

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 Обеспечение пожарной безопасности современных каркасных  
зданий. Декларирование пожарной безопасности

Студент

Д.В. Юдин

(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 2021

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы «Обеспечение пожарной безопасности современных каркасных зданий. Декларирование пожарной безопасности».

В разделе «Анализ и оценка существующих условий пожарной безопасности современных каркасных зданий» представлена характеристика объемно – планировочных решений складского здания площадью 7506 м<sup>2</sup> производственно-логистического комплекса «Янковский» и рассмотрены существующие условия пожарной безопасности каркасных зданий.

В разделе «Разработка технологии применения систем пожаробнаружения современных каркасных зданий» разработана технология применения систем пожаробнаружения современных каркасных зданий.

В разделе «Выбор и размещение автоматической установки пожаротушения» предложена защита складских помещений установкой верхнего уровня пожаротушения, в которой в качестве огнегасящего вещества принята тонкораспыленная вода.

В разделе «Проектирование технических и технологических мер по снижению воздействия опасных и вредных факторов, безопасных условий функционирования» представлен расчет приведенной толщины металла, необходимой толщины огнезащитного слоя покрытия, защищаемой площади огнезащитного материала CompositTherm STEEL (CT-S).

В разделе «Декларирование пожарной безопасности» рассмотрена регламентированная процедура разработки и регистрации пожарной декларации.

В разделе «Охрана труда» разработана регламентированная процедура обучения сотрудников и работников организаций и предприятий приемам оказания первой помощи пострадавшим.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» рассмотрено антропогенное воздействие пожара в складских помещениях современных каркасных зданий на окружающую среду и представлен способ очистки дымовых газов системы дымоудаления современных каркасных зданий, который предотвратит распространение вредных компонентов дыма за пределы зданий, там, где участники тушения пожаров работают без средств защиты органов дыхания.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» рассчитан интегральный экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий по монтажу системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД и повышения предела огнестойкости стальных конструкций до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (CT-S).

Работа состоит из восьми разделов на 61 страницах и содержит 11 таблиц и 11 рисунков.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ и оценка существующих условий пожарной безопасности современных каркасных зданий .....	7
2 Разработка технологии применения систем пожаробнаружения современных каркасных зданий .....	15
3 Выбор и размещение автоматической установки пожаротушения .....	18
4 Проектирование технических и технологических мер по снижению воздействия опасных и вредных факторов, безопасных условий функционирования.....	25
5 Декларирование пожарной безопасности.....	34
6 Охрана труда.....	39
7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	43
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	47
Заключение .....	55
Список используемых источников.....	58

## Введение

Все материалы снижают свою прочность при воздействии огня.

Любые конструктивные элементы в основном предназначены для того, чтобы противостоять этому огню.

Во всем мире, а также в России проблема обеспечения устойчивости конструкций каркасных зданий от прогрессирующего обрушения в результате пожара становится все более актуальной, поскольку приводит к очень серьезным последствиям. В наше время требуется высокая технологическая дисциплина и особое внимание в области техносферной безопасности.

Благодаря простоте сборки, дешевизне материалов и другим многочисленным преимуществам такие конструкции широко используются как в офисных, так и в производственных зданиях.

Системы противопожарной защиты стальных конструкций предназначены для защиты конструкции от пожара в течение определенного периода времени. Для использования доступны различные системы противопожарной защиты. Системы противопожарной защиты определяются проектировщиками.

Целью бакалаврской работы является обеспечение пожарной безопасности современных каркасных зданий.

Задачи бакалаврской работы:

- дать характеристику объемно – планировочных решений складского здания площадью 7506 м<sup>2</sup> производственно-логистического комплекса «Янковский»;
- рассмотреть существующие условия пожарной безопасности каркасных зданий;
- разработать технологию применения систем пожаробнаружения современных каркасных зданий;

- произвести выбор и размещение автоматической установки пожаротушения;
- разработать технические и технологические меры по снижению воздействия опасных и вредных факторов, безопасных условий функционирования объекта исследования;
- разработать регламентированную процедуру разработки и регистрации пожарной декларации;
- разработать регламентированную процедуру обучения сотрудников и работников организаций и предприятий приемам оказания первой помощи пострадавшим;
- проанализировать антропогенное воздействие пожара в складских помещениях современных каркасных зданий на окружающую среду;
- рассчитать интегральный экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий.

Объектом ВКР является каркасное складское здание производственно-логистического комплекса «Янковский».

## **1 Анализ и оценка существующих условий пожарной безопасности современных каркасных зданий**

Объектом исследования данной работы является складское здание площадью 7506 м<sup>2</sup> производственно-логистического комплекса «Янковский».

Объект расположен на земельном участке по адресу: Московская область, Мытищинский район, г. Мытищи, Афанасово, участок 5012.0081211431. Площадь района составляет 440 км<sup>2</sup>, расположен у северной границы Москвы через район проходят два автомобильных шоссе федерального значения — Ярославское и Дмитровское, а также железнодорожные магистрали северного и северо-восточного направлений, на южной границе района находится Московская кольцевая автомобильная дорога.

Участок, на котором расположен объект, ограничен Хлебниковским лесопарком на востоке, территорией дома отдыха «Березовая роща» на севере, автодорогой Погорелки-Полгопрудный на юге и АЗС «Трасса» на западе. Рельеф территории слабохолмистый, с уклоном в северо-западном направлении

Подъезд к проектируемой территории осуществляется с юга от существующей автодороги Погорелки-Долгопрудный. На ней же находится остановка общественного транспорта.

По функциональному назначению объект относится к категории Ф 5.2 (согласно №123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности») – складские здания, сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения (Склад изделий из синтетических материалов удельная пожарная нагрузка 901-1100 Мдж/м<sup>2</sup>. по МДС 21-1,98).

Категория помещения по СП12.1310.2009 с изм.1 – В1 – В3 (Удельная пожарная нагрузка 181-1400 Мдж/м<sup>2</sup>.).

Генеральный план расположения объекта представлен на рисунке 1.

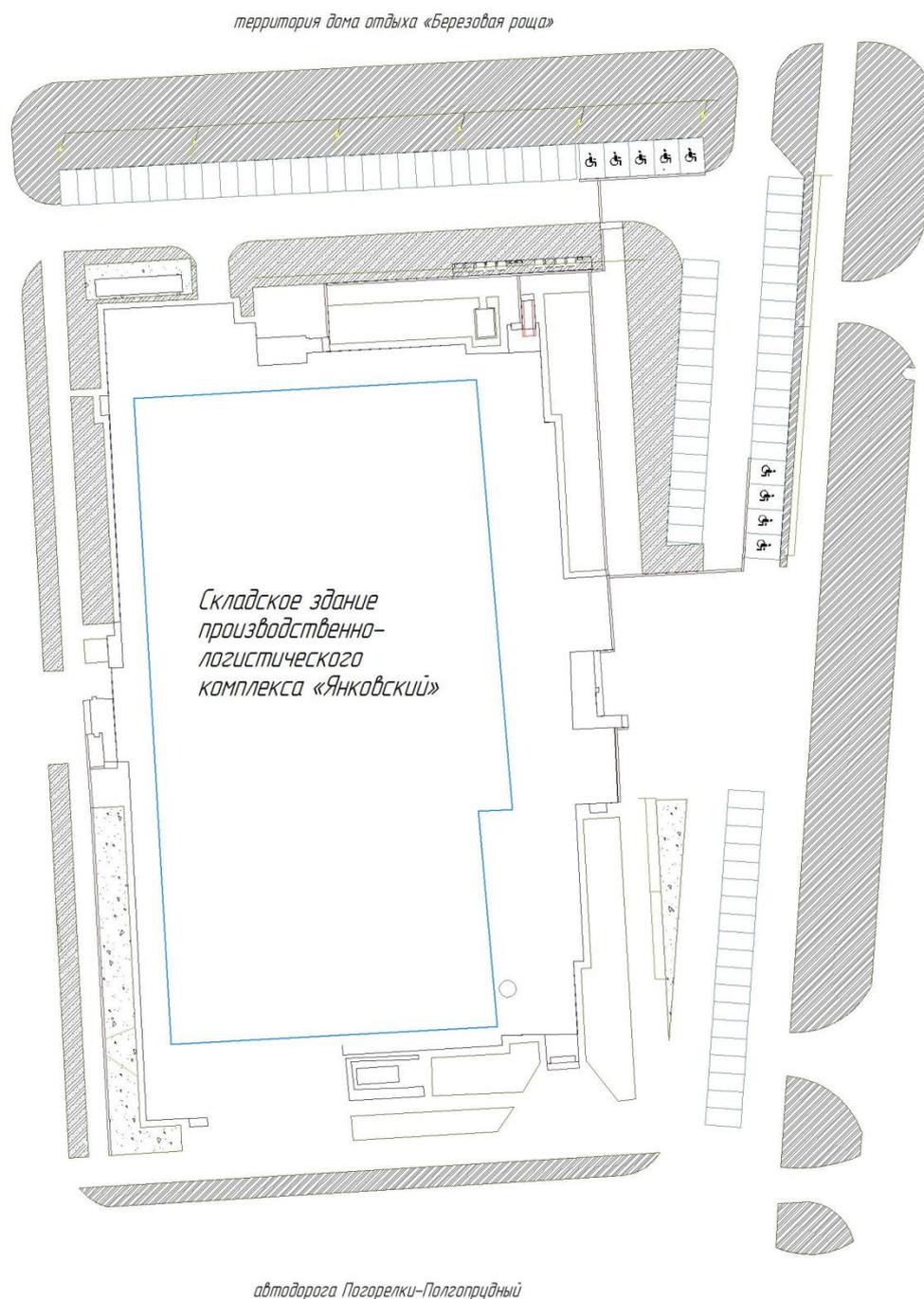


Рисунок 1 – Генеральный план расположения объекта

Площадь складских помещения составляет ~ 4680 м<sup>2</sup> (78,00 × 60,00)  
Высота помещения 8,000-10,000 м., высота складирования 5,500 м.

С технологической точки зрения объект запроектирован с учетом всех требований и пожеланий Заказчика, описанных в Задании на проектирование.

На объекте предусматривается стеллажное складирование продукции с высотой складирования до 5,5 м. Погрузочно-разгрузочный процесс обеспечивается современной системой оборудования докового типа включающий гидравлический перегрузочный мост, промышленные автоматические секционные ворота, герметизатор ворот, колесные направляющие. Данная технология обеспечивает быстрый процесс товарооборота на объекте.

В помещении объекта могут выделяться горячие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышающее 5 кПа.

Характеристика здания представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика здания объекта

Наименование характеристики	Единица измерения	Показатель
Этажность	этаж	2
Планированный тип	-	общий
Площадь 1-го этажа	м <sup>2</sup>	7506
Площадь 2-го этажа	м <sup>2</sup>	260,25
Общая площадь здания	м <sup>2</sup>	7766,25
Строительный объем	м <sup>3</sup>	11672, 96
Площадь участка	Га	0,3
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	7506
Периметр здания	м	364
Планированный $K_1 = S_p / S_o$ Объемный $K_2 = V_{смп} / S_o$	-	0,97 9.6
Верхняя отметка здания	м	10,100

Объемно-планировочные решения и характеристики здания представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объемно-планировочные решения и характеристики здания

Наименование характеристики	Показатель
Степень огнестойкости	II
Категория сложности	II
Степень долговечности	II
Класс по конструктивной пожарной опасности	CO
Класс по функциональной пожарной опасности	Ф 5.2
Пожарная и Взрывопожарная опасность склада	B1
Пожарная и взрывопожарная опасность зарядной	A

Объемно – планировочные решения разработаны исходя из норм проектирования складских и общественных зданий.

Стеновое ограждение здания выполнено из трехслойных стеновых сэндвич-панелей на основе минераловатного утеплителя.

Характеристики сэндвич-панелей на основе минераловатного утеплителя представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики сэндвич-панелей на основе минераловатного утеплителя

Материал слоя	Толщина слоя, м.	Коэффициент теплопроводности Вт/(м <sup>2</sup> ).
Профилированный лист	В расчете не учитывается	
Утеплитель – минеральная вата 90 кг/м <sup>3</sup>	0,150	0,040
Профилированный лист	В расчете не учитывается	

В соответствие с принципиальным решением несущего остова, обеспечивающего общую прочность, жесткость и устойчивость сооружения, а также примененному виду вертикальных несущих конструкций, здание имеет каркасную конструктивную систему с самонесущими (навешиваемыми) стеновыми панелями. По расположению несущих конструкций в конструктивной системе и характеру их статической работы

здание имеет конструктивную схему с рамным каркасом в поперечном направлении.

Пространственная устойчивость здания в поперечном направлении обеспечивается рамным каркасом, а в продольном направлении обеспечивается отдельностоящими колоннами, соединёнными распорками, с жёстким блоком в осях «3»-«4» и горизонтальным диском покрытия.

Основные пролеты несущих конструкций колонн не более 12 метров в продольном направлении и не более 18 метров в поперечном.

За условную отметку 0.000 принят уровень чистого пола 1 этажа, что соответствует абсолютной отметке 183,35 м.

Эскиз объекта представлен на рисунке 2.

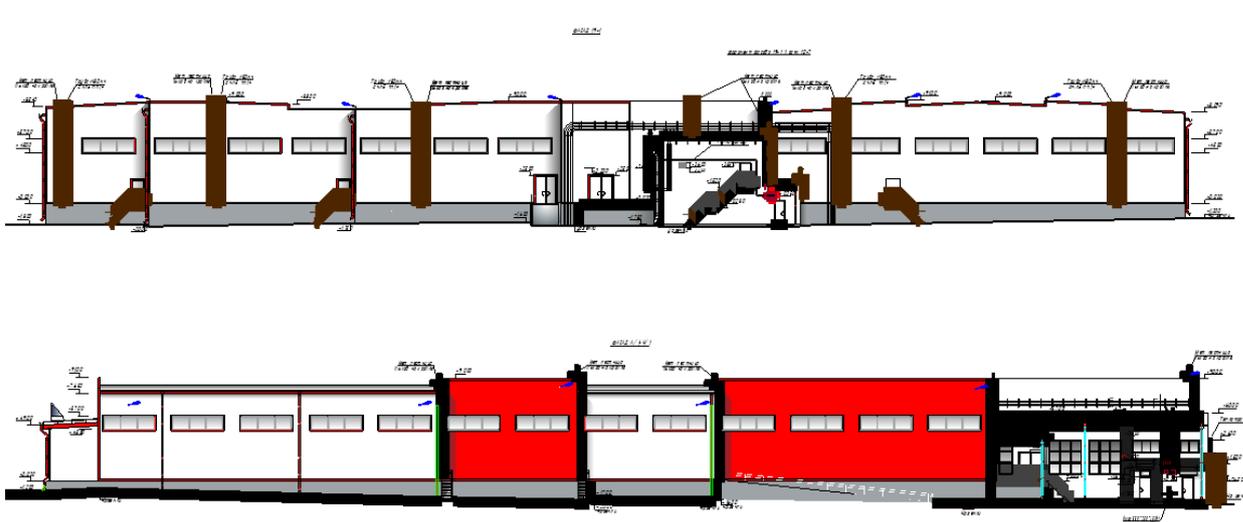


Рисунок 2 – Эскиз объекта

Армированный монолитный фундамент под колонны каркаса и стойки фахверка, а так же ленточный фундамент по периметру здания (Бетон В25) выполнен на основании Н=200 мм. из щебеночно-песчаной подсыпки. В здании имеются 2-а прямка под уравнивательные платформы, выполненные из бетона В25 на основании Н=200мм из щебеночно-песчаной подсыпки.

Колонны выполнены из сварного двутавра. Колонны, по контуру здания, имеют высоту до 9,3 м. и опираются на монолитный фундамент на отм. -0,250.

Между собой колонны шарнирно соединены с поясами ферм стропильных в поперечном направлении, а в продольном направлении соединённые распорками, с жёстким блоком и горизонтальным диском покрытия.

Стойки фахверка выполнены через 12м и делят 12-и метровый пролёт между колоннами на равные части. Назначение – для закрепления горизонтальных стеновых панелей. Выполнены стойки фахверка из прокатных профилей квадратного профиля, с шарнирным опиранием на фундаменты и шарнирным закреплением, через гибкую планку, к распоркам между колонн, выполненные из прокатных профилей прямоугольного профиля. Стропильные фермы покрытия  $L=17,2$  метров выполнены из прокатных профильных труб с шарнирными узлами соединения к колоннам. По поясам ферм, в средней части пролёта, устроены вертикальные связи-распорки, с горизонтальным жёстким блоком. По верхнему поясу стропильных ферм уложены 12-ти метровые прогоны покрытия шпренгельного типа, выполненные из прокатных профилей квадратного сечения. Нижние пояса шпренгельных прогонов соединены между собой распорками, которые по концам крепятся через гибкую планку к горизонтальным распоркам между колонн.

Рассмотрим существующие условия пожарной безопасности каркасных зданий.

«Сталь является негорючим материалом, но, как и все материалы, используемые в строительстве, не может в течение длительного времени выдерживать воздействие высокой температуры, возникающей внутри здания при пожаре. При температуре до  $250^{\circ}\text{C}$  прочность мягкой малоуглеродистой стали увеличивается, затем этот предел постепенно снижается, и при  $400^{\circ}\text{C}$  сталь принимает первоначальное значение прочности. Критическая температура, которая характеризует потерю несущей способности стальных конструкций при нормативной нагрузке, принимается равной  $500^{\circ}\text{C}$ » [1].

«Незащищенные стальные конструкции начинают терять несущую способность и деформироваться, как правило, через 10-15 минут после начала воздействия на них теплового импульса» [1].

«Создание теплоизолирующих экранов на поверхности металлоконструкций позволяет замедлить прогрев металла и сохранить его прочностные характеристики в течение заданного времени, т.е. до наступления критической температуры, при которой начинается потеря несущей способности» [1].

«Огнезащита стальных конструкций может быть выполнена различными способами:

- обеспечение защитного слоя путем обетонирования, обкладки кирпичом, оштукатуривания;
- нанесение огнезащитных вспучивающихся покрытий (красок, мастик);
- устройство теплоизолирующих экранов (облицовка из плитных и листовых материалов) и т.д.» [1].

«Нагрев металлических конструкций в условиях пожара зависит от множества факторов, среди которых основными являются интенсивность огня и способы теплозащиты металлоконструкций» [1].

«Зависимость предела огнестойкости статически определимых металлоконструкций без огнезащиты от приведенной толщины металла» [1].

Предел огнестойкости зависит от толщины металла, которые указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Зависимость предела огнестойкости от толщины металла

Приведенная толщина металла, мм	Предел огнестойкости, мин.
1	2
3	7
5	9
10	15
15	18

#### Продолжение таблицы 4

1	2
20	21
30	27
40	34
60	43
Указанные в таблице данные рассчитаны по графику - рис. 5.46 (В.Н. Демехин, И.Л. Мосалков, Б.Б. Серков и др. «Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре» АГПС МЧС, М.2003г.).	

«Предельное состояние по огнестойкости строительных конструкций характеризуется:

- потерей несущей способности в результате обрушения или достижения предельных деформаций (R);
- потерей целостности в результате образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя (E);
- потерей теплоизолирующей способности вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции более чем на 140 °С (I)» [1].

Вывод.

Для повышения предела огнестойкости стальных конструкций производится их огнезащитная обработка.

«Огнезащитные свойства вспучивающихся покрытий проявляются за счет увеличения толщины слоя и изменения теплофизических характеристик при тепловом воздействии в условиях пожара» [4].

При воздействии высоких температур покрытия вспучиваются, увеличиваясь в объеме в 25-30 раз, образуя пористый термоизолирующий слой. Благодаря низкой теплопроводности пористый слой предотвращает нагрев металла.

Для обеспечения требуемого предела огнестойкости стальных конструкций применяется огнезащитная краска НЕОФЛЭЙМ®513 (ТУ 2316-010-29346883-2008).

## **2 Разработка технологии применения систем пожаробнаружения современных каркасных зданий**

Разработаем технологию применения систем пожаробнаружения современных каркасных зданий.

Так как объемно – планировочные решения разработаны исходя из норм проектирования складских и общественных зданий, то рассмотрим систему пожарной сигнализации, которая бы учитывала стеллажное складирование продукции.

На объекте должно быть предусмотрено размещение системы пожаробнаружения в составе АУПТРВ.

«АУПТРВ предназначена для автоматического обнаружения и тушения очагов пожара при превышении контролируемых факторов пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне. АУПТРВ должна также выдать сигнал пожарной тревоги персоналу с круглосуточным дежурством, расположенным на 1-ом этаже в помещении 37» [6].

«В состав АУПТРВ входят:

- модули пожаротушения МУПТВ-60;
- трубопроводные магистрали подвода воды;
- аппаратура автоматического обнаружения пожара и запуска модулей на базе ППКООП «Дозор-16»;
- кабельная сеть;
- табло «Автоматика включена»;
- светозвуковое табло «Пожар»;
- оповещатель звуковой АСТ-10;
- оповещатель световой «Выход»;
- магнитокontakt СМК-1;
- устройство ручного пуска УРП-7 энергонезависимое;
- извещатель пожарный дымовой;
- извещатель пожарный ручной ИПР – ЗСУ» [6].

«Аппаратура автоматического обнаружения пожара и запуска модулей на базе ППКОП «Дозор-16» предназначена для построения и контроля состояния шлейфов сигнализации и цепей пуска, формирования сигналов управления индикацией и внешними устройствами, выдачи пусковых импульсов на модули пожаротушения» [6].

«В автоматическом режиме ППКОП «Дозор-16» производит постоянный циклический опрос подключенных устройств, анализирует состояние шлейфов сигнализации, цепей пуска» [6].

Каждое направление пожаротушения контролируется двумя шлейфами сигнализации. В один из шлейфов направления включен извещатель пожарный ручной ИПР для подачи сигнала о пожаре в случае его визуального обнаружения дежурным или обслуживающим персоналом вручную.

При срабатывании одного пожарного извещателя в шлейфе сигнализации аппаратура управления АУПТРВ формирует сигнал «Внимание» с индикацией направления, в котором произошло срабатывание. Включаются внутренние звуковые и световые оповещатели ППКОП «Дозор-16» и пультов наблюдения. Сигнал «Внимание» транслируется на ПЦН и персоналу с круглосуточным дежурством, расположенным на 1-ом этаже в помещении 37.

При срабатывании двух пожарных извещателей в разных шлейфах одного направления пожаротушения аппаратура управления формирует сигнал «Пожар». Включается светозвуковое табло «Пожар» соответствующего направления. Формируются команды на отключение приточных установок и обесточивание технологического оборудования (при необходимости). Если установка находится в состоянии «Автоматика включена», начинается десятисекундный отсчет задержки выпуска газовой смеси (время, необходимое для эвакуации людей).

В помещении с круглосуточным дежурством необходимо смонтировать коммутационный шкаф для оборудования (IP57). В шкафу разместить

Сигнал-20П, к данному оборудованию подключить СДУ, УКП, общее количество принимаемых сигналов – 10. Объединить все приборы в общий интерфейс RS-485 кабелем КИПЭВ 1×2×0,6. Сигнал передается в помещение охраны посредством радиоповторителя интерфейсов С2000-РПИ. Для питания оборудования установить ИБП «СКАТ-1200М». Запрограммировать систему в соответствии с рекомендациями завода изготовителя.

Вывод: на объекте необходимо разместить системы пожарообнаружения в составе АУПТРВ. Все виды работ по ТО и ППР, а также по содержанию установок пожарной автоматики должны выполняться собственными специалистами объекта, прошедшими соответствующую подготовку, или по договору с организациями, имеющими лицензию. При проведении работ по ТО следует руководствоваться требованиями инструкции по организации и проведению работ по регламентированному техническому обслуживанию установок пожаротушения, пожарной и охранно-пожарной сигнализации.

### **3 Выбор и размещение автоматической установки пожаротушения**

В соответствии с требованиями СП5.13130.2009, системой пожаротушения защищаются складские здания категории В с высотой складирования 5,5 м. и более независимо от площади.

Исходя из предоставленных данных, на объекте необходимо предусмотреть защиту складских помещений установкой верхнего уровня пожаротушения.

На основании требований технологического процесса с учетом пожарной опасности веществ и материалов в качестве огнегасящего вещества принята тонкораспылённая вода.

АУПТРВ применяется для поверхностного тушения очагов пожара классов А, В.

Количество модулей МУПТВ-60 рассчитывается, исходя из того, что площадь, защищаемая одним модулем, составляет до 20 м<sup>2</sup>.

Каждое направление пожаротушения контролируется двумя шлейфами сигнализации. В один из шлейфов направления включен извещатель пожарный ручной ИПР для подачи сигнала о пожаре в случае его визуального обнаружения дежурным или обслуживающим персоналом вручную.

«При срабатывании двух пожарных извещателей в разных шлейфах одного направления пожаротушения аппаратура управления формирует сигнал «Пожар». Включается светозвуковое табло «Пожар» соответствующего направления. Формируются команды на отключение приточных установок и обесточивание технологического оборудования (при необходимости). Если установка находится в состоянии «Автоматика включена», начинается десятисекундный отсчет задержки выпуска газовой смеси (время, необходимое для эвакуации людей)» [6].

По истечении десятисекундной задержки ППКОП «Дозор-16» выдает электрический импульс на пусковые устройства модулей МУПТВ-60

направления, в котором сработали извещатели, происходит вскрытие баллона с углекислотой, которая через устройство подачи газа-вытеснителя поступает в емкость с водой. Из емкости полученная в ней газоводяная смесь через разводящие магистрали поступает к насадкам-распылителям, которые формируют и выпускают тонкораспыленные (до 100 мкм) струи огнетушащего вещества на защищаемую поверхность.

Запуск модулей по каждому направлению пожаротушения может осуществляться также вручную кодом с ППКОП «Дозор-16» или от устройства ручного пуска УРП-7.

Внимание! Пуск от УРП-7 осуществляется без задержки.

УРП-7 устанавливается непосредственно у входа в защищаемое помещение. УРП-7 вырабатывает электрический импульс, необходимый для запуска модулей. Характеристики импульса: напряжение 9 В, ток запуска 2 А, длительность импульса 2 с. Одним УРП-7 можно запустить до 6 модулей.

«На дверях в защищаемые помещения установлены извещатели контактные, отключающие режим автоматического пуска установки при их открывании. Индикация отключенного состояния отображается на табло «Автоматика включена», расположенных перед входами в защищаемые помещения» [2].

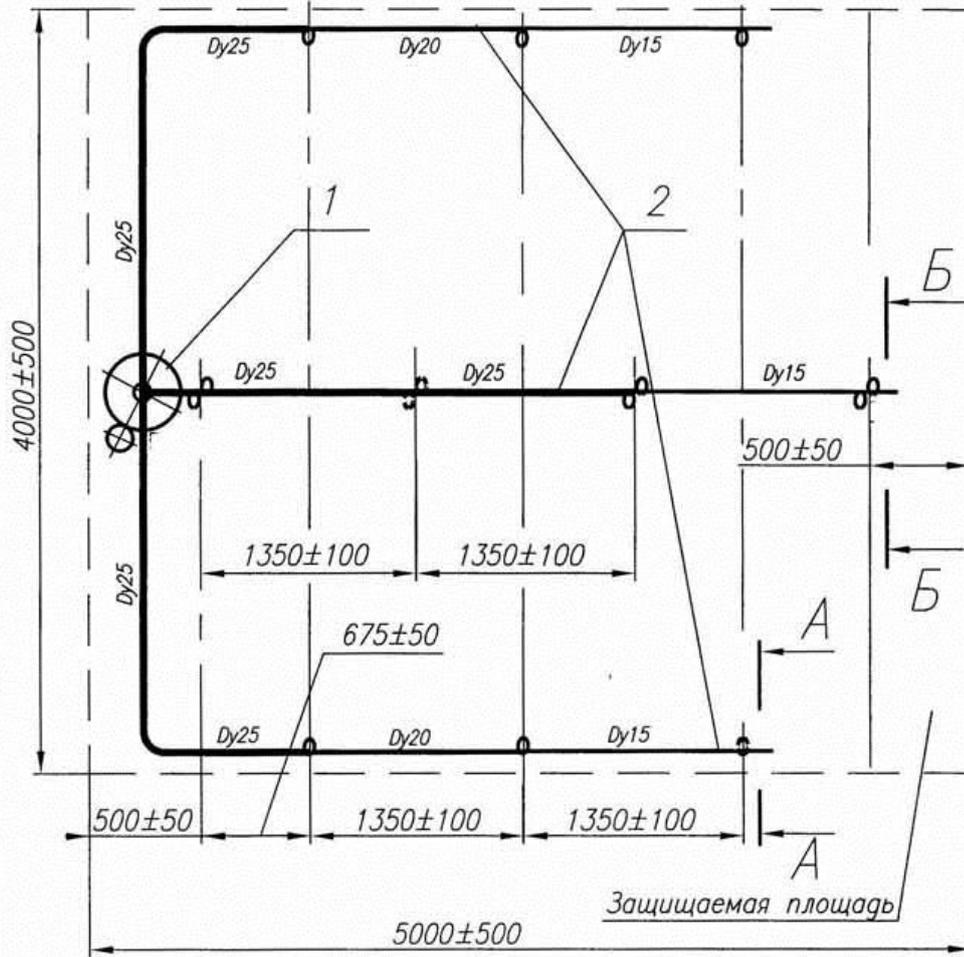
Восстановление режима автоматического пуска осуществляется введением кода с ПКП-16 или с базового пульта наблюдения БПН ППКОП «Дозор-16».

Схемы размещения модулей, трубопроводов подачи огнетушащего вещества с насадками-распылителями и аппаратуры запуска в защищаемых помещениях приведены в планах размещения.

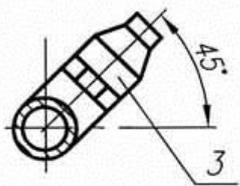
Модули размещаются в защищаемых помещениях. В целях предотвращения механических повреждений модули должны быть огорожены защитной сеткой.

В состав МУПТВ-60 входят 14 насадков-распылителей. Типовая схема расположения насадков представлена на рисунке 3.

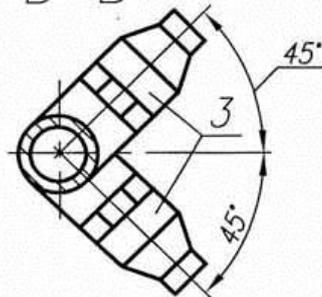
Вид сверху на защищаемую площадь  
и распределительный трубопровод



A-A



Б-Б



1 - модуль; 2 - распределительный трубопровод; 3 - насадок

Рисунок 3 - Схема расположения насадков

Рисунок 3 – Типовая схема расположения насадков в составе МУПТВ-60

Допускается размещение модуля в шкафу. Конструкция шкафа должна обеспечивать удобный доступ к составным частям модуля для его обслуживания и проверки технического состояния.

С учетом распределения горючей нагрузки, объемно-конструктивных особенностей, зон затенения, наличия экранов, ограничивающих непосредственный доступ струй ОТВ к горючему, в каждом помещении рассчитывается и монтируется конкретная схема расположения насадков.

Основные технические данные модуля МУПТВ-60 представлены в таблице 5.

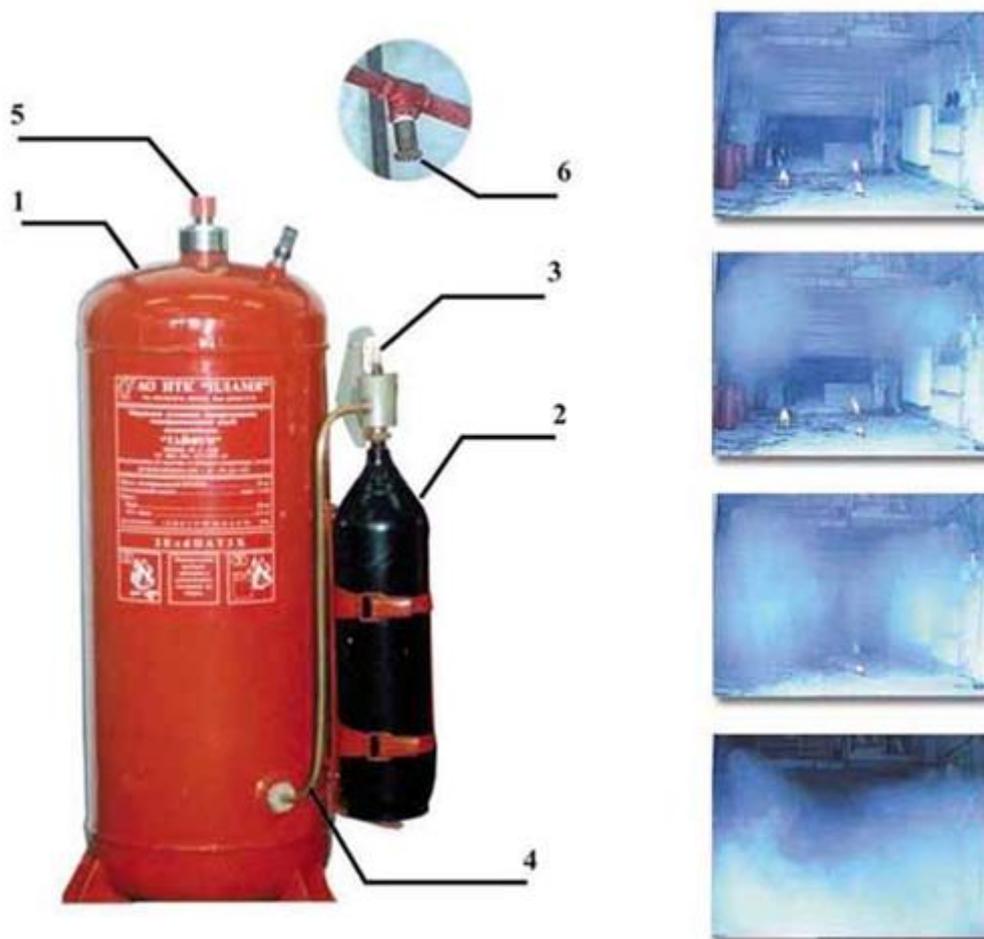
Таблица 5 – Основные технические данные модуля МУПТВ-60

Наименование параметра	Значение параметра
	МУПТВ-60ГВ
1	2
Огнетушащая способность модуля, м <sup>2</sup> , не более:	
– пожар класса А	20
– пожар класса В с горючими жидкостями с температурой вспышки паров 40 °С и более	20
Продолжительность действия, с	10-25
Инерционность, с, не более	3
Средний расход огнетушащего вещества, кг/с	2,6-6,5
Масса, кг, и вид огнетушащего вещества:	
– вода питьевая по ГОСТ 2874	60±0,3
Масса газа-вытеснителя (жидкая двуокись углерода ГОСТ 8050), кг,	4,8 <sup>+0,2</sup>
Масса модуля без огнетушащего вещества полная, кг	30±1,5
Объем баллона для хранения газа-вытеснителя, л	8 или 10
Объем корпуса, л	65±1
Габаритные размеры модуля, мм, не более:	
– длина,	400
– ширина,	300
– высота	1500
Параметры сигналов автоматического пуска:	
– сила постоянного тока, А, не менее	0,5
– электрическое сопротивление цепи, Ом	1,5-5,5
– длительность импульса тока, мс, не менее	8
Рабочее давление в корпусе, МПа:	
– минимальное	0,5
– максимальное	1,4
Давление срабатывания предохранительного клапана, МПа	1,6-1,7

Продолжение таблицы 5

1	2
Усилие приведения МУПТВ в действие вручную, Н, не более	100
Ресурс срабатываний, не менее	10
Назначенный срок службы, лет	10

Общий вид модуля МУПТВ-60, его составные части и фазы тушения ранговых очагов изображены на рисунке 4.



1 – баллон емкостью 65 дм<sup>3</sup> с рабочим давлением до 1,4 МПа; 2 – баллон для газа-вытеснителя СО<sub>2</sub> с рабочим давлением 15 МПа; 3 – запорно-пусковое устройство (ЗПУ); 4 – устройство подачи газа-вытеснителя; 5 – усройство подачи газовой смеси к разводящим магистралям; 6 – насадки-распылители (формируют струи огнетушащего вещества).

Рисунок 4 – Общий вид модуля МУПТВ-60, его составные части и фазы тушения ранговых очагов

Монтаж модуля пожаротушения МУПТВ-60 рекомендуется проводить в следующей последовательности: подготовительные работы, обмеры защищаемого помещения, обвязка и установка модуля.

Трубопровод необходимо прокладывать с уклоном не менее 1:100 в сторону распылителей.

Расстояние от насадков до узла крепления соответствующего трубопровода не более 0,5 м. Расстояние между элементами крепления трубопроводов должно быть не более 3 м.

Монтаж трубопроводов вести при помощи хомутов и по месту, в соответствии с планами размещения, согласовывая места крепления с администрацией участка.

Для трубопровода использовать стальные водогазонапорные оцинкованные трубы) по ГОСТ 3262-75.

Прокладку проводов и кабелей следует выполнять в соответствии с ПУЭ, НПБ 88-01.

Цепи шлейфов сигнализации прокладывать по стенам и потолку в коробах 20×10 или гофрированной трубе негорючей диаметром 16 мм., монтаж вести проводом типа КСПВ 2×0,5 мм.

Цепи пуска, оповещения прокладывать проводом ПВС 2х0,75 мм<sup>2</sup> в гофрированной трубе диаметром 16 мм. Допускается прокладку цепей пуска и сигнализации вести совместно в одной гофрированной трубе.

При всех случаях прохода проводов и кабелей сквозь стены, провод или кабель прокладывать в отдельном отрезке стальной трубы.

Расстояние между коммуникационными системами пожаротушения кабелями и силовыми кабелями должно быть не менее 0,25 м.

Электроприемники АУПТРВ по степени обеспечения надежности электроснабжения должны иметь источник электропитания I категории по ПУЭ.

Заземление емкостей модулей выполнять проводом с медной жилой сечением не менее 1,5 мм<sup>2</sup>. Все заземляющие провода присоединить к общему контуру заземления здания.

Регламенты технического обслуживания установок должны быть разработаны заказчиком на месте в соответствии с инструкциями заводоизготовителей.

Основным назначением технического обслуживания является выполнение мероприятий, направленных на поддержание установок модулей в состоянии готовности к применению: предупреждению неисправностей и преждевременного выхода из строя составляющих приборов и элементов.

К обслуживанию установки пожаротушения тонкораспыленной водой допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Прохождение инструктажа отмечается в журнале.

Вывод: конструктивные решения приняты исходя из требований норм проектирования складских и общественных зданий, результатов инженерных изысканий, объемно-планировочных решений, степени сложности производства работ, а также максимального применения унифицированных конструкций и, в необходимых случаях, индивидуальной разработки.

#### **4 Проектирование технических и технологических мер по снижению воздействия опасных и вредных факторов, безопасных условий функционирования**

При экономически обоснованном соотношении величины вероятного ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, конструктивная огнезащита снижает воздействие опасных и вредных факторов пожара на несущую конструкцию здания и обеспечивает безопасные условия функционирования.

«ComposiTherm STEEL (СТ-S) (ТУ 5769-002-72312159-2012) является наиболее оптимальным вариантом для повышения предела огнестойкости стальных конструкций до REI90» [9].

«Огнезащитная краска НЕОФЛЭЙМ®513 представляет собой водно-дисперсионную композицию на основе дисперсии поливинилацетата, наполнителей, пигментов и целевых добавок» [9].

«Краска предназначена для создания огнезащитного покрытия на стальных строительных конструкциях с целью повышения их предела огнестойкости» [9].

«Огнезащитная краска НЕОФЛЭЙМ®513 имеет сертификаты соответствия № С-RU.ПБ05.В.01922, № С-RU.ПБ05.В.01923, а также свидетельство о государственной регистрации № RU.32.БО.21.008.Е.000784.11.11» [9].

«Огнезащитный состав ComposiTherm STEEL (СТ-S) состоит из огнеупорной мастики ComposiTherm MASTIC (СТ-M) и материала прошивного базальтового огнезащитного рулонного ComposiTherm BASALT (СТ-B)» [9].

«Огнеупорная мастика «СТ-M» представляет собой композицию на основе неорганических связующих и минеральных наполнителей. При температуре эксплуатации и хранения не выделяет вредных веществ в концентрациях, опасных для организма» [9].

«Огнеупорная мастика «СТ-М» состоит из двух компонентов: жидкого и порошкообразного, которые смешиваются в условиях производства с помощью быстроходной дрели в соотношении 1:1» [9].

«Огнеупорная мастика «СТ-М» предназначена для создания огнезащитного покрытия на стальных строительных конструкциях с целью повышения их предела огнестойкости» [9].

«Конструктивная огнезащита CompositTherm STEEL (СТ-S) имеет сертификат соответствия № С-RU.ПБ34.В.01098» [9].

«Качество огнезащитных материалов гарантируется предприятием-изготовителем при соблюдении условий хранения и транспортировки в соответствии с ТУ 2316-010-29346883-2008 (НЕОФЛЭЙМ® 513) и ТУ 5769-002-72312159-2012 (CompositTherm STEEL (СТ-S))» [9].

Каждая партия огнезащитного материала сопровождается сертификатом качества продукции, составленным в соответствии с требованиями ГОСТ 9980.1-86 и подписанным ОТК предприятия-изготовителя. Входной контроль по показателю «внешний вид» поступившей краски ведет прораб, мастер или бригадир.

На предприятии-изготовителе функционирует (сертифицированная LRQA) система менеджмента качества, в соответствии с ИСО 9001-2008, что является подтверждением гарантии качества продукции.

Для нанесения огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ® 513 на металлические конструкции необходимо следующее оборудование и инструменты:

- агрегат высокого давления типа «Вагнер» НС-940 (960);
- шпатель;
- малярная кисть, валик;
- миксер;
- толщиномер типа «Константа-5».

Для нанесения конструктивной огнезащиты CompositTherm STEEL (СТ-S) на металлические конструкции необходимо следующее оборудование и инструменты:

- шпатель;
- малярная кисть, валик;
- быстросходная дрель;
- ножницы, сапожный нож, строительный резак;
- толщиномер типа «ГРЕБЕНКА».

Нанесение огнезащитных материалов производится в соответствии с техническими условиями ТУ 2316-010-29346883-2008 (НЕОФЛЭЙМ®513) и ТУ 5769-002-72312159-2012 (CompositTherm STEEL (СТ-S)) и технологической инструкцией ТИ 021-2008.

«Подготовка поверхностей для огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ®513 включает следующие технологические процессы:

- очистка от грязи, ржавчины, окалины, старой краски;
- восстановление антикоррозионного покрытия стальных конструкций грунтовкой ГФ-021 или другой, указанной в Технологических инструкциях» [9].

«При нанесении огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ®513 температура окружающего воздуха должна быть не ниже +5 °С. Не допускается нанесение краски НЕОФЛЭЙМ®513 при отрицательных температурах и воздействии атмосферных осадков» [9].

«Огнезащитная краска НЕОФЛЭЙМ®513 наносится на поверхность стальных конструкций методом безвоздушного распыления, а также вручную послойно малярной кистью» [9].

«Продолжительность сушки промежуточных слоев огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ®513 не менее 6 часов при температуре  $20 \pm 2$  °С и относительной влажности не более 85%. При снижении температуры и повышении влажности воздуха время сушки увеличивается» [9].

Рекомендуемые рабочие параметры установки безвоздушного распыления «Вагнер» НС-940 (960) приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Рекомендуемые рабочие параметры установки безвоздушного распыления «Вагнер» НС-940 (960)

Наименование показателя	Рекомендуемое значение
Давление краски, МПа	19 - 22
Размер форсунки для распыления, дюйм	0015 - 0021
Угол распыла, градус	10 - 60
Расстояние от форсунки до покрываемой поверхности, мм: – при направлении краски вверх, – при направлении краски вниз и горизонтально – в труднодоступных местах	400 - 1000 500 - 1000 не менее 300
Длина шланга $\frac{3}{4}$ ", м: – при работе одного поста – при работе двух постов	не более 60 м не более 30 м

На рисунке 5 изображена двутавровая балка с нанесением краски НЕОФЛЭЙМ® 513 и покрывного состава.



Рисунок 5 – Двутавровая балка с нанесением краски НЕОФЛЭЙМ® 513 и покрывного состава

Для повышения влагоустойчивости поверх огнезащитной краски возможно нанесение покрывного слоя, изображенного на рисунке 5.

При наличии труднодоступных мест для огнезащиты металлических конструкций дополнительно предусмотреть забивку минераловатными плитами (группа горючести НГ) глубиной не менее 50 мм (рисунок 6).

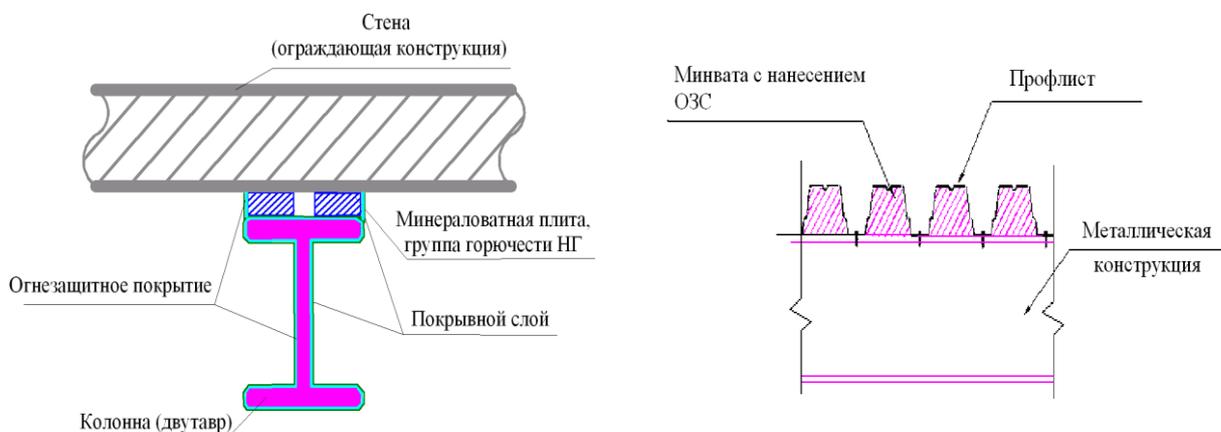


Рисунок 6 – Огнезащитная обработка металлических конструкций в труднодоступных местах

После монтажа минераловатных плит на открытую поверхность плит нанести слой огнезащитного покрытия толщиной не менее толщины слоя покрытия на конструкции, указанной в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет приведенной толщины металла, необходимой толщины огнезащитного слоя покрытия

Марка элемента	Сортамент	$\delta_{пр}$ , мм	R тр., мин	Толщина покрытия, мм	Масса металла, т	Переводной коэффициент	Защищаемая площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
Колонны К-1	Сварной двутавр 39×32	16,97	90	0,82	33,38	7,38	246,19
Балки Кс-1, Р-1	Сварной двутавр 39×35	10,78	90	1,00	6,73	14,92	100,44
Балки Б-1, элементы ферм, верхний и нижний пояс, стойки С1	Сварной двутавр 30×30	6,90	90	1,30	27,97	18,27	510,99

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Балки Б-2	Сварной двутавр 30×30	9,14	90	1,10	19,08	13,82	263,73
Элементы ферм Ф-1, Ф-2 связи Р2	200×8	7,68	90	1,22	2,82	16,6	46,81
Элементы ферм Ф-1, Ф-2 стойки С2, связи Р1	180×8	7,64	90	1,23	8,68	16,6	144,09
Лестничный косоур Кл-1	22П	3,53	60	1,10	1,31	36,6	47,95
Балки Б-1	20П	3,37	60	1,12	1,10	38,3	42,13
Балки Б-2	16П	3,20	60	1,18	0,47	40,5	19,04
Колонны К1 – К3, элементы ферм Ф1 – Ф3, Пм-1, Р-1	180×6	5,67	60	0,76	20,01	22,0	440,22
Связи С-1	120×4	3,78	60	1,03	0,77	32,9	25,33
Связи С2, См-1, элементы ферм Ф1 – Ф3	100×4	3,74	60	1,05	10,92	32,9	359,27
Колонны К1	40К2	9,21	90	1,10	15,44	16,0	247,04
Балки Б1	100Ш4	13,62	90	0,87	60,34	10,3	621,50
Балки Б2-1, Б2- 2	45Ш1	7,65	90	1,22	30,94	19,9	615,71
Колонна К2, балки Б-4	30Ш1	6,18	90	1,38	12,97	26,0	337,22
Элемент каркаса, стойки Ст1	180×6	5,80	90	1,44	9,07	22,0	199,54
Элементы фермы Фм1	160×120×6	5,80	90	1,44	5,00	22,0	110,00

«Подготовка поверхностей для конструктивной огнезащиты CompositTherm STEEL (СТ-S) включает следующие технологические процессы:

- очистка от грязи, ржавчины, окалины, старой краски;
- восстановление антикоррозионного покрытия стальных конструкций грунтовкой ГФ-021;
- приготовление огнеупорной мастики;
- раскрой фольгированных базальтовых матов» [9].

Расчет приведенной толщины металла, необходимой толщины огнезащитного слоя покрытия, защищаемой площади огнезащитного материала Compositerm STEEL (CT-S) представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет приведенной толщины металла, необходимой толщины огнезащитного слоя покрытия, защищаемой площади огнезащитного материала Compositerm STEEL (CT-S)

Марка элемента	Профиль (размеры, мм)	$\delta_{пр}$ , мм	R тр, мин	Толщина мата, мм	Масса металла, т	Переводный коэффициент	Защищаемая площадь, м <sup>2</sup>
Опоры							
Связи Св-1	120×4	3,78	90	8,00	1,90	32,9	62,51
Пролетное строение							
Поперечные балки а1 – а3, элемент конструкции г	30	3,53	90	8,00	10,34	32,1	331,91
Элементы конструкции б, в	120×4	3,78	90	8,00	0,82	32,9	26,98
Несущий каркас. Перекрытие							
Балка Бн-3, элемент каркаса а	25Ш1	4,00	90	8,00	18,36	29,9	548,96
Элемент вертикальной связи Св1, Сг-3	140×4	3,81	90	8,00	1,95	32,9	64,16
Связи Св2, Сг-1, Сг-2, элемент связей Св1	100×4	3,74	90	8,00	2,18	32,9	71,72
Входной блок. Металлические конструкции каркаса							
Балки Б-4	20П	3,72	90	8,00	0,45	38,3	17,24
Конкорс. Конструкции покрытия							
Прогоны П1	22П	3,53	90	8,00	8,32	36,6	304,51
Связи Св1 – Св6, Сг1, элементы фермы ФМ1	100×4	3,74	90	8,00	8,01	32,9	263,53
Связи Сг2, элементы фермы ФМ1	140×4	3,81	90	8,00	4,61	32,9	151,67
Связи Сг3 – Сг5	75×6	3,00	90	10,00	1,35	44,0	59,4

«Приготовление огнеупорной мастики осуществляется непосредственно на строительной площадке ручным способом или с помощью быстроходной дрели в емкости. Емкость заполняется компонентом

1 (в жидкой форме), добавляется компонент 2 (порошкообразная форма) в соотношении 1:1 (по массе). Композиция перемешивается в течение 3 – 5 минут до получения однородной массы. Приготовление, нанесение и сушка состава производится при температуре не ниже +3 °С и относительной влажности воздуха не более 80%» [2].

«Раскрой базальтовых матов в соответствии с требуемыми размерами производится вручную с помощью ножниц, сапожных ножей или строительных резачков» [2].

Огнеупорная мастика наносится с помощью шпателя, сушится до образования полусухой липкой пленки, затем сверху наклеиваются раскроенные по размерам базальтовые маты встык (рисунок 7).



Рисунок 7 – Металлическая конструкция с нанесением конструктивного огнезащитного состава CompositTherm STEEL (CT-S).

«В процессе нанесения огнезащитного состава на основе конструктивной огнезащиты CompositTherm STEEL (CT-S) в соответствии с ТУ 5769-002-72312159-2012 контролируется проектная толщина нанесения огнеупорной мастики. Толщина огнеупорной мастики контролируется с

помощью толщиномера типа «ГРЕБЕНКА» по сырому слою в момент нанесения до приклеивания базальтового полотна. Контроль толщины сухого слоя мастики не допускается, поскольку не может дать точных данных. Это связано с тем, что при приклеивании огнезащитного мата к мастике часть мастики впитывается в базальтовый материал» [2].

«Внешний вид готового покрытия оценивается визуально. Покрытие, поврежденное при производстве работ, должно быть восстановлено в соответствии с технологическим регламентом № 002СТ-2012» [2].

Приемка выполненных огнезащитных работ оформляется актом сдачи-приемки работ установленной формы. После передачи оригинала заключения Государственного пожарного надзора или Специализированной пожарной лаборатории Заказчиком подписываются акты приема-сдачи выполненных работ.

Гарантийный срок эксплуатации огнезащитных покрытий на основе огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ®513 в соответствии с ТУ составляет 25 лет.

При эксплуатации здания, не реже 1-го раза в шесть месяцев, представителем службы эксплуатации здания производится проверка всего огнезащитного покрытия внешним осмотром. Результаты проверки заносятся в специальный журнал. При обнаружении дефектов (трещины, изменения цвета, инородные включения, отслоения, вздутия, нарушение целостности покрытия) необходимо произвести ремонт огнезащитного покрытия.

Вывод.

ComposiTherm STEEL (СТ-S) (ТУ 5769-002-72312159-2012) является наиболее оптимальным вариантом для повышения предела огнестойкости стальных конструкций до REI90. В процессе эксплуатации допускается воздействие распыленной воды и иных огнетушащих средств на поверхность огнезащитного покрытия при учебном или аварийном включении автоматических систем пожаротушения.

## 5 Декларирование пожарной безопасности

Декларирование пожарной безопасности регулируется Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

В статье 64 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» предъявляются требования к декларации пожарной безопасности.

«Декларация пожарной безопасности составляется в отношении здания, сооружения, производственного объекта, для которых законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности предусмотрено проведение экспертизы проектной документации (за исключением зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.3, Ф1.4), а также в отношении зданий (частей зданий) класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 и предусматривает:

- 1) оценку пожарного риска (если проводится расчет риска);
- 2) оценку возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара (в рамках добровольного страхования ответственности за ущерб третьим лицам от воздействия пожара)» [18].

«В случае изменения содержащихся в декларации пожарной безопасности сведений, в том числе в случае смены собственника или иного законного владельца объекта защиты, изменения функционального назначения либо капитального ремонта, реконструкции или технического перевооружения объекта защиты, уточненные декларации пожарной безопасности, составленные в соответствии с частями 1 и 2 настоящей статьи, представляются в течение одного года со дня изменения содержащихся в них сведений» [18].

Соответственно, после проведения работ по оборудованию несущих элементов действующего каркасного здания конструктивной огнезащитой при помощи огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ<sup>®</sup>513 и огнезащитного

состава CompositTherm STEEL (CT-S) необходимо задекларировать внесённые изменения в конструкцию объекта защиты.

Регламентированная процедура разработки и регистрации пожарной декларации представлена на рисунке 8.

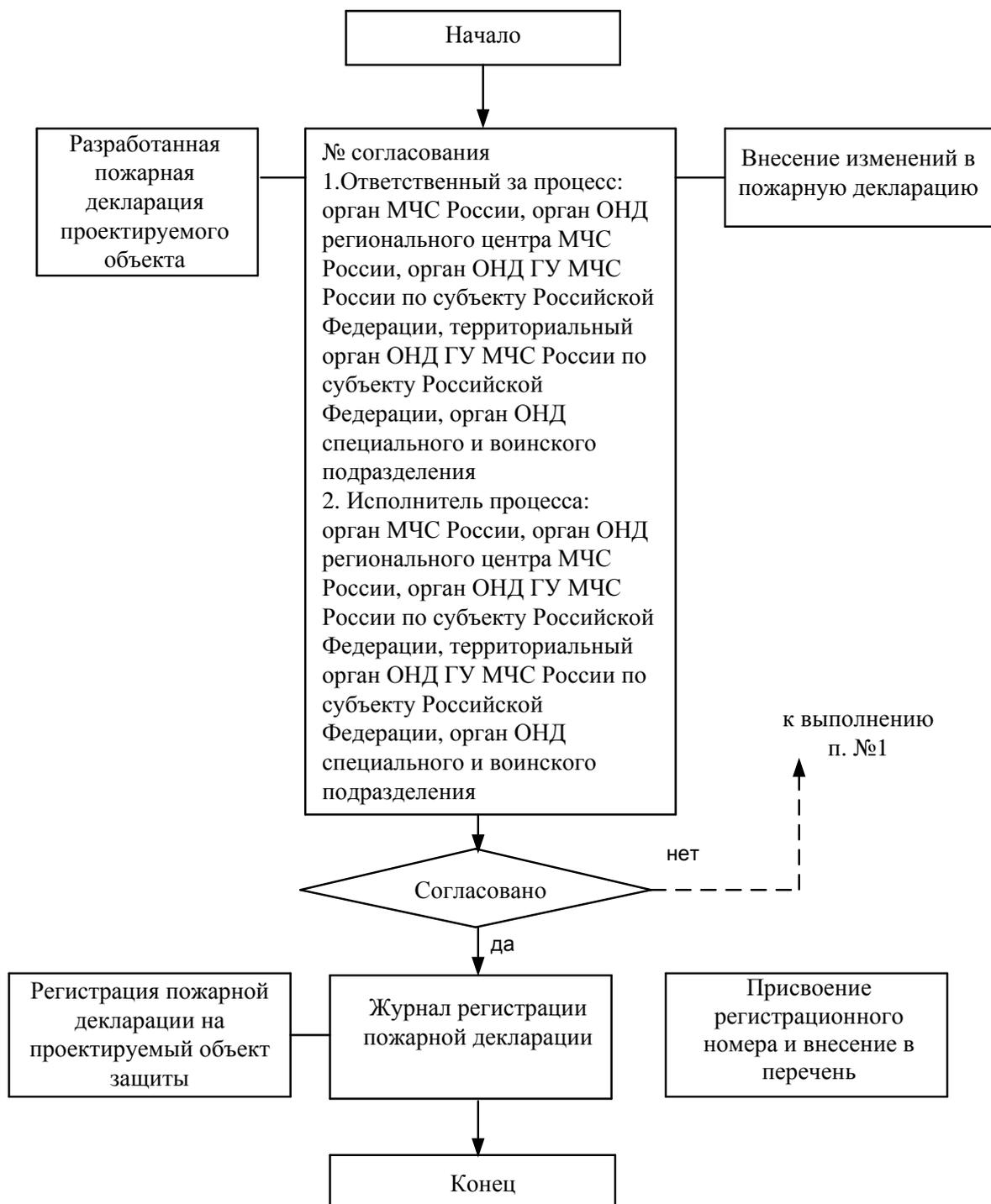


Рисунок 8 – Регламентированная процедура разработки и регистрации пожарной декларации

«При составлении декларации пожарной безопасности в соответствии с частями 1 и 2 настоящей статьи в отношении объектов защиты, для которых установлены требования технических регламентов, принятых в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативных документов по пожарной безопасности, в декларации указывается перечень статей (частей, пунктов) указанных документов, требования которых установлены и выполнены для соответствующего объекта защиты)» [18].

Декларации пожарной безопасности на исследуемый объект защиты представлен в таблице 7

Таблица 7 – Декларации пожарной безопасности

№ п/п	Наименование раздела		
1.	Характеристика объекта защиты		
	Наименование параметра		Значение параметра
1.1	Степень огнестойкости		II
1.2	Класс конструктивной пожарной опасности		С0
1.3	Класс функциональной пожарной опасности		Ф5.2
1.4	Высота здания		10,1 м.
1.5	Площадь этажа в пределах пожарного отсека здания		7506 м <sup>2</sup> .
1.7	Объем здания		11672, 96 в <sup>3</sup> .
1.8	Количество этажей		2
1.9	Категория наружных установок по пожарной опасности, категория зданий, сооружений по пожарной и взрывопожарной опасности (указывается для зданий производственного или складского назначения)		B1 – B3
1.10.	Перечень и тип систем противопожарной защиты (системы противодымной защиты, пожарной сигнализации, пожаротушения, оповещения и управления эвакуацией, внутренний и наружный противопожарные водопроводы)		АПС, АУПТ
2.	Оценка пожарного риска, проведенная на объекте защиты		
	Не проводилась		
3.	Оценка возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара		
	Не проводилась		
4.	Сведения о выполнении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, выполнение которых должно обеспечиваться на объекте защиты		
	Наименование противопожарного мероприятия	Реквизиты нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности	Сведения о выполнении выполняется/ не выполняется
1	2	3	4
4.1	Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями	СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемнопланировочным и конструктивным решениям»	выполняется

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
4.2	Наружное противопожарное водоснабжение	СП 8.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности»	выполняется
4.3	Проезды и подъезды для пожарной техники	СП 4.13130.2013 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объекте защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»	выполняется
4.4	Конструктивные и объемно-планировочные решения, степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности	СП 2.13130.2013 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты	выполняется
4.5	Обеспечение безопасности людей при возникновении пожара, эвакуационные пути и выходы	СП 1.13130.2009* «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»	выполняется
4.6	Обеспечение безопасности пожарно-спасательных подразделений при ликвидации пожара	СП 4.13130.2013 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объекте защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».	выполняется
4.7	Системы противопожарной защиты (системы противодымной защиты, пожарной сигнализации, пожаротушения, оповещения и управления эвакуацией, внутренний и наружный противопожарные водопроводы)	СП 3.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности», СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования»	выполняется
4.8	Размещение, управление и взаимодействие оборудования противопожарной защиты с инженерными системами зданий и оборудованием, работа которого направлена на обеспечение безопасной эвакуации людей, тушение пожара и ограничение его развития	Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020	выполняется
4.9	Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности объекта защиты и противопожарный режим	Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»	выполняется

После выполнения огнезащитной обработки на объекте по желанию Заказчика Подрядчик направляет письмо (обе организации обладают соответствующими полномочиями):

- либо в Государственный пожарный надзор;

– либо в Специализированную пожарную лабораторию.

Представитель одной из этих организаций выезжает на объект, выполняет проверку состояния и качества огнезащитной обработки.

«В процессе нанесения огнезащитного покрытия на основе краски НЕОФЛЭЙМ®513 в соответствии с ТУ 2316-010-29346883-2008 представителем фирмы, которая проводит работы, контролируется проектная толщина и качество нанесения огнезащитного покрытия. Внешний вид готового покрытия оценивается визуально. Огнезащитное покрытие на основе огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ®513 должно соответствовать V классу в соответствии с ГОСТ 9.032-74» [9].

По результатам проверки ставится резолюция соответствующей организации на актах приема-сдачи работ о том, что огнезащитная обработка выполнена в надлежащем виде, состояние и качество огнезащитного слоя соответствуют нормам (действительными являются резолюции обеих организаций), и выдается заключение о соответствии вида и качества применяемого ОЗП (огнезащитного покрытия) требованиям НТД.

## **6 Охрана труда**

Обучение сотрудников и работников организаций и предприятий приемам оказания первой помощи пострадавшим проводится в соответствии с требованиями ст. 212 ТК РФ, ст. 225 ТК РФ, а также ГОСТ 12.0.004-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения (введен в действие Приказом Росстандарта от 09.06.2016 № 600-ст).

«Обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве проводится работодателем при приеме на работу, при переводе на новую работу, а также в силу производственной необходимости для работающих самостоятельно или в группе в условиях повышенного уровня риска травмирования или острого профессионального заболевания (ингаляционного отравления, радиационного поражения), а также вдали от пунктов медицинской помощи» [4].

«Организатор обучения может привлекать для обучения приемам первой помощи сторонних специалистов и обучающие организации, имеющие право на оказание данного вида образовательных услуг» [4].

«Обучение оказанию первой помощи пострадавшим всех поступающих на работу лиц, а также лиц, переводимых на другую работу, должно быть организовано в течение одного месяца после приема/перевода на данную работу» [2].

Правила проведения обучения регламентируются также п. 2.4.4. Постановления Минтруда России и Минобразования России от 13 января 2003 г. № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций».

Регламентированная процедура обучения сотрудников и работников организаций и предприятий приемам оказания первой помощи пострадавшим представлена на рисунке 9.

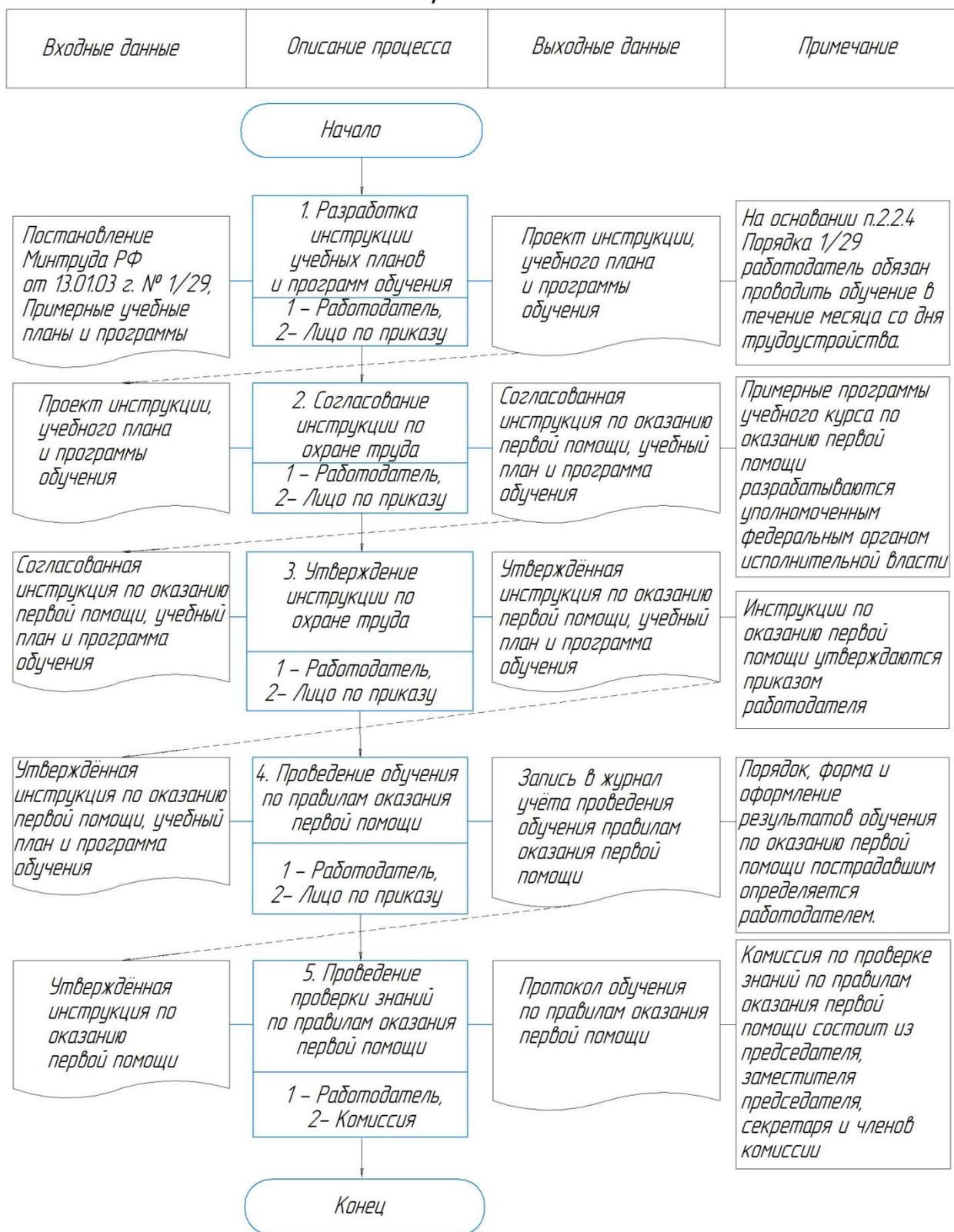


Рисунок 9 – Регламентированная процедура обучения сотрудников и работников организаций и предприятий приемам оказания первой помощи пострадавшим

«Обучение работников приемам оказания первой помощи пострадавшим может проводиться либо в ходе инструктажей или обучения требованиям охраны труда, либо в виде специального обучающего курса (тренинга), посвященного только изучению приемов оказания первой помощи пострадавшим на производстве» [3].

«Учебные программы всех инструктажей и видов обучения требованиям охраны труда должны включать в себя вопросы оказания первой помощи пострадавшим» [3].

«Обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим в виде специального обучающего курса (тренинга) проводится по учебным программам, разработанным и утвержденным организатором обучения.

«Обучение лиц, выполняющих работу в требующих особой готовности к оказанию первой помощи пострадавшим опасных и (или) вредных условиях труда, приемам оказания первой помощи должно быть организовано в виде специального курса обучения (тренинга)» [3].

«В каждой смене каждого подразделения или в обособленно работающей бригаде (группе), выполняющей работу в требующих особой готовности к оказанию первой помощи пострадавшим вредных (или) опасных условиях труда, должно быть не менее одного такого обученного лица» [3].

«Перечень должностей и профессий работающих лиц, подлежащих обучению приемам оказания первой помощи пострадавшим, конкретный порядок, условия, сроки и периодичность проведения обучения приемам оказания первой помощи пострадавшим определяются организатором обучения самостоятельно с учетом требований настоящего стандарта и действующей нормативной документации, а также специфики трудовой деятельности обучаемых» [3].

К работе с огнезащитным материалом допускается только специально обученный персонал, подготовленный и аттестованный в соответствии с действующими на объекте требованиями, правилами и инструкциями.

Вывод.

При применении огнезащитных красок необходимо соблюдать общие требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91, общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.002-2014, гигиенические требования к организации технологических процессов в соответствии с СП 2.2.3670-20, а также типовые правила пожарной безопасности промышленных предприятий.

При работе с оборудованием, предназначенным для перемешивания и нанесения огнезащитных материалов, необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные в инструкциях по эксплуатации данного оборудования.

Персонал, занятый подготовкой и нанесением огнезащитных красок, должен быть обеспечен специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

## 7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проанализируем антропогенное воздействие пожара в складских помещениях современных каркасных зданий на окружающую среду.

Количество исследований воздействия дыма от пожаров в складских помещениях современных каркасных зданий и его последствий на окружающую среду относительно невелико из-за присущих трудностей в измерениях, неопределенности масштабирования от лабораторных экспериментов до реальных пожаров и отсутствия соответствующих индивидуальных данных о состоянии здоровья, связанные с пожарами.

Характеристика дыма от пожара зависит от химического состава горящих материалов и условий горения.

Соединения дыма от пожаров содержат в основном углерод, кислород и водород, которые в основном зависят от условий горения.

При полном или высокоэффективном сгорании топливо сжигает кислород ( $O^2$ ) и в основном дает углекислый газ ( $CO^2$ ). Эффективность сгорания можно оценить, используя соотношение углерода, выделяемого в виде  $CO^2$  по сравнению с общим содержанием углерода. Двумя основными факторами, непосредственно влияющими на эффективность сгорания, являются температура сгорания и наличие  $O^2$ . Температура сгорания зависит от температуры воздуха и топлива, а также от свойств горящих материалов.

Наличие  $O^2$  зависит от поступления в горящее помещение воздуха, турбулентности и характеристик горящих материалов, таких как плотность, форма и структура их хранения. Когда горючий материал нагревается до точки воспламенения, происходит воспламенение; температура в этой фазе колеблется от 325 °C до 350 °C. Открытое горение производит больше оксидов азота ( $NO_x$ ), но меньше окиси углерода ( $CO$ ), несгоревших углеводородов и твердых частиц, чем закрытое горение. Открытое горение с достаточным количеством  $O^2$  обладает высокой эффективностью и обычно приводит к минимальному количеству дыма и токсичных соединений.

Горение в условиях низкой температуры окружающей среды приводит к высоким выходам СО и дыма. Тьюарсон и др. обнаружили, что образование дыма увеличивается до 2,8 раза в условиях, контролируемых вентиляцией здания. С другой стороны, когда температура ниже температуры самовоспламенения, пиролиз происходит при отсутствии горения. Этот процесс при более низкой температуре (200-300 ° С) производит гораздо большее количество полностью окисленных продуктов пиролиза, включая твёрдых частиц, СО и других токсичных продуктов чем открытое горение.

Выбросы твёрдых частиц в условиях тления могут более чем удвоить выбросы в условиях горения, а также выбросы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), органический углерод (ОС), элементарный углерод (ЕС) и т.д.

Общая смесь продуктов сгорания обычно определяется количеством тлеющего горения, на которое влияет свойства горючего материала. Например, содержание влаги в горючем материале различно и может влиять на образование дыма, влияя на температуру пожара.

При слишком высоком содержании влаги для испарения воды требуется значительное количество энергии. Испарение воды снижает температуру, что способствует тлению и повышенному дымообразованию.

Дым от пожара представляет собой сложную смесь взвешенных в воздухе твердых и жидких частиц, паров и газов, которая может содержать тысячи отдельных соединений с огромным спектром химических веществ в таких категориях, как летучие и полуметучие органические соединения, неорганические газы и водяной пар.

Твёрдые частицы (ТЧ) – это твердый или жидкий компонент дыма, который хорошо виден и является основной проблемой здравоохранения в результате воздействия дыма. Основные композиции ТЧ включают элементарный углерод (ЕС, также известный как сажа или черный углерод, 2-20% от массы ТЧ), органический углерод (ОС, 60-70% от массы ТЧ) и

неорганическая зола. Элементарный углерод – это первичные частицы, которые образуются в результате неполного сгорания на основе углерода.

Горячие пары низколетучих органических продуктов могут либо образовывать ядра, либо уплотняться на поверхности уже существующих частиц по мере остывания дымового шлейфа, образуя мелкие частицы.

Известно, что микроэлементы металлов концентрируются в мелких частицах.

Самыми эффективным способом снижения антропогенного воздействия пожара в складских помещениях современных каркасных зданий на окружающую среду является использование системы дымоудаления с фильтрацией твердых частиц дыма.

На рисунке представлен способ очистки дымовых газов системы дымоудаления современных каркасных зданий.

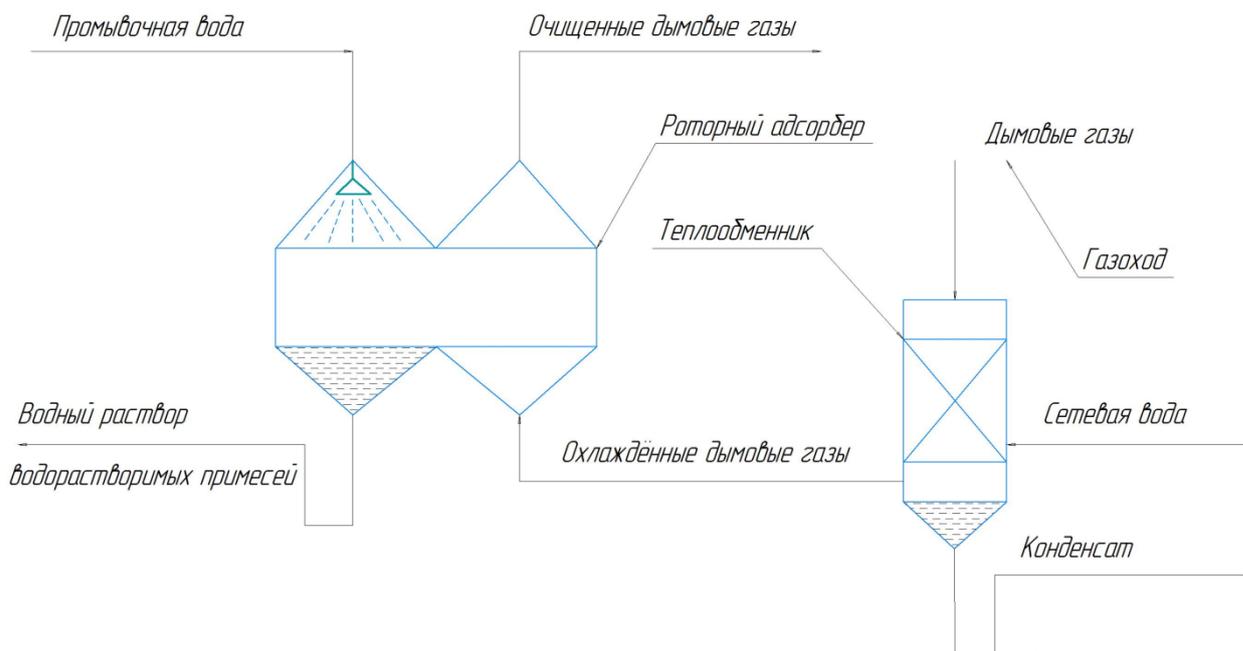


Рисунок 10 – Способ очистки дымовых газов системы дымоудаления современных каркасных зданий

Размер частиц в воздухе влияет на их способность вызывать проблемы со здоровьем. Глубина проникновения частиц в легкие и вероятность их

выдоха зависят от их размера. Крупные частицы воздействуют на область носоглотки, в то время как мелкие частицы могут проникать в крупные дыхательные пути трахеи, бронхов и бронхиол и даже достигать альвеол.

Вдыхаемые мелкие частицы могут вызвать воспалительную реакцию в дыхательной системе, даже если сам материал по своей сути нетоксичен.

Ультрадисперсные частицы имеют структуру ядра из графитовых сфер размером около 20-40 нм, что обеспечивает большую площадь поверхности для образования радикалов и обладает большим потенциалом вызывать воспаление.

Токсикологические исследования *invitro* показали, что мелкие частицы углерода в дыме от огня способны инициировать образование свободных радикалов. Ультрадисперсные частицы также демонстрируют отличную степень активного ингибирования фагоцитоза (с помощью которого частицы удаляются из легких). С другой стороны, было обнаружено, что крупные частицы относительно богаты ен-дотоксином, семейством липополисахаридов, известных своей воспалительной способностью. Таким образом, как грубая, так и мелкая фракции индуцировали воспаление, но по разным причинам.

Представленный способ очистки дымовых газов системы дымоудаления современных каркасных зданий предотвратит распространение вредных компонентов дыма за пределы зданий, там, где участники тушения пожаров работают без средств защиты органов дыхания.

## 8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В ходе решения поставленных задач для достижения цели работы, было выяснено, что огнезащитный состав CompositTherm STEEL (СТ-S) (ТУ 5769-002-72312159-2012) является наиболее оптимальным вариантом для повышения предела огнестойкости стальных конструкций каркасного здания до REI90. В процессе эксплуатации допускается воздействие распыленной воды и иных огнетушащих средств на поверхность огнезащитного покрытия при учебном или аварийном включении автоматических систем пожаротушения.

В качестве рекомендаций по повышению эффективности работы системы пожаротушения предлагается заменить существующие модули пожаротушения МУПТВ – 60, размещённые в защищаемом помещении на модули МУПТВ – 100 – Г – ВД с размещением в пристрое к существующему зданию.

Пример размещения системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД изображен на рисунке 11.

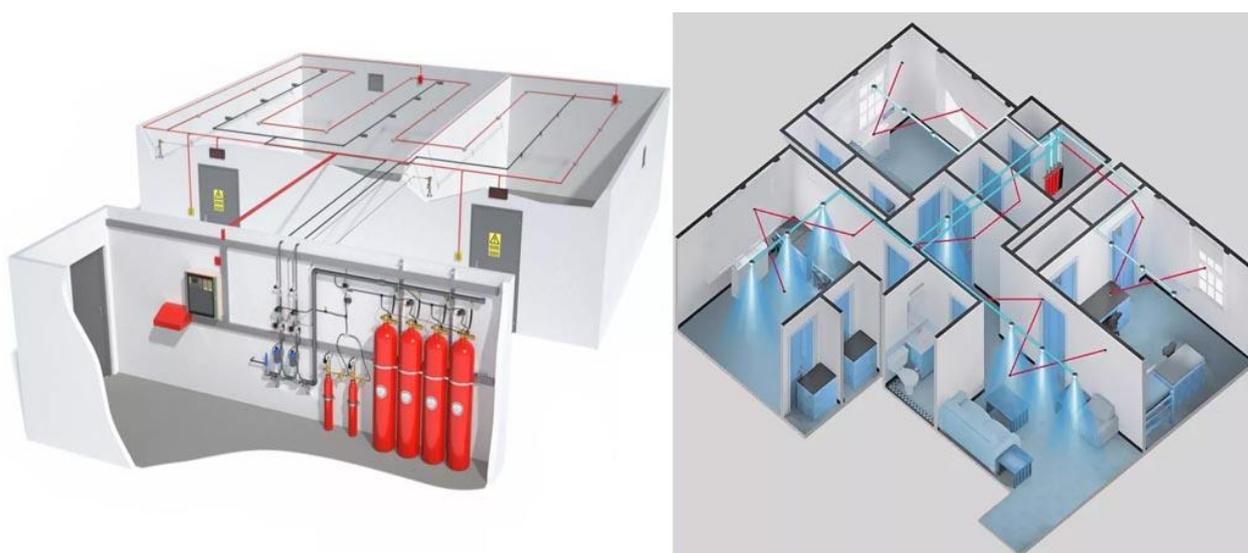


Рисунок 11 – Размещение модулей МУПТВ – 100 – Г – ВД

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 8.

Таблица 8 – План мероприятий по повышению эффективности работы системы пожаротушения каркасного складского здания производственно-логистического комплекса «Янковский»

Мероприятия	Срок исполнения
Провести работы по повышению предела огнестойкости стальных конструкций каркасного здания до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (СТ-S)	2022 год
Проектирование системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД	2022 год
Монтаж системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД	2022 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров в каркасном складском здании производственно-логистического комплекса «Янковский» будет производиться по двум вариантам обеспечения пожарной безопасности:

- в помещениях каркасного складского здания производственно-логистического комплекса «Янковский» обеспечивается существующая комплексная система пожарной безопасности;
- в помещениях каркасного складского здания производственно-логистического комплекса «Янковский» смонтирована системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД а предел огнестойкости стальных конструкций повышен до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (СТ-S).

Рассчитаем площадь пожара в помещениях каркасного складского здания производственно-логистического комплекса «Янковский» по формуле 1:

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

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

$V_{свг}$  – время свободного горения, мин.» [10]

$$F''_{пож} = 3,14(1 \times 13)^2 2 = 2120 \text{ м}^2,$$

Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров в каркасном складском здании производственно-логистического комплекса «Янковский» представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров в каркасном складском здании производственно-логистического комплекса «Янковский»

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь здания	м <sup>2</sup>	7506	
Стоимость оборудования	руб./м <sup>2</sup>	30000	32000
Стоимость частей зданий и строений	руб./м <sup>2</sup>	20000	
Вероятность возникновения загорания	1/м <sup>2</sup> в год	$9,4 \cdot 10^{-6}$	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [10]	$P_2$	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [10]	$P_1$	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [10]	$P_3$	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [10]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [10]	$\kappa$	1,63	

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров в каркасном складском здании производственно-логистического комплекса «Янковский» производится по формуле 2.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (2)$$

«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» [10]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (3)$$

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

$F$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ ;

$C_T$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ $\text{м}^2$ ;

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

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [10].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (4)$$

«где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

$C_k$  – стоимость поврежденных частей здания, руб./ $\text{м}^2$ ;

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

[10].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 9,4 \cdot 10^{-6} \times 7506 \times 20000 \times 2120 \times (1+1,63) \times 0,86 = 6766381,34 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9,4 \cdot 10^{-6} \times 7506 \times (20000 \times 2120 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 739411,64 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 9,4 \cdot 10^{-6} \times 7506 \times 20000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,86 = 12766,76 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9,4 \cdot 10^{-6} \times 7506 \times (20000 \times 4 + 32000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 1951,78 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от пожаров в каркасном складском здании производственно-логистического комплекса «Янковский»:

- если в помещениях каркасного складского здания производственно-логистического комплекса «Янковский» обеспечивается существующая комплексная система пожарной безопасности:

$$M(\Pi)_1 = 6766381,34 + 739411,64 = 7505792,98 \text{ руб./год};$$

- если в помещениях каркасного складского здания производственно-логистического комплекса «Янковский» смонтирована системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД а предел огнестойкости стальных конструкций повышен до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (СТ-S):

$$M(\Pi)_2 = 12766,76 + 1951,78 = 14718,54 \text{ руб./год.}$$

Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проведение работ по повышению предела огнестойкости стальных конструкций каркасного здания до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (СТ-S)	2000000
Проектирование системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД	100000
Монтаж системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД	2000000
Пуско-наладочные работы	100000
Итого:	4200000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения по формуле 5:

$$P = A + C \quad (5)$$

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» [10].

$$P = 2100000 + 1140000 = 3240000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 6:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} \quad (6)$$

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

$C_{\text{с.о.п.}}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [10].

$$C_2 = 420000 + 720000 = 1140000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 7:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot H_{\text{т.р.}}}{100\%} \quad (7)$$

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

$H_{\text{т.р.}}$  – норма текущего ремонта, %» [10].

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{4200000 \times 1}{100\%} = 420000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 8:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot Ч \cdot \text{ЗПЛ} \quad (8)$$

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

ЗПЛ – заработная плата 1 работника, руб./мес.» [10].

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot 2 \cdot 30000 = 720000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \cdot N_a}{100\%} \quad (9)$$

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

$N_a$  – норма амортизации, %» [10].

$$A = \frac{42000000 \times 5}{100\%} = 2100000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий по монтажу системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД и повышения предела огнестойкости стальных конструкций до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (СТ-S) составит:

$$И_t = ([M(\text{П1}) - M(\text{П2}) - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+\text{НД})^t} - (K_2 - K_1) \quad (10)$$

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

t – год осуществления затрат;

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

$M(\text{П1})$ ,  $M(\text{П2})$  – 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.;

P1, P2– эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [10].

Расчёт денежных потоков от выполнения предложенного плана мероприятий по монтажу системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД и повышения предела огнестойкости стальных конструкций до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (CT-S) представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчёт денежных потоков

Год Существо вания проекта	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	$D$	$[M(\Pi)1-M(\Pi)2]D$	$K_2-K_1$	Денежные потоки
1	4251074,44	0,91	3868477,74	4200000	-331522,26
2	4251074,44	0,83	3528391,79	-	3528391,79
3	4251074,44	0,75	3188305,83	-	3188305,83
4	4251074,44	0,68	2890730,62	-	2890730,62
5	4251074,44	0,62	2635666,15	-	2635666,15
6	4251074,44	0,56	2380601,69	-	2380601,69
7	4251074,44	0,51	2168047,96	-	2168047,96
8	4251074,44	0,47	1998004,99	-	1998004,99
9	4251074,44	0,42	1785451,26	-	1785451,26
10	4251074,44	0,39	1657919,03	-	1657919,03

Вывод: интегральный экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий по монтажу системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД и повышения предела огнестойкости стальных конструкций до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (CT-S) за десять лет составит 21901597,06 рублей. Выполнение предложенного плана экономически выгодно.

## Заключение

Для повышения предела огнестойкости стальных конструкций производится их огнезащитная обработка.

«Огнезащитные свойства вспучивающихся покрытий проявляются за счет увеличения толщины слоя и изменения теплофизических характеристик при тепловом воздействии в условиях пожара» [1].

При воздействии высоких температур покрытия вспучиваются, увеличиваясь в объеме в 25-30 раз, образуя пористый термоизолирующий слой. Благодаря низкой теплопроводности пористый слой предотвращает нагрев металла.

Для обеспечения требуемого предела огнестойкости стальных конструкций применяется огнезащитная краска НЕОФЛЭЙМ® 513 (ТУ 2316-010-29346883-2008).

В соответствии с требованиями СП5.13130.2009, системой пожаротушения защищаются складские здания категории В с высотой складирования 5,5 м. и более независимо от площади.

Исходя из предоставленных данных, на объекте необходимо предусмотреть защиту складских помещений установкой верхнего уровня пожаротушения.

На основании требований технологического процесса с учетом пожарной опасности веществ и материалов в качестве огнегасящего вещества принята тонкораспылённая вода.

Конструктивные решения приняты исходя из требований норм проектирования складских и общественных зданий, результатов инженерных изысканий, объемно-планировочных решений, степени сложности производства работ, а также максимального применения унифицированных конструкций и, в необходимых случаях, индивидуальной разработки.

При экономически обоснованном соотношении величины вероятного ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, конструктивная

огнезащита снижает воздействие опасных и вредных факторов пожара на несущую конструкцию здания и обеспечивает безопасные условия функционирования.

В процессе эксплуатации огнезащитных покрытий допускается воздействие распыленной воды и иных огнетушащих средств на поверхность огнезащитного покрытия при учебном или аварийном включении автоматических систем пожаротушения.

По результатам проверки технологии нанесения огнезащитных покрытий ставится резолюция соответствующей организации на актах приема-сдачи работ о том, что огнезащитная обработка выполнена в надлежащем виде, состояние и качество огнезащитного слоя соответствуют нормам (действительными являются резолюции обеих организаций), и выдается заключение о соответствии вида и качества применяемого ОЗП (огнезащитного покрытия) требованиям НТД. Соответственно, после проведения работ по оборудованию несущих элементов действующего каркасного здания конструктивной огнезащитой при помощи огнезащитной краски НЕОФЛЭЙМ®513 и огнезащитного состава CompositTherm STEEL (СТ-S) необходимо задекларировать внесённые изменения в конструкцию объекта защиты.

Самыми эффективным способом снижения антропогенного воздействия пожара в складских помещениях современных каркасных зданий на окружающую среду является использование системы дымоудаления с фильтрацией твердых частиц дыма.

Токсикологические исследования *invitro* показали, что мелкие частицы углерода в дыме от огня способны инициировать образование свободных радикалов. Ультрадисперсные частицы также демонстрируют отличную степень активного ингибирования фагоцитоза (с помощью которого частицы удаляются из легких). С другой стороны, было обнаружено, что крупные частицы относительно богаты ен-дотоксином, семейством липополисахаридов, известных своей воспалительной способностью. Таким

образом, как грубая, так и мелкая фракции индуцировали воспаление, но по разным причинам.

Представленный способ очистки дымовых газов системы дымоудаления современных каркасных зданий предотвратит распространение вредных компонентов дыма за пределы зданий, там, где участники тушения пожаров работают без средств защиты органов дыхания.

Интегральный экономический эффект от выполнения предложенного плана мероприятий по монтажу системы пожаротушения тонкораспылённой водой с модулями МУПТВ – 100 – Г – ВД и повышения предела огнестойкости стальных конструкций до REI90 при помощи огнезащитного состава CompositTherm STEEL (СТ-S) за десять лет составит 21901597,06 рублей. Выполнение предложенного плана экономически выгодно.

## Список используемых источников

1. Багрова М. А. Современные методы огнезащиты стальных металлоконструкций // Наука и современность. 2011. №10-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-ognezashchity-stalnyh-metallokonstruktsiy> (дата обращения: 05.07.2021).
2. Борис А.П., Половко А.П., Веселивский Р.Б. Экспериментальное исследование огнезащитных покрытий для металлических конструкций // CNBOP-PIB. 2014. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-issledovanie-ognezashchitnyh-pokrytiy-dlya-metallicheskih-konstruktsiy> (дата обращения: 05.07.2021).
3. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.2003 №1/29. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901850788> (дата обращения: 13.07.2021).
4. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.004-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 22.07.2021).
5. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, рекомендуемых к защите автоматическими установками тушения и обнаружения пожара [Электронный ресурс] : НПБ 110-03. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/775> (дата обращения: 17.07.2021).
6. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.009-83. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611> (дата обращения: 18.07.2021).

7. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 12.3.047-2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103505> (дата обращения: 20.07.2021).

8. Пожарная безопасность. Общие требования. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 04.07.2021).

9. Полевода Иван Иванович, Кудряшов Вадим Александрович, Жамойдик Сергей Михайлович экспериментальные исследования огнестойкости стальных каркасных конструкций с конструктивной огнезащитой // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2016. №1 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnye-issledovaniya-ognestoykosti-stalnyh-karkasnyh-konstruktsiy-s-konstruktivnoy-ognezashchitoy> (дата обращения: 05.07.2021).

10. Пособие к СНиПу 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 08.08.2021).

11. Процессы производственные. Общие требования безопасности. Система стандартов безопасности труда [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.3.002-2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124407> (дата обращения: 18.07.2021).

12. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда [Электронный ресурс]: СП 2.2.3670-20. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения: 16.07.2021).

13. Свод правил системы противопожарной защиты [Электронный ресурс]: СП 2.13130.2020 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения: 11.07.2021 г.).

14. 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: 11.07.2021).

15. 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: 09.07.2021).

16. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 02.07.2021).

17. СНиП 31-03-2001 Производственные здания [Электронный ресурс] : СП 56.13330.2010. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008167> (дата обращения: 18.07.2021).

18. 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: 19.06.2021).

19. Троицкий Н.С., Федулов А.А. Новое поколение листовых гипсовых материалов для повышения огнестойкости строительных конструкций // Жилищное строительство. 2010. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novoe-pokolenie-listovyh-gipsovyh-materialov-dlya-povysheniya-ognestoykosti-stroitelnyh-konstruktsiy> (дата обращения: 05.07.2021).

20. Филимонов В. П. Тенденции развития рынка материалов для пассивной огнезащиты // Пожаровзрывобезопасность. 2003. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-rynka-materialov-dlya-passivnoy-ognezashchity> (дата обращения: 05.07.2021).

21. Fire Design of Steel Framed Buildings [Electronic resource]. URL: [https://www.steelconstruction.info/images/8/87/Steel\\_construction\\_-\\_Fire\\_Protection.pdf](https://www.steelconstruction.info/images/8/87/Steel_construction_-_Fire_Protection.pdf) (дата обращения 04.08.2021).

22. Finishes, Coatings, and Fire Protection [Electronic resource]. URL: <https://www.aisc.org/why-steel/resources/fire-protection/> (дата обращения 04.08.2021).

23. Steel structure fire protection systems [Electronic resource]. URL: <https://theconstructor.org/structural-engg/fire-protection-systems-steel-structures/19615/> (дата обращения 05.07.2021).

24. Deciding what type of fire protection to use with steel structures [Electronic resource]. URL: <https://www.promat.com/en/construction/your-project/expert-area/39721/deciding-what-type-of-fire-protection-to-use-with-steel-structures/> (дата обращения 05.07.2021).

25. Teknos' selected range of advanced, high-performance protective coatings together with HENSOTHERM® [Electronic resource]. URL: <https://www.teknos.com/industrial-coatings/special-coatings/heat-and-fire-protection/fire-protection-for-metal/> (дата обращения 07.07.2021).