

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)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка комплекса организационных мероприятий и технических средств по противодымной защите промышленного предприятия

Студент

А.А. Дарьина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Е. Агольцев

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

Консультанты

к.э.н., Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

Аннотация

В настоящей ВКР на тему: «Разработка комплекса организационных мероприятий и технических средств по противодымной защите промышленного предприятия» обобщены сведения выбранного объекта защиты промышленного предприятия, далее обобщены сведения существующей системы противопожарной защиты здания и приведены для внедрения некоторые технические устройства для противодымной защиты. Кроме того, также был исполнен расчет прогноза пожара по наихудшему варианту, сформулированы выводы. И, в дополнение, приведены меры и методы в области охраны труда и охраны окружающей среды, а также расчеты по эффективности мер в области техносферной безопасности.

Цель настоящей ВКР: разработать комплекс мер и определить ряд технических средств по противодымной защите применимо к промышленному предприятию.

Задачи:

- выбор объекта – промышленного предприятия, обобщение собранных сведений непосредственно по специализации ПБ;
- прогноз пожароопасной ситуации на предприятии;
- разработка мер и методов в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- проведение расчетов по эффективности мер в области техносферной безопасности.

ВКР состоит из введения, 9 разделов, заключения, содержит 7 рисунков, 10 таблиц, список используемых источников (27 источников). Основной текст работы изложен на 57 страницах.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения.....	8
Перечень сокращений и обозначений.....	9
1 Характеристика объекта.....	10
2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты.....	13
3 Разработка и внедрение системы противодымной защиты здания промышленного предприятия.....	16
4 Прогноз и развитие пожара на объекте.....	23
5 Организация работ по тушению пожаров.....	34
6 Оценка пожарной опасности зданий промышленных предприятий.....	38
7 Охрана труда.....	41
8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	44
9 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	46
Заключение.....	54
Список используемых источников.....	56

Введение

Обеспечение безопасности в зданиях и сооружениях, на производственных объектах является актуальной темой для изучения, размышления и исследования. Пожарная безопасность как составной элемент техносферной безопасности на сегодняшний день составляет обширный многозадачный комплекс, требующий решения и применения на практике. Обусловлено это тем, что с ростом техносферного пространства, возрастает риск возникновения аварийных ситуаций, нарушения технологического процесса, пожаров и взрывов на объектах промышленного значения. Поэтому и необходимы перспективные направления развития обеспечения пожарной и промышленной безопасности.

«В России сформированы и утверждены Президентом Российской Федерации Основы государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз природного, техногенного характера и террористических актов, целями которых ставятся:

- минимизация рисков чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера и террористических актов;
- обеспечение гарантированного уровня безопасности личности, общества и государства в пределах научно обоснованных критериев приемлемого риска;
- повышение уровня защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз различного характера;
- создание условий для безопасности жизнедеятельности населения, устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации и ее отдельных территорий» [4].

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

«Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;

- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно» [1].

Система обеспечения пожарной безопасности – это комплекс организационных и технических мероприятий, которые направлены на профилактику пожаров и недопущение пожароопасных ситуаций. Прежде всего, это обучение работников объекта мерам ПБ с обязательным принятием зачетов и практической отработкой навыков под руководством профессиональных органов (подразделений пожарной охраны, лиц органов надзорной деятельности ПО). Далее это проектирование объекта согласно нормам пожарной безопасности, допустимым объемно-планировочным решениям и содержание эвакуационных путей, выходов и элементов пожарной безопасности в исправном состоянии. Третье, это соблюдение безопасности при ведении технологического процесса, то есть соблюдение всех видов ремонта оборудования, узлов и механизмов деталей процесса, наличие работоспособных средств противопожарной защиты (АПС, СОУЭ, АУПТ, ПК, ПГ, противодымной защиты). Остановимся подробно на средствах противодымной защиты. По мнению специалистов в области пожарной безопасности, это неотъемлемая часть выполнения безопасности в организации. Объясняется, это мнение тем, что при возникновении пожароопасных ситуаций помимо сохранения материальных ценностей, основной упор приходится на обеспечение безопасности людей и окружающей среды. Таким образом, обращаясь к нормативно-правовым источникам профессиональной литературы, необходимо вспомнить, что опасными факторами пожара помимо всего прочего является задымление, дым, токсичные продукты горения. Далее, обратимся к статистическим данным. Зафиксировано, что в 87% случаев смерть на пожаре возникает вследствие отравления продуктами горения. Смерть в непригодной для дыхания среде возникает в течение 5-8 минут от момента начала пожара (усредненные показатели, поскольку картина пожара всегда специфична и едина в своем роде).

«Руководители аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований, прибывшие в зоны чрезвычайных ситуаций первыми, принимают на себя полномочия руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций и исполняют их до прибытия руководителей работ, определенных законодательством Российской Федерации и законодательством субъекта Российской Федерации, планами действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций или назначенных органами

государственной власти, органами местного самоуправления, руководителями организаций, к полномочиям которых отнесена ликвидация чрезвычайных ситуаций.

Руководители работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций по согласованию с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями, на территориях которых возникла чрезвычайная ситуация, устанавливают границы зоны чрезвычайной ситуации, порядок и особенности действий по ее локализации, а также принимают решения по проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ» [4].

Актуальность ВКР заключается в том, что противодымная защита промышленного предприятия это один из главных технических методов обеспечения пожарной безопасности в условиях пребывания большого количества людей в здании.

Задачи:

- выбор объекта – промышленного предприятия, обобщение собранных сведений непосредственно по специализации ПБ;
- прогноз пожароопасной ситуации на предприятии;
- разработка мер и методов в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- проведение расчетов по эффективности мер в области техносферной безопасности.

Цель настоящей ВКР: разработать комплекс мер и определить ряд технических средств по противодымной защите применимо к промышленному предприятию.

–

Термины и определения

«Критически важные объекты – объекты, нарушение (или прекращение) функционирования которых приводит к потере управления, разрушению инфраструктуры, необратимому негативному изменению (или разрушению) экономики страны, субъекта или административно-территориальной единицы, или существенному ухудшению безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на этих территориях на длительный период времени» [4].

«Организация тушения пожаров – совокупность оперативно-тактических и инженерно-технических мероприятий (за исключением мероприятий по обеспечению первичных мер пожарной безопасности), направленных на спасение людей и имущества от опасных факторов пожара, ликвидацию пожаров и проведение аварийно-спасательных работ» [11]

«Противопожарный режим – совокупность установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации, нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации и муниципальными правовыми актами по пожарной безопасности требований пожарной безопасности, определяющих правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, земельных участков, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов защиты в целях обеспечения пожарной безопасности» [11].

«Система противодымной защиты – комплекс организационных мероприятий, объемно-планировочных решений, инженерных систем и технических средств, направленных на предотвращение или ограничение опасности задымления зданий и сооружений при пожаре, а также воздействия опасных факторов пожара на людей и материальные ценности» [22].

Перечень сокращений и обозначений

- АПС – автоматическая пожарная сигнализация
АСР – аварийно-спасательные работы
АУПТ – автоматическая установка пожаротушения
ГДЗС – газодымозащитная служба
ГПС – генератор пены средней кратности
ГСМ – горюче-смазочный материал
ОФПС – отряд федеральной противопожарной службы
ОТ – охрана труда
ПБ – пожарная безопасность
ПВ – пожарный водоем
ПГ – пожарный гидрант
ПК – пожарный кран
ПСЧ – пожарно-спасательная часть
ПТП – план тушения пожара
«РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС» [7].
СОУЭ – системы оповещения и управления эвакуацией
ТБ – техника безопасности
ТП – тушение пожаров
«ЧС – чрезвычайная ситуация» [7].

1 Характеристика объекта

Объектом ВКР выбрано предприятие ООО «НПП «Полипластик», которое занимается изготовлением полимерных композиций путем смешивания компонентов, входящих в их состав. Основные вещества, используемые в технологическом процессе – полипропилен, тальк.

Административно-бытовой корпус АБК

Пристроен к производственному цеху с южной стороны. Двухэтажное здание, второй степени огнестойкости. Геометрические размеры 32,00 м × 20,00 м, высота 11 метров. Стены из железобетонных панелей, перекрытия из плит, перегородки кирпичные, кровля мягкая плоская рубероидная с подсыпкой по железобетонным плитам. Степень огнестойкости II. Предназначен для размещения административного персонала. В здании на первом этаже расположены кабинеты лаборатории, ОТК, гардероб, столовая, складское помещение. На втором этаже расположены кабинеты административно-технического персонала предприятия. Стены в кабинетах и коридорах выполнены из негорючих материалов. Полы в коридоре выполнены из кафельной плитки, в кабинетах частично из ковролина и линолеума. Потолок выполнен панелями типа «Армстронг».

Горючую нагрузку будут составлять мебель, оргтехника, бланочная продукция, личные вещи работников.

В здании смонтирован пожарный водопровод Ø51мм 1ПК на 1 этаже, 2 ПК на втором этаже. Здание защищено автоматической пожарной сигнализацией, с выходом сигнала на пульт охраны на КПП («С 2000-4» АЦДР).

Площадь 1 этажа 380 м², площадь 2 этажа – 640 м².

Производственный корпус

В данном производственном корпусе располагаются РМУ (сварочный пост), склад ТЦМ, склады сырья (полипропилен), склад готовой продукции, лаборатория, участок приготовления сухих смесей, зарядная, сварочный цех, участок изготовления полимерных композиций, подсобные помещения. Геометрические размеры 120 м × 36 м. Кровля мягкая рубероидная с настилом по железобетонным плитам, уложенным на металлические фермы. Категория пожарной опасности «В», степень огнестойкости II.

Горючую нагрузку будут составлять готовая продукция, упаковочный материал, сырье. В корпусе смонтирован внутренний пожарный водопровод Ø51мм. Помещения цеха, РМУ, склада готовой продукции защищены АУПТ.

В таблице 1 приведены сведения о пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава.

Таблица 1 - Пожарная опасность веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава

Наименования помещения	Наименование горючих веществ	Количество	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
Склад сырья АБК, открытый склад	Полипропилен	10-15т	Горючий твердый (гранулированный) материал с температурой самовоспламенения - 325-388 °С	Вода, ВМП	БОП, СИЗОД
АБК, офисные помещения	Бумага, картон, полиэтилен	0,5т 0,2 т	Бумага, картон – горючий материал с температурой самовоспламенения 230°С	Вода	БОП, СИЗОД
Склад готовой продукции	Производные полипропилен	10-15т	Горючий твердый (гранулированный, волокно) материал с температурой самовоспламенения - 325-388 °С	Вода, ВМП	БОП, СИЗОД

Склад сырья и готовой продукции

В данном корпусе располагаются исходное сырье (полипропилен) и готовая продукция. Общая площадь – 600 м². Геометрические размеры 15 м × 40 м. Высота корпуса – 3,5 м до перекрытия. Помещение представляет собой площадку для хранения, кровля выполнена из профилированного листа, каркас из металлических балок и свай. Стены выполнены из натяжного рулонного горючего материала, пол бетонный. Категория пожарной опасности «В», степень огнестойкости IV.

Теплый склад (транспортный участок)

Здание представляет собой ангар из металлических несущих элементов, обшитых профилированным оцинкованным металлическим листом. Применяется для хранения сырья, участвующего в технологическом процессе. Общая площадь – 300 м². Геометрические размеры 15 м × 20, высота корпуса – 5 м до перекрытия.

Гранулированные полипропилен и сополимеры пропилен при комнатной температуре не выделяют в окружающую среду токсических веществ и не оказывают вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте. Работа с ними не требует особых мер предосторожности. Мелкая пыль

полимера при вдыхании и попадании в легкие может вызвать вялотекущие фиброзные изменения в них.

При нагревании полипропилена и его сополимеров в процессе переработки выше 150 °С возможно выделение в воздух летучих продуктов термической окислительной деструкции, содержащих органические кислоты, карбонильные соединения, в том числе формальдегид и ацетальдегид, окись углерода.

При концентрации перечисленных веществ в воздухе рабочей зоны выше предельно допустимой возможны острые и хронические отравления. Формальдегид - раздражающий газ, обладающий так же общетоксичным действием, оказывает сильное действие на центральную нервную систему. Пары ацетальдегида вызывают раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, удушье, резкий кашель, бронхиты, воспаление легких. Пары уксусной кислоты раздражают кожу и слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Окись углерода вызывает удушье вследствие вытеснения кислорода из оксигемоглобина крови, поражает центральную и периферическую нервную систему.

Вывод к разделу 1

Объектом ВКР выбрано предприятие ООО «НПП «Полипластик», которое занимается изготовлением полимерных композиций путем смешивания компонентов, входящих в их состав. Основные вещества, используемые в технологическом процессе – полипропилен, тальк.

В данном производственном корпусе располагаются РМУ (сварочный пост), склад ТЦМ, склады сырья (полипропилен), склад готовой продукции, лаборатория, участок приготовления сухих смесей, зарядная, сварочный цех, участок изготовления полимерных композиций, подсобные помещения. Геометрические размеры 120 м × 36 м. Кровля мягкая рубероидная с настилом по железобетонным плитам, уложенным на металлические фермы. Категория пожарной опасности «В», степень огнестойкости II. На складе сырья и готовой продукции располагаются исходное сырье (полипропилен) и готовая продукция. Общая площадь – 600 м². Геометрические размеры 15 м × 40 м. Высота корпуса – 3,5 м до перекрытия. Помещение представляет собой площадку для хранения, кровля выполнена из профилированного листа, каркас из металлических балок и свай. Стены выполнены из натяжного рулонного горючего материала, пол бетонный. Категория пожарной опасности «В», степень огнестойкости IV.

2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты

Здание АБК защищено автоматической пожарной сигнализацией с дымовыми пожарными извещателями и ручными пожарными извещателями, с выходом сигнала на пульт охраны (на КПП).

Принцип действия: дымовые пожарные извещатели обнаруживают задымление в помещении и передают сигнал на компьютер в службу охраны, ручные пожарные извещатели также выведены на компьютер.

Производственный корпус защищен установками АУПТ.

Контроль, мониторинг, снятие и постановка пожарных ШС на охрану осуществляется с помощью пульта С2000-М, также установлен блок индикации и управления С2000-ПТ для контроля состояния приборов С2000-АСПТ.

В качестве приемно-контрольных приборов выбраны С2000-4, Сигнал-20М, С2000-АСПТ.

Для устройства пожарной сигнализации установлены дымовые пожарные извещатели ИП-212-45, реагирующие на появление дыма, ручные пожарные извещатели типа ИПР-ЗСУМ.

Шлейфы системы автоматической пожарной сигнализации исполнены проводом КПКВ нг FRLS 2x0,5, в гофрированной трубе $D=16$ мм с креплением по конструкциям, стенам, потолкам.

Также все помещения оборудованы системой оповещения и управления эвакуации 2-го типа.

Управление системой оповещения АБК и КПП осуществляется от встроенных реле приемно-контрольных приборов (С2000-4 и Сигнал-20М), в цехах от прибора С2000-КПБ. Оповещение людей при пожаре осуществляется подачей звуковых и световых сигналов оповещателями, установленными в помещениях. В качестве оповещателей используются звуковые оповещатели АС-10, Ademco 702, Гром-12К и световые табло «Выход». Световые указатели «Выход» установлены над дверными проемами, звуковые оповещатели на высоте не менее 2,3 м. Объект защиты оборудуется АУПС адресно-аналогового типа с функцией дублирования сигнала о возникновении пожара.

Пожарные извещатели устанавливаются в каждом помещении (кроме помещений с мокрыми процессами (санузлы, охлаждаемые камеры, помещения мойки), бойлерных и помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы, а также категории В4 и Д по пожарной опасности; лестничных клеток [27]. Количество пожарных

извещателей соответствует требованиям [27]. В каждом защищаемом помещении устанавливаются не менее двух пожарных извещателей, включенных по логической схеме «И».

В таблице 2 приведены данные о наличии и характеристика установок пожаротушения.

Таблица 2 – Наличие и характеристика установок пожаротушения

Наименование помещений	Вид и характеристика установки	Наличие и места АУПТ	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Склад готовой продукции производственного корпуса	Спринклерная АУПТ	Пульт управления в помещении насосной Главного производственного корпуса	Включается автоматически
Участок изготовления полимерных композиций			

Таблица 3 – Сведения о наружном водоснабжении

Место расположения ПГ	Диаметр водопровода, тип сети	Давление в сети (атм)	Расстояние до здания (м)	Q Сети л/сек
ПГ-3северо-восточная сторона произв. корпуса	К-200	6 атм.	15 до цеха	163
ПГ-6юго-восточнее произв. Корпуса со стороны АБК	К-200	6 атм.	18 до цеха со стороны АБК	163
ПГ-8 юго-западнее произв. корпуса со стороны АБК	К-200	6 атм.	25 до цеха со стороны АБК	163

Формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками оповещения, дымоудаления осуществляется при срабатывании двух пожарных извещателей, включенных по логической схеме «И». Расстановка тепловых пожарных извещателей производится с условием, что площадь, контролируемая одним извещателем, не превышает 25 м², максимальное расстояние между извещателями – 5 м. Максимальное расстояние между извещателем и стеной – 2,5 м. Ручные пожарные извещатели установлены на стенах на высоте (1,5±0,1) м от уровня чистого пола. ППКПУ «Рубеж-2ОП» циклически опрашивает подключенные адресные пожарные извещатели, следит за их состоянием путем оценки полученного ответа.

При срабатывании одного из пожарных извещателей в шлейфе пожарной сигнализации, ППКПУ переходит в режим «Внимание», который длится в

течение запрограммированного в приборе времени, предназначенного для оценки дежурным персоналом ситуации на объекте. Далее, если на ППКПУ не осуществлялся сброс тревоги, прибор переходит в режим «Пожар» включается звуковое оповещение о пожаре и сигнал передается на объектовый прибор ПЦН.

Предлагается внедрить автоматизированную систему взрывопожарной безопасности на основе газового контроля

Обоснование применения установки:

- обеспечение постоянного контроля за средой;
- обеспечение контроля за изменением токсичных и пожароопасных концентраций;
- автоматизированная система контроля как профилактическая мера для предупреждения нарушения технологического процесса, аварийной ситуации.

Кроме того, предлагается замена устройства огнепреграждения в технологическом трубопроводе (переход полностью от алюминиевых ОП-150 ААН на металлические (ОП-150 Р, ОП-150 РН).

Обоснование замены устройств огнепреградителей технологического трубопровода:

- гашение распространения пламени благодаря способности дробить и разрушать огневой фронт ударной волны в узких каналах огнепреграждающего элемента;
- на 2020 год маркировка ААН устарела, новое обозначение разборных огнепреградителей Р;
- сравнительно больший срок эксплуатации по отношению к применяемому оборудованию.

Вывод к разделу 2

Здание защищено автоматической пожарной сигнализацией с дымовыми пожарными извещателями и ручными пожарными извещателями, с выходом сигнала на пульт охраны (на КПП). Принцип действия: дымовые пожарные извещатели обнаруживают задымление в помещении и передают сигнал на компьютер в службу охраны, ручные пожарные извещатели также выведены на компьютер. Производственный корпус защищен установками АУПТ. Контроль, мониторинг, снятие и постановка пожарных ШС на охрану осуществляется с помощью пульта С2000-М, также установлен блок индикации и управления С2000-ПТ для контроля состояния приборов С2000-АСПТ. В качестве приемно-контрольных приборов выбраны С2000-4, Сигнал-20М, С2000-АСПТ.

3 Разработка и внедрение системы противодымной защиты здания промышленного предприятия

Система противопожарных мероприятий должна включать:

- монтаж системы противодымной вентиляции (подпор и дымоудаление);
- модернизация с заменой оборудования следующих слаботочных систем:
 - автоматическая пожарная сигнализация;
 - система оповещения и управления эвакуацией;
 - система охранной сигнализации;
 - система контроля доступом;
- монтаж щитов управления и средств автоматизации автоматизированной системы противопожарной защиты;
- замена оборудования существующей электрощитовой;
- замена всей кабелепроводниковой продукции, светильников здания, электроустановочного оборудования, групповых и распределительных щитов в отделениях, входящих в объем проектирования, в соответствии с результатами обследования и в связи с изменением планировочных и технологических решений;
- электроснабжение всех новых инженерных систем и технологического оборудования.

Исходные данные

Высота незадымляемой зоны $z = 2,5$ м от пола.

Горючая нагрузка: готовая продукция, упаковочный материал, сырье. В корпусе смонтирован внутренний пожарный водопровод $\varnothing 51$ мм.

Низшая рабочая теплота сгорания $Q_p = 12900$ кДж/кг,

Удельная скорость выгорания $\Psi_{уд} = 0,0162$ кг/(м²·с),

Площадь очага пожара $F_r = 78,5$ м²,

Площадь пола помещения $F_{пом} = 300$ м²,

Периметр ограждающих конструкций $L_{ок} = 58$ м.

Температура внутреннего воздуха $t_v = 19^\circ\text{C}$.

Температура наружного воздуха $t_n = 19^\circ\text{C}$.

Высота помещения от пола до места выбросов продуктов горения $H = 7,0$ м.

Примем коэффициенты $\varphi = 0,5$ и $\eta = 0,7$. Конвективную составляющую очага пожара Q_K определяем по формуле:

$$Q_K = (1 - \varphi) \cdot \theta \cdot Q_p \cdot \varphi_{уд.} \cdot F_{Г}, \quad (1)$$

где φ – доля теплоты, отдаваемой очагом пожара ограждающим конструкциям;

θ – коэффициент теплоты сгорания.

$$Q_K = (1 - 0,5) \cdot 0,7 \cdot 12900 \cdot 0,0256 \cdot 78,5 = 90,33 \text{ кВт}$$

Расчет массового расхода продуктов горения $T_{ПГ}$:

$$G_K = 0,032 \cdot Q_K \cdot Z, \quad (2)$$

$$G_K = 0,032 \cdot 90,33 \cdot 2,1 = 6,097 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Расчет температуры продуктов горения:

$$T_{ПГ} = \frac{G_K}{C_p \cdot G_K + \alpha \cdot [F_{Пом} + L_{ок} \cdot (H - Z)]} \quad (3)$$

$$T_{ПГ} = \frac{60,97}{0,07 \cdot 60,97 + 0,016 \cdot [300 + 58 \cdot (7 - 5,8)]} = 325,4 \text{ К},$$

где C_p – удельная изобарная теплоемкость воздуха и продуктов горения, кДж/(кг·К), принят 0,07;

α – коэффициент теплоотдачи от продуктов горения к ограждению, кВт/(м²·К), принят 0,016;

Расчет плотности наружного воздуха ρ_H и продуктов горения $\rho_{ПГ}$:

$$\rho_H = \frac{353}{T_H} \quad (4)$$

$$\rho_H = \frac{353}{273 + 19} = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{ПГ} = \frac{353}{T_{ПГ}} \quad (5)$$

$$\rho_{ПГ} = \frac{353}{391} = 1,0 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Расчет разности давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления):

$$\Delta P_{расп.} = g \cdot (\rho_H - \rho_{ПГ}) \cdot (H - Z) \quad (6)$$

$$\Delta P_{расп.} = 9,81 \cdot (1,2 - 1,0) \cdot (7 - 5,8) = 2,35 \text{ Па}$$

Расчет требуемой площади проема дымоудаления:

$$F_y = \frac{G_k}{\mu \cdot (2 \cdot \rho_{\text{ПГ}} \cdot \Delta P_{\text{расп}})^{\frac{1}{2}}} \quad (7)$$

$$F_y = \frac{6,097}{0,64 \cdot (2 \cdot 1,2 \cdot 2,35)^{\frac{1}{2}}} = 2,98$$

μ – коэффициент расхода проема дымоудаления, принят равным 0,64.

Объемный часовой расход удаляемых продуктов горения L:

$$L = 3600 \cdot \frac{G_k}{\rho_{\text{ПГ}}} \quad (8)$$

$$L = 3600 \cdot \frac{6,097}{1,2} = 18291 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Открытие одной створки окна на 400 мм в нижней части, что составляет 0,915 м². Требуемая площадь проема составляет 2,73м² и соответствует открытию 3-х оконных створок. Но в связи с тем, что створки расположены как на наветренной, так и на заветренной стороне, необходимо открывать 3 створки на одной стороне и 3 створки на другой стороне одновременно. Системы естественной компенсирующей подачи воздухоудаляемым продуктам горения. КПЕ-1÷КПЕ-5. Естественная компенсирующая подача воздуха, удаляемым продуктам горения осуществляется автоматическим открытием 2-х крайних (узких) окон. Естественная компенсирующая подача воздуха, удаляемым продуктам горения на 2-м этаже осуществляется автоматическим открытием 1-го крайнего окна. Естественная компенсирующая подача воздуха, удаляемым продуктам горения на 1-м этаже осуществляется автоматическим открытием 1-го крайнего окна. Параметры противодымной вентиляции приняты в соответствии с проектными решениями.

Компенсация КД-2 – размеры клапана ширина 750 × высота 550 мм, расход 11200 м³/ч стоит на расстоянии от пола 300 мм. Дымоудаление ВД-3 – размеры клапана 800 мм × 800 мм (в перекрытии), расход 20250 м³/ч. Компенсация П-1 – размеры решеток ширина 236 мм × высота по марке решетки мм, расход общий на систему 12900 м³/ч (система КД-1) решетки лежат на полу (существующие).

Дымоудаление ВД-1 и ВД-2 – размеры клапанов 500 мм × 500 мм (в перекрытии), расход по 9150 м³/ч каждый.

Для системы ПД-1. выбираем вентилятор подпора воздуха УВОП-Б-5,0-2; N=1,5 кВт; n=2900 об/мин. завода-производителя ПО «КЛИМАТВЕНТ-МАШ».

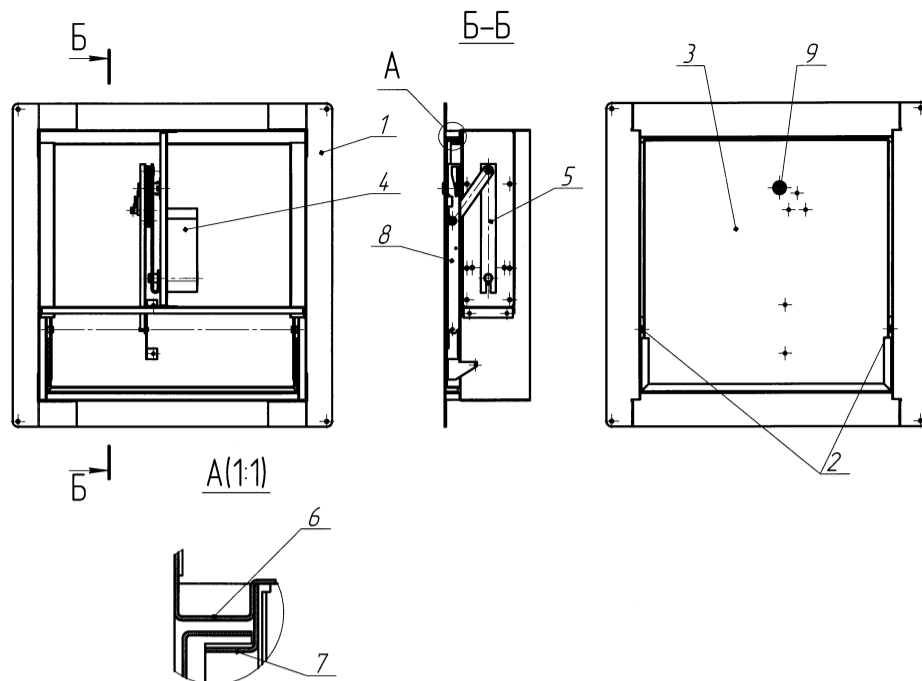
Противопожарный дымовой клапан антивандального исполнения с электроприводом

Техническое средство противопожарной, конкретно противодымной защиты здания может эксплуатироваться как устройство для удаления дыма воздуховода вентиляционной системы рассматриваемого промышленного предприятия.

«Предложен противопожарный дымовой клапан антивандального исполнения с электроприводом, содержащий установленные в корпусе 1 на жестко зафиксированных на стенках корпуса осях 2 не менее чем одну поворотные заслонки 3, электропривод 4, приводной рычаг 5. Корпус 1 клапана снабжен по периметру подгибкой в виде желоба 6, служащей для увеличения жесткости корпуса 1 при установке клапана в стеновой проем и уменьшения перекосов клапана. Так же корпус 1 клапана оснащен по периметру уплотнением 7 замкового типа. Поворотная заслонка 3 установлена с возможностью разворота в сторону обслуживаемого помещения, а электропривод 4 воздействует на поворотную заслонку 3 через промежуточный рычаг 8, который фиксируется на заслонке 3 при помощи замка 9, при этом промежуточный рычаг 8 в незафиксированном замком 9 положении имеет возможность поворота относительно заслонки 3 и его ось вращения совпадает с осью вращения заслонки 3. Электропривод 4 клапана содержит два фиксированных микропереключателя, подающими сигнал на центральный пост охранной сигнализации о положении заслонки клапана «открыто» или «закрыто». При этом в закрытом положении все механизмы клапана защищены от вандализма плоскостью заслонки 3, а доступ к механизмам для обслуживания осуществляется с использованием замка 9» [18].

Технический результат рассматриваемого изобретения заключается в антивандальном исполнении конструктива, упрощение обслуживания и ремонтпригодность. Кроме того, обеспечение эксплуатационных характеристик [24].

«При обслуживании или ремонте клапана замок 9 при помощи ключа открывается, язычок замка 9 выходит из зацепления с промежуточным рычагом 8 и поворотная заслонка 3 открывается в сторону обслуживания, предоставляя доступ к внутренним механизмам клапана, при этом промежуточный рычаг 8 не движется, а находится в зацеплении с приводным рычагом 5. На рисунке 1 подробно изображена схема предлагаемого дымового клапана.



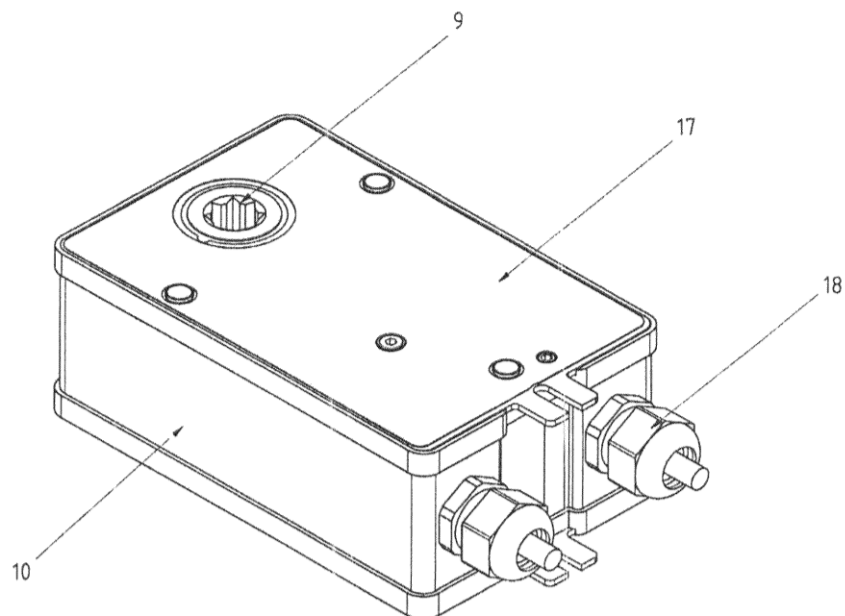
1 – корпус клапана; 2 – оси стенок; 3 – заслонки; 4 – электропривод; 5 – приводной рычаг; 6 – подгиб в виде желоба; 7 – уплотнение замкового типа; 8 – рычаг; 9 – замок

Рисунок 1 – Схема предлагаемого дымового клапана

В охранном положении замок 9 находится в закрытом положении и фиксирует промежуточный рычаг 8 на поворотной заслонке 3, в свою очередь промежуточный рычаг 8 фиксируется приводным рычагом 5 и электроприводом 4. При срабатывании клапана электропривод 4 придает вращательное движение приводному рычагу 5, приводной рычаг 5 в свою очередь воздействует на промежуточный рычаг 8 который вместе с поворотной заслонкой 3 поворачивается в сторону обслуживаемого помещения, освобождая внутренний проем клапана для удаления дыма. Полезная модель относится к противопожарной технике, в частности к устройствам, удаляющим скопление дыма во время пожара по воздуховодам (шахтам) вентиляционных систем. Конструкция противопожарных нормально закрытых клапанов систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, дымовых клапанов систем противодымной вентиляции представляет собой коробчатый корпус с заслонкой, рабочее положение заслонки - закрытое» [18].

Способ изготовления электропривода для воздушных заслонок, клапанов противопожарных и дымоудаления

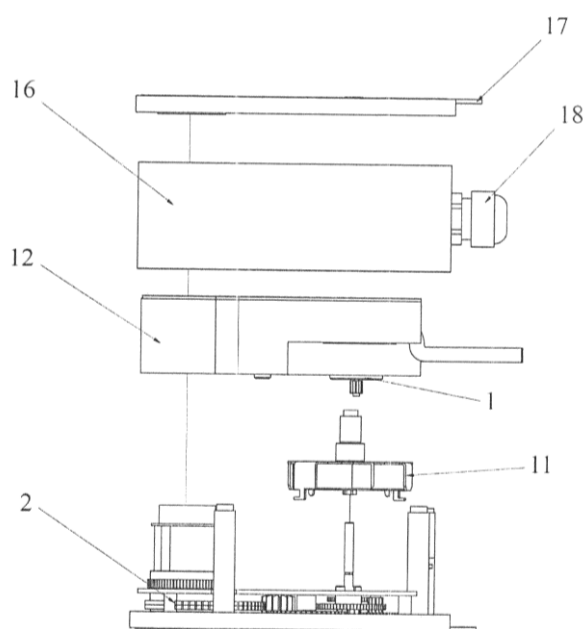
Изобретение относится к средствам управления технологическим процессом с помощью электродвигателя, а именно, к электроприводам для воздушных заслонок, клапанов противопожарных и дымоудаления в системе вентиляции. На рисунке 2 приведено устройство электропривода для воздушных заслонок.



9 – посадочное гнездо; 10 – посадочное место; 17 – крышка; 18 - гермовводы для кабелей

Рисунок 2 – Электропривод для воздушных заслонок

На рисунке 3 приведено устройство электропривода в разобранном виде.



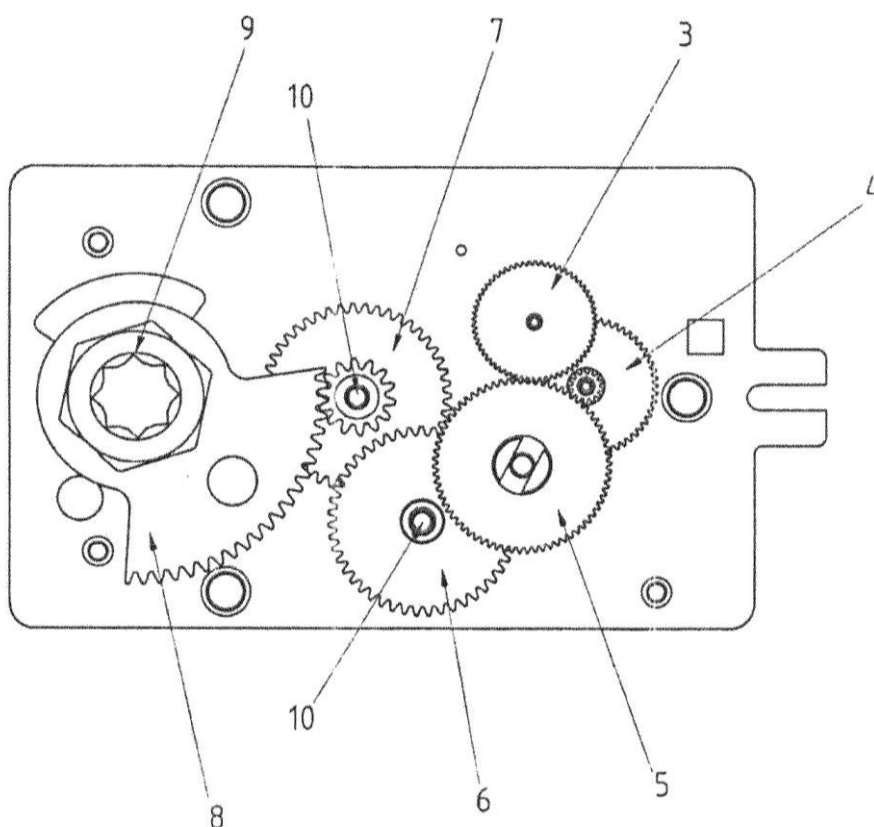
1 - электродвигатель; 2 - редуктор; 11 – возвратная пружина; 12 – диэлектрический корпус; 16 – кожух; 17 – крышка; 18 - гермовводы для кабелей

Рисунок 3 - Электропривод в разобранном виде

«Предложен способ изготовления электропривода, содержащего электродвигатель, передающий механизм, состоящий из редуктора с блок шестернями и посадочного гнезда, возвратную пружину, печатную плату, собранных в диэлектрическом корпусе, закрытых кожухом и гермовводы для кабелей. Причем для изготовления разных типов электроприводов по крутящему

моменту, путем замены части блок шестерен в редукторе для изменения передаточного числа и печатных плат с разным входным напряжением, в процессе сборки в одном и том же диэлектрическом корпусе, блок шестерни и печатные платы устанавливаются, соответственно, в одни и те же посадочные места. Изобретение направлено на снижение трудоемкости, путем уменьшения числа разновидностей деталей при изготовлении электроприводов» [19].

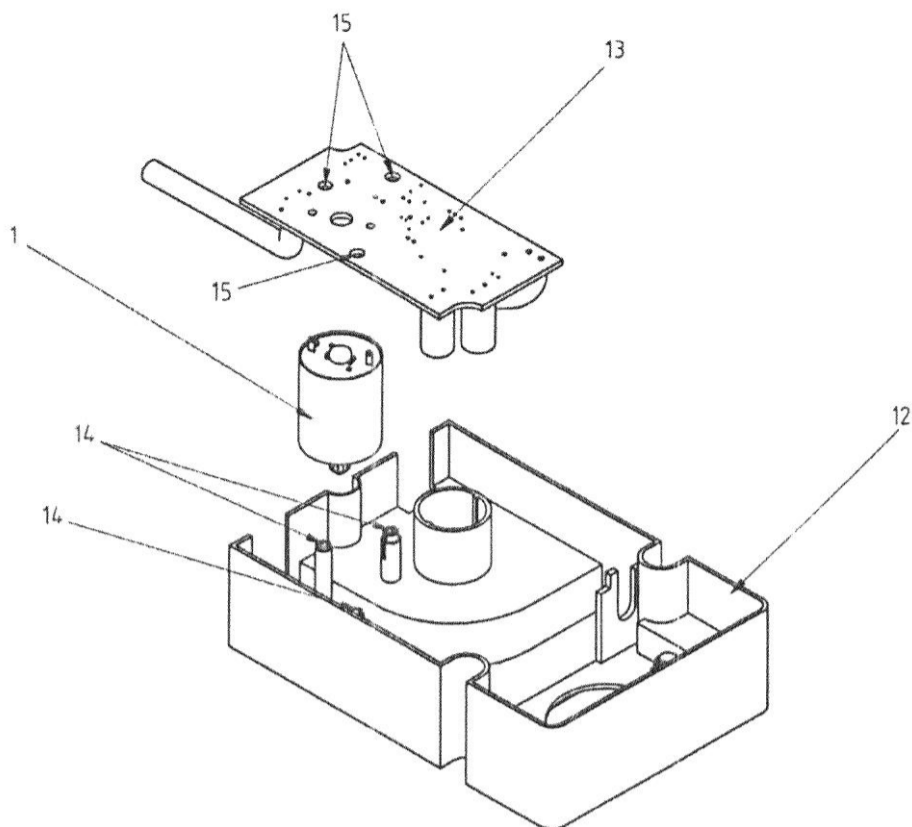
На рисунке 4 приведено устройство редуктора электропривода.



3,4,5,6, 7 - шестерни; 8 – зубчатый сектор; 9 – посадочное гнездо; 10 –
посадочное место

Рисунок 4 - Редуктор электропривода

Изобретение относится к средствам управления технологическим процессом с помощью электродвигателя, а именно, к электроприводам для воздушных заслонок, клапанов противопожарных и дымоудаления в системе вентиляции. Изобретение относится к способу гарантированного возврата задвижки или клапана в заданное Сложение, обеспечивающее безопасность. Устройство содержит привод волнительного механизма с управляемым электродвигателем, блоком питания электродвигателя, емкостный накопитель энергии, который и обеспечивает работу электродвигателя в аварийной ситуации.



1 - электродвигатель; 13 – печатная плата; 14 – посадочные места; 15 - посадочные места

Рисунок 5 - Электрический блок электропривода

На рисунке 5 представлен общий вид электропривода для воздушных заслонок. Рассматриваемые электроприводы для воздушных заслонок, клапанов противопожарных и дымоудаления отличаются постоянством формы и размеров (один корпус), уменьшением числа разновидностей блок шестерен по сравнению с электромеханическими приводами TECHNO, поставщиком которых в Россию является компания ООО «Технопривод». Габариты электромеханических приводов изменяются в 1,5-2 раза. В настоящее время электроприводы для воздушных заслонок, клапанов противопожарных и дымоудаления, изготовленные по данному способу сертифицированы в соответствии с требованиями евразийского экономического союза.

Вывод к разделу 3

Разработана и внедрена система противодымной защиты здания промышленного предприятия.

Техническое средство противопожарной, конкретно противодымной защиты здания может эксплуатироваться как устройство для удаления дыма воздуховода вентиляционной системы рассматриваемого промышленного предприятия.

«Предложен противопожарный дымовой клапан антивандального исполнения с электроприводом

4 Прогноз и развитие пожара на объекте

Тушение пожаров – процесс, связанный с определенной долей риска, это общеизвестный факт. Поэтому специфика процесса строго регламентирована в области участников тушения пожара – это только сотрудники пожарной охраны (государственной, частной, ведомственной, муниципальной или добровольной), то есть люди в регламентированном порядке, прошедшие профессиональное обучение и имеющие за плечами опыт боевой работы и тактической подготовки [9]. Следовательно, часть ВКР будет специфично направлена и связана с боевой подготовкой, ныне известными фактическими приемами тушения пожара и другими профессиональными особенностями тактики тушения пожара [26]. Возможные способы тушения будут рассматриваться в соответствии с требованиями норм и правил охраны труда, техники безопасности, требований Боевого устава и другими методическими документами, которые регламентируют принципы пожарно-тактической подготовки.

«При пожаре возможны:

- разливы больших количеств горючих жидкостей, расплавленного металла и шлака;
- быстрое распространение огня в маслопроводах, кабельных туннелях и этажах, транспортных галереях при повреждении систем гидравлики высокого давления, в маслоподвалах и маслотоннелях по горючему утеплителю покрытий большой площади;
- сильное задымление больших объемов на значительном расстоянии от очага горения;
- факельное горение газов и жидкостей, выходящих из аппаратов и трубопроводов под давлением и самотеком;
- нарушение целостности кислородопроводов;
- загазованность территории аммиаком, коксовым, доменным и другими газами, взрывы горючих газов и технологической сажи;

– наличие оборудования под высоким напряжением» [3].

Организация тушения пожаров и ликвидация ЧС на объекте начинается с момента их обнаружения. Очевидно, что этот параметр – время обнаружения значительно и прямо пропорционально влияет на продолжительность, ликвидацию пожара или ЧС [25].

Чем раньше будет обнаружено загорание, задымление, приводящее к пожару или ЧС, тем раньше будет объявлена ликвидация пожара и наименьший ущерб принесет эта ситуация объекту. Далее после обнаружения факта пожара или нарушения технологического процесса, естественно, что важным параметром процесса является время сообщения о ЧС в пожарную охрану. Согласно статистическим данным многолетних исследований часть развившихся пожаров происходит в результате позднего сообщения персоналом объекта в пожарную охрану [8].

При наличии большой пожарной нагрузки в производственном корпусе в виде горючего сырья и готовой продукции из полипропилена и способе его хранения (на стеллажах не обособленно от производства), место складирования и будет наиболее вероятным местом возникновения пожара.

Наиболее вероятными причинами возникновения пожара в производственном корпусе могут являться:

- нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных и иных пожароопасных работ;
- нарушение правил технической эксплуатации и выбора аппаратов защиты электрических сетей (перегрузка сетей);
- нарушение правил эксплуатации электрооборудования;
- неосторожность при обращении с огнем, в т.ч. при курении.

Также наиболее вероятным вариантом места возникновения пожара может быть АБК, где загорание может произойти на любом этаже в одном из больших административных помещений (рабочий кабинет - офис) с максимальной пожарной нагрузкой и наибольшей площадью помещения.

Местом возникновения пожара принимаем центральную часть стеллажа, расположенного на участке складирования исходного сырья (полипропилена), что может привести при развившемся пожаре к наиболее сложным и опасным последствиям.

В случае прогорания дверей пожар может распространиться в коридор.

При наличии негорючей отделки стен и потолка примыкающего коридора, возможно распространение пожара в пределах этажа через проемы в местах прохода различных коммуникаций: водопровода, канализации, электрокабелей, вентиляции, а также в следствии передачи теплоты по металлическим трубам и конструкциям, производя воспламенение легкосгораемых материалов.

«Основными принципами деятельности аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований и спасателей являются:

- принцип гуманизма и милосердия, предусматривающий приоритетность задач спасения жизни и сохранения здоровья людей, защиты природной среды при возникновении чрезвычайных ситуаций;
- принцип единоначалия руководства аварийно-спасательными службами, аварийно-спасательными формированиями;
- принцип оправданного риска и обеспечения безопасности при проведении аварийно-спасательных и неотложных работ;
- принцип постоянной готовности аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований к оперативному реагированию на чрезвычайные ситуации и проведению работ по их ликвидации» [12].

Стеллажи с готовой продукцией (40-50 т. гранулированного полипропилена) расположены в восточной части цеха, совмещены с площадкой для разгрузки, оборудованной внутри цеха.

Размеры помещения для складирования 17,6 м × 24 м, площадь 422,4 м². Помещение прямоугольной формы с оборудованной внутри рампой и

площадкой для разгрузки автомобильной грузовой техники. Стеллажи расположены по всей длине склада в четыре яруса, пожарная нагрузка размещена в полиэтиленовой упаковке на деревянных поддонах. Помещение оборудовано АУПТ (водяное). Оборудован въезд через ворота снаружи, два сквозных прохода в помещения цеха.

Внутренняя отделка помещения:

Полы – бетонные.

Стены – капитальные из кирпича, перегородки из кирпича, оштукатуренные без окраски.

Потолок – железобетонные плиты перекрытия.

Несущие элементы - железобетонный вертикальные колонны.

Остекление – витражное, по всей высоте с восточной стороны

Размеры стеллажа 18 м × 1,5 м × 8 м.

Конструкция стеллажа – сборный, металлический, без окраски.

Наиболее целесообразное средство тушение пожара – вода.

Способ тушения – тушение и охлаждение сплошными водяными струями, создаваемых ручными стволами, подаваемые от пожарных автоцистерн, установленных на пожарные гидранты.

Расчет времени свободного развития пожара в цеху ООО «НПП «Полипластик»:

$$T_{CB} = T_{dc} + T_{cb} + T_{сл1} + T_{бр} \quad (9)$$

где T_{dc} – время до сообщения о пожаре;

T_{cb} – время сбора и выезда личного состава ПСЧ-75;

$T_{сл}$ – время следования пожарного подразделения ПСЧ-75;

$T_{бр}$ – время боевого развертывания.

$$T_{CB} = 4 + 1 + 6,6 + 3 = 14,6 \text{ мин}$$

Время следования пожарного автомобиля ПСЧ-75 до территории ООО «НПП «Полипластик» с учетом покрытия дорог и допустимой скорости:

$$T_{сл1} = \frac{60 \times L}{V_{сл}} = \frac{5 \times 60}{45} = 6,7 \text{ мин} \quad (10)$$

где L - расстояние от ПСЧ-75 до цеха;

$V_{сл}$ - скорость ПА (45 км/ч, в условиях города принимается асфальтовое покрытие)

Путь, пройденный огнём на момент введения сил и средств ПСЧ-75:

$$L = 0,5 \times v_{л} \times T_{св}, \quad (11)$$

где $v_{л}$ – линейная скорость распространения пожара.

$$L = 5 \times 0,87 + 0,87 \times (14,6 - 10) = 9 \text{ м}$$

Площадь пожара (площадь круга), площадь тушения пожара:

$$S_{п} = 0,5 \times \pi \times R^2 \times 1, \quad (12)$$

где R – радиус круговой формы пожара.

$$S_{п} = 0,5 \times 3,14 \times 9^2 = 102 \text{ м}^2$$

Принимается равными характеристиками площадь пожара и площадь его тушения, соответственно $S_{п}=S_{т}=102 \text{ м}^2$

Необходимый (требуемый) расход воды на тушение условного пожара

$$Q_{тр.туш.} = S_{т} \times I \quad (13)$$

$$Q_{\text{тр.туш.}} = 102 \times 0,2 = 20,4 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Требуемое количество стволов на тушение пожара

$$N_{\text{Ст.Б}}^T = \frac{Q_T}{q_{\text{Ст.Б}}} \quad (14)$$

где Q_{Tr} - требуемый расход огнетушащего вещества;

$q_{\text{Ст.Б}}$ - производительность одного ствола РСК-50.

$$N_{\text{Ст.Б}}^T = \frac{2,4}{7,4} = 2,7$$

При округлении в большую сторону, принимается 3 ствола РСК-70.

Требуемый расход огнетушащих средств на защиту

$$Q_{\text{тр.з.}} = 0,25 \times Q_{\text{тр.т}} \quad (15)$$

$$Q_{\text{тр.з.}} = 0,25 \times 7,85 = 1,96 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Требуемое количество стволов на защиту

$$N_{\text{ст.з.}} = \frac{Q_{\text{тр.з.}}}{Q_{\text{ств.}}}$$

$$N_{\text{ст.з.}} = \frac{1,96}{3,7} = 0,6$$

Предельные расстояния по подаче огнетушащих средств от пожарных машин, установленных на водоисточники

$$l_{\text{пр}} = (H_{\text{н}} - (H_{\text{р}} + H_{\text{ст}} + z_{\text{м}} + z_{\text{н}} + H_{\text{пг}})) \cdot Q_{Q2}) \cdot 20 \quad (16)$$

$$l_{\text{пр1}} = (50 - (10 + 40 + 1 + 4 - 30)) \cdot 0,015) \cdot 11,82) \cdot 20 = 173 \text{ м}$$

$$l_{\text{пр2}} = (50 - (10 + 40 + 10 + 4 - 30)) \cdot 0,015 \cdot 11,82 \cdot 20 = 88 \text{ м}$$

где $l_{\text{пр}}$ – предельное расстояние по подаче огнетушащего средства, м;

$H_{\text{н}}$ – напор на насосе, м;

$H_{\text{р}}$ – напор у разветвления, м ($H_{\text{р}} = H_{\text{приб}} + 10$).

$Z_{\text{м}}$ – высота подъема местности, м;

$Z_{\text{приб}}$ – наибольшая высота подъема прибора подачи огнетушащего средства, м;

$H_{\text{приб}}$ – напор у приборов подачи огнетушащего средства (водяных стволов, СВП, ГПС), подключенных к разветвлению, м;

S – сопротивление пожарного рукава, м (см. табл. 18);

Q – расход воды в наиболее нагруженной линии.

Для тушения пожара по рангу пожара №2 (автоматическая высылка на объект – производственное предприятие технологического процесса) и эвакуации персонала и личный состав ГДЗС пожарной охраны принимается:

- 1 звено ГДЗС на эвакуацию персонала цеха – 3 человека (расчет ООО «НПП «Полипластик»);
- 2 звена ГДЗС на тушение очага пожара стволами (личный состав ПСЧ-75, 69) - 6 человек.
- 1 звено ГДЗС на тушение очага пожара со стволами «А» (личный состав ПСЧ-11) – 4 человека;
- 1 звено ГДЗС на защиту кровли (от ПНС-110) 3 человека;
- на постах безопасности – 4 человека;
- резерв звеньев ГДЗС – 9 человек (из числа личного состава, свободного от несения службы).

Всего: 31 человек, следовательно по вызову №2 (ранг пожара, показывающий его сложность и определяющий количество основных пожарных машин, необходимых для привлечения) обеспечивает необходимое количество газодымозащитников и пожарной техники (согласно правоустанавливающим документам, 7-11 АЦ).

«Для управления силами и средствами РСЧС при ликвидации чрезвычайных ситуаций создается система управления - совокупность функционально связанных органов управления, пунктов управления, систем связи, оповещения, комплексов средств автоматизации, а также автоматизированных систем, обеспечивающих сбор, обработку и передачу информации. К органам управления относятся координационные органы, постоянно действующие органы управления, органы повседневного управления, а также создаваемые на период ликвидации ЧС структуры (оперативные штабы ликвидации чрезвычайных ситуаций, оперативные группы), предназначенные для управления силами и средствами, координации деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, привлекаемых для предупреждения и ликвидации ЧС» [5].

На рисунке 6 по схеме расстановки сил и средств показан штаб, созданный на пожаре рассматриваемого объекта.

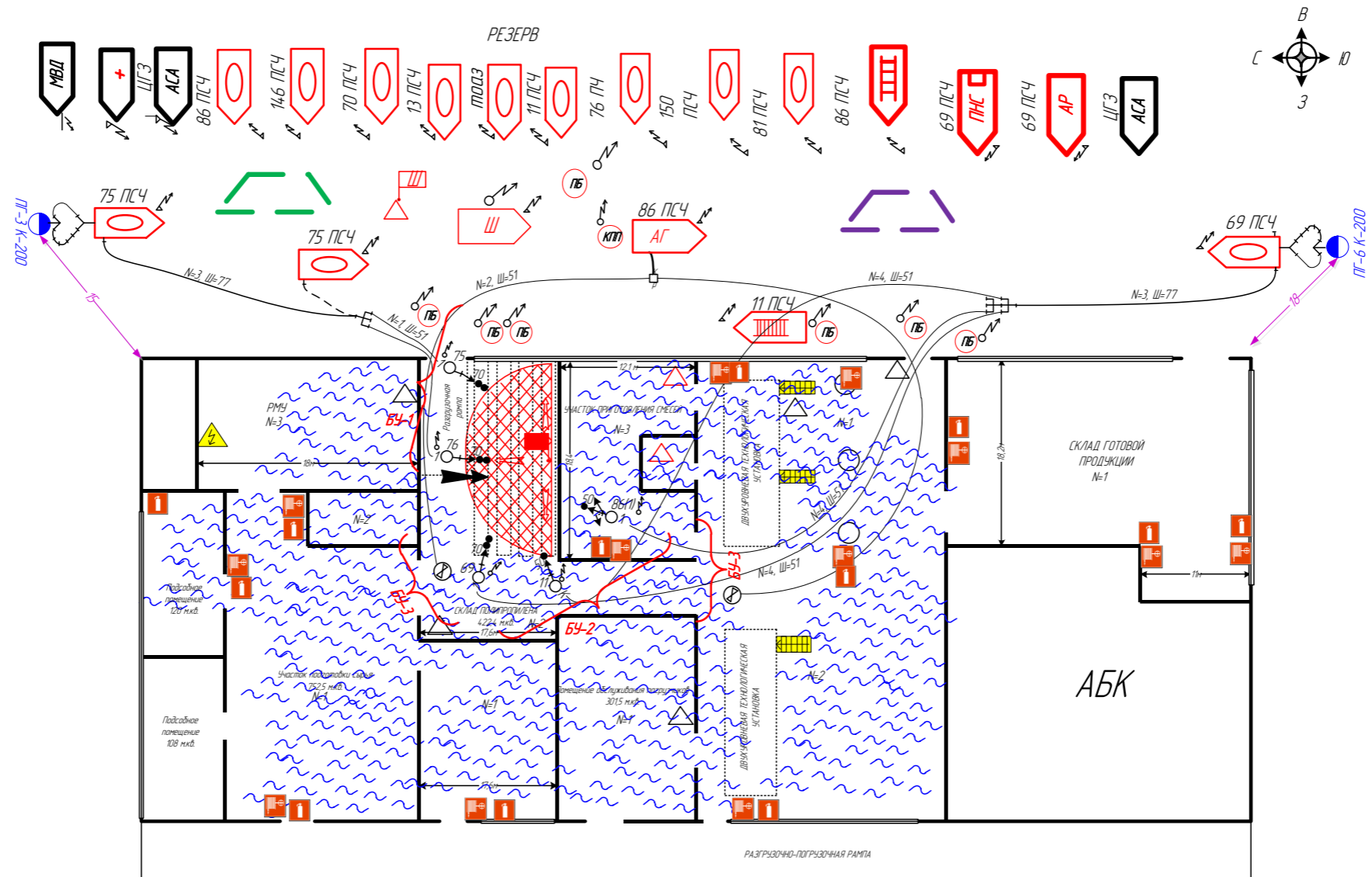


Рисунок 6 – Схема расстановки сил и средств

Вывод к разделу 4

Наиболее вероятными причинами возникновения пожара в производственном корпусе могут являться:

- нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных и иных пожароопасных работ;
- нарушение правил технической эксплуатации и выбора аппаратов защиты электрических сетей (перегрузка сетей);
- нарушение правил эксплуатации электрооборудования;
- неосторожность при обращении с огнем, в т.ч. при курении.

Также наиболее вероятным вариантом места возникновения пожара может быть АБК, где загорание может произойти на любом этаже в одном из больших административных помещений (рабочий кабинет – офис) с максимальной пожарной нагрузкой и наибольшей площадью помещения. Произведен расчет сил и средств по тушению пожара.

5 Организация работ по тушению пожаров

«При тушении пожаров личный состав гарнизона пожарной охраны должен соблюдать требования нормативных документов, регламентирующих действия, связанные с тушением пожаров и проведением АСР, и утвержденных в установленном порядке» [3].

Работы по тушению (условного) пожара на выбранном объекте ООО «НПП «Полипластик» следует начинать с разведки, которая выполняется в ходе следования к месту пожара с помощью ДППД, на месте пожара методом опроса очевидцев и работников цеха, а также визуально. Проведение разведки необходимо для точной оценки сложившейся обстановки и принятия дальнейшего решения, направленного на ликвидацию пожара в наикратчайшие сроки и с минимальными потерями [25].

«Боевые действия по тушению пожаров включают следующие этапы:

- боевые действия по тушению пожаров, проводимые до прибытия к месту пожара:
- прием и обработка сообщения о пожаре;
- выезд и следование к месту пожара;
- боевые действия по тушению пожаров, проводимые на месте пожара:
- прибытие к месту пожара;
- управление силами и средствами на месте пожара;
- разведка пожара;
- спасение людей;
- боевое развертывание сил и средств;
- ликвидация горения;
- проведение АСР, связанных с тушением пожара, и других специальных работ;
- боевые действия по тушению пожаров, проводимые после тушения пожара:
- сбор и следование в место постоянной дислокации;
- восстановление боеготовности подразделения пожарной охраны» [14].

Далее, это работа прибывающих пожарных подразделений по рангу пожара №2 и выполнение задач на принципах единоначалия руководства по спасению жизни и здоровья людей, локализацию и ликвидацию очага пожара, организацию дымоудаления и других видов аварийно-спасательных и специальных работ [15].

«Подразделения пожарной охраны привлекаются для тушения пожаров и проведения связанных с ними АСР, а также для проведения АСР и других неотложных работ при ликвидации аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций в соответствии с настоящим Боевым уставом, а также порядком привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов для тушения пожаров и проведения АСР. Тушение пожаров и проведение АСР осуществляются в соответствии с положениями настоящего Боевого устава при условии соблюдения требований охраны труда, установленных Правилами по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы и иными нормативными правовыми актами в области охраны труда» [14].

Тушение пожара – это совокупность действий профессиональных пожарно-спасательных подразделений различных видов пожарной охраны, которые направлены на спасение жизни и здоровья людей, сохранения окружающей среды, ликвидацию очага пожара [17]. Вместе с тем, это и защита материальных ценностей, но вторично.

«Забор (изъятие) водных ресурсов для тушения пожаров допускается из любых водных объектов без какого-либо разрешения, бесплатно и в необходимом для ликвидации пожаров количестве. Боевые действия по тушению пожаров начинаются с момента получения сообщения о пожаре и считаются законченными с момента восстановления боеготовности подразделения пожарной охраны к тушению пожара и проведению АСР» [14].

Проведение боевых действий по тушению пожаров на месте пожара для спасения людей, достижения локализации и ликвидации пожара в кратчайшие сроки должно осуществляться путем организованного применения сил и средств участников боевых действий по тушению пожара.

«При проведении боевых действий по тушению пожаров на месте пожара силами подразделений пожарной охраны, привлеченными силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС проводится разведка пожара, включающая в себя необходимые действия для обеспечения безопасности людей, спасения имущества, в том числе:

- проникновение в места распространения (возможного распространения) опасных факторов пожара;
- создание условий, препятствующих развитию пожара и обеспечивающих его ликвидацию;
- использование при необходимости дополнительно имеющихся в наличии у собственника средств связи, транспорта, оборудования,

- средств пожаротушения и огнетушащих веществ с последующим урегулированием вопросов, связанных с их использованием, в установленном порядке;
- ограничение или запрещение доступа к месту пожара, ограничение или запрещение движения транспорта и пешеходов на прилегающих к нему территориях;
 - охрана места тушения пожара (в том числе на время расследования обстоятельств и причин их возникновения) до прибытия правоохранительных органов;
 - эвакуация с места пожара людей и имущества, оказание первой помощи;
 - приостановление деятельности организаций, оказавшихся в зонах воздействия ОФП, если существует угроза причинения вреда жизни и здоровью работников данных организаций и иных граждан, находящихся на их территориях» [14].

При проведении боевых действий по тушению пожаров на месте пожара определяется направление, на котором использование сил и средств подразделений пожарной охраны, участвующих в проведении боевых действий по тушению пожаров, в данный момент времени обеспечивает наиболее эффективные условия для выполнения основной боевой задачи. Решающее направление на пожаре всегда одно, но в ходе проведения боевых действий по тушению пожаров на месте пожара оно может меняться при выполнении поставленных задач в зависимости от оперативно-тактической обстановки на пожаре и условий тушения.

«При определении решающего направления старшему оперативному должностному лицу пожарной охраны, которое управляет на принципах единоначалия участниками боевых действий по тушению пожара, следует исходить из следующих основных условий:

- реальная угроза жизни людей, в том числе участников боевых действий по тушению пожаров на месте пожара, при этом их самостоятельная эвакуация невозможна – силы и средства подразделений пожарной охраны направляются на спасение людей;
- угроза взрыва или обрушения строительных конструкций – силы и средства подразделений пожарной охраны сосредотачиваются и вводятся на направлениях, обеспечивающих предотвращение взрыва или обрушения строительных конструкций;

- охват пожаром части здания (сооружения) и наличие угрозы его распространения на другие части здания (сооружения) или на соседние здания (сооружения) – силы и средства подразделений пожарной охраны сосредоточиваются и вводятся на направлениях, где дальнейшее распространение пожара может привести к наибольшему ущербу;
- охват пожаром отдельно стоящего здания (сооружения) и отсутствие угрозы распространения огня на соседние здания (сооружения) – силы и средства
- подразделений пожарной охраны сосредоточиваются и вводятся в местах наиболее интенсивного горения;
- охват пожаром здания (сооружения), не представляющего на момент прибытия подразделений пожарной охраны ценности, и наличие угрозы перехода пожара на соседние здания (сооружения) – силы и средства подразделений пожарной охраны сосредоточиваются и вводятся на защиту соседних, не горящих, зданий (сооружений)» [14].

Вывод к разделу 5

Работы по тушению (условного) пожара на выбранном объекте ООО «НПП «Полипластик» следует начинать с разведки, которая выполняется в ходе следования к месту пожара с помощью ДППД, на месте пожара методом опроса очевидцев и работников цеха, а также визуально. Проведение разведки необходимо для точной оценки сложившейся обстановки и принятия дальнейшего решения, направленного на ликвидацию пожара в наикратчайшие сроки и с минимальными потерями [25].

Далее, это работа прибывающих пожарных подразделений по рангу пожара №2 и выполнение задач на принципах единоначалия руководства по спасению жизни и здоровья людей, локализацию и ликвидацию очага пожара, организацию дымоудаления и других видов аварийно-спасательных и специальных работ.

6 Оценка пожарной опасности зданий промышленных предприятий

«Объемно-планировочные и конструктивные решения, направленные на ограничение распространения пожара при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов защиты должны предусматривать:

- применение для зданий, сооружений, пожарных отсеков и частей зданий (секций) несущих и ограждающих строительных конструкций с нормируемыми пожарно-техническими характеристиками, а также ограничение размеров зданий и площади пожарных отсеков в соответствии с требованиями [2] и [21];
- размещение объектов различных классов функциональной пожарной опасности в отдельных зданиях и сооружениях, удаленных друг от друга на нормируемые противопожарные расстояния (разрывы), либо в пожарных отсеках или частях зданий и сооружений, разделенных противопожарными преградами в соответствии с нормативными требованиями;
- выделение в пределах здания, сооружения помещений различного функционального назначения, взрывопожароопасных и пожароопасных помещений ограждающими конструкциями с нормируемыми пределами огнестойкости и классами пожарной опасности или противопожарными преградами в случаях, оговоренных настоящим сводом правил, а также другими действующими нормативными требованиями, исходя из класса функциональной пожарной опасности объекта защиты;
- устройство проходов, проездов, подъездов для пожарной техники и обеспечение деятельности пожарных подразделений по тушению пожара на объектах защиты» [21].

На рисунке 7 приведена схема анализа пожарной опасности промышленного предприятия.

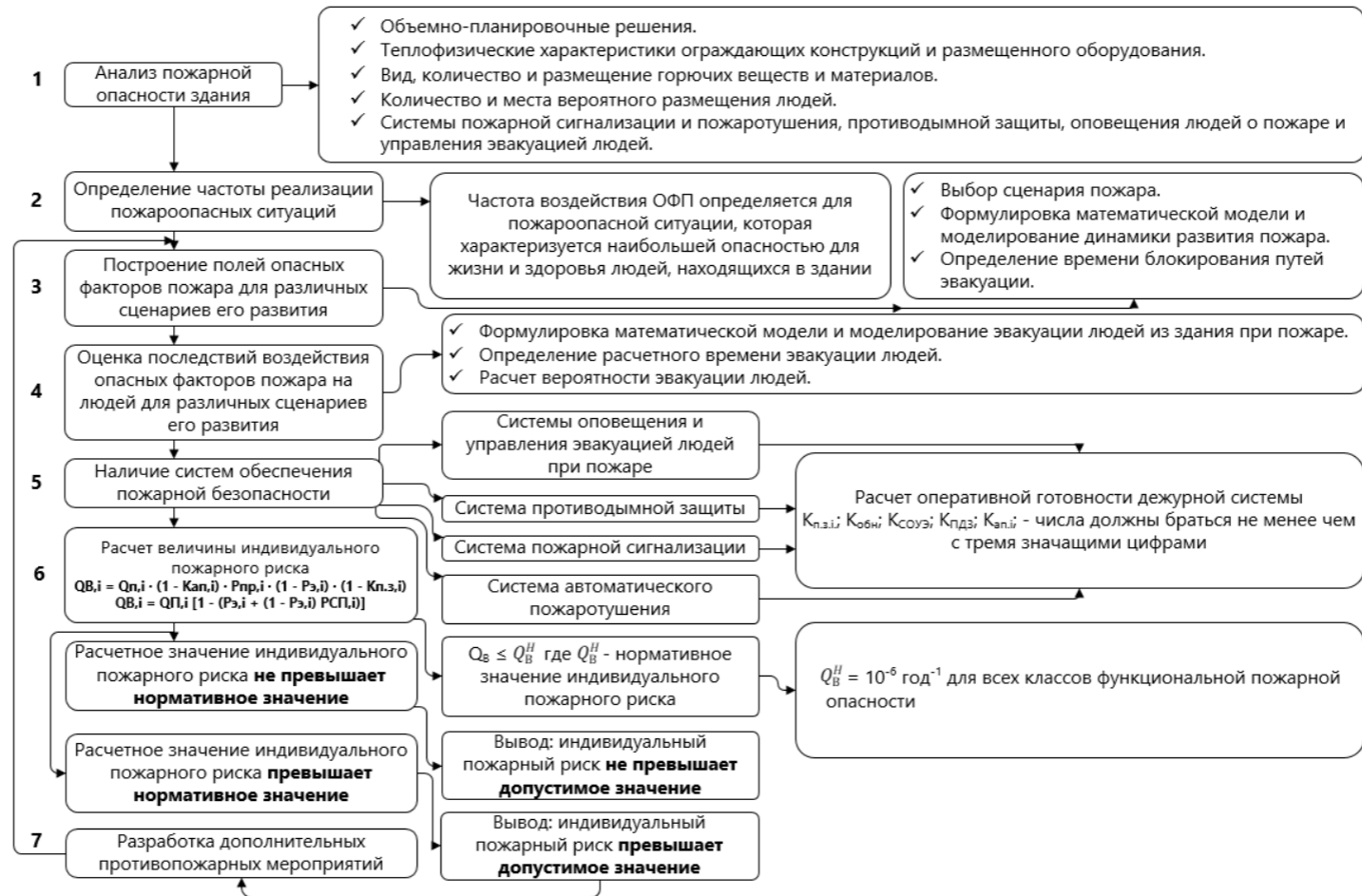


Рисунок 7 - Схема анализа пожарной опасности промышленного предприятия

«Оценка пожарного риска на производственном объекте должна предусматривать:

- анализ пожарной опасности производственного объекта;
- определение частоты реализации пожароопасных аварийных ситуаций на производственном объекте;
- построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- оценку последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- вычисление пожарного риска» [22].

Руководителям предприятий предоставлено право налагать дисциплинарные взыскания на нарушителей правил и требований пожарной безопасности. В случае нарушения правил и требований пожарной безопасности руководитель предприятия имеет право поставить вопрос о привлечении виновного к судебной ответственности.

Вывод к разделу 6

Проведена оценка пожарной опасности зданий промышленных предприятий. Пожарная безопасность таких объектов обусловлена, прежде всего, свойствами веществ (агрессивные свойства среды, способствующих коррозии).

Немаловажную роль играет территория, занимаемая объектами промышленных предприятий. Как правило, выбирается зона загородного типа, а также с учетом отметок рельефа местности ниже, чем селитебные территории.

7 Охрана труда

Правила по охране труда в подразделениях пожарной охраны устанавливают государственные нормативные требования охраны труда при выполнении личным составом Государственной противопожарной службы, муниципальной пожарной охраны, ведомственной пожарной охраны, частной пожарной охраны, добровольной пожарной охраны служебных обязанностей.

«На основе Правил разрабатываются инструкции по охране труда, которые утверждаются локальным нормативным актом работодателя (руководителя учреждения) с учетом мнения профсоюзного органа либо иного уполномоченного работниками представительного органа (при наличии). Инструкции по охране труда, а также перечень этих инструкций хранятся у начальника соответствующего подразделения, копии с учетом обеспечения доступности и удобства ознакомления с ними в помещении начальника караула (руководителя дежурной смены). Организация работы по обеспечению соблюдения законодательства Российской Федерации об охране труда в подразделениях пожарной охраны осуществляется в соответствии с государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации» [16].

«Тушение пожаров и проведение АСР осуществляются в соответствии с положениями настоящего Боевого устава при условии соблюдения требований охраны труда, установленных Правилами по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы и иными нормативными правовыми актами в области охраны труда» [14].

Разработка процедуры первичного инструктажа

Процедура первичного инструктажа на рабочем месте включает вопросы по охране труда, связанные со спецификой объекта – производства и изготовления полимерных композиций путем смешивания компонентов, входящих в их состав. То есть необходимо изучить поведение веществ и материалов при различных температурных режимах и технологических параметрах. Кроме того, необходимо понимать, как действовать в случае аварийных ситуаций и при нарушении технологических режимов. Это и умение пользоваться СИЗОД, другими средствами защиты.

Первичный инструктаж проводится работодателем со всеми принятыми работниками согласно трудовому кодексу РФ. Как правило, общий вид

первичного инструктажа включает в себя перечень вопросов по ОТ и ТБ, проведение технологического процесса в нормальном допустимом режиме.

«Основой его является знакомство работника с:

- общей информацией о характере производства, назначении рабочего места, используемом на нем и рядом с ним оборудовании, инструменте, материалах;
- факторами, которые могут для этого места считаться опасными или вредными;
- правилами поведения на рабочем месте и в других помещениях;
- основными правилами безопасной работы на имеющемся оборудовании;
- принципами подготовки к работе и завершения ее» [20].

Первичный инструктаж должен всецело охватывать все вопросы производства цеха согласно специфике направления деятельности компании. Следовательно, вариантов программ и процедур первичного инструктажа для различных рабочих мест и профессий различен. Кроме того, первичный инструктаж обязателен для всех работников рассматриваемого предприятия, поскольку присутствует технологическое оборудование, аппараты, химические вещества и электротехнические средства, и техника.

В таблице 4 приведена программа первичного инструктажа на рабочем месте.

Таблица 4 - Программа первичного инструктажа на рабочем месте для работников цеха ООО «НПП «Полипластик»

Разделы и основные вопросы первичного инструктажа	Время
Вводная часть Описание направления деятельности объекта – перечень веществ и материалов, АХОВ, обращающихся в производстве Режим труда. Требования производственной дисциплины. Обстановка на рабочем месте. Общие правила поведения. Порядок перемещения по территории.	10 мин
Сведения о технологическом процессе производства Основные обязанности работника. Правила электробезопасности. Порядок включения техники. Демонстрация приемов работы с техникой.	20 мин

Продолжение таблицы 4

Разделы и основные вопросы первичного инструктажа	Время
Организация охраны труда Опасные и вредные факторы. Правила безопасного поведения на рабочем месте. Применение средств индивидуальной защиты. Порядок выдачи средств индивидуальной защиты.	15 мин
Меры предупреждения опасных ситуаций Основные причины возникновения опасных ситуаций. Местонахождение средств пожаротушения и сигнализации. Правила поведения в опасной ситуации. Оказание первой помощи пострадавшему. Пути эвакуации.	15 мин
Подготовка рабочего места к работе Проверка общих условий труда. Приемы проверки работоспособности техники. Действия при обнаружении неисправности.	5 мин
Завершение работы Последовательность отключения техники Наведение порядка. Моменты, обязательные для проверки перед уходом с рабочего места.	5 мин
Изучение инструкции по охране труда	10 мин
Проверка знаний по итогам инструктажа	10 мин
Общее время инструктажа	1 час 30 мин

«Организация проведения первичного инструктажа для нового сотрудника перед началом его работы является обязанностью работодателя и преследует цель обеспечить соблюдение работником правил поведения, направленных на предупреждение возникновения ситуаций, опасных как для жизни и здоровья работника, так и для сохранности имущества работодателя» [20].

Вывод к разделу 7

Разработана процедура первичного инструктажа.

Процедура первичного инструктажа на рабочем месте включает вопросы по охране труда, связанные со спецификой объекта – производства и изготовления полимерных композиций путем смешивания компонентов, входящих в их состав. То есть необходимо изучить поведение веществ и материалов при различных температурных режимах и технологических параметрах. Кроме того, необходимо понимать, как действовать в случае аварийных ситуаций и при нарушении технологических режимов. Это и умение пользоваться СИЗОД, другими средствами защиты.

8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

В ходе рассмотрения производственного технологического процесса ООО «НПП «Полипластик» необходимо отметить, что оно предназначено для изготовления полимерных композиций путем смешивания компонентов, входящих в их состав.

«Целями политики в области охраны окружающей среды являются:

- предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций;
- снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций;
- ликвидация чрезвычайных ситуаций;
- разграничение полномочий в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями» [10].

Это предприятие, занимающее большое техносферное пространство, где присутствует угроза загрязнения элементов окружающей среды [23].

«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;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;
- независимость государственного экологического надзора;
- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;

- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- 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» [13].

На объекте предусмотрена система и мероприятия о проведении общественных обсуждений проектной документации, включая материалы оценки воздействия на окружающую среду: «Организация слива изобутана из автомобильных цистерн и налива бутан-бутиленовой фракции в автомобильные цистерны»

Основными мероприятиями по организации мониторинга являются визуальное и инструментальное наблюдение за состоянием расположенных вблизи строящегося объекта: технологической установки корп. 946, технологических эстакад.

Вывод к разделу 8

В ходе рассмотрения производственного технологического процесса ООО «НПП «Полипластик» необходимо отметить, что оно предназначено для изготовления полимерных композиций путем смешивания компонентов, входящих в их состав. На объекте предусмотрена система и мероприятия о проведении общественных обсуждений проектной документации, включая материалы оценки воздействия на окружающую среду: «Организация слива изобутана из автомобильных цистерн и налива бутан-бутиленовой фракции в автомобильные цистерны»

Основными мероприятиями по организации мониторинга являются визуальное и инструментальное наблюдение за состоянием расположенных вблизи строящегося объекта: технологической установки корп. 946, технологических эстакад.

Это предприятие, занимающее большое техносферное пространство, где присутствует угроза загрязнения элементов окружающей среды.

9 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В таблице 5 описаны сведения и методы для обеспечения ПБ цеха ООО «НПП «Полипластик».

Таблица 5 – Сведения по плану мероприятий обеспечения ПБ

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата выполнения	Примечание
Проверка узлов механизмов, чистка деталей, проведение текущего и капитального ремонта, выявление оборудования, подлежащего списанию – превентивные мероприятия по снижению пожароопасных ситуаций	Руководитель предприятия, инженер ПБ, мастер цеха	01.02.2022	выполнено
Обучение мерам ПБ работников цеха, внеочередная проверка знаний и практических навыков в ходе возникновения аварийной ситуации, разбор ошибок, отработка до нормируемых показателей (выхода из здания, отключения электросети)	Руководитель предприятия, инженер ПБ, мастер цеха	02.03.2022	выполнено
Внедрение системы противодымной защиты, замена элементов предохранительных систем и мембран в оборудования, которое может привести к пожару	Руководитель предприятия, инженер ПБ, мастер цеха	01.02.2022-01.04.2022	в процессе выполнения
Обновление инструкций ПБ, мерам и действиям в случае аварийных ситуаций, стендов и указательных элементов	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	в процессе выполнения
Проверка плана замечаний, выявленных в ходе проверки органов надзорной деятельности, устранение замечаний согласно плану	Руководитель предприятия, инженер ПБ, мастер цеха	01.02.2022-01.04.2022	в процессе выполнения

Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации

На объекте спроектирована АУПТ. В таблице 6 представлены данные о смете затрат.

Таблица 6 - Смета затрат на установку АУПТ на объекте

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	200 000
Стоимость оборудования	580 000
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	780 000

В таблице 7 приведены исходные данные для расчетов для цеха ООО «НПП «Полипластик».

Таблица 7 - Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Базовый вариант	Проектный вариант
Общая площадь	м ²	F	350	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	Руб/м ²	C _т	580 000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C _к	125 000	
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	J	3,66×10 ⁻²	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м ²	F _{пож}	15	
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м ²	F* _{пож}	-	4,2
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p ₁	0,82	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p ₂	0,84	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p ₃	0,92	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,54	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,67	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	v _л	0,525	
Время свободного горения	мин	B _{свг}	6	
Стоимость оборудования	Руб.	K	-	580 000
Норма амортизационных отчислений	%	H _{ам}	-	1
Суммарный годовой расход	т	W _{ов}	-	60
Оптовая цена огнетушащего вещества	Руб.	Ц _{ов}	-	1000
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	k _{тзср}	-	1,3
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии	Руб.	Ц _{эл}	-	0,8
Годовой фонд времени работы установленной мощности	ч	T _р	-	0,84
Установленная электрическая мощность	кВт	N	-	0,12
Коэффициент использования установленной мощности	-	k _{им}	-	30

Годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения M(Π1):

$$M(\Pi 1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (14)$$

где M(Π₁) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных пожарными подразделениями;

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

Математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (15)$$

$$M(\Pi_1) = 3 \cdot 350 \cdot 580000 \cdot 25 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,79 = 459187,5$$

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./ м^2 ;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м^2 ;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

Вероятность безотказной работы первичных средств тушения определяется по таблице 8.

Таблица 8 – Вероятность безотказной работы

Скорость распространения горения по поверхности, Y_1 м/мин	0.35	0.54	0.69	0.8	0.9
Вероятность безотказной работы первичных средств тушения, p_1	0.85	0.79	0.46	0.27	0.12

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (16)$$

где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

C_K – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

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

$$M(\Pi_2) = 3 \cdot 1240 \cdot (580000 \cdot 25 + 50\,000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,21 \cdot 0,75 = 438\,091$$

Вероятность тушения пожара привозными средствами определяется по таблице 9.

Таблица 9 – Вероятность тушения пожара привозными средствами

Нормативный расход воды на наружное пожаротушение, q_n л/с	15	20	30	40	60	100	160
Вероятность тушения пожара привозными средствами, p_2	0.5	0.6	0.75	0.85	0.95	0.99	0.999

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (17)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 .

$$M(\Pi_3) = 3 \cdot 1240 \cdot (580000 \cdot 25 + 50\,000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,21 \cdot 0,75 = 62091$$

$$M(\Pi) = 460\,000 + 438\,000 + 62\,091 = 960\,091$$

Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{св}} \cdot r)^2 \quad (18)$$

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

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

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (2,4 \cdot 12)^2 = 2604,4$$

Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения $M(\Pi_2)$:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (19)$$

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

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (20)$$

где $F_{\text{пож}}^*$ – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м²;

p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

$$M(\Pi_1) = 3 \cdot 1240 \cdot (580000 \cdot 25) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,21 \cdot 0,75 = 413\,125,0$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (21)$$

$$M(\Pi_2) = 3 \cdot 1240 \cdot (580000 \cdot 25 + 50\,000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) = 213456$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (22)$$

Рассчитать эксплуатационные расходы P на содержание автоматических систем пожаротушения:

$$P = A + C \quad (23)$$

где A – затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

C – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год.

$$P = 250000 + 320000 = 580\ 000$$

Текущие затраты:

$$C = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{о.в.}} \quad (24)$$

где $C_{\text{т.р.}}$ – затраты на текущий ремонт;

$C_{\text{с.о.п.}}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$C_{\text{о.в.}}$ – затраты на огнетушащее вещество.

$$C = 150\ 000 + 145\ 000 + 85\ 000 = 380\ 000$$

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot N_{\text{т.р.}}}{100\%} \quad (25)$$

где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$N_{\text{т.р.}}$ – норма текущего ремонта, %.

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{580000 \cdot 75\%}{100\%} = 435000$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot Ч \cdot \text{ЗПЛ} \quad (26)$$

где $Ч$ – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

ЗПЛ – заработная плата 1 работника, руб./мес.

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot 42 \cdot 35\ 000 = 17640000$$

Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{\text{о.в.}} = W \cdot Ц \cdot k_{\text{т.з.с.р.}} \quad (27)$$

где W – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

$K_{т.з.с.р.}$ – коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов.

$$C_{о.в.} = 25000 \cdot 12\,500 \cdot 0,23 = 71875000$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (28)$$

где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

H_a – норма амортизации, %.

$$A = \frac{580\,000 \cdot 1,25}{100\%} = 725000$$

Чистый дисконтированный поток доходов:

$$И_t = ([M(П1) - M(П2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (16) \quad (29)$$

где t – год осуществления затрат;

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

P_1, P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год.

$$И_t = ([459187,5 - 38091 - [169000]]) \cdot \frac{1}{(1+0,3)^1} - 580000 = 326,47$$

Определить интегральный экономический эффект:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t \quad (30)$$

где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода).

$И_t$ – чистый дисконтированный поток доходов на t -году проекта.

Расчеты по эффективности мероприятий сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Интегральный экономический эффект

Нормируемый параметр	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	C_2-C_1	D	$[M(\Pi)1-M(\Pi)2] \cdot D - (C_2-C_1)$	K_2-K_1	Чистый дисконтированный поток доходов
1	149 241,23	32 125,32	0,98	112 124,3	780000	-147 214,2
2	149 241,23	32 125,32	0,95	110 365,4	-	112 512,3
3	149 241,23	32 125,32	0,92	99 451,2	-	102 256,3
4	149 241,23	32 125,32	0,89	94 563,3	-	98 541,2
5	149 241,23	32 125,32	0,85	88 258,2	-	93 142,2
6	149 241,23	32 125,32	0,84	84 659,4	-	86 214,1
7	149 241,23	32 125,32	0,79	78 456,4	-	82 214,2
8	149 241,23	32 125,32	0,74	72 785,3	-	81 142,2
9	149 241,23	32 125,32	0,71	64 634,3	-	75 412,2
10	149 241,23	32 125,32	0,68	58 413,3	-	64 259,3
11	149 241,23	32 125,32	0,64	51 789,3	-	60 582,3
12	149 241,23	32 125,32	0,62	48 231,3	-	54 125,2
13	149 241,23	32 125,32	0,58	43 336,2	-	48 523,2
14	149 241,23	32 125,32	0,54	39 456,2	-	42 241,2
15	149 241,23	32 125,32	0,51	34 774,2	-	40 125,2
16	149 241,23	32 125,32	0,48	31 442,2	-	38 253,2
17	149 241,23	32 125,32	0,45	29 228,3	-	35 125,3
18	149 241,23	32 125,32	0,42	26 849,3	-	24 245,6
19	149 241,23	32 125,32	0,4	14 112,7	-	18 256,4
20	149 241,23	32 125,32	0,35	12 589,1	-	10 243,3

Вывод к разделу 9

Интегральный экономический эффект составит 632156,2 руб. Устройство может быть применено.

Описаны сведения и методы для обеспечения ПБ цеха ООО «НПП «Полипластик». Проверка узлов механизмов, чистка деталей, проведение текущего и капитального ремонта, выявление оборудования, подлежащего списанию – превентивные мероприятия по снижению пожароопасных ситуаций

Обучение мерам ПБ работников цеха, внеочередная проверка знаний и практических навыков в ходе возникновения аварийной ситуации, разбор ошибок, отработка до нормируемых показателей (выхода из здания, отключения электросети).

Внедрение системы противодымной защиты, замена элементов предохранительных систем и мембран в оборудования, которое может привести к пожару.

Заключение

В настоящей ВКР были обобщены сведения выбранного объекта защиты промышленного предприятия, далее обобщены сведения существующей системы противопожарной защиты здания и приведены для внедрения некоторые технические устройства для противодымной защиты. Кроме того, также был исполнен расчет прогноза пожара по наихудшему варианту, сформулированы выводы. И, в дополнение, приведены меры и методы в области охраны труда и охраны окружающей среды, а также расчеты по эффективности мер в области техносферной безопасности.

Разработан комплекс мер и определен ряд технических средств по противодымной защите применимо к промышленному предприятию.

Обобщены собранные сведения непосредственно по специализации ПБ выбранного предприятия, спрогнозирована пожароопасная ситуация на предприятии и разработаны меры и методы в области охраны труда и охраны окружающей среды, а также проведены расчеты по эффективности мер в области техносферной безопасности.

Обеспечение безопасности в зданиях и сооружениях, на производственных объектах является актуальной темой для изучения, размышления и исследования. Пожарная безопасность как составной элемент техносферной безопасности на сегодняшний день составляет обширный многозадачный комплекс, требующий решения и применения на практике. Обусловлено это тем, что с ростом техносферного пространства, возрастает риск возникновения аварийных ситуаций, нарушения технологического процесса, пожаров и взрывов на объектах промышленного значения. Поэтому и необходимы перспективные направления развития обеспечения пожарной и промышленной безопасности.

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Система обеспечения пожарной безопасности – это комплекс организационных и технических мероприятий, которые направлены на профилактику пожаров и недопущение пожароопасных ситуаций. Прежде всего, это обучение работников объекта мерам ПБ с обязательным принятием зачетов и практической отработкой навыков под руководством профессиональных органов (подразделений пожарной охраны, лиц органов надзорной деятельности ПО). Далее это проектирование объекта согласно нормам положенности,

допустимым объемно-планировочным решениям и содержание эвакуационных путей, выходов и элементов пожарной безопасности в исправном состоянии. Третье, это соблюдение безопасности при ведении технологического процесса, то есть соблюдение всех видов ремонта оборудования, узлов и механизмов деталей процесса, наличие работоспособных средств противопожарной защиты (АПС, СОУЭ, АУПТ, ПК, ПГ, противодымной защиты). Остановимся подробно на средствах противодымной защиты. По мнению специалистов в области пожарной безопасности, это неотъемлемая часть выполнения безопасности в организации. Объясняется, это мнение тем, что при возникновении пожароопасных ситуаций помимо сохранения материальных ценностей, основной упор приходится на обеспечение безопасности людей и окружающей среды. Таким образом, обращаясь к нормативно-правовым источникам профессиональной литературы, необходимо вспомнить, что опасными факторами пожара помимо всего прочего является задымление, дым, токсичные продукты горения. Далее, обратимся к статистическим данным. Зафиксировано, что в 87% случаев смерть на пожаре возникает вследствие отравления продуктами горения. Смерть в непригодной для дыхания среде возникает в течение 5-8 минут от момента начала пожара (усредненные показатели, поскольку картина пожара всегда специфична и едина в своем роде).

«Последствия ЧС природного и техногенного характера могут быть весьма значительными и, как показывает анализ, в ряде случаев парализуют нормальное функционирование объектов экономики и существенно нарушают жизнедеятельность населения на обширных территориях. Для наглядной характеристики данного положения достаточно вспомнить аварии на Чернобыльской АЭС, Севезо (Италия), Бхопале (Индия), катастрофические наводнения в Якутии (Ленск) и Южном федеральном округе, крупные землетрясения на Сахалине в Турции и т.д» [6].

Список используемых источников

1. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992–07–01. (ред. от 12.012.2020) – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 11 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 19.02.2022).
2. ГОСТ Р 53300-2009. Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний. – Введ. 2010–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 11 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071862> (дата обращения: 19.01.2022).
3. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (направлен указанием МЧС России от 26.05.2010 (ред. от 21.04.2019) №43-2007-18) [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/metodicheskie-rekomendatsii-po-deistvijam-podrazdelenii-federalnoi-protivopozharnoi-sluzhby-pri/> (дата обращения: 03.03.2022).
4. Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420359157> (дата обращения: 03.03.2022).
5. Методические рекомендации по организации деятельности оперативных штабов ликвидации чрезвычайных ситуаций (утв. МЧС России 01.11.2013 №2-4-87-34-14) [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-organizatsii-deyatelnosti-operativnyh-shtabov-likvidatsii-chrezvychaynyh-sit/> (дата обращения: 03.03.2022).
6. Методические рекомендации по планированию действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов от 18.08.2003 (ред. от 21.05.2019) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050664> (дата обращения: 03.03.2022).
7. Методические рекомендации по работе органов управления и сил РСЧС по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных заторами на федеральных автомобильных дорогах (утв. протоколом заседания правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению ПБ от 27.11.2015 №9) [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-rabote-organov-upravleniya-i->

sil-RSCHS-po-preduprezhdeniyu-i-likvidatsii-chre-solt-cuhccec/ (дата обращения: 03.03.2022).

8. Новости пожаробезопасности полимерных материалов [Электронный ресурс] : URL: <https://www.smitgroup.online/articles/view/12> (дата обращения: 02.03.2022).

9. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 02.04.2020). URL: <https://rulings.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-30.12.2003-N-794/> (дата обращения: 02.03.2022).

10. О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 68 (ред. от 30.12.2021). URL: <https://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 02.03.2022).

11. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 (ред. от 11.06.2021). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102033559> (дата обращения: 02.03.2022).

12. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.08.1995 № 151 (ред. от 01.07.2021). URL: <https://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.08.1995-N-151-FZ/> (дата обращения: 02.03.2022).

13. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 (ред. от 30.12.2021). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=413568> (дата обращения: 02.03.2022).

14. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (рег. от 20.02.2018). URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 02.03.2022).

15. Об установлении критериев ЧС природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608475690> (дата обращения: 02.03.2022).

16. Об утверждении правил охраны труда в подразделениях пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ Министерства Труда и социального развития от 11.12.2020 № 881н (рег. от 24.12.2020). URL:

<https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Mintruda-Rossii-ot-11.12.2020-N-881n/> (дата обращения: 02.03.2022).

17. Об утверждении устава подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 20.10.2017 № 452 (ред. от 22.03.2018). URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-20.10.2017-N-452/> (дата обращения: 02.03.2022).

18. Пат. 159828 Российская Федерация, МПК А62С 4/00 (2006.01). Противопожарный дымовой клапан антивандального исполнения с электроприводом/ Скурат В.Д, Тур А.Н. ; заявитель и патентообладатель Иностранное частное производственное унитарное предприятие «ВЕЗА-Г» (BY). - № 2015145362/12; заявл. 21.10.2015 ; опубл. 20.02.2016, Бюл. № 5. – 6 с. URL: <https://patents.google.com/patent/RU159828U1/ru> (дата обращения: 02.03.2022).

19. Пат. 2753100 Российская Федерация, МПК F24F 13/10 (2006.01), F24F 11/00 (2006.01), F16K 31/04 (2006.01). Способ изготовления электропривода для воздушных заслонок, клапанов противопожарных и дымоудаления/ Ромаш В.Ф и др. ; заявитель и патентообладатель ООО «Лаборатория Конструкторско-Технологической Подготовки и Организации Производства». – № 2020128646 ; заявл. 25.03.2020 ; опубл. 11.08.2021, Бюл. № 23. – 4 с. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2753100C1/ru> (дата обращения: 02.03.2022).

20. Программа первичного инструктажа на рабочем месте [Электронный ресурс]. – URL: https://nalog-nalog.ru/ohrana_truda/programma_pervichnogo_instruktazha_na_rabochem_meste/ (дата обращения: 04.03.2022).

21. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 30.04.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-28.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 02.03.2022).

23. ISO 25523-1:2020. Information about fire and objects. – Fires at chemical plants – Part 1: Thesauri for information retrieval. – URL: <https://www.iso.org/standard/53657.html> (дата обращения: 20.01.2022).

24. Fire alarm system design with Safety Systems Designer. – URL: <https://www.boschsecurity.com/xc/en/solutions/fire-alarm-systems/fire-alarm-system-design/> (дата обращения: 20.01.2022).

25. Fire Protection Technology. – URL: <https://www.usfa.fema.gov/prevention/technology/> (дата обращения: 20.01.2022).

26. Public Fire Information Websites. – URL: <https://www.fs.usda.gov/science-technology/fire/information> (дата обращения: 20.01.2022).

27. Fire technology news & articles. – URL: <https://www.firerescue1.com/fire-products/technology/articles/> (дата обращения: 20.01.2022).