

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 Проектирование установки автоматического пожаротушения

Студент

А.С. Нестерова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Е. Агольцев

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Проектирование установки автоматического пожаротушения».

В разделе «Характеристика объекта» представлено описание объемно-планировочных и конструктивных решений здания склада готовой продукции.

В разделе «Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты» представлен генеральный план объекта, исследованы цели создания системы обеспечения пожарной безопасности здания склада готовой продукции, проанализирован комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на здание.

В разделе «Прогноз и развитие пожара на объекте» спрогнозированы места и возможное развитие пожара на объекте, а также наибольшая степень угрозы жизни и здоровью людям в здании, произведена разработка схемы расстановки сил и средств при тушении прогнозируемого пожара в помещении склада готовой продукции.

В разделе «Разработка и внедрение системы АУПТ» представлена принципиальная схема АУПТ в помещениях склада готовой продукции и карта орошения АУПТ в помещениях склада готовой продукции.

В разделе «Организация работ по обслуживанию и ремонту АУПТ» приведена схема мероприятий по обслуживанию и ремонту АУПТ и разработан перечень работ по обслуживанию и ремонту АУПТ в помещениях склада готовой продукции.

В разделе «Разработка необходимой эксплуатационной документации для обслуживающего и дежурного персонала» разработаны правила эксплуатации установок (систем) противопожарной защиты на исследуемом объекте.

В разделе «Охрана труда» представлена процедура специальной оценки условий труда в организации и разработаны технические устройства обеспечения защиты обслуживающего персонала от опасных напряжений, которые могут возникнуть на корпусах электрооборудования в результате повреждения изоляции.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проанализировано антропогенное воздействие склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» на окружающую среду, виды образующихся отходов, их предельное накопление и сроки хранения, разработан способ очистки воздуха в вентиляционных системах склада готовой продукции.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведён расчёт ожидаемых потерь ПО УЗМВ «Волжанка» от пожаров в помещениях склада готовой продукции, эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения, экономический эффект от выполнения предложенного плана по оборудованию системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10» помещений склада готовой продукции.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 53 страниц, 7 рисунков, 9 таблиц, графический материал на отдельных листах.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Характеристика объекта	9
2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты	12
3 Прогноз и развитие пожара на объекте.....	18
4 Разработка и внедрение системы АУПТ.....	24
5 Организация работ по обслуживанию и ремонту АУПТ.....	29
6 Разработка необходимой эксплуатационной документации для обслуживающего и дежурного персонала.....	31
7 Охрана труда.....	34
8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	37
9 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	41
Заключение	48
Список используемых источников.....	51

Введение

Ключевыми рисками для крупного складского здания являются пожар.

Пожар представляет значительный риск для любого бизнеса, но особенно для складов, которые обычно представляют собой большие помещения, заполненные товарами, что способствует распространению огня.

Риску пожара подвергается не только хранящийся продукт, но и упаковочные материалы, системы хранения и строительные материалы, которые увеличивают пожарную нагрузку.

Пожарная безопасность включает в себя предотвращение возникновения пожаров и снижение прямых и косвенных убытков.

Реальность такова, что единственным проверенным методом борьбы с пожаром на складе является правильно спроектированная и обслуживаемая автоматическая система пожаротушения.

Цель исследования – проектирование установки автоматического пожаротушения в помещениях склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка».

Задачи:

- представить описание объемно-планировочных и конструктивных решений объекта;
- представить генеральный план объекта;
- исследовать цели создания системы обеспечения пожарной безопасности здания;
- проанализировать комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара;
- спрогнозировать места и возможное развитие пожара на объекте;
- рассмотреть наибольшую степень угрозы жизни и здоровью людям в здании;

- разработать схему расстановки сил и средств при тушении прогнозируемого пожара;
- разработать принципиальную схему АУПТ в помещениях объекта;
- разработать карту орошения АУПТ;
- разработать перечень работ по обслуживанию и ремонту АУПТ;
- разработать правила эксплуатации установок (систем) противопожарной защиты на исследуемом объекте;
- разработать процедуру специальной оценки условий труда в организации;
- разработать технические устройства обеспечения защиты обслуживающего персонала от опасных напряжений, которые могут возникнуть на корпусах электрооборудования;
- проанализировать антропогенное воздействие объекта на окружающую среду, виды образующихся отходов, их предельное накопление и сроки хранения;
- разработать способ очистки воздуха в вентиляционных системах исследуемого объекта;
- произвести расчёт ожидаемых потерь от пожаров, эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения, экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Класс конструктивной пожарной опасности – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара» [20].

Класс функциональной пожарной опасности – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая назначением и особенностями эксплуатации указанных зданий, сооружений и пожарных отсеков, в том числе особенностями осуществления в указанных зданиях, сооружениях и пожарных отсеках технологических процессов производства» [20].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [20].

Пожарная опасность веществ и материалов – «состояние веществ и материалов, характеризующее возможность возникновения горения или взрыва веществ и материалов» [20].

Противопожарный режим – комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации объекта (изделия), направленных на обеспечение его пожарной безопасности.

Эвакуация людей при пожаре – вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ГГ – горючий газ.

ГЖ – горючая жидкость.

ГЗШ – главная заземляющая шина.

КИП – контрольно-измерительные приборы.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

МАУПТ – модульные автоматические установки порошкового пожаротушения.

МПП – модуль порошкового пожаротушения.

ПО – потребительское общество.

РД – руководящий документ.

СП – свод правил.

ТК – трудовой кодекс.

УЗМВ – Ундоровский завод минеральной воды.

ФЗ – Федеральный закон.

1 Характеристика объекта

Здание склада готовой продукции представляет собой одноэтажное, прямоугольное в плане здание с размерами в плане 48×104 м, высота до низа несущих конструкций покрытия 6 м.

Здание склада готовой продукции – каркасное. Каркас здания запроектирован в металлических конструкциях рамного типа ООО «Ruukki Rus» серии «Кондор». Здание двухпролетное – величина пролетов – 24 м; шаг металлических рам в продольном направлении 9 м (крайних 7 м).

Кровля двускатная с уклоном 10% с неорганизованным наружным водостоком. Конструкция покрытия – поэлементной сборки, выполнена из оцинкованного окрашенного профилированного листа ВН45 (цвет – белый RAL 9003); стекловолоконного утеплителя ISOVER КТ40 толщиной 50мм, ISOVER КТ40 – АL толщиной 100 мм; оцинкованного окрашенного профилированного листа ВС18 (цвет – белый RAL 9003).

Наружные стены склада готовой продукции выполнены двух типов. Первый тип стен (на высоту 300 мм от уровня земли) – цоколь. Конструкция цоколя – трехслойная: выполнена из кирпича КОЛПо 1 НФ/100/2,0/35 ГОСТ 530-2007 толщиной 120 мм, утеплителя плитного пенополиуретана $\gamma=40\text{кг/м}^3$ толщиной 40 мм, кирпича КОРПо 1 НФ/100/2,0/25 толщиной 250 мм по ГОСТ 530-2007. Второй тип стен – металлические структурные сэндвич панели «Венталл-С3mm» с утеплителем из минеральной ваты на синтетическом связующем марки Nobasil толщиной 120 мм (цвет наружной обшивки – синий/белый RAL 5005/ RAL 9003; цвет внутренней обшивки – белый RAL 9003).

Ограждающие стены и внутренние перегородки служебных помещений на отм. 0,000 выполнены из обыкновенного кирпича толщиной 250, 120 мм КОРПо 1НФ 100/2.0/25 ГОСТ 530-2007 на цементно-песчаном растворе М75 ГОСТ 28013-98.

Высота от отметки поверхности проезда для пожарных машин до нижней границы окна в наружной стене 2,35 и 4,0 м.

Пространственная, планировочная и функциональная организация разделена перегородками на следующие процессы:

а) основные:

1) помещение склада готовой продукции;

б) вспомогательные — административно-бытовые помещения:

1) мужская и женские гардеробные на 8 шкафов;

2) душевые;

3) санузлы;

4) комната уборочного инвентаря;

5) кабинет кладовщиков;

б) диспетчерская;

7) комната приема пищи;

в) коммуникационные:

1) тамбур;

г) технические:

1) электрощитовая.

Объемно-планировочные и конструктивные решения здания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объемно-планировочные и конструктивные решения

Наименование показатели	Здание склада готовой продукции
1	2
Площадь застройки, м ² :	5097,95
Общая площадь, м ² :	5105,74
Строительный объем, м ³ :	41070,52
Этажность	1
Основные размеры здания в осях, м:	-
длина	48
ширина	104

Продолжение таблицы 1

1	2
высота от отметки проезда пожарных машин до нижней границы окна, м	2,35; 4,0
Стены наружные	Конструкция цоколя - трехслойная: выполнена из кирпича КОЛПо 1 НФ/100/2,0/35 ГОСТ 530-2007 толщ.120мм, утеплителя плитного пенополиуретана $\gamma=40\text{кг/м}^3$ толщ.40мм, кирпича КОРПо 1НФ/100/2,0/25 толщ.250мм по ГОСТ 530-2007. Наружные стены - металлические структурные сэндвич панели «Венталл-С3mm» с утеплителем из минеральной ваты на синтетическом связующем марки Nobasil толщ. 120мм (цвет наружной обшивки – синий/белый RAL 5005/ RAL 9003; цвет внутренней обшивки - белый RAL 9003).
Внутренние стены и перегородки	Ограждающие стены и внутренние перегородки служебных помещений на отм. 0,000 выполнены из обыкновенного кирпича толщ.250, 120 мм КОРПо 1НФ 100/2.0/25 ГОСТ 530-2007 на цементно-песчаном растворе М75 ГОСТ 28013-98.
Перекрытие административно-бытовых помещений	Монолитное железобетонное
Кровля	Кровля двускатная с уклоном 10% с неорганизованным наружным водостоком. Конструкция покрытия - поэлементной сборки, выполнена из оцинкованного окрашенного профилированного листа ВН45 (цвет – белый RAL 9003); стекловолоконного утеплителя ISOVER КТ40 толщиной 50мм, ISOVER КТ40 – АL толщиной 100мм; оцинкованного окрашенного профилированного листа ВС18 (цвет – белый RAL 9003).
Колонны, рамы, прогоны	металлические

Вместимость здания – 8 чел., в максимальную смену – 3 чел.

Выводы по 1 разделу.

Исследуемый объект представляет из себя часть целостного производственно-складского комплекса в совокупности со смежными земельными участками, с учетом территории и функционального назначения прилегающих объектов.

2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты

Система обеспечения пожарной безопасности здания склада готовой продукции по адресу: с. Ундоры Ульяновского района Ульяновской области, ул. Советская, 47Б основывается на положениях федерального закона от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее ФЗ № 123).

Генеральный план объекта представлен на рисунке 1.

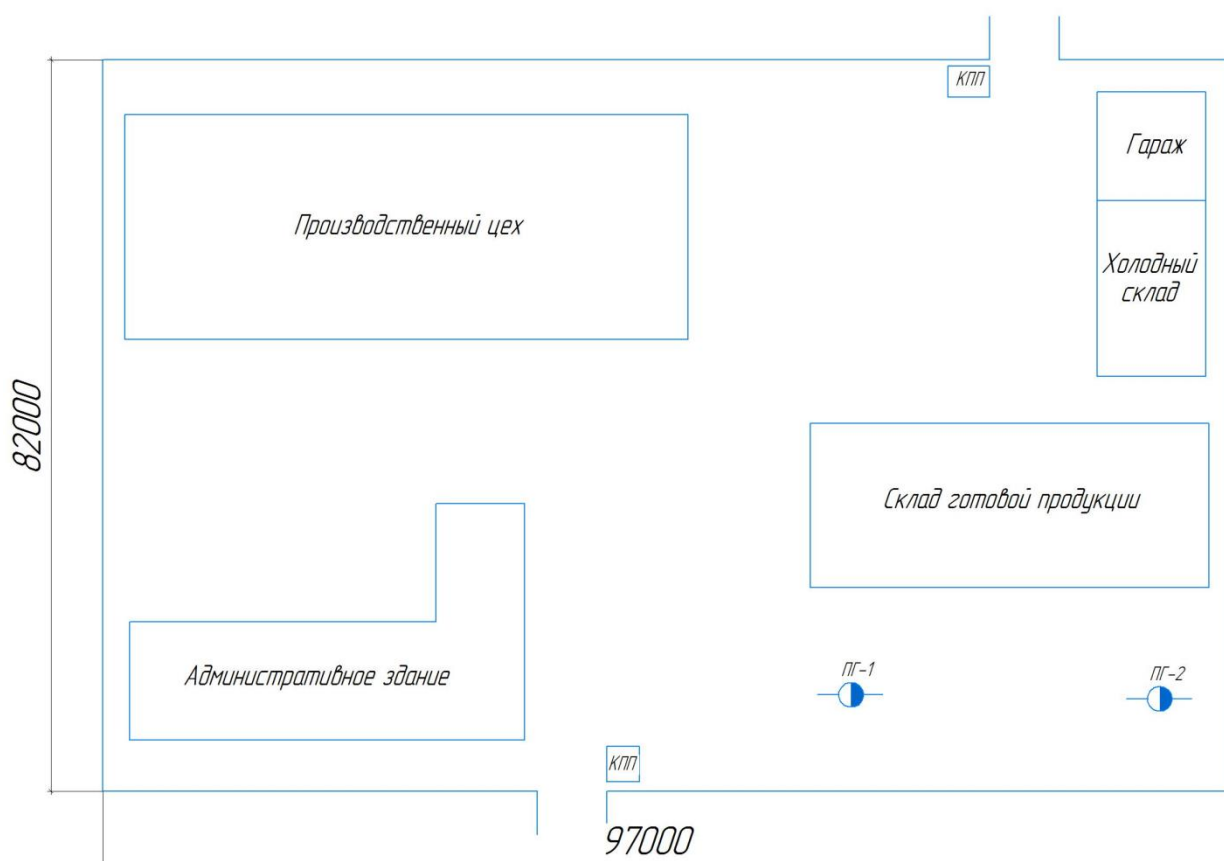


Рисунок 1 – Генеральный план объекта

Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности здания является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре.

Система обеспечения пожарной безопасности здания склада готовой продукции включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности здания содержит комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного настоящим Федеральным законом, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара (согласно ст.5 ФЗ №123).

Система предотвращения пожара включает в себя комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара в здании производственного корпуса, и предусматривает применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов (согласно ст. 49 ФЗ №123).

Система противопожарной защиты включает в себя комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на здание, и предусматривает (согласно ст. 52 ФЗ №123):

- применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
- устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, системы автоматических установок пожаротушения и систем противодымной защиты
- огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности здания, а также с ограничением пожарной опасности

поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;

- применение огнезащитных составов (огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;
- применение первичных средств пожаротушения;
- организацию деятельности подразделений пожарной охраны.

Административно-бытовые помещения отделены от основного помещения склада готовой продукции противопожарными стенами 2 типа не менее REI 45 и противопожарными перекрытиями 3 типа не менее REI 45 табл.23 приложения ФЗ №123 согласно п.6.1.22 СП 4.13130.

Стены – кирпичные толщиной 250 мм, перекрытия железобетонные.

Противопожарные расстояния между зданиями соответствуют нормативным требованиям главы 4, п.4.3 и табл. 1 СП 4.13130.

Расстояние между зданием склада готовой продукции IV, С1 и ближайшим к нему существующим зданиям составляет 15,5 м, что соответствует минимальным расстояниям между зданиями 8 м (согласно табл. 1 СП 4.13130).

Показатели по огнестойкости и пожарной опасности зданий представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Пожарно-технические показатели здания

Наименование показателя	Здание склада готовой продукции
Степень огнестойкости	IV
Класс конструктивной пожарной опасности	С1
Класс функциональной пожарной опасности	Ф5.2

Класс конструктивной пожарной опасности конструкций определяется по таблице 22 (ФЗ №123). В соответствии с классом конструктивной пожарной опасности здания (С1), класс пожарной опасности основных

строительных конструкций принимается К1 (Несущие элементы каркаса, наружные стены, перекрытия, внутренние перегородки). «Степень огнестойкости конструкций определяется по таблице 21 (ФЗ №123)» [20].

В соответствии со степенью огнестойкости здания (IV), степень огнестойкости конструкций принимается:

- наружные ненесущие стены не менее E15 – металлические структурные сэндвич панели «Венталл-С3mm» с утеплителем из минеральной ваты на синтетическом связующем марки Nobasil толщиной 120 мм EI 60;
- колонны металлические приняты не менее R15;
- перекрытия железобетонные не менее REI 15;
- внутренние стены кирпичные толщиной 250мм не менее REI 90» [20].

Наружное пожаротушение объекта защиты осуществляется из пожарного гидранта, расположенного на сети водопровода (согласно п. 8.6. СП 8.13130 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности»). Потребный напор обеспечивается автонасосами пожарных частей согласно СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84* Актуализированная редакция «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СП 8.13130 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».

На наружное пожаротушение (из пожарных гидрантов) предусмотрено 40 л/сек. Продолжительность тушения пожара из пожарных гидрантов составляет 3 часа. Количество пожаров на площадке – один.

К зданию склада готовой продукции предусмотрен проезд пожарных машин со всех сторон (соответствует п. 4, ст. 98 ФЗ №123).

Расстояние от внутреннего края подъезда до стены здания составляет от 3 до 11 м, что не более 25 м (согласно п. 7 ст.98 ФЗ №123).

Подъезд пожарных машин обеспечивается по автодорогам с твердым покрытием из асфальтобетона.

Дислокация подразделения пожарной охраны обеспечивает время прибытия первого подразделения к месту вызова не более 10 минут (согласно ст. 76, п. 1 ФЗ №123).

В здании склада готовой продукции предусматривается 16 эвакуационных выходов.

Двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания, кроме некоторых помещений с одновременным пребыванием не более 15 чел. и путей эвакуации, предназначенных не более чем для 15 чел., кладовых площадью не более 200 м² без постоянных рабочих мест, санитарных узлов (согласно п. 4.2.6 СП 1.13130).

Эвакуационные пути бытовых помещений склада проектируются в соответствии с требованиями раздела 8.3 СП 1.13130. Расстояние по путям эвакуации от дверей наиболее удаленных помещений до выхода наружу или лестничную клетку не более указанного в таблице 26 СП 1.13130 (согласно п. 8.3.3.).

Эвакуационные пути в здании и выходы из него обеспечивают безопасную эвакуацию людей (согласно ст. 89 п.1 ФЗ №123).

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места в помещении до ближайшего выхода не превышает значений, приведенных в таблице 29 СП 1.13130 (согласно п. 9.2.7.).

Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету не менее 2 м, ширина горизонтальных участков путей эвакуации не менее 1,0 м.

В здании предусмотрено аварийное освещение, на путях эвакуации – световые указатели «Выход» (согласно п. 4.3.1 СП 1.13130).

К зданию согласно п.8.1 СП 112.13330.2011 предусмотрено устройство пожарных проездов и подъездных путей для пожарной техники, совмещенных с функциональными проездами и подъездами. К системам

противопожарного водоснабжения зданий должен быть обеспечен постоянный доступ для пожарных подразделений и их оборудования (согласно п.8.14 СП 112.13330.2011). Территория здания имеет наружное освещение в темное время суток для быстрого нахождения пожарных гидрантов для забора воды пожарными автомобилями. Для выхода на кровлю предусмотрены наружные пожарные лестницы. Пожарные лестницы выполнены из негорючих материалов, располагаются не ближе 1 м от окон (согласно п.8.8 СП 112.13330.2011)

Устройство пожарного водопровода предусмотрено исходя от степени огнестойкости, конструктивной и функциональной пожарной опасности здания, величины и пожаровзрывоопасности временной пожарной нагрузки. Наружное пожаротушение объекта защиты осуществляется из пожарных гидрантов. Внутренне противопожарное водоснабжение в здании из системы хозяйственно-питьевого противопожарного водоснабжения.

Вывод по второму разделу.

Безопасность людей при возникновении пожара обеспечивается наличием путей эвакуации в соответствии с требованиями ст. 89 ФЗ №123 и разделов 9.2 СП 1.13130.

Внутренне противопожарное водоснабжение в здании из системы хозяйственно-питьевого противопожарного водоснабжения.

На наружное пожаротушение (из пожарных гидрантов) предусмотрено 40 л/сек. Продолжительность тушения пожара из пожарных гидрантов составляет 3 часа. Количество пожаров на площадке – один.

3 Прогноз и развитие пожара на объекте

Возможным местом возникновения пожара может являться помещение склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка», так как там имеется большая горючая загрузка в виде бумаги и картона, источника зажигания в виде электропроводки.

Причиной тому могут послужить различные факторы (короткое замыкание электрической проводки, перепады и скачки напряжения в электрической сети, нарушение требований пожарной безопасности, нарушение правил пожарной безопасности) или их совокупность.

Пути распространения пожара будут являться отделочные материалы, оргтехника и мебель, упаковочные материалы и другое оборудование.

Здание имеет 4 степень огнестойкости, следовательно, обрушение строительных конструкций может произойти.

До прибытия пожарных подразделений обрушение строительных конструкций не произойдет.

Наибольшая степень угрозы жизни и здоровью людям в здании может возникнуть при позднем обнаружении пожара, вследствие чего вероятно сильное задымление всего этажа и высокая температура в горящих помещениях, а также выход продуктов сгорания за пределы горящего помещения и заполнение ими пространства смежных помещений в производственном цехе.

Эвакуация будет затрудняться плотным задымлением и его токсичностью.

В случае пожара работники эвакуируются через ближайшие выходы от места их нахождения на случай пожара из здания на улицу. Пути эвакуации – выходы, оконные проёмы.

Расстояние от места дислокации ближайшего подразделения пожарной охраны до исследуемого объекта составляет 5,2 км.

Произведём расчёт времени свободного распространения загорания по формуле 1.

$$T_I = T_{д.с.} + T_{сб} + T_{сл} + T_{б.р.}, \text{ мин.} \quad (1)$$

где $T_{д.с.}$ – время до обнаружения загорания (принимаем – сигнализация не сработала, соответственно – 8 мин.);

$T_{сб}$ – время на обработку получаемой информации о вызове (1 мин.);

$T_{сл}$ – время следования АЦ-40 на пожар, мин.;

$T_{б.р.}$ – время, необходимое ПО для боевого развёртывания отделения, мин.

К зданию склада готовой продукции предусмотрен проезд пожарных машин со всех сторон (соответствует п. 4, ст. 98 ФЗ №123).

Расстояние от внутреннего края подъезда до стены здания составляет от 3 до 11 м, что не более 25 м (согласно п. 7 ст.98 ФЗ №123).

Подъезд пожарных машин обеспечивается по автодорогам с твердым покрытием из асфальтобетона.

$$T_{сл} = 60 \times L / V \quad (2)$$

где L – расстояние от пожарного подразделения, км.,

V – скорость, с которой следую Ац-40.

$$T_{сл} = 60 \times 5,2 / 45 = 6,93 \approx 7 \text{ мин.},$$

$$T_I = 8 + 1 + 7 + 4 = 20 \text{ мин.}$$

$$L_{\phi n} = 5 \times V_{л} + V_{л} \times T_2 \quad (3)$$

где $V_{л}$ – скорость распространения пламени – 1 м/с.

$$L_{\phi n} = 5 \times 1 + 1 \times 5 = 10 \text{ м.}$$

Произведём расчёт площади пожара и площади тушения. Пожар развивается по форме полукруга.

$$S_n = \frac{1}{2} \pi \times R^2 \quad (4)$$

где $R = L_{fn}$ – путь, пройденный огнём, м.

$$S_n = 1,2 \times 3,14 \times 10^2 = 376,8 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь тушения по формуле 5.

$$S_T = P \times h_T, \text{ м}^2 \quad (5)$$

где P – периметр тушения, м.

h_T – глубина тушения, м.

$$S_T = 22 \times 5 = 110 \text{ м}^2$$

Определяем требуемый расход воды по формуле 6.

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = S_T \times I, \text{ л/с} \quad (6)$$

где I – интенсивность подачи огнетушащих веществ, л/(м² × с).

$$Q_{\text{тр}} = 110 \times 0,1 = 11 \text{ л/с};$$

Наружное пожаротушение объекта защиты осуществляется из пожарного гидранта, расположенного на сети водопровода (согласно п. 8.6. СП 8.13130 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности»). Потребный напор обеспечивается автонасосами пожарных частей согласно СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84* Актуализированная редакция «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СП 8.13130 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».

На наружное пожаротушение (из пожарных гидрантов) предусмотрено 40 л/сек. Продолжительность тушения пожара из пожарных гидрантов составляет 3 часа.

Определяем количество стволов на тушение по формуле 7.

$$N^{\text{т. ств}} = Q^{\text{т. тр.}} / q_{\text{ств. курс8}} \quad (7)$$

где $Q^{\text{т. тр.}}$ – требующийся расход воды на тушение пожара, л/с

$q_{\text{ств. курс8}}$ – номинальный расход Курс-8, л/с

$$N^{\text{т. ств}} = 11 / 8 = 1,4 \approx 2 \text{ ствола Курс-8}$$

Из особенностей расположения горючей загрузки в помещении для защиты конструкции здания склада готовой продукции необходимо 2 ручных ствола типа РСК-50, для подачи их на охлаждение строительных конструкций с целью сдерживания распространения огня через ограждающие конструкции.

Рассчитаем фактический расход огнетушащих средств на тушение и защиту по формуле 8.

$$Q_{\text{факт.}} = N_{\text{ст. курс8}} \times q_{\text{ст. курс8}} + N_{\text{ст. рск-50}} \times q_{\text{ст. рск-50}} \quad (8)$$

где $N_{\text{ст. курс8}}$ – количество ручных стволов КУРС-8, шт:

$q_{\text{ст. курс8}}$ – номинальный расход ручных стволов КУРС-8, шт.

$N_{\text{ст. рск-50}}$ – количество ручных стволов типа РСК-50, шт:

$q_{\text{ст. рск-50}}$ – номинальный расход ручных стволов типа РСК-50, шт.

$$Q_{\text{факт.}} = 2 \times 8 + 2 \times 3,7 = 23,4 \text{ л/с}$$

Так как на наружное пожаротушение (из пожарных гидрантов) на объекте предусмотрено 40 л/сек, то при требующимся расходе огнетушащих веществ (вода) на тушение и защиту помещений склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» воды в системе противопожарного водоснабжения будет достаточно.

По итогам проведения сезонной проверки работоспособности пожарных гидрантов, находящихся на балансе ПО УЗМВ «Волжанка» осенью 2021 года были сделаны выводы об их исправности.

Определяем требуемое количество пожарной техники для подачи огнетушащих веществ по формуле 9:

$$N_{\text{на}} = Q_{\text{м}}^{\text{ф}} / q_{\text{на}}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{м}}^{\text{ф}}$ – расход раствора ПО на тушение, л/с;

$q_{\text{на}}$ – производительность насоса пожарного автомобиля, л/с

$$N_{\text{на}} = 23,4/40 = 0,59 \approx 1 \text{ АЦ}$$

т.к. по расчетам необходимое количество стволов на тушение равно 3, которое согласно формуле 8 можно подать от одной АЦ, тушение пожара будет производиться звеньями ГДЗС, то согласно таблицу боевого расчёта для подачи 4 ручных стволов потребуется 4 отделения на АЦ.

Определяем фактическое количество личного состава первых прибывших подразделений по рангу пожара «№ 1» для подачи ПТВ на тушение:

$$N_{\text{л/с}}^{\text{факт.}} = 3 \times N_{\text{ств.}} + 1 \times N_{\text{рт}} + 3 \times N_{\text{спас.}} \quad (10)$$

где $N_{\text{ств.}}$ – количество поданных стволов;

$N_{\text{рт}}$ – количество разветвлений;

$N_{\text{спас.}}$ – количество звеньев ГДЗС на спасение людей.

$$N_{\text{л/с}}^{\text{факт.}} = 4 \times 3 + 1 \times 2 + 1 \times 3 = 15 \text{ чел.}$$

Определяем требуемое количество пожарных отделений для обеспечения личным составом по формуле 11:

$$N_{\text{на}} = N_{\text{л/с}}^{\text{факт.}} / N_{\text{б/р}}, \quad (11)$$

где $N_{\text{л/с}}^{\text{факт.}}$ – фактическое количество личного состава для тушения пожара, чел;

$N_{\text{б/р}}$ – состав боевого расчёта отделений (кроме водителя), чел

$$N_{\text{на}} = 15/5 = 3 \text{ АЦ}$$

Определим предельное расстояния подачи ОВ по формуле 12.

$$L_{\text{пред.}} = [(H_{\text{нас.}} - (H_{\text{раз.}} + Z_{\text{мест.}} + Z_{\text{ств.}}) \times 20] / (S \times Q^2) \quad (12)$$

где $H_{\text{нас.}}$ – напор на насосе, м.вод.ст.;

$H_{\text{раз.}}$ – напор у разветвления, м.вод.ст.

$Z_{\text{м}}$ – наибольшая высота подъёма, м;

$Z_{\text{ств.}}$ – наибольшая высота подъёма ствола, м;

S – сопротивление одного пожарного рукава;

Q^2 – суммарный расход воды одной наиболее загруженной магистральной рукавной линии, л/с

$$L_{\text{пред.}} = [(90 - (50 + 0 + 1) / (0,015 \times 8^2)] \times 20 = 737 \text{ м}$$

Расстановка сил и средств представлена на рисунке 2.

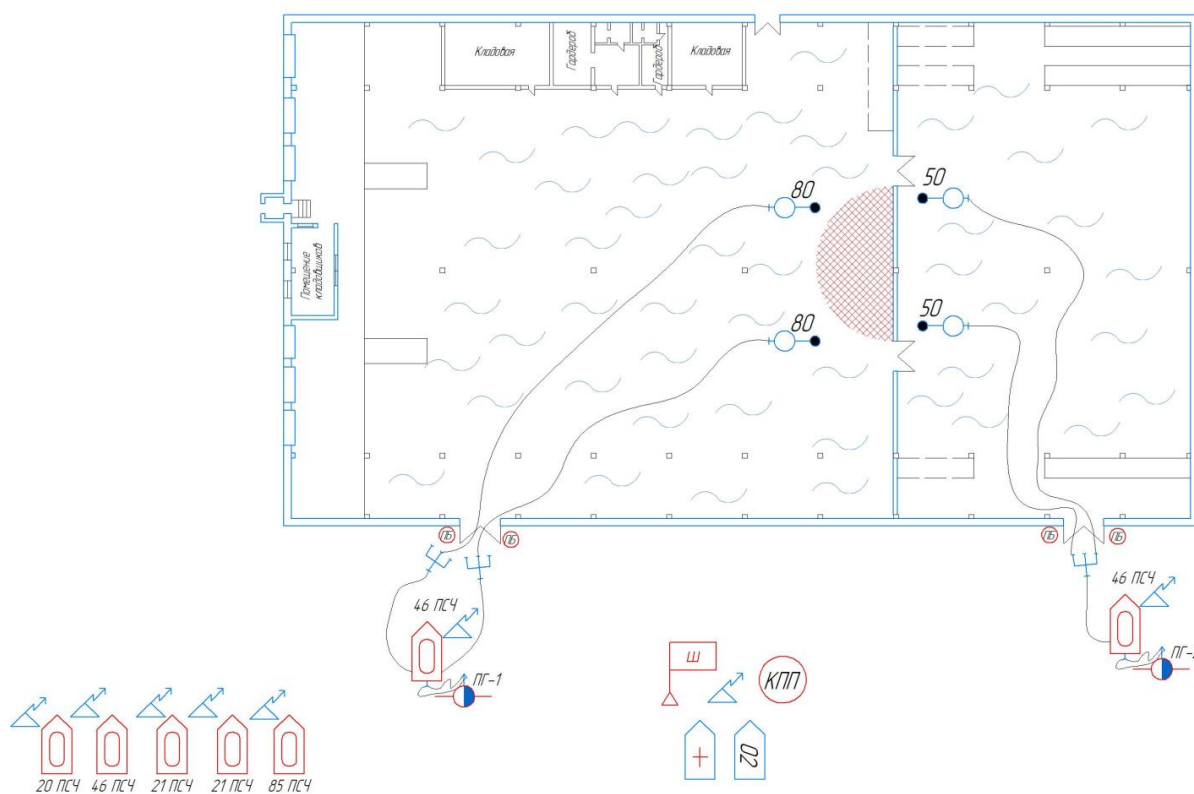


Рисунок 2 – Расстановка сил и средств

Во время пожара предусмотрено автоматическое открывание окон, суммарная площадь которых принята согласно расчету дымоудаления. Для

подпора воздуха, одновременно с автоматически открывающимися створками окон, автоматически открываются ворота.

В случае пожарной тревоги все вентагрегаты выключаются, противопожарные клапаны закрываются, автоматически открываются фрамуги в оконных проемах и ворота.

Выводы по 3 разделу.

С целью предотвращения возникновения пожара и в случае возникновения очага возгорания здание обеспечено первичными средствами пожаротушения. Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей в защищаемом здании произведен в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов.

Следует оснастить здание порошковыми огнетушителями вместимостью 5 л в количестве 26 шт. для склада готовой продукции (5020 м²), для бытовых помещений 2 огнетушителя.

При этом расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м в бытовых помещениях, 40 м для помещений категории В.

4 Разработка и внедрение системы АУПТ

Основные требования пожарной безопасности, регламентирующие защиту зданий, сооружений, помещений и оборудования на всех этапах их создания и эксплуатации автоматическими установками пожаротушения (АУПТ) и автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) изложены в СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» и в СП 3.13130 «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».

В соответствии с СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты» здание склада готовой продукции по адресу: с. Ундоры Ульяновского района Ульяновской области, улица Советская, 47Б подлежат защите АУПС и АУПТ.

Категория склада готовой продукции определяется исходя из доли суммированной площади помещений категорий (согласно ФЗ №123 ст. 27, п. 11).

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности определены с учетом ФЗ № 123 и СП 12.13130 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» и приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Наименование	Категория помещения
Склад готовой продукции	В2
Электрощитовая	В4

Здание относится к категории В по пожарной и взрывопожарной опасности (согласно ФЗ №123 ст. 27, п. 18), т.к. площадь помещений категории В2 превышает 5 процентов суммированной площади всех помещений.

Для обеспечения пожарной безопасности объекта разработана интегрированная система порошкового пожаротушения на основе модулей порошковых «Буран-15КД10», предназначенных для защиты зданий и помещений больших объемов и площадей. Модули устанавливаются на потолке защищаемого помещения при высоте размещения до 14 м.

Принципиальная схема АУПТ в помещениях склада готовой продукции представлена на рисунке 3.

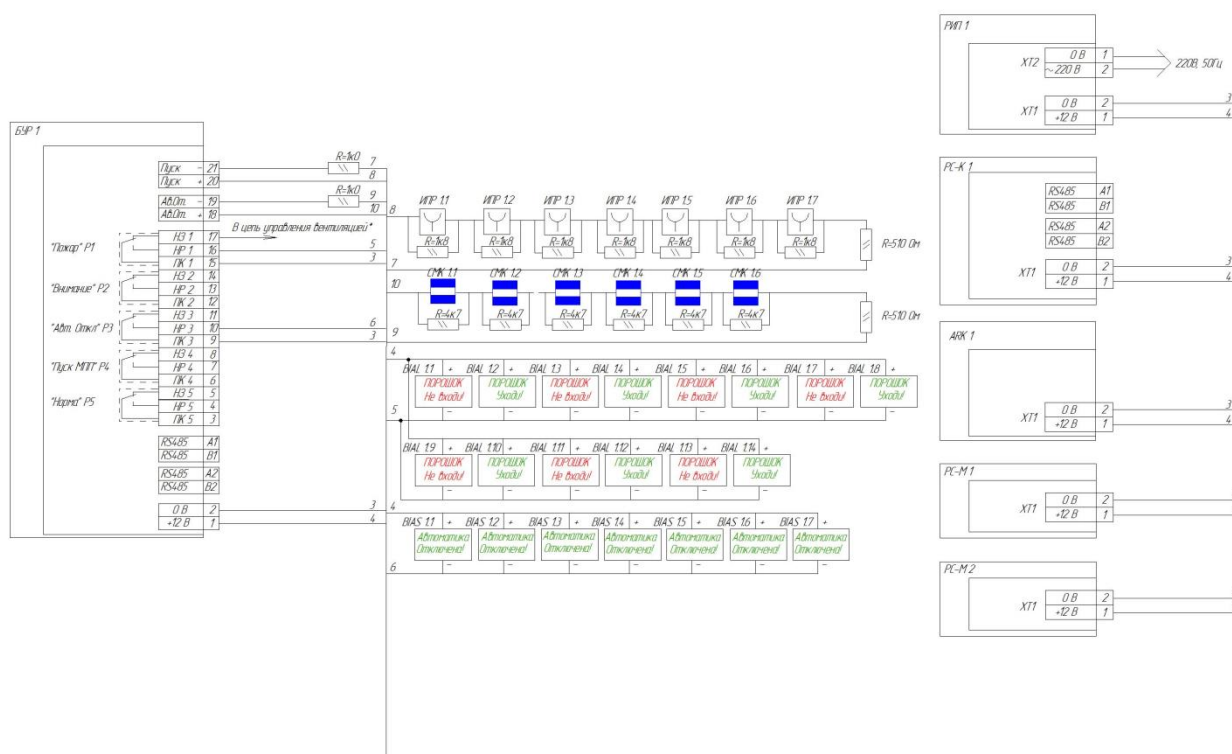


Рисунок 3 – Принципиальная схема АУПТ в помещениях склада готовой продукции

Ведущим контроллером в системе выступает прибор управления пожаротушением «С2000-АСПТ». Ведомыми контроллерами в системе

являются контрольно-пусковой блок «С2000-КПБ». Связь между контроллерами реализована по сети RS485.

В проекте применены световые оповещатели с надписью «Порошок не входи», «Порошок уходи», «Пожар», «Автоматика отключена».

Карта орошения АУПТ в помещениях склада готовой продукции представлена на рисунке 4.

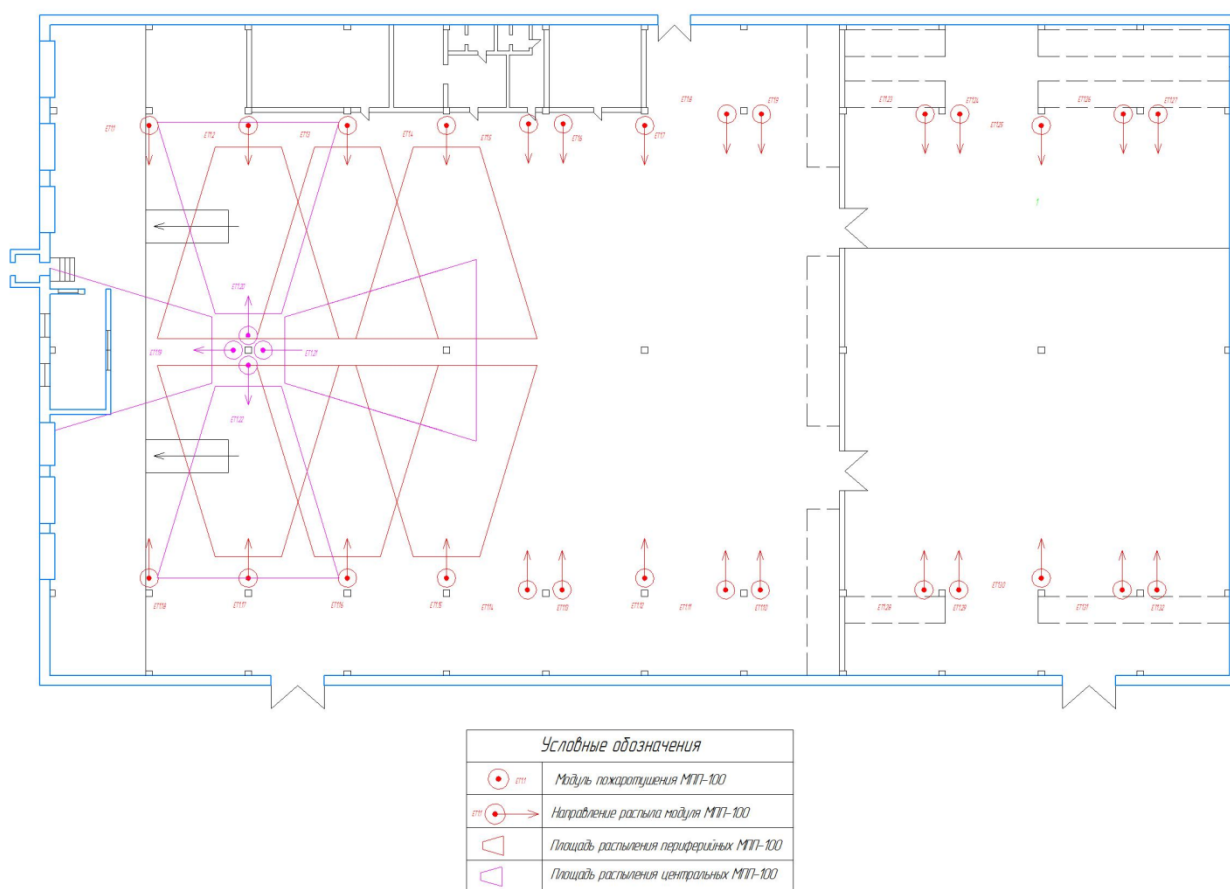


Рисунок 4 – Карта орошения АУПТ в помещениях склада готовой продукции

Общие сведения о принципе работы системы.

Запуск пожаротушения возможен дистанционно с поста охраны с пульта контроля и управления охранно-пожарного «С2000М».

Световые табло с надписями «Порошок – уходи!» размещаются над дверными проемами при выходе из помещения. Световые табло с надписями «Порошок – не входи!» размещаются над дверными проемами при входе в

помещение. Световые табло с надписями «Автоматика – отключена!» размещаются над дверными проемами при входе в помещение.

АУПТ в составе здания, запроектирована на основании пункта 6 статьи 15 ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Выводы по 4 разделу.

В связи с выделением части здания, в которой расположены административно-бытовые помещения с постоянными рабочими местами, в противопожарный отсек противопожарными стенами или противопожарными перекрытиями 1-го типа, исходя из положений статьи 56 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», принимая во внимание, что в едином помещении склада, отгороженном от административно-бытовых помещений в противопожарный отсек противопожарными стенами или противопожарными перекрытиями 1-го типа, постоянных рабочих мест и постоянного пребывания людей (непрерывное нахождение людей в помещении более двух часов подряд) не предусмотрено, на основании подпункта е) пункта 7.2. СП 7.13130 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности», противоподымная защита в здании склада готовой продукции нормативно не предусмотрена.

При монтаже на объекте АУПТ, выполнение противоподымной защиты в здании склада готовой продукции не требуется, так как при наличии АУПТ на объекте в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативными документами по пожарной безопасности.

5 Организация работ по обслуживанию и ремонту АУПТ

Руководитель организации должен обеспечить в соответствии с годовым планом-графиком, составляемым с учетом технической документации заводов-изготовителей, и сроками выполнения ремонтных работ проведение регламентных работ по техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту систем противопожарной защиты зданий и сооружений (автоматических установок пожарной сигнализации и систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией).

Схема мероприятий по обслуживанию и ремонту АУПТ представлена на рисунке 5.

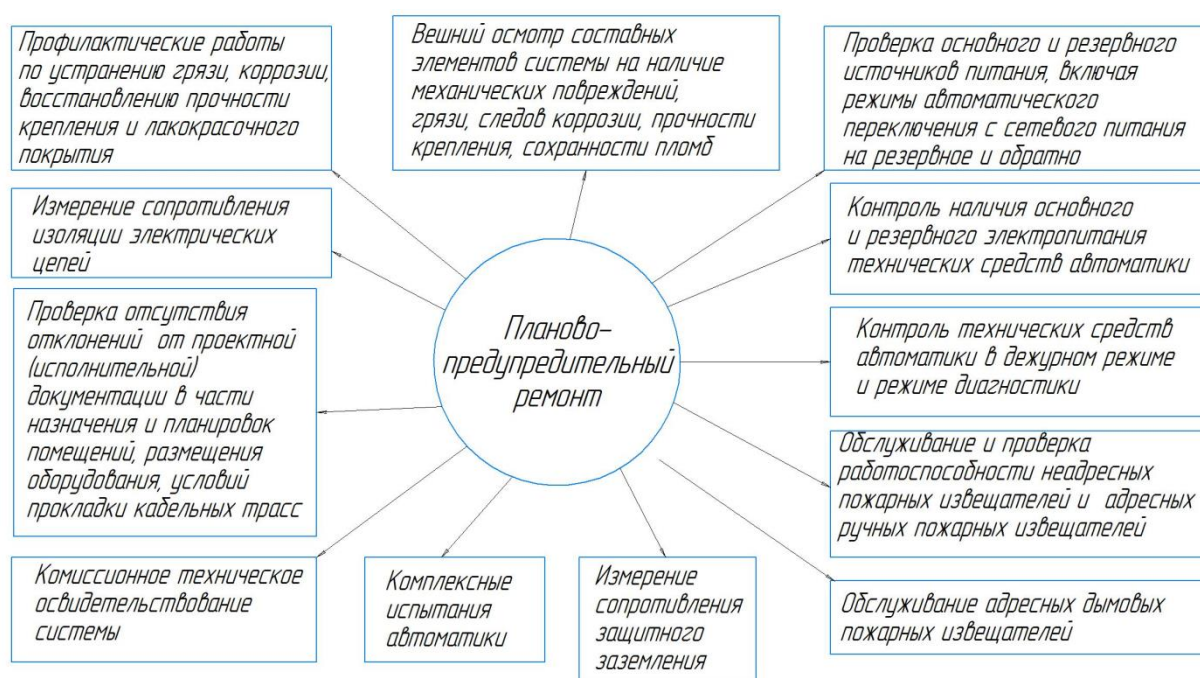


Рисунок 5 – Схема мероприятий по обслуживанию и ремонту АУПТ

«Перечень и периодичность работ по техническому обслуживанию определяют в соответствии с регламентом, составленным разработчиком МАУПТ на основании технической документации на составные части. Требования регламента технического обслуживания на конкретную МАУПТ

должны быть не ниже требований типового регламента технического обслуживания» [19].

Перечень работ по обслуживанию и ремонту АУПТ представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень работ по обслуживанию и ремонту АУПТ

Перечень работ	Периодичность обслуживания
Внешний осмотр составных частей системы (трубопроводов, распылителей, модулей с порошком, баллонов со сжатым газом, манометров, и т. д.; электротехнической части шкафов электроавтоматики и т. д.; сигнализационной части приемно-контрольных приборов, извещателей и т. д.) на отсутствие механических повреждений, грязи, прочности креплений и т. п.	Ежедневно – работниками объекта, Ежемесячно – работниками лицензированной организации
Контроль давления в модулях и пусковых баллонах	Ежедневно – работниками объекта, Ежемесячно – работниками лицензированной организации
Контроль основного и резервного источников питания, проверка автоматического переключения питания с рабочего ввода на резервный	Ежедневно – работниками объекта, Ежемесячно – работниками лицензированной организации
Контроль качества огнетушащего порошка	В соответствии с ТД на модуль
Проверка работоспособности составных частей системы (технологической части, электротехнической части, сигнализационной)	Ежемесячно
Профилактические работы	Ежемесячно
Проверка работоспособности системы в ручном (местном, дистанционном) и автоматическом режимах	Не реже двух раз в год
Метрологическая проверка КИП	Ежегодно
Измерение сопротивления защитного и рабочего заземления	Ежегодно

В период выполнения работ по техническому обслуживанию или ремонту, связанных с отключением систем противопожарной защиты или их элементов руководитель организации принимает необходимые меры по защите объектов от пожара.

Выводы по 5 разделу: работы по обслуживанию и ремонту АУПТ позволяют постоянно поддерживать систему в исправном состоянии.

6 Разработка необходимой эксплуатационной документации для обслуживающего и дежурного персонала

Руководитель организации обеспечивает наличие в помещении охраны (пожарного поста) инструкции о порядке действий дежурного персонала при получении сигналов о пожаре и неисправности установок (систем) противопожарной защиты объекта.

АУПТ в составе здания, запроектирована на основании пункта 6 статьи 15 ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

При разработке АУПТ использованы следующие нормативные акты:

- Федеральный закон №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- СП 3.13130 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и эвакуации людей при пожаре. Требования пожарной безопасности;
- СП 6.13130 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности.

На исследуемом объекте следует:

- допускать к работе обслуживающих работников объекта только после прохождения обучения мерам пожарной безопасности (Обучение лиц мерам пожарной безопасности должно осуществляться путем проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума. Порядок и сроки проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума определяются руководителем организации. Обучение мерам пожарной безопасности осуществляется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности);
- назначить приказом (распоряжением) лиц, ответственных за обеспечение пожарной безопасности;

- обеспечить выполнение на объекте требований, предусмотренных статьей 6 Федерального закона «Об ограничении курения табака» (Запрещается курение на территории, помещениях торговли и других пожароопасных участках. Руководитель организации обеспечивает размещение на указанных местах знаков пожарной безопасности «Курение табака и пользование открытым огнем запрещено». Места, специально отведенные для курения табака, обозначаются знаками «Место для курения»);
- указать на дверях помещений производственного и складского назначения обозначение их категорий по пожарной опасности;
- обеспечить устранить нарушение огнезащитных покрытий (красок) несущих металлических конструкций здания;
- организовать проведение работ по заделке негорючими материалами, обеспечивающими требуемый предел огнестойкости и дымогазо-непроницаемость, образовавшихся отверстий и зазоров в местах пересечения противопожарных преград различными инженерными (в том числе электрическими проводами, кабелями) и технологическими коммуникациями;
- обеспечить содержание наружных пожарных лестниц и ограждений на крыше здания в исправном состоянии и организовать не реже 1 раза в 5 лет проведение эксплуатационных испытаний их с составлением соответствующего акта испытаний.

При работе с порошковыми модулями необходимо помнить, что они находятся при высоком давлении.

Следует помнить, что во время работы модулей температура потока на расстоянии 0,5 м от него составляет около 100 С°.

Запрещается:

- наносить удары по модулям;
- использовать открытый огонь и электронагревательные приборы вблизи порошковых модулей;

- курить вблизи модулей.

Входить в помещение после выпуска огнетушащего вещества можно только в изолирующем противогазе, при этом должно входить не менее двух человек.

Вывод по 6 разделу.

При эксплуатации установок необходимо выполнять следующие правила:

- работы, связанные с монтажом и демонтажем оборудования, производить при отсутствии давления в ремонтируемых узлах;
- в помещении станции пожаротушения строго соблюдать инструкции по технике безопасности.

Входить в помещение после выпуска огнетушащего вещества без изолирующего противогаза можно только после тщательного проветривания этого помещения.

7 Охрана труда

Согласно статье 212 ТК РФ работодатель обязан обеспечивать постоянный контроль состояния рабочих мест на предприятии, процедура специальной оценки условий труда в организации изображена на рисунке 6.

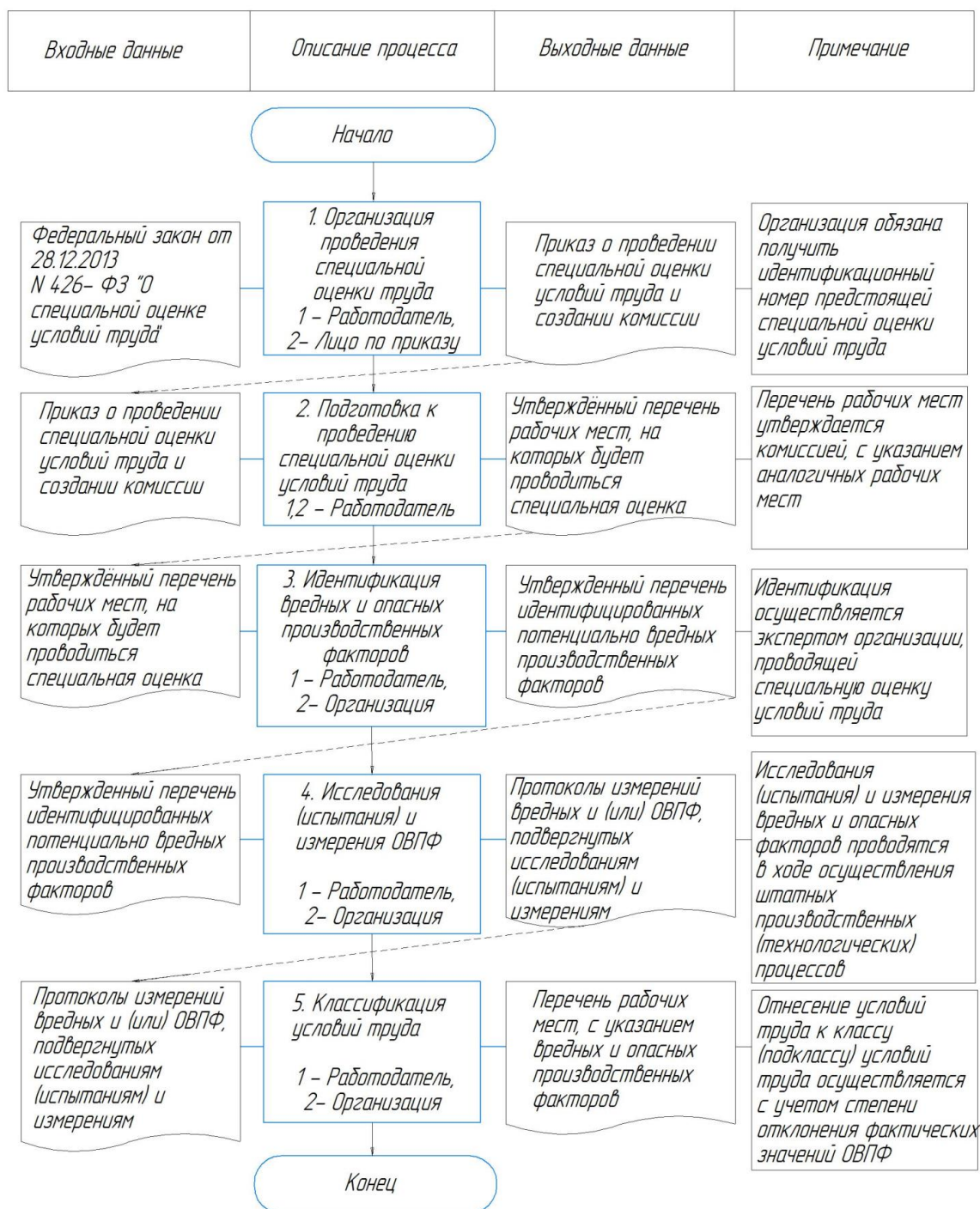


Рисунок 6 – Процедура специальной оценки условий труда в организации

Для защиты персонала на корпусе оборудования предусмотрено зануление.

Проект молниезащиты здания выполнен в соответствии с РД 34.21.122-87 и СО 153-34.21.122-2003.

По уровню надежности защиты от прямых ударов молнии здание относится к III категории с коэффициентом надежности 0,9.

При разработке молниезащиты использовалось оборудование компании ДКС.

В качестве молниеприемника используется стальная оцинкованная проволока диаметром 8 мм, уложенная на кровле в виде молниеприемной сетки, шаг ячейки которой должны быть не более 12×12 м.

В случае установки на кровле здания неуказанных в проекте металлических конструкций, они должны быть присоединены к общей системе молниезащиты. Кроме того, в случае установки выступающих неметаллических конструкций они должны оборудоваться стержневыми молниеприемниками высотой не менее 500 мм и соединяться с общим контуром молниезащиты.

В качестве токоотвода используется стальная оцинкованная проволока диаметром 10 мм, спуски к контуру заземления выполнить по стенам не реже чем через 20 м. При прокладке токоотводов следует:

- прокладывать их кратчайшим путем без петель максимально удаленно от окон;
- располагать их не ближе чем в 3 м от входов или в местах, не доступных для прикосновения людей;
- присоединить их к заземляющему контуру, проложенному по периметру здания.

В качестве горизонтального заземлителя использовать стальную оцинкованную полосу 40×4 мм проложенную в земле на глубине 0,7 м. На высоте 0,3 м от уровня земли выполнить соединение проволочного

токоотвода диаметром 10 мм со стальной оцинкованной полосой 40×4 мм с помощью специального соединителя.

В местах соединения токоотвода и горизонтального заземлителя предусмотреть установку вертикального стержня заземления $L=3$ м из оцинкованной стали. Контур заземления расположить на расстоянии не менее 1,0 м от фундамента здания и соединить с главной заземляющей шиной (ГЗШ), расположенной в помещении электрощитовых.

Вывод по 7 разделу.

Защита работников предприятия от электрического пробоя на корпус оборудования предусматривает заземление и зануление корпусов электрооборудования.

Все соединения элементов заземляющего устройства:

- должны обеспечивать надежный контакт и выполняться только с помощью специальных соединителей;
- находящиеся в грунте, должны быть обработаны пластичной антикоррозионной лентой.

Проверку технического состояния системы молниезащиты осуществлять не реже чем 1 раз в год.

8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проанализируем антропогенное воздействие склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» на окружающую среду.

ПО УЗМВ «Волжанка» при ведении производственной деятельности воздействует на окружающую среду при образовании и накоплении отходов, выбросы в атмосферу отсутствуют, воздействие на водные объекты не производится.

В ПО УЗМВ «Волжанка» принимаются все меры по обеспечению безопасности хранящихся отходов для экологии окружающей среды.

Виды образующихся отходов, их предельное накопление и сроки хранения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Виды образующихся отходов, их предельное накопление и сроки хранения

Номер площадки	Вид образующихся отходов	Срок хранения	Класс опасности
1	Масла отработанные	1 месяц	3
	Металлическая тара загрязненная	1 месяц	4
	Обтирочный материал, загрязненного маслами (содержание масел менее 15%) и сальниковой набивки асбесто-графитовой, промасленной (содержание масел менее 15%).	1 месяц	4
2	Резиновые отходы (в том числе изделия отработанные и брак).	1 месяц	4
	Резиновые изделия не загрязненные, потерявшие потребительские свойства		
3	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	1 месяц	5
	Отходы полиэтилена в виде пленки		5
	Бумажно-полиэтиленовая тара загрязненная		4
	Отходы спецодежды		4

В соответствии с санитарными правилами, которые регулируют обращение с опасными отходами, на производственной территории ПО УЗМВ «Волжанка» установлены металлические контейнеры для сбора и временного хранения отходов.

Для временного хранения мусора на территории допускается предусматривать площадки, огороженные с трех сторон стенами из негорючих материалов высотой не менее 1 м. Расстояние до них до других зданий, сооружений и открытых площадок не менее 15 м.

Не допускается сжигать отходы и тару в местах, находящихся на расстоянии менее 50 метров от объектов.

Склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» также может воздействовать на атмосферу при срабатывании системы порошкового пожаротушения в помещениях в момент включения вентиляционного оборудования и выпуска воздуха с отработанным огнетушащим порошком после пожара или загорания.

Разработаем способ очистки воздуха в вентиляционных системах склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка».

Рассмотрим изобретение № RU2202402C1 «Способ очистки воздуха от токсичных компонентов выхлопных и отходящих газов», автор – Соловьянов А.А. (RU), патентообладатель – ОАО «Московский комитет по науке и технологиям» (RU), подача заявки 17.05.2002 [7].

«Изобретение относится к сорбционно-каталитической очистке воздуха от загрязняющих веществ и может быть использовано для систем очистки от токсичных компонентов выхлопных газов и отходящих производственных вентиляционных выбросов» [6].

«Основными загрязняющими веществами, поступающими из двигателей внутреннего сгорания в вентиляционную вытяжку, концентрация которых существенно превышает ПДК, являются окись углерода CO, оксиды азота NO_x, углеводороды CН_x и другие органические соединения, сернистый ангидрид SO₂, а также аэрозоли и частицы сажи и пыли» [6].

«Задачей изобретения является разработка способа очистки воздуха от токсичных компонентов выхлопных и отходящих газов, который при сохранении всех положительных качеств, присущих прототипу, позволит

наряду с очисткой вентиляционных выбросов от токсичных компонентов выхлопных газов (окиси углерода, окислов азота, углеводородов и т.д.)» [6].

Вариант очистки выбросов представлен на рисунке 7. АРЕФИН – ОПО

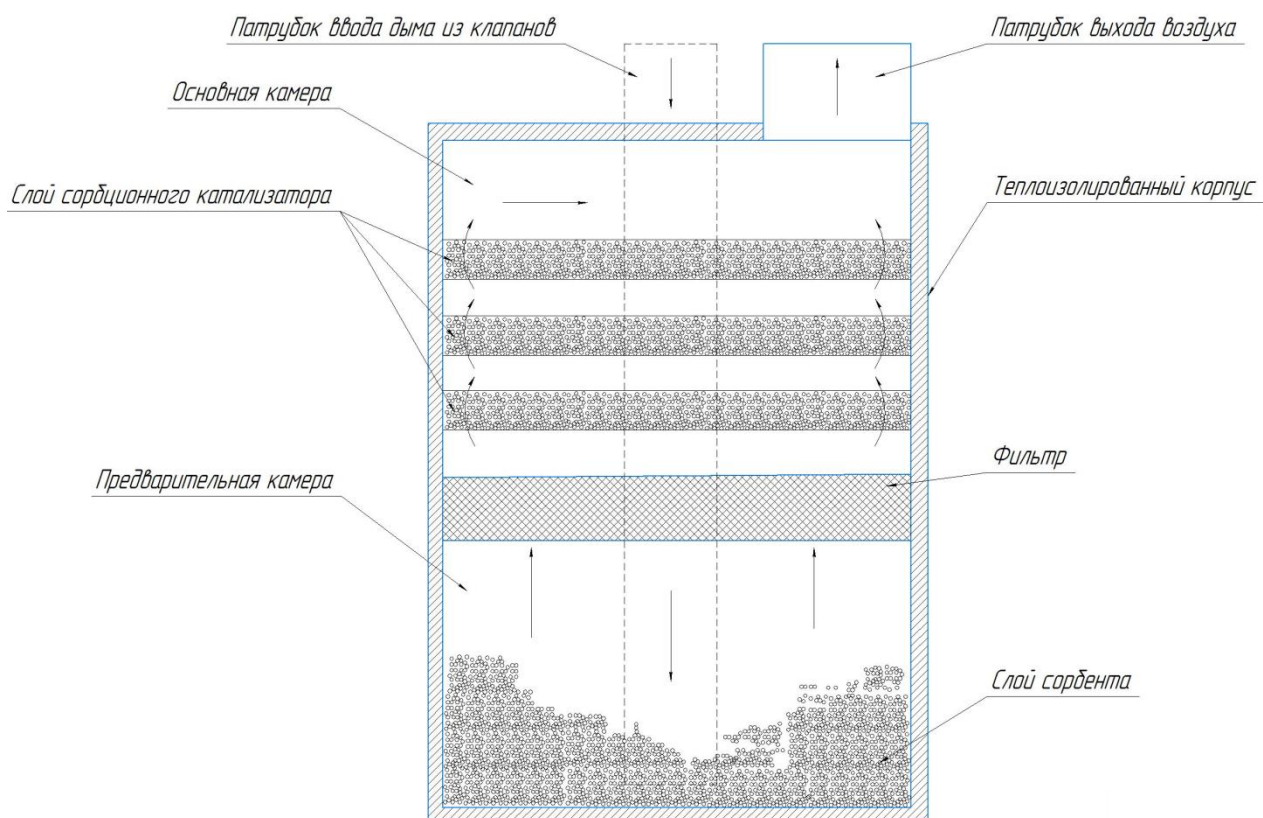


Рисунок 7 – Очистка выбросов

«Предлагаемый способ осуществляют следующим образом. Поступающий в систему очистки воздух предварительно очищают на механическом фильтре, улавливающем твердые частицы и крупнодисперсные аэрозоли, а затем пропускают последовательно через сорбент, поглощающий углеводороды и другие органические соединения (сорбент 1), сорбент, улавливающий металлы (сорбент 2), и катализатор» [6].

«В качестве сорбента, поглощающего углеводороды и другие органические соединения, можно использовать активированный уголь» [6].

«В качестве катализатора можно использовать гопкалит» [6].

«Предлагаемый способ обеспечивает высокую эффективность очистки воздуха: достигается десятикратное снижение концентрации вредных компонентов выхлопных газов (окиси углерода, окислов азота, углеводородов и др.), то есть до величин ниже ПДК, и уменьшение концентрации металлов в вентиляционных выбросах также до величин ПДК и ниже» [6].

Вывод по 8 разделу: предлагаемый способ очистки воздуха при помощи сорбента из активированного угля и катализатора при срабатывании системы порошкового пожаротушения в помещениях в момент включения вентиляционного оборудования и выпуска воздуха с отработанным огнетушащим порошком после пожара или загорания очистит выбросы в атмосферный воздух от остатков огнетушащего порошка и дымовых газов от загорания.

В соответствии с санитарными правилами, которые регулируют обращение с опасными отходами, на производственной территории ПО УЗМВ «Волжанка» установлены металлические контейнеры для сбора и временного хранения отходов.

Для временного хранения мусора на территории допускается предусматривать площадки, огороженные с трех сторон стенами из негорючих материалов высотой не менее 1 м. Расстояние до них до других зданий, сооружений и открытых площадок не менее 15 м.

9 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Здание относится к категории В по пожарной и взрывопожарной опасности (согласно ФЗ №123 ст. 27, п. 18), т.к. площадь помещений категории В2 превышает 5 процентов суммированной площади всех помещений.

Для обеспечения пожарной безопасности объекта разработана интегрированная система порошкового пожаротушения на основе модулей порошковых «Буран-15КД10».

При монтаже на объекте АУПТ, выполнение противодымной защиты в здании склада готовой продукции не требуется, так как при наличии АУПТ на объекте в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативными документами по пожарной безопасности.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 6.

Таблица 6 – План мероприятий по оборудованию склада АУПТ

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы порошкового пожаротушения	2022 год
Монтаж системы порошкового пожаротушения	2022 год
Пуско-наладочные работы	2022 год

Расчёт ожидаемых потерь ПО УЗМВ «Волжанка» от пожаров в помещениях склада готовой продукции будет производиться по двум вариантам:

- помещения склада готовой продукции не оборудованы системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10»;

- помещения склада готовой продукции оборудованы системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10».

Рассчитаем площадь пожара в помещениях склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» от пожаров в по формуле 13:

$$F''_{пож} = \pi(v_{л} B_{св.г})^2 1 \text{ м}^2, \quad (13)$$

«где $v_{л}$ – линейная скорость распространения горения, м/мин;

$B_{св.г}$ – время свободного горения, мин.» [7]

$$F''_{пож} = 3,14(1 \times 20)^2 1 = 1256 \text{ м}^2,$$

Расчёт ожидаемых потерь ПО УЗМВ «Волжанка» от пожаров в помещениях склада готовой продукции будет производиться по формуле 14.

Данные для расчёта представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь пожара	м ²	1256	4
Площадь здания	м ²	4992	
Стоимость оборудования	руб./м ²	30000	32000
Стоимость частей зданий и строений	руб./м ²	10000	10000
Вероятность возникновения загорания на исследуемом объекте	1/м ² в год	6·10 ⁻⁶	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [7]	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [7]	P_1	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [7]	P_3	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [7]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [7]	κ	1,63	

Расчёт материальных потерь:

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

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

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

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [7]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}}(1+k)p_1; \quad (15)$$

«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;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [7].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k)0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (16)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

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

[7].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 6 \times 10^{-6} \times 4992 \times 30000 \times 1256 \times (1+1,63) \times 0,86 = 2552647,94 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 6 \times 10^{-6} \times 4992 \times (30000 \times 1256 + 10000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 278823,13 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 6 \times 10^{-6} \times 4992 \times 32000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 8671,42 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 6 \times 10^{-6} \times 4992 \times (32000 \times 4 + 10000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 1020,90 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери ПО УЗМВ «Волжанка» от пожаров в помещениях склада готовой продукции:

- если помещения склада готовой продукции не оборудованы системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10»:

$$M(\Pi)_1 = 2552647,94 + 278823,13 = 2831471,07 \text{ руб./год};$$

- если помещения склада готовой продукции не оборудованы системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10»:

$$M(\Pi)_2 = 8671,42 + 1020,90 = 9692,32 \text{ руб./год}.$$

Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий по оборудованию системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10» помещений склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы порошкового пожаротушения	100000
Монтаж системы порошкового пожаротушения	1000000
Стоимость оборудования	3000000
Пуско-наладочные работы	400000
Итого:	4500000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения по формуле 17:

$$P = A + C \quad (17)$$

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» [7].

$$P=30000+450000=750000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 18:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} \quad (18)$$

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

$C_{\text{с.о.п.}}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [7]

$$C_2=150000+300000=450000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 19:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot H_{\text{т.р.}}}{100\%} \quad (19)$$

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

$H_{\text{т.р.}}$ – норма текущего ремонта, %» [7].

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{3000000 \times 5}{100} = 150000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 20:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (20)$$

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

ЗПЛ – заработная плата 1 работника, руб./месс» [7].

$$C_{с.о.п.} = 12 \times 1 \times 25000 = 300000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 21:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (21)$$

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

H_a – норма амортизации, %» [7].

$$A = \frac{3000000 \times 10}{100} = 300000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от выполнения предложенного плана по оборудованию системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10» помещений склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (22)$$

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

t – год осуществления затрат;

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

$M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

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

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [7].

Расчёт денежных потоков от оборудования системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10» помещений склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт денежных потоков

Год	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	Д	$[M(\Pi)1-M(\Pi)2]Д$	K_2-K_1	Денежные потоки
1	2071778,76	0,91	1885318,67	4500000	-2617681,33
2	2071778,76	0,83	1719576,37	-	1719576,37
3	2071778,76	0,75	1553834,07	-	1553834,07
4	2071778,76	0,68	1408809,55	-	1408809,55
5	2071778,76	0,62	1284502,83	-	1284502,83
6	2071778,76	0,56	1160196,10	-	1160196,10
7	2071778,76	0,51	1056607,17	-	1056607,17
8	2071778,76	0,47	973736,02	-	973736,02
9	2071778,76	0,42	870147,08	-	870147,08
10	2071778,76	0,39	807993,71	-	807993,71

Интегральный экономический эффект за десять лет составит 8217721,57 рублей.

Вывод по разделу 6.

Выполнение предложенного плана мероприятий по оборудованию системой модульного порошкового пожаротушения на основе модулей «Буран-15КД10» помещений склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» экономически выгодно.

Заключение

Исследуемый объект представляет из себя часть целостного производственно-складского комплекса в совокупности со смежными земельными участками, с учетом территории и функционального назначения прилегающих объектов.

Противопожарная безопасность проектируемого здания склада готовой продукции обеспечивается комплексом проектных решений, направленных на предупреждения пожара, также на создание условий, обеспечивающих успешное тушение пожара и эвакуацию людей:

Безопасность людей при возникновении пожара обеспечивается наличием путей эвакуации в соответствии с требованиями ст. 89 ФЗ №123 и разделов 9.2 СП 1.13130.

Возможным местом возникновения пожара может являться помещение склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка», так как там имеется большая горючая загрузка в виде бумаги и картона, источника зажигания в виде электропроводки.

Причиной тому могут послужить различные факторы (короткое замыкание электрической проводки, перепады и скачки напряжения в электрической сети, нарушение требований пожарной безопасности, нарушение правил пожарной безопасности) или их совокупность.

Во время пожара предусмотрено автоматическое открывание окон, суммарная площадь которых принята согласно расчету дымоудаления. Для подпора воздуха, одновременно с автоматически открывающимися створками окон, автоматически открываются ворота.

С целью предотвращения возникновения пожара и в случае возникновения очага возгорания здание обеспечено первичными средствами пожаротушения. Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей в защищаемом здании произведен в зависимости от их

огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов.

Следует оснастить здание порошковыми огнетушителями вместимостью 5 л в количестве 26 шт. для склада готовой продукции (5020 м²), для бытовых помещений 2 огнетушителя.

При этом расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м в бытовых помещениях, 40 м для помещений категории В.

В связи с выделением части здания, в которой расположены административно-бытовые помещения с постоянными рабочими местами, в противопожарный отсек противопожарными стенами или противопожарными перекрытиями 1-го типа, исходя из положений статьи 56 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», принимая во внимание, что в едином помещении склада, отгороженном от административно-бытовых помещений в противопожарный отсек противопожарными стенами или противопожарными перекрытиями 1-го типа, постоянных рабочих мест и постоянного пребывания людей (непрерывное нахождение людей в помещении более двух часов подряд) не предусмотрено, на основании подпункта е) пункта 7.2. СП 7.13130 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности», противоподымная защита в здании склада готовой продукции нормативно не предусмотрена.

При монтаже на объекте АУПТ, выполнение противоподымной защиты в здании склада готовой продукции не требуется, так как при наличии АУПТ на объекте в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативными документами по пожарной безопасности.

Работы по обслуживанию и ремонту АУПТ позволяют постоянно поддерживать систему в исправном состоянии.

Входить в помещение после выпуска огнетушащего вещества без изолирующего противогаза можно только после тщательного проветривания этого помещения.

Предлагаемый способ очистки воздуха при помощи сорбента из активированного угля и катализатора при срабатывании системы порошкового пожаротушения в помещениях в момент включения вентиляционного оборудования и выпуска воздуха с отработанным огнетушащим порошком после пожара или загорания очистит выбросы в атмосферный воздух от остатков огнетушащего порошка и дымовых газов от загорания.

Выполнение предложенных мероприятий по организации АУПТ «Буран-15КД10» помещений склада готовой продукции ПО УЗМВ «Волжанка» экономически выгодно.

Интегральный экономический эффект за десять лет составит 8217721,57 рублей.

Список используемых источников

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс] : РД 34.21.122-87. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения: 22.01.2022).
2. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 22.01.2022).
3. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (дата обращения: 22.01.2022).
4. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Электронный ресурс]: Постановления правительства РФ от 26.02.2008 года № 87. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902087949> (дата обращения: 22.01.2022).
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Электронный ресурс] : СП 7.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833> (дата обращения: 22.01.2022).
6. Патент на изобретение № RU2202402C1 «Способ очистки воздуха от токсичных компонентов выхлопных и отходящих газов», автор – Соловьянов А.А. (RU), патентообладатель – ОАО «Московский комитет по науке и технологиям» (RU), подача заявки 17.05.2002 [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2202402C1_20030420 (дата обращения: 22.01.2022).
7. Пособие к СНиПу 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://poznproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 22.01.2022).

8. Свод правил определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 22.01.2022).

9. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 22.01.2022).

10. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 22.01.2022).

11. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : СП 1.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения: 22.01.2022).

12. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 22.01.2022).

13. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 22.01.2022).

14. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 6.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100259> (дата обращения: 22.01.2022).

15. Система проектной документации для строительства. Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах [Электронный ресурс] : ГОСТ 21.210-2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115052> (дата обращения: 22.01.2022).

16. Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов связи. Размеры основных условных графических обозначений [Электронный ресурс] : РД 25.953-90. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004288> (дата обращения: 22.01.2022).

17. СНиП 2.04.02-84*. Актуализированная редакция «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс] : СП 31.13330.2012. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200093820> (дата обращения: 22.01.2022).

18. СНиП 21-01-97*. Актуализированная редакция «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [Электронный ресурс]: СП 112.13330.2011. URL: <https://en.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=5308901> (дата обращения: 22.01.2022).

19. Средства и системы обеспечения безопасности. Техническое обслуживание и текущий ремонт [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 54101-2010. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083083> (дата обращения: 22.01.2022).

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 22.01.2022).

21. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 22.01.2022).