем емкость аккумуляторной батареи в дежурном режиме:

$$C_{д.р.} = \tau_1 \times \sum I_{д.р.}, \quad (1)$$

$$C_{д.р.} = 24 \times (0,075 + 10 \times 0,05 \times 10^{-3} + 2 \times 0,1 \times 10^{-3}) = 1,82 \text{ (А*ч)}$$

Определяем емкость аккумуляторной батареи в режиме «Пожар»:

$$C_{р.п.} = \tau_2 \times \sum I_{1р.п.} + \tau_3 \times \sum I_{2р.п.}, \quad (2)$$

$$C_{д.р.} = 3 \times (0,4 + 10 \times 0,05 \times 10^{-3} + 2 \times 0,1 \times 10^{-3} + 1 \times 2 \times 0,12) = 1,2 + 0,24 = 1,44 \text{ (А*ч)}.$$

Определяем емкость аккумуляторной батареи определяется как

$$C_{АКБ} = 1,1 \times (C_{д.р.} + C_{р.п.}), \quad (3)$$

$$C_{АКБ} = 1,1 \times (1,82 + 1,44) = 3,6 \text{ (А*ч)}.$$

Для обеспечения резервного электропитания АУПС и СОУЭ необходимо установить аккумуляторную батарею емкостью не менее 3,6 А*ч.

Расчет количества автоматических пожарных извещателей в одном шлейфе

Определяем максимально допустимое количество пассивных пожарных извещателей в шлейфе сигнализации, если сопротивление шлейфа составляет 120 Ом, внутренне сопротивление пожарного извещателя 50 Ом. Максимальное сопротивление шлейфа сигнализации не должно превышать 2 кОм.

Количество пассивных извещателей в шлейфе сигнализации определяется как

$$N_{III} \leq \frac{R_{МАКС} - R_{III}}{R_{III}}, \quad (4)$$

$$N_{III} = \frac{2 \times 10^3 - 120}{50} = 38 \text{ шт.}$$

Максимально допустимое количество пассивных пожарных извещателей в одном шлейфе сигнализации равно 38.

Расчет сопротивления оконечного резистора

Напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 12 В, ток - 2 мА. В шлейф сигнализации установлено 10 пожарных извещателей, токопотребление каждого - 0,08 мА. Определить сопротивление оконечного резистора.

Сопротивление оконечного резистора определяется как:

$$R_o = \frac{U_{ШС}}{I_{д.р.} - \sum I_{III}} \quad (5)$$

$$R_o = \frac{12}{2 - 0,8} = 10 \text{ кОм}$$

Сопротивление оконечного резистора с заданными параметрами составляет 10 кОм.

Расчет сечения кабеля для систем оповещения

Линия под напряжением 60 В, протяженность линии 450 м, мощность 150 Вт, максимальное падение напряжения в линии 10 В. Рассчитать сечение кабеля системы пожарного оповещения.

Сечение кабеля для системы пожарного оповещения определяем как:

$$S = \frac{\rho \times L \times P}{U \times U_{\text{пад}}} \quad (6)$$

$$S = \frac{0,0175 \times 450 \times 150}{60 \times 10} = 2 \text{ мм}^2$$

Сечение кабеля для системы пожарного оповещения принимаем равным 2 мм².

3.2. Проверочный расчет установок пожаротушения.

Проведем проверочный расчет установок пожаротушения на основании Приложения А [20] и информации, предоставленной с объекта. Исходные данные:

- Геометрические размеры 30 X 60 м, высота производственной части 12 м, высота административно-бытового корпуса 20 м.
- Давление на входе пожарного насоса 0,15 Мпа;
- Источник водоснабжения – городской водопровод;

- Проектируемая установка пожаротушения – автоматическая спринклерная установка пожаротушения водой;
- Степень огнестойкости – II;
- Класс функциональной пожарной опасности – Ф5;

В соответствии с Приложением Б [20], производство аммиачной селитры по степени пожарной опасности и функциональному назначению относится к группе помещений – 4.1. С учетом выбранной группы помещений определяем параметры установки пожаротушения в соответствии с рисунками 2 и 3.

- интенсивность орошения водой – $0.3 \text{ л}/(\text{м}^2 \text{ с})$
- расход огнетушащего вещества – $110 \text{ л}/\text{с}$
- минимальная площадь орошения – не менее 180 м^2
- расстояние между оросителями – не более 4 м
- продолжительность подачи воды – не менее 60 мин

Выбираем тип оросителя по паспорту согласно данным, взятым из рисунков 2 и 3.

Обозначение и маркировка спринклерных оросителей по ГОСТ Р 51043-2002:

Обозначение	Маркировка	Покрытие
СВ00-РВо(д)0,24-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-8»	СО-В – 0,24 - t°C	
СВ00-РВо(д)0,30-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-К57»	СО-В – 0,30 - t°C	
СВ00-РВо(д)0,35-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-10»	СО-В – 0,35 - t°C	
СВ00-РВо(д)0,44-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-К80»	СО-В – 0,44 - t°C	
СВ00-РВо(д)0,47-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-12»	СО-В – 0,47 - t°C	о-бронза
СВ00-РВо(д)0,59-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-К115»	СО-В – 0,59 - t°C	д-полимерное
СВ00-РВо(д)0,77-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-15»	СО-В – 0,77 - t°C	покрытие
СВ00-РВо(д)0,83-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВВ-К160»	СО-В – 0,83 - t°C	(металлик,
СВ00-РНо(д)0,24-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-8»	СО-Н – 0,24 - t°C	белый)
СВ00-РНо(д)0,30-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-К57»	СО-Н – 0,30 - t°C	
СВ00-РНо(д)0,35-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-10»	СО-Н – 0,35 - t°C	
СВ00-РНо(д)0,44-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-К80»	СО-Н – 0,44 - t°C	
СВ00-РНо(д)0,47-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-12»	СО-Н – 0,47 - t°C	
СВ00-РНо(д)0,59-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-К115»	СО-Н – 0,59 - t°C	
СВ00-РНо(д)0,77-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-15»	СО-Н – 0,77 - t°C	
СВ00-РНо(д)0,83-Р1/2/Р57(68,79,93,141,182).В3-«СВН-К160»	СО-Н – 0,83 - t°C	

Обозначение и маркировка дренчерных оросителей по ГОСТ Р 51043-2002:

Обозначение	Маркировка	Покрытие
ДВ00-РВо(д)0,24-Р1/2/В3-«ДВВ-8»	ДО-В – 0,24	
ДВ00-РВо(д)0,30-Р1/2/В3-«ДВВ-К57»	ДО-В – 0,30	
ДВ00-РВо(д)0,35-Р1/2/В3-«ДВВ-10»	ДО-В – 0,35	
ДВ00-РВо(д)0,44-Р1/2/В3-«ДВВ-К80»	ДО-В – 0,44	
ДВ00-РВо(д)0,47-Р1/2/В3-«ДВВ-12»	ДО-В – 0,47	
ДВ00-РВо(д)0,59-Р1/2/В3-«ДВВ-К115»	ДО-В – 0,59	о-бронза
ДВ00-РВо(д)0,77-Р1/2/В3-«ДВВ-15»	ДО-В – 0,77	д- полимерное
ДВ00-РВо(д)0,83-Р1/2/В3-«ДВВ- К160»	ДО-В – 0,83	покрытие
ДВ00-РНо(д)0,24-Р1/2/В3-«ДВН-8»	ДО-Н – 0,24	(металлик,
ДВ00-РНо(д)0,30-Р1/2/В3-«ДВН-К57»	ДО-Н – 0,30	белый)
ДВ00-РНо(д)0,35-Р1/2/В3-«ДВН-10»	ДО-Н – 0,35	
ДВ00-РНо(д)0,44-Р1/2/В3-«ДВН-К80»	ДО-Н – 0,44	
ДВ00-РНо(д)0,47-Р1/2/В3-«ДВН-12»	ДО-Н – 0,47	
ДВ00-РНо(д)0,59-Р1/2/В3-«ДВН-К115»	ДО-Н – 0,59	
ДВ00-РНо(д)0,77-Р1/2/В3-«ДВН-15»	ДО-Н – 0,77	
ДВ00-РНо(д)0,83-Р1/2/В3-«ДВН-К160»	ДО-Н – 0,83	

Рисунок 2 – Спринклерные и дренчерные водяные оросители «СВВ» («СВН»), ДВВ («ДВН»).

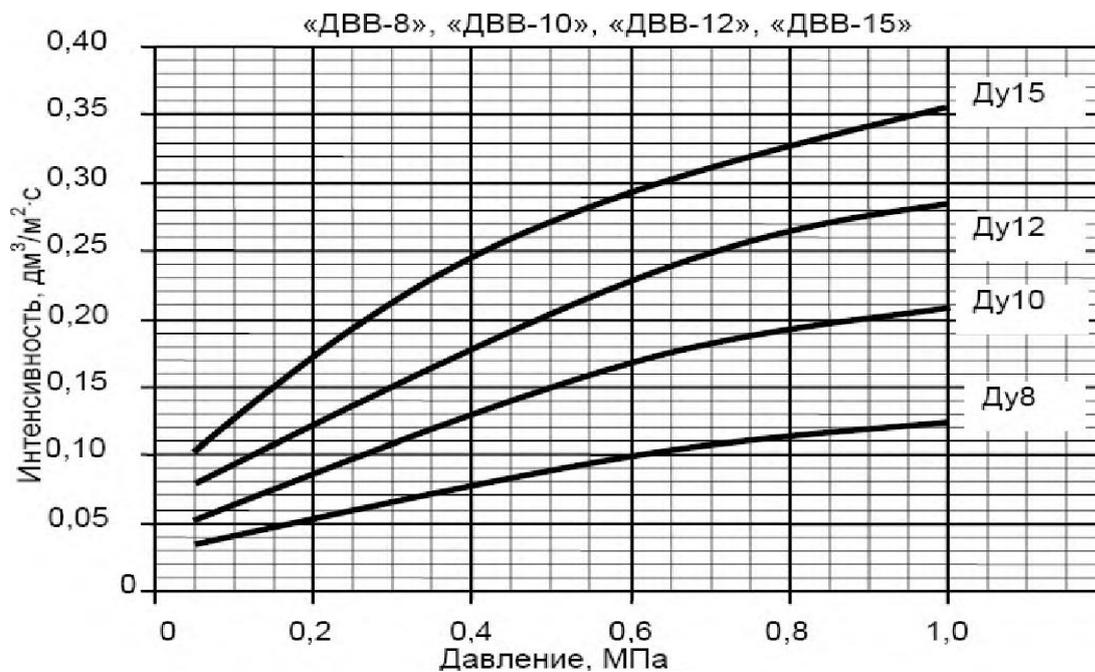


Рисунок 3 - Оросители, устанавливаемые вертикально вверх «ДВВ-8», «ДВВ-10», «ДВВ-12», «ДВВ-15»

На рисунке 4 представлена наиболее эффективная расчетная схема развязки оросителей.

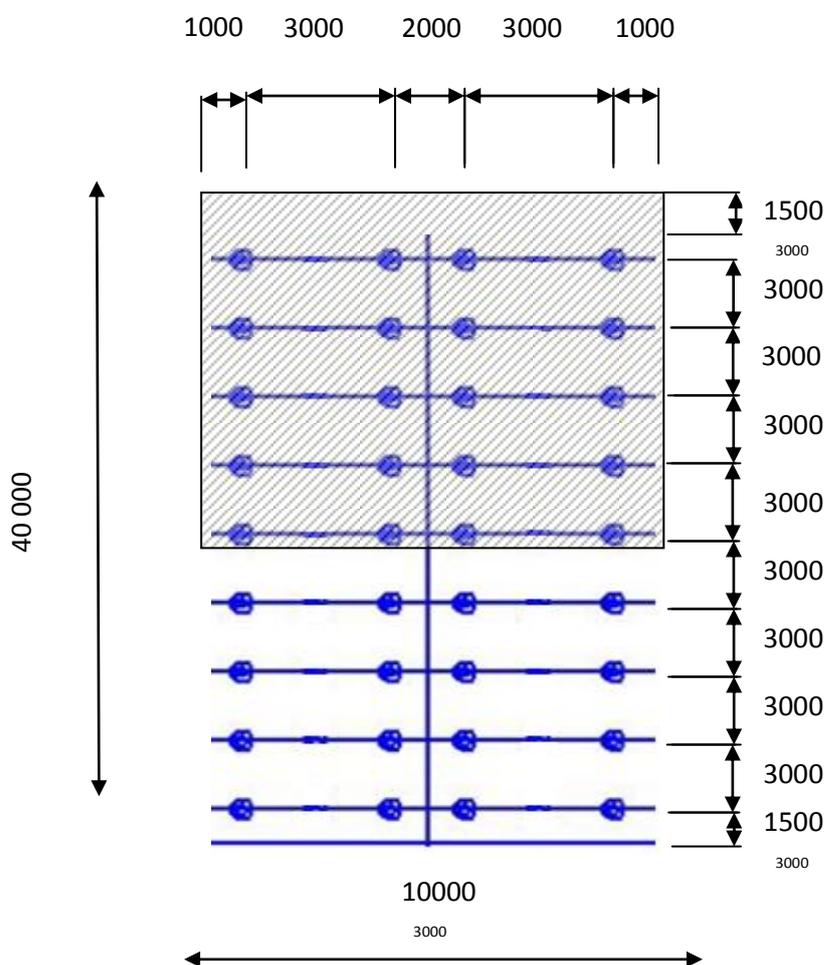


Рисунок 4 - расчетная схема спринклерной АУП

Выбираем ороситель устанавливаемый вертикально вверх СПОО - РВо(д)0.77·R1/2/P57.В3-«СВВ-15»

- минимальное давление, которое необходимо обеспечит у диктующего оросителя $P=0.63\text{МПа}$

- максимальное расстояние между оросителями не более 4 м

Скорость движения воды в напорных трубопроводах должна быть не более 10м/с , принимаем 5 м/с .

Расчетный расход воды через диктующий ороситель, расположенный в диктующей защищаемой орошаемой площади, определяем:

$$q_1 = 10 \cdot k \cdot \sqrt{P} \quad (7)$$

$$q_1 = 10 \cdot 0.77 \cdot \sqrt{0.63} = 6,1 \text{ (л/с)}$$

где q_1 — расход ОТВ через диктующий ороситель, л/с;

K — коэффициент производительности оросителя, принимаемый по технической документации на изделие, л/(с·МПа);

P — давление перед оросителем, МПа.

Минимальное расчетное количество оросителей необходимое для защиты диктующей площади:

$$n = \frac{Q_n}{q_1} \quad (8)$$

$$n = \frac{110}{6,1} = 18 \text{ шт.}$$

Принимаю 20 оросителей.

где $Q_n = 110$ л/с — нормативный расход спринклерной АУП согласно таблице 5.1 [20];

Намечаем трассировку трубопроводной сети и план размещения оросителей; для наглядности трассировка трубопроводной сети по объекту защиты изображается в аксонометрическом виде.

Компоновка оросителей на распределительном трубопроводе АУП согласно [20] выполняю по кольцевой схеме.

Расход первого диктующего оросителя I является расчетным значением Q_{1-2} на участке $L1-2$ между первым и вторым оросителями.

Диаметр трубопровода на участке $L1-2$ определяю по формуле:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4Q_{1-2}}{1000\pi v}} \quad (9)$$

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,1}{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}} = 0,039 \text{ (м)}$$

где d_{1-2} — диаметр между первым и вторым оросителями трубопровода, мм;

Q_{1-2} — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения [2].
Принимаем $d_{1-2}=0,01$ ($K_T=28,7$)

Диаметр питающего трубопровода определяется по формуле:

$$d_{num} = \sqrt{\frac{4Q_{1-2}}{1000\pi v}} \quad (10)$$

$$d_{num} = \sqrt{\frac{4 \cdot (110 + 4)}{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}} = 0,17 \text{ (м)}$$

В представленном примере значение расхода в питающем трубопроводе определяется как суммарный нормативный расход спринклерной АУП и расход дренчерных завес равный 4 л/с.

Потери давления P_{1-2} на участке L_{1-2} определяются по формуле

$$P_{1-2} = Q_{1-2}^2 L_{1-2} / 100K_T \quad (11)$$

$$P_{1-2} = 6,1^2 \cdot 3 / 100 \cdot 28,7 = 0,03 \text{ МПа}$$

где K_T — удельная характеристика трубопровода;

Давление у оросителя 2

$$P_2 = P_1 + P_{1-2} \quad (12)$$

$$P_2 = 0,63 + 0,03 = 0,66 \text{ МПа}$$

Расход оросителя 2 составит

$$q_2 = 10K\sqrt{P_2} \quad (13)$$

$$q_2 = 10 \cdot 0,77 \cdot \sqrt{0,66} = 6,25 \text{ л / с}$$

$$Q_{2-a} = q_1 + q_2 \quad (14)$$

$$Q_{2-a} = 6,1 + 6,25 = 12,35 \text{ л / с}$$

$$d_{2-a} = \sqrt{\frac{4Q_{2-3}}{1000\pi v}} \quad (15)$$

$$d_{2-a} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12,35}{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}} = 0,05 \text{ (м)}$$

где d_{2-a} — диаметр трубопровода у второго оросителя, м;

Q_{2-a} — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения [2].

Принимаем $d_2=0,01$ ($K_T=110$)

Потери давления P_{2-a} на участке L_{2-a} определяется по формуле

$$P_{2-a} = Q_{2-a}^2 \cdot L_{2-a} / 100 K_T \quad (16)$$

$$P_{2-a} = 12,35^2 \cdot 2 / 100 \cdot 110 = 0,027 \text{ МПа}$$

Давление в точке a составит

$$P_a = P_2 + P_{a-2} \quad (17)$$

$$P_a = 0,66 + 0,027 = 0,687 \text{ МПа}$$

Расход оросителя A составит

$$Q_I = 2 \cdot Q_{2-a} \quad (18)$$

$$Q_I = 2 \cdot 12,35 = 24,7 \text{ л/с} - \text{расход в точке } a \text{ на 4 оросителя;}$$

Обобщенную характеристику рядка I определяется из выражения

$$B = Q_1^2 / P_a \quad (19)$$

$$B = 24,7^2 / 0,687 = 888$$

$$d_{a-b} = \sqrt{\frac{4Q_1}{1000\pi v}} \quad (20)$$

$$d_{a-b} = \sqrt{\frac{4 \cdot 24,7}{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}} = 0,079 \text{ (м)}$$

где d_{a-b} — диаметр трубопровода между точками a и b , мм;

Q_1 — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения [2].

Принимаем $d_2=0,02$ ($K_T=1429$)

Потери давления на участке $a-b$ определяется по формуле

$$P_{a-b} = Q_{a-b}^2 \cdot L_{a-b} / 100 \cdot K_T \quad (21)$$

$$P_{a-b} = 24,7^2 \cdot 3 / 100 \cdot 1429 = 0,012 \text{ МПа}$$

Потери давления в точке b составят:

$$P_b = P_a + P_{a-b} \quad (22)$$

$$P_b = 0,687 + 0,012 = 0,699 \text{ МПа}$$

Расход воды на II рядке составит:

$$Q_{II} = \sqrt{B \cdot P_o} \quad (23)$$

$$Q_{II} = \sqrt{888 \cdot 0,699} = 24,9 \text{ л/с}$$

Расход воды на участке б-в составит:

$$Q_{б-в} = Q_I + Q_{II} \quad (24)$$

$$Q_{б-в} = 24,7 + 24,9 = 49,6 \text{ л/с}$$

$$d_{б-в} = \sqrt{\frac{4Q_{б-в}}{1000\pi v}} \quad (25)$$

$$d_{б-в} = \sqrt{\frac{4 \cdot 49,6}{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}} = 0,112 \text{ (м)}$$

где $d_{б-в}$ — диаметр трубопровода между точками б и в, мм;

$Q_{б-в}$ — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения по [2].

Принимаем $d_2=0,03$ ($K_T=13530$)

Потери давления на участке б – в определяется по формуле

$$P_{\sigma-\epsilon} = Q_{\sigma-\epsilon}^2 \cdot L_{\sigma-\epsilon} / 100 \cdot K_T \quad (26)$$

$$P_{\sigma-\epsilon} = 49,6^2 \cdot 3 / 100 \cdot 13530 = 0,005 \text{ МПа}$$

Потери давления на участке *в* составит

$$P_{\epsilon} = P_{\sigma} + P_{\sigma-\epsilon} \quad (27)$$

$$P_{\epsilon} = 0,699 + 0,005 = 0,704 \text{ МПа}$$

Расход воды на III рядке составит:

$$Q_{III} = \sqrt{B \cdot P_{\epsilon}} \quad (28)$$

$$Q_{III} = \sqrt{888 \cdot 0,704} = 25 \text{ л/с}$$

Расход воды на участке *в-2* составит:

$$Q_{B-\Gamma} = Q_I + Q_{II} + Q_{III} \quad (29)$$

$$Q_{B-\Gamma} = 24,7 + 24,9 + 25 = 74,6 \text{ л/с}$$

$$d_{B-\Gamma} = \sqrt{\frac{4Q_{B-\Gamma}}{1000\pi v}} \quad (30)$$

$$d_{B-\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot 74,6}{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}} = 0,137 \text{ (м)}$$

где $d_{в-г}$ — диаметр трубопровода между точками $в$ и $г$, мм;

$Q_{в-г}$ — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения по [2].

Принимаем $d_2=0,04$ ($K_T=28690$)

Потери давления на участке $в-г$ определяется по формуле

$$P_{B-\Gamma} = Q_{B-\Gamma}^2 \cdot L_{B-\Gamma} / 100 \cdot K_T \quad (31)$$

$$P_{B-\Gamma} = 74,6^2 \cdot 3 / 100 \cdot 28690 = 0,005 \text{ МПа}$$

Потери давления на участке $г$ составит:

$$P_{\Gamma} = P_B + P_{B-\Gamma} \quad (32)$$

$$P_{\Gamma} = 0,704 + 0,005 = 0,709 \text{ МПа}$$

Расход воды на IV рядке составит:

$$Q_{IV} = \sqrt{B \cdot P_{\Gamma}} \quad (33)$$

$$Q_{IV} = \sqrt{888 \cdot 0,709} = 25,09 \text{ л/с}$$

Расход воды на участке $z-d$ составит:

$$Q_{\Gamma-D} = Q_I + Q_{II} + Q_{III} + Q_{IV} \quad (34)$$

$$Q_{\Gamma-D} = 24,7 + 24,9 + 25 + 25,09 = 99,69 \text{ л/с}$$

$$d_{\Gamma-D} = \sqrt{\frac{4Q_{\Gamma-D}}{1000\pi v}} \quad (35)$$

$$d_{\Gamma-D} = \sqrt{\frac{4 \cdot 99,69}{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}} = 0,159 \text{ (м)}$$

где d_{z-d} — диаметр трубопровода между точками z и d , мм;

Q_{z-d} — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения по [2].

Принимаем $d_2=0,05$ ($K_T=209900$)

Потери давления на участке $z-d$ определяется по формуле

$$P_{\Gamma-D} = Q_{\Gamma-D}^2 \cdot L_{\Gamma-D} / 100 \cdot K_T \quad (36)$$

$$P_{\Gamma-D} = 99,69^2 \cdot 3 / 100 \cdot 209900 = 0,0014 \text{ МПа}$$

Потери давления на участке d составят

$$P_D = P_{\Gamma} + P_{\Gamma-D} \quad (37)$$

$$P_D = 0,709 + 0,0014 = 0,710 \text{ МПа}$$

Расход воды на V рядке составит:

$$Q_V = \sqrt{B \cdot P_T} \quad (38)$$

$$Q_V = \sqrt{888 \cdot 0,710} = 25,11 \text{ л/с}$$

$$Q_{D-E} = Q_I + Q_{II} + Q_{III} + Q_{IV} + Q_V \quad (39)$$

$$Q_{D-E} = 24,7 + 24,9 + 25 + 25,09 + 25,11 = 124,8 \text{ л/с}$$

Для обеспечений необходимого расхода воды для спринклерной АУПТ принимаем диаметр трубопровода 50 мм.

Расчет спринклерных АУП проводится из условия:

$$Q_n \leq Q_c$$

где $Q_n = 110$ л/с – нормативный расход спринклерных АУП согласно таблице 5.2 СП-5. 13130.2009

$Q_c = 124,8$ л/с – фактический расход спринклерной АУП. Условие выполняется.

Общий расход с учетом расхода на дренчерные завесы составляет 128,8 л/с. Для перевода в м³/ч, $128,8 \cdot 3600 / 1000 = 467,28$ м³/ч

Количество оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_c спринклерной АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной (с учетом конфигурации принятой площади орошения), должно быть не менее

$$n \geq S / \Omega$$

где n – минимальное количество спринклерных оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_c всех типов спринклерных АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной;

$S=180 \text{ м}^2$ - минимальная площадь орошения согласно таблице 5.2 СП-5.13130.2009

$\Omega=9 \text{ м}^2$ - условная расчетная площадь, защищаемая одним оросителем.

Расчетное количество оросителей 20 шт., больше минимального количества $n=5$ шт., условие выполняется.

Давление пожарного насоса складывается из следующих составляющих:

$$P_H = P_G + P_B + \sum P_M + P_{yy} + P_D + Z - P_{BX} = P_{TP} - P_{BX} \quad (40)$$

где P_H — требуемое давление пожарного насоса, МПа;

P_G — потери давления на горизонтальном участке трубопровода, МПа;

P_B — потери давления на вертикальном участке трубопровода, МПа;

P_M — потери давления в местных сопротивлениях (фасонных деталях), МПа, определяется согласно приложению 8 [4];

P_{yy} — местные сопротивления в узле управления (сигнальном клапане, задвижках, затворах), МПа, определяется согласно приложению 7,8 [4];

P_D — давление у диктующей защищаемой площади, МПа;

Z — пьезометрическое давление (геометрическая высота диктующего оросителя над осью пожарного насоса), МПа; $Z = H/100$;

P_{BX} — давление на входе пожарного насоса (определяется согласно варианту), МПа,

P_{TP} — давление требуемое, Мпа.

От точки c до пожарного насоса вычисляются потери давления в трубах по длине с учетом местных сопротивлений, в том числе в узлах управления (сигнальных клапанах, задвижках, затворах).

Гидравлические потери давления в диктующем питающем трубопроводе определяется суммированием гидравлических потерь на отдельных участках трубопровода по формуле:

$$\Delta P_i = Q^2 L_i / 100 K_T \quad (41)$$

где ΔP_i — гидравлические потери давления на участке L_i , Мпа;

Q — расход ОТВ, л/с;

K_T — удельная характеристика трубопровода на участке L_i ;

Кольцевые схемы рассчитывают аналогично тупиковой сети при 50% расчетного расхода воды по каждому полукольцу и представлены на рисунке 5.

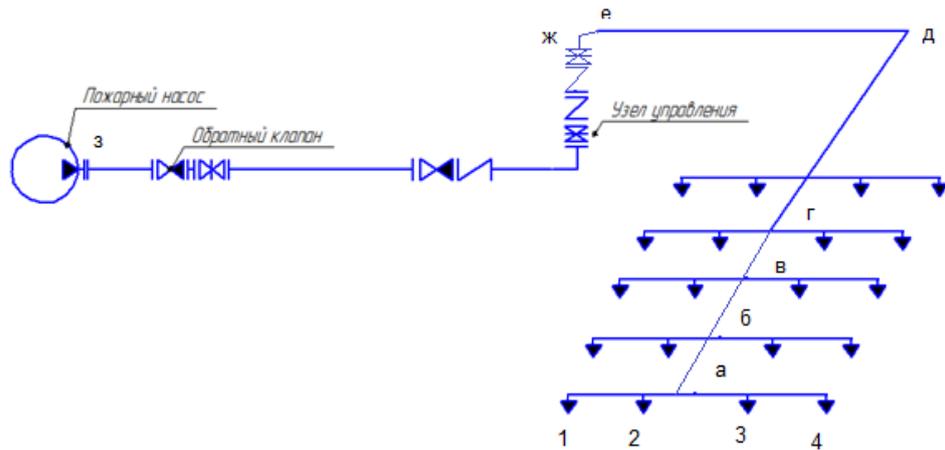


Рисунок 5 – Схема распределительной спринклерной АУПТ

Для питающего трубопровода на участке д-е, принимаем трубу 0,1 м ($K_T=711300$)

$$P_d = Q_m^2 L_m / 100K_T \quad (42)$$

$$P_d = 128,8^2 \cdot 60 / 100 \cdot 711300 = 0,015 \text{ МПа}$$

$$P_e = Q^2 L_e / 100K_T \quad (43)$$

$$P_e = 128,8^2 \cdot 2,5 / 100 \cdot 711300 = 0,002 \text{ МПа}$$

$$P_{yy} = \frac{Q^2 \cdot e}{1000} \quad (44)$$

$$P_{yy} = \frac{128,8^2 \cdot 0,001}{1000} = 0,00012 \text{ МПа}$$

Пьезометрическое давление при высоте потолка 12 м и высоте оси пожарного насоса 0.5 м составляет $Z=0,04$ МПа.

Требуемое давление пожарного насоса составляет:

$$P_H = 0,015 + 0,002 + 0,0069 + 0,00012 + 0,63 + 0,4 + 0,15 + 0,15 - 0,1 = 0,65 \text{ МПа}$$

Расчет ведут таким образом, чтобы давление у узла управления не превышало 1 Мпа, если иное не оговорено в технических условиях.

Давление у узла управления не превышает 1 МПа.

С учетом выбранной группы объекта защиты продолжительность подачи огнетушащего вещества составит 60 мин.

Подбираем по расчетному давлению и расходу тип и марку пожарного насоса: NB 150-250 представленный на рисунке 6.



Рисунок 6 - Насосная станция

Консольный насос нормального всасывания NB

Производитель- Grundfos

Тип насоса- консольно-моноблочный

Модель Grundfos NB 150-250

Используемые материалы:

Рабочее колесо NB- чугун с покрытием EN-GJL-250

Корпус насоса NB- чугун с покрытием EN-GJL-250

Фланцы на патрубках в соответствии с EN1092-2

Щелевое уплотнение- бронза

Конструктивные особенности насоса:

Одинарное торцевое уплотнение (DIN 12756)

Тип уплотнения- ВАQE

Перекачиваемая среда- вода с раствором гликоля

Энергоэффективный двигатель Grundfos Blueflux

Скорость вращения эл. Двигателя- 8000 об/ в минуту

Страна изготовления- Grundfos Россия

Мощность двигателя- 200 кВт

Насосы консольного типа широко применяются для промышленных процессов охлаждения, в промышленных системах отопления, для увеличения давления в трубопроводных магистралях большого диаметра, для систем орошения. Лидирующие позиции в сегменте рынка B2b традиционно занимает производитель Грундфос. Серия NB Grundfos— это консольные насосы нормального всасывания в моноблочном исполнении. Насосные агрегаты тип Grundfos NB65 способны перекачивать взрывобезопасную жидкость без абразивных (волокнистых) включений. Для перекачивания агрессивных рабочих сред нужно выбрать устойчивые материалы для изготовления насоса. Концерн Грундфос производит широкий модельный ряд моноблочных насосов NB с большим диапазоном расходных (напорных) характеристик. Насосы изготовлены с торцевым уплотнением одинарного типа ВАQE (GQQE). Чугунный корпус центробежного насоса Grundfos NB обработан методом катафореза защитным от коррозии покрытием.

3.3. Проверка типа системы оповещения и эвакуации людей.

Современная история показывает нам что, во время пожара паника охватывает подавляющее количество людей и люди не в состоянии здраво и рассудительно принять правильное решение, для того что бы покинуть зону

воздействия опасных факторов пожара. Поэтому исправная система оповещения и управления эвакуацией является необходимой частью системы противопожарной защиты, а именно на таком потенциально опасном объекте как корпус №601 ПАО «КуйбышевАзот».

Проведем проверку типа системы оповещения и эвакуации людей в корпусе № 601 ПАО «КуйбышевАзот». В соответствии с СП-3.13130.2009 (табл. 2) помещения категории Б по взрывопожарной опасности оборудуются системой оповещения и управления эвакуацией третьего типа.

Согласно табл. 1 СП-3.13130.2009 для реализации третьего типа СОУЭ требуется установить звуковые пожарные оповещатели с тонированным сигналом и световые оповещатели.

По степени обеспечения надёжности электроснабжения электроприёмники систем пожарной сигнализации следует относить к I категории согласно ПУЭ.

Время работы системы, учитывая 80% заряд аккумуляторов, в дежурном режиме – 24 часа, в режиме «Пожар» – 3 часа.

3.4. Вывод

Основываясь на проделанные расчеты и анализ систем противопожарной защиты, можно сделать следующий вывод по третьему разделу. Системы противопожарной защиты в корпусе №601 ПАО «КуйбышевАзот», имеют ряд отступлений от нормативных документов регламентирующих проектировку систем противопожарной защиты. Основываясь на проведенных расчетах и информации предоставленной с объекта, необходима разработка рекомендаций по устранению выявленных недостатков, для предотвращения последствий от возможного пожара, который способен нанести большой материальный ущерб как для готовой продукции, так и для всего технологического процесса производства аммиачной селитры.

4 Экономическая оценка систем противопожарной защиты

В системе противопожарной защиты определяющим элементом является трубопровод, который в системе противопожарной защиты занимает едва ли не первое место по удельному весу затрат на его монтаж и эксплуатацию. В ходе проведенной экспертизы системы противопожарной защиты корпуса № 601 ПАО «КуйбышевАзот» были выявлены следующие нарушения:

- Диаметр трубы для автоматической установки пожаротушения не соответствует расчетным значениям (не соответствует проведенным расчетам);
- Диаметр труб питающего трубопровода не соответствует расчетным значениям (не соответствует проведенным расчетам);
- Необходимо установить насос марки Grundfos NB 150-250 (согласно проведенным расчетам);
- Необходимо установить систему оповещения и управления эвакуацией третьего типа;
- Необходимо заменить старые оросители на оросители СПОО – Рво(д)0.77·R1/2/P57.B3-«СВВ-15».

В случае не устранения выявленных нарушений в соответствии с п. 3 ст. 20.4 КоАП влечет наложения штрафа на юридическое лицо в размере от ста пятидесяти тысяч до двухсот тысяч рублей.

Для того чтобы корпус №601 ПАО «КуйбышевАзот» привести в соответствие требованиям СП 5.13130.2009 и СП 3.13110.2009 необходимы следующие затраты:

- Покупка пожарного оборудования (оросителей и насоса);
- Покупка труб;

- Демонтаж и монтаж труб;
- Демонтаж и монтаж оросителей;
- Монтаж насоса;

Которые расчетным методом вычисляются по формуле

$$K = n(K_0 + K_M + K_C) \quad (45)$$

где K - общая стоимость капитальных вложений на системы противопожарной защиты руб.;

K_0 - сметная стоимость приобретения пожарного оборудования составляет 1 415 915 руб.;

K_M - сметная стоимость монтажа оборудования, в т.ч. пожарного составляет 897 000 руб.;

K_c - сметная стоимость общестроительных работ составляет 598 000 руб.;

K_c - коэффициент, учитывающий стоимость прочих затрат.

K_c

$$\begin{aligned} K &= n(K_0 + K_M + K_C) = \\ &= 1,07 \cdot (1415915 + 897000 + 598000) = 3114679,05 \text{ руб.} \end{aligned}$$

В целях качественного функционирования систем противопожарной защиты, необходимо производить выделение финансовых средств, для проведения технического обслуживания оборудования, проверки работоспособности и ремонта.

Одним из ключевых показателей в расчетах экономической эффективности применяемой системы противопожарной защиты являются расходы на эксплуатацию.

Эксплуатационные расходы, связанные с объемно-планировочными и конструктивными решениями здания, $I_{зд}$ определяются по формуле:

$$I_{зд} = \sigma(S_{ТР} + S_{ВС} + S_{С-Г}) \quad (46)$$

$$I_{зд} = 0,2(400000 + 750000 + 216080 + 926100) = \\ = 458436 \text{ руб}$$

где σ - коэффициент, учитывающий долю затрат в общем объеме эксплуатационных расходов по зданию (сооружению);

$S_{ам}$ - амортизационные отчисления, руб./год;

$S_{ТР}, S_{ВС}, S_{С-Г}$ - затраты соответственно на текущий ремонт, водоснабжение, санитарно-гигиенические работы, руб./год.

Величина амортизационных отчислений определяется по формуле:

$$S_{ам} = \frac{K_n N_{ам}}{100} \quad (47)$$

$$S_{ам} = \frac{5000000 \cdot 8}{100} = 400000 \text{ руб / год}$$

где K_n - первоначальная (балансовая) стоимость здания (сооружения), руб.;

$N_{ам}$ - норма амортизационных отчислений, %.

Затраты на текущий ремонт определяются по формуле:

$$S_{ТР} = \frac{K_n N_{ТР}}{100} \quad (48)$$

$$S_{TP} = \frac{5000000 \cdot 15}{100} = 750000 \text{ руб / год}$$

где H_{TP} норма отчислений на текущий ремонт, %.

Затраты на водоснабжение определяются по формуле

$$S_{BC} = C_{TB} Q_B \quad (49)$$

$$S_{BC} = 16 \cdot 13505 = 216080 \text{ руб / год}$$

где C_{TB} - тариф на водопотребление, руб./м³;

Q_B - фактический объем водопотребления за год, м³.

Годовые расходы на санитарно-гигиенические работы определяются по формуле

$$S_{C-G} = K_T \sum_{i=1}^n P_i S_i \quad (50)$$

$$S_{C-G} = 0.07 \cdot 1000 \cdot 882 \cdot 300 = 926100 \text{ руб / год}$$

где K_T - коэффициент, учитывающий влияние территориально-климатических условий на производство работ;

P_i - удельные годовые расходы на единицу развернутой площади i -ого помещения, руб./м²;

S_i - развернутая площадь i -ого помещения, м²;

n_i - количество помещений ($i = 1, 2, 3 \dots n$).

Зная суммарные эксплуатационные расходы по зданию в целом, можно ориентировочно определить долю этих расходов на противопожарные мероприятия, исходя из их процентного содержания в общем объеме

(ориентировочно эксплуатационные расходы по расчетам, проведенным ВНИИПО МЧС России, составляют 1,57 % от сметной стоимости строительства).

Таким образом эксплуатационные расходы на противопожарные мероприятия составляют 7197,5 руб.

Если своевременно не произвести установку пожарного насоса и не устранить нарушения, то потери от пожара составят:

$$P_o = Y_{п} + P_{вос} + P_{ж.з} \quad (51)$$

$$P_o = 30750000 + 10290415 + 3000000 = 44040415 \text{ руб}$$

где P_o - потери от пожаров, руб.;

$Y_{п}$ - утрата или повреждение имущества объектов, руб.;

$P_{вос}$ - расходование собственниками средств, которое они произвели или должны будут произвести для восстановления функционирования объектов, руб.;

$P_{ж.з.}$ - затраты на возмещение вреда, нанесенного жизни и (или) здоровью людей, руб.;

Вывод: Оценив экономическую сторону внедрения систем противопожарной защиты, можно сделать вывод что затраты на устранение выявленных замечаний составит 3 114 679,05 рублей, а устранение возможного материального ущерба, нанесенного пожаром, составит ориентировочно 44 040 415 рублей, таким образом в целях недопущения больших материальных потерь необходимо устранить выявленные замечания.

5 Охрана труда (организация работы подразделений МЧС на пожарах, учениях с учетом соблюдения правил по охране труда, разработать процедуру обеспечения личного состава подразделений средствами индивидуальной защиты)

«Для проведения боевых действий по тушению пожаров личным составом органов управления и подразделений пожарной охраны, привлеченными к проведению боевых действий по тушению пожаров силами, используются следующие средства:

а) пожарная техника:

мобильные средства пожаротушения (ПА, пожарные самолеты, вертолеты, пожарные поезда, пожарные суда, приспособленные технические средства (тягачи, прицепы и трактора), пожарные мотопомпы);

первичные средства пожаротушения (переносные и передвижные огнетушители, пожарные краны и средства обеспечения их использования, пожарный инвентарь, покрывала для изоляции очага возгорания, генераторные огнетушители аэрозольные переносные);

установки пожаротушения;

средства пожарной автоматики (извещатели пожарные, приборы приемно-контрольные пожарные, приборы управления пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные, системы передачи извещений о пожаре, другие приборы и оборудование для построения систем пожарной автоматики);

пожарное оборудование (пожарные гидранты, гидрант-колонки, колонки, напорные и всасывающие рукава, стволы, гидроэлеваторы и всасывающие сетки, рукавные разветвления, соединительные головки, ручные пожарные лестницы);

средства индивидуальной защиты людей при пожаре (средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения и средства

индивидуальной защиты пожарных) и средства спасения людей при пожаре (индивидуальные и коллективные)» [13].

ПАО «КуйбышевАзот» является, одной из ведущих химических компаний в России и охрана труда организована согласно законодательству и нормативным актам Российской Федерации.

Процесс производства аммиачной селитры требует строгого соблюдения технологического регламента.

Весь персонал допускается к работе в установленной форме одежды (в спецодежде, в спецобуви и обязательным наличием при себе исправных средств индивидуальной защиты).

Работы ведутся только на исправном оборудовании, которые оснащены необходимыми системами блокировки, предохранителями и сигнализацией.

Не допускать ремонта оборудования, находящегося под давлением, перед началом ремонтно-восстановительных работ необходимо сбросить давление и обесточить установку.

Не допускается загромождение путей эвакуации, проходы к пожарным извещателям и к пожарному инвентарю.

При обнаружении неисправностей в работе установок, немедленно остановить работу и сообщить вышестоящему руководству. По необходимости подготовить оборудование к сдаче ремонта.

Ежесменно персонал допускается к работе, после прохождения инструктажей и проверки исправности средств индивидуальной защиты.

В случае возникновения пожара на ПАО «КуйбышевАзот», разработана единая инструкция действия персонала при пожаре.

ПАО «Куйбышевазот» находится под охраной 35 ПСЧ ФКУ «4 ОФПС по Самарской области (договорной)» Главного управления МЧС России по

Самарской области численностью 66 человек, в том числе 34 газодымозащитника, на вооружении находится 4 пожарных автомобиля: АЦ-2,5 -40 (433362) ПМ-540 – 1998 г.в., АЦ-2,8-40 (433362) 63 02Б – 2004 г.в., АЦ-5,0-(43253) 22ВР – 2011г.в., АЦ-40 (131) 137 – 1990 г.в.; личный состав на 100 % обеспечен всем форменным обмундированием, в том числе зимним, средствами связи, ГАСИ и СИЗОД, основным пожарно-техническим вооружением, обеспеченность напорными рукавами составляет 100 % от требуемой.

Все мероприятия по охране труда на ПАО «КуйбышевАзот» направлены на:

- обеспечение безопасной работы персонала;
- предотвращение травматизма и гибели;
- своевременное обучение, переобучение и инструктаж персонала;
- качественное обслуживание и своевременный ремонт технологического оборудования;
- обеспечение всего персонала специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность (оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду при авариях и пожарах, при организации пожаротушения, схема рекомендуемых методов и средств снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду при пожарах и ЧС)

В современном мире огромное внимание уделяется на охрану окружающей среды и экологическую безопасность, особенно на объектах химии это является одной из важнейших задач, ПАО «КуйбышевАзот» не является исключением.

Производство аммиачной селитры сопровождается выделением отходов в атмосферу, в почву, в поверхностные и подземные воды. Процесс гранулирования аммиачной селитры дополнительно образует отходы количеством до 6.5 т/год.

Для производства аммиачной селитры прибегают к методу нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком, что подразумевает хранение большого количества газообразного аммиака, в случае возможной разгерметизации установки произойдет выброс большого количества газообразного аммиака в атмосферу, так же возможно возгорание что приведет к быстрому распространению пожара и нарушению технологического процесса в близлежащих зданиях, в которых происходят более опасные технологические процессы. Так как ПАО «КуйбышевАзот» находится непосредственно в черте г. Тольятти, возможная технологическая авария приведет к химическому отравлению населения.

В целях предотвращения вышеизложенных последствий на экологию и население на ПАО «КуйбышевАзот» предусмотрены современные технологии по предотвращению возникновения аварийных ситуаций и

ликвидации их на начальном этапе, что снижает риск воздействия на окружающую среду и население Самарской области.

«Хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе следующих принципов:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;
- независимость государственного экологического надзора;

(в ред. Федерального закона от 25.06.2012 N 93-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- обязательность проведения в соответствии с законодательством Российской Федерации проверки проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан, на соответствие требованиям технических регламентов в области охраны окружающей среды;

(в ред. Федерального закона от 18.12.2006 N 232-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

- учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;
- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды;
- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших доступных технологий с учетом экономических и социальных факторов;

(в ред. Федерального закона от 21.07.2014 N 219-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

- обязательность участия в деятельности по охране окружающей среды органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц;

(в ред. Федерального закона от 24.11.2014 N 361-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

- сохранение биологического разнообразия;
- обеспечение сочетания общего и индивидуального подходов к установлению мер государственного регулирования в области охраны окружающей среды, применяемых к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность или планирующим осуществление такой деятельности;

(в ред. Федерального закона от 21.07.2014 N 219-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

- запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;

- соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в

принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством;

- ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;
- организация и развитие системы экологического образования, воспитание и формирование экологической культуры;
- участие граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций в решении задач охраны окружающей среды;

(в ред. Федерального закона от 24.11.2014 N 361-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

- международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды;
- обязательность финансирования юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность, которая приводит или может привести к загрязнению окружающей среды, мер по предотвращению и (или) уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, устранению последствий этого воздействия.» [9]

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Перед тем как производить оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности на ПАО «КуйбышевАзот», необходимо разобраться в самом понятии «техносферная безопасность».

«Техносфера: 1) часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты, в артеприродную среду; 2) часть биосферы, преобразованной людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человечества; 3) практически замкнутая регионально-глобальная будущая технологическая система утилизации и реутилизации вовлекаемых в хозяйственный оборот природных ресурсов, рассчитанная на изоляцию хозяйственно-производственных циклов от природного обмена веществ и потока энергии.» [18]

«Безопасность, 1) состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества, государства от внутренних и внешних угроз, 2) способность предмета, явления или процесса сохраняться при разрушающих воздействиях.» [3]

Таким образом, техносферная безопасность, является неотъемлемой частью современного мира, которая может привести к огромным последствиям техногенного характера. Поэтому обеспечение техносферной безопасности на таких крупных химических объектах как ПАО «КуйбышевАзот» занимает одну из важнейших задач.

Таблица 3 – Мероприятия по обеспечению техносферной безопасности в ПАО «КуйбышевАзот».

	Наименование мероприятий	Должностное лицо ответственное за выполнение	Сроки выполнения	Отметка о выполнении
1.	Проверка исправности средств первичного пожаротушения	Начальник цеха (совместно с ответственным за пожарную безопасность)	12.05.2019	выполнено
2.	Прием зачетов по знанию работников требований ПБ с отметкой о прохождении зачета	Начальник цеха (совместно с ответственным за пожарную безопасность)	ежеквартально	Выполнено (в ходе проверки)
3.	Тренировка персонала по отработке эвакуации совместно с МЧС	Начальник цеха (совместно с ответственным за пожарную безопасность)	ежеквартально	Выполнено (в ходе проверки)
4.	Профилактический осмотр здания и проверка электрических путей на предмет нарушения целостности.	Начальник цеха (совместно с ответственным за пожарную безопасность)	2 раза в год	Выполнено (в ходе проверки)
5.	Проведение мероприятий по подготовке к проверке от органов надзорной деятельности	Начальник цеха (совместно с ответственным за пожарную безопасность)	12.09.2020	Выполнено (в ходе проверки)

Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации

В таблице 4,5 приведены исходные данные расчетов.

Таблица 4 - Смета затрат на установку АУПТ

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	60 000
Стоимость оборудования	280 000
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	340 000

Таблица 5 - Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Базовый вариант	Проектный вариант
Общая площадь	м ²	F	226 850	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	Руб/м ²	C _T	15 000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C _к	100000	105000
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	J	1,9*10 ⁻⁶	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м ²	F _{пож}	8	
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м ²	F* _{пож}	-	3,9
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p ₁	0,79	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p ₂	0,86	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p ₃	0,95	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,52	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,63	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	v _л	0,5	
Время свободного горения	мин	V _{свг}	15	
Стоимость оборудования	Руб.	К	-	120000

Площадь пожара за время тушения подразделениями пожарной охраны

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \times B_{\text{св}})^2 \quad (52)$$

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (0,5 \times 17)^2 = 226,865$$

где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения пожара, м/мин;

$B_{\text{св}}$ – время свободного горения, мин.

Расчет ожидаемых годовых потерь для двух сценариев развития пожара.

Первый сценарий развития пожара.

Годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (53)$$

где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

Математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_{\text{T}} \times F'_{\text{пож}} \times (1 + k) \times p_1 \quad (54)$$

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= 1,9 \times 10^{-6} \times 9500 \times 226,865 \times (1 + 1,01) \times 0,84 \\ &= 2069,13 \text{ руб/год} \end{aligned}$$

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;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны

$$M(\Pi_2) = J \times F \times (C_T \times F'_{\text{пож}} + C_K) \times 0.52 \times (1 + k) \times (1 - p_1) \times p_2 \quad (10.4)$$

$$\begin{aligned} M(\Pi_2) &= 1,9 \times 10^{-6} \times 9500 \times 226,865 \times (17000 \times 110,00 + 60000) \times 0,84 \\ &= 6639,2 \text{ руб/год} \end{aligned}$$

где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

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

Второй сценарий развития пожара

Годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_3) \quad (55)$$

где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_T \times F_{\text{пож}} \times (1 + k) \times p_1 \quad (56)$$

$$M(\Pi_1) = 1,9 \times 10^{-6} \times 9500 \times 226,9 \times 8,02 \times 0,84 = 2069,13 \text{ руб/год}$$

$$M(\Pi_3) = 1,9 \times 10^{-6} \times 9500 \times 226,9 \times 2,65 \times 0,9 = 0,00236 \text{ руб/год}$$

Общие ожидаемые годовые потери:

- при срабатывании АПС и слаженных действиях:

$$M(\Pi_1) = 2069,13 + 6639,2 = 8708,33 \text{ руб/год}$$

- если имеется АУПТ:

$$M(\Pi_2) = 2069,13 + 0,00236 = 2069,13 \text{ руб/год}$$

Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий

Рассчитываем интегральный экономический эффект И при норме дисконта 10%

$$И = \sum_{t=0}^T (M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - C_2 + C_1) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (57)$$

где $M(\Pi_1)$ и расчетные годовые материальные потери в базовом и

$M(\Pi_2)$ — планируемом вариантах, руб/год;

K_1 и K_2 — капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

C_2 и C_1 — эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб/год.

В качестве расчетного периода T принимаем 10 лет.

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

$$C_2 = C_{\text{ам}} + C_{\text{к.р.}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{ов.}} + C_{\text{эл}} \quad (58)$$

$$C_2 = 6900 + 60\,000 + 10,18 = 66\,910,18 \text{ руб.}$$

Годовые амортизационные отчисления АУП составят:

$$C_{\text{ам}} = K_2 \times H_{\text{ам}}/100$$

(59)

$$C_{\text{ам}} = 120\,000 \times 1\%/100 = 1\,200 \text{ руб.}$$

где $H_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений для АУП.

Затраты на огнетушащее вещество ($C_{\text{о.в}}$) определяются, исходя из их суммарного годового расхода ($W_{\text{о.в}}$) и оптовой цены ($\Pi_{\text{о.в}}$) единицы огнетушащего вещества с учетом транспортно-заготовительно-складских расходов ($k_{\text{тр.з.с.}} = 1,3$).

$$C_{\text{о.в}} = W_{\text{о.в}} \times \Pi_{\text{о.в}} \times k_{\text{тр.з.с.}} \quad (60)$$

$$C_{\text{о.в}} = 50 \times 1000 \times 1,2 = 60\,000 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию ($C_{\text{эл}}$):

$$C_{\text{эл}} = \Pi_{\text{эл}} \times N \times T_p \times k_{\text{и.м.}} \quad (61)$$

$$C_{\text{эл}} = 0,8 \times 0,84 \times 0,14 \times 35 = 2,41 \text{ руб.}$$

где N – установленная электрическая мощность, кВт;

$\Pi_{\text{эл}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.,

T_p – годовой фонд времени работы установленной мощности;

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

Коэффициент дисконтирования D :

$$D = 1/(1 + 0,12)^n, \quad (62)$$

Расчеты по эффективности мероприятий приведены в таблице 4.

Таблица 6 – Интегральный экономический эффект

Год по расчету	$M(\Pi)1 - M(\Pi)2$	$C_2 - C_1$	D	$[M(\Pi)1 - M(\Pi)2] - (C_2 - C_1) / D$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов
1	166639,2	66910,18	0,98	97734,42	60 000	37734,42
2	166639,2	66910,18	0,95	94742,55	-	94742,55
3	166639,2	66910,18	0,86	85766,94	-	85766,94
4	166639,2	66910,18	0,75	74796,75	-	74796,75
5	166639,2	66910,18	0,71	70807,59	-	70807,59
6	166639,2	66910,18	0,65	64823,85	-	64823,85
7	166639,2	66910,18	0,58	57842,82	-	57842,82
8	166639,2	66910,18	0,45	44878,05	-	44878,05
9	166639,2	66910,18	0,42	41886,18	-	41886,18
10	166639,2	66910,18	0,37	36899,73	-	36899,73
11	166639,2	66910,18	0,31	30915,99	-	30915,99
12	166639,2	66910,18	0,28	27924,12	-	27924,12
13	166639,2	66910,18	0,21	20943,09	-	20943,09
14	166639,2	66910,18	0,19	18948,51	-	18948,51
15	166639,2	66910,18	0,11	10970,19	-	10970,19
16	166639,2	66910,18	0,9	89756,1	-	89756,1
17	166639,2	66910,18	0,1	9972,9	-	9972,9
18	166639,2	66910,18	0,09	8975,61	-	8975,61
19	166639,2	66910,18	0,04	3989,16	-	3989,16
20	166639,2	66910,18	0,002	199,458	-	199,458

Интегральный экономический эффект составит 832 774 руб. Установка АУПТ в корпусе № 601 ПАО «КуйбышевАзот» может быть применена.

8 Разработка рекомендаций

В целях приведения системы противопожарной защиты в соответствие нормативным требованиям и устранения нарушений, выявленных при проведенной экспертизе и проверочных расчетов, руководству предприятия разработаны следующие мероприятия:

1. Необходимо установить систему оповещения и управления эвакуацией второго типа;
2. Необходимо заменить старые оросители на оросители СПОО - РВо(д)0.77·R1/2/P57.B3-«СВВ-15»;
3. Заменить существующие трубы, ведущие к оросителям на трубы диаметром 50 мм;
4. Заменить трубы питающей сети на трубы диаметром 100 мм (согласно расчетным данным);
5. На стенах зданий необходимо установить указатели с расстоянием до ближайших пожарных гидрантов (согласно требованию ППРФ от 25.04.2020 № 390 «Правила противопожарного режима»);
6. В сети внутреннего противопожарного водопровода, установить насос-повыситель. На вводе в цех № 601 установить насос марки Grundfos NB 150-250. (согласно расчетным данным);
7. Руководителю цеха № 601 разработать план мероприятий по обеспечению и содержанию в исправном состоянии источников наружного и противопожарного водоснабжения (согласно требованию ППРФ от 25.04.2020 № 390 «Правила противопожарного режима»);
8. Организовать содержание в исправном состоянии и обслуживание источников наружного противопожарного водоснабжения (4

ПГ и 2 пожарных водоемов) (согласно требованию ППРФ от 25.04.2020 № 390 «Правила противопожарного режима»);

Заключение

В выпускной квалификационной работе дана общая характеристика ПАО «КуйбышевАзот», оперативно-тактическая характеристика здания корпуса № 601, характеристика систем противопожарной защиты. Проведен анализ пожаров и приведены статистические данные пожаров и загораний на предприятии. На основе информации, предоставленной с объекта и изучения технологического процесса проведена оценка пожарной опасности при производстве аммиачной селитры.

Проведена экспертиза систем противопожарной защиты, путем проведения проверочных расчетов и предложены рекомендации.

Проверочный расчет автоматической установки пожаротушения показал, что для обеспечения необходимой интенсивности необходимо заменить имеющиеся оросители на оросители СПОО - РВо(д)0.77·R1/2/P57.B3-«СВВ-15».

Для обеспечения необходимого расхода воды необходимо увеличить диаметр труб, ведущих к оросителям, до 50 мм и диаметр труб питающей сети до 100 мм.

Согласно СП-3.13130.2009 здания категории Б по взрывопожарной опасности должны быть оборудованы автоматической пожарной сигнализацией третьего типа.

С целью обеспечения требуемого напора на вводе в здание необходимо установить насос марки Grundfos NB 150-250.

По итогу выпускной квалификационной работы, рассмотрев корпус № 601 ПАО «КуйбышевАзот» можно сказать, что согласно статистическим показателям количество пожаров и загораний на территории ПАО «КуйбышевАзот» имеет тенденцию к снижению, это достигается, во-первых, повышением квалификации персонала и постоянным совершенствованием знаний технологического процесса и требований пожарной безопасности, во-вторых ответственным отношением руководителей к содержанию в исправном состоянии систем противопожарной защиты (поддержание в постоянной готовности, своевременные проверки работоспособности и проведение испытаний).

В выпускной квалификационной работе также проведен расчет экономической эффективности предлагаемого проектного решения.

Список используемой литературы

1. Волков А.В., Сергеев Е.В. Пожарная автоматика сборник задач: учебное пособие. / А.В. Волков, Е.В. Сергеев. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – 145 с.
2. ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент (с Изменениями № 1, 2). [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001409/> (дата обращения 11.04.2020).
3. Гражданская защита: Энциклопедия в 4-х томах. Т. I. (А—И) (издание третье, переработанное и дополненное); под общей ред. В.А. Пучкова / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 666 с. илл.
4. Еловский В.С., Комельков В.А., Волков А.В., Сергеев Е.В., Сизов А.П., Вогман Л.П. Производственная и пожарная автоматика: курсовое проектирование: учебно-методическое пособие для обучающихся по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность». – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017, - 62 с.
5. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 02.04.2020) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901884206> (дата обращения: 07.04.2020).
6. О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 01.04.2020) – URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 05.04.2020).
7. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019) - URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-69-FZ/> (дата обращения: 14.03.2020).

8. О противопожарном режиме (вместе с «правилами противопожарного режима в Российской Федерации») [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 20.09.2019) – URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-25.04.2012-N-390/> (дата обращения: 07.04.2020).

9. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 №7 (ред. от 27.12.2019). - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/63cffa613548fd4e5cd3b5eaf93c979c98307761/ (дата обращения: 22.04.2020).

10. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 (дата введения 01.05.2009) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 10.04.2020).

11. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения: Справ. Изд.: в 2 книгах; кн. 1/А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М., Химия, 1990. – 496 с.

12. Приказ Минтруда РФ от 23.12.2014 г. №1100Н «Об утверждении правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.05.2015 №37203)». – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Mintruda-Rossii-ot-23.12.2014-N-1100n/> (дата обращения: 20.04.2020).

13. Приказ МЧС России от 16.10.2017 г. №444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 № 50100) [Электронный ресурс] – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 12.04.2020).

14. Приказ МЧС России от 20.10.2017 г. №452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны» (зарегистрировано в Минюсте России 22.03.2018 № 50452) [Электронный ресурс] – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-20.10.2017-N-452/> (дата обращения: 13.04.2020).

15. Приказ МЧС России от 20.10.2017 г. №452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны» (зарегистрировано в Минюсте России 22.03.2018 № 50452) [Электронный ресурс] – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-20.10.2017-N-452/> (дата обращения: 13.04.2020).

16. Приказ МЧС России от 26.10.2017 г. №452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны» (зарегистрировано в Минюсте России 22.03.2018 № 50452) [Электронный ресурс] – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-20.10.2017-N-452/> (дата обращения: 13.04.2020).

17. Противопожарное водоснабжение: Учебник/ Ю.Г. Абросимов, А.И. Иванов, А.А. Качалов А.А. и др. – М: Академия ГПС МЧС России, 2008- 391 с.

18. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. -637с.

19. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 3.13130.2009 (дата введения 01.05.2009) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145/> (дата обращения: 10.04.2020).

20. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с изменениями №1) [Электронный ресурс]: СП 5.13130.2009

(дата введения 01.05.2009) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148>
(дата обращения: 10.04.2020).

21. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.07.2008 №123 (ред. от 27.12.2018). - URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 12.03.2020).

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: 21.05.2020).

23. The Facts About Ammonia [electronic resource] — URL: https://www.health.ny.gov/environmental/emergency/chemical_terrorism/ammonia_tech.htm (date of application: 22.05.2020) .

24. Aqueous Ammonia (Liquor Ammonia) [electronic resource] — URL: <https://www.mysoreammonia.com/aqueous-ammonia-liquid-ammonia/> (date of application: 23.05.2020).

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: 24.05.2020).

26. Ammonia Fire [electronic resource] — URL: <https://www.physicsforums.com/threads/ammonia-fire.112376/> (date of application: 25.05.2020).