

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент магистратуры

(наименование кафедры/департамента/центра полностью)

20.04.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки)

«Управление пожарной безопасностью»

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему: Анализ пожарной безопасности производственной площадки, расположенной по адресу: г. Челябинск, Metallургический район, ул. Промышленная1, при возведенном складе сырья и готовой продукции с разработкой инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий для выполнения условий соответствия ООО "УралПак" требованиям пожарной безопасности

Студент Сергей Викторович Мальцев

(И.О.Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель к.т.н. доцент Ирина Игоревна Ращоян

(ученая степень, звание..И.О.Фамилия)

Тольятти 2021

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	11
Перечень обозначений и сокращений.....	12
1 Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности по теме магистерской диссертации на основе технического регулирования в области пожарной безопасности.	13
1.1 Установление в нормативных правовых документах требований пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к процессам производства, эксплуатации, хранения изделий из пенополистирола	14
1.2 Правовое регулирование отношений в области применения и использования требований пожарной безопасности	18
1.3 Правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.....	19
2 Производственная площадка для производства изделий из пенополистирола, как объект анализа и оценки пожарной безопасности на соответствие требованиям пожарной безопасности».....	21
2.1. Краткая характеристика объектов защиты рассматриваемого производства на соответствие требованиям пожарной безопасности».....	21
2.2 Анализ элементов пожарной сигнализации склада по средствам оповещения на соответствие требованиям пожарной безопасности.....	24
2.3 Особенности пожарной опасности производства и хранения изделий из пенополистирола.....	32
2.4 Разработка проекта технического решения, направленного на улучшение пожарной безопасности склада.....	35
2.5 Обзор и анализ проведения теоретических и экспериментальных исследований пожаротушения в складских помещениях для хранения легковоспламеняющихся жидкостей с использованием АУПТ.....	39

2.6 Анализ результатов исследований, формулирование выводов и рекомендаций.....	46
3 Разработка инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий для выполнения условий соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности.....	51
3.1 Поиск и определение методов решения по теме диссертации.....	51
3.2 Обоснование разработанных инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий в области пожарной безопасности.....	53
3.3 Расчет противопожарного разрыва при сценарии пожара в производственном здании и административно-производственном комплексе.....	54
3.4 Расчет безопасной эвакуации и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.....	58
3.5 Условия соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности.....	67
Заключение.....	71
Список используемой литературы	75
Приложения А Расчет времени эвакуации и времени блокирования...	82
Приложение Б Расчет противопожарного разрыва	89
Приложение В Письмо МЧС России от 26 мая 2015 г. № 19-16-635....	99

Введение

На современном этапе развития нашего государства и жизни отдельного человека все большую значимость приобретает безопасность, в том числе и пожарная безопасность. Научно технический прогресс, различные формы предпринимательской деятельности накладывают на наше поведение особую ответственность за сохранение жизни и здоровья людей, сохранность имущества.

Актуальность исследования: Урбанизация нашей жизни, современное градостроительство, развитие промышленного производства так или иначе влияют на наше поведение как в личной жизни, так и на рабочем месте. При этом важной проблемой является получение объективной оценки, учитывающей пожарную опасность каждого объекта защиты, для чего необходимо проведение анализа противопожарного состояния существующего производственного объекта.

Со стороны государства определены основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности, разрабатываются и принимаются нормативные правовые акты Российской Федерации, регулирующие вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты (продукции) и установлены общие требования пожарной безопасности к промышленным объектам. Широкое внедрение информационных технологий обеспечивает качественное повышение уровня промышленной безопасности, оперативность и достоверность информации, необходимой для принятия управленческих решений. Новые методы и формы контрольно-надзорной деятельности предполагают отказ от практики сплошных проверок в пользу профилактики, а также переход на использование риск-ориентированного подхода при организации и осуществлении контрольно-надзорной деятельности. Однако наряду с этими действиями государства четко прослеживается и другая особенность сегодняшнего дня – низкий уровень подготовки руководителей различных

форм собственности в вопросе соблюдения требований пожарной безопасности при эксплуатации производственных объектов, недостаточная квалификация специалистов и руководителей предприятий, а иногда и умышленное игнорирование требований федеральных норм и правил, несоблюдение производственной дисциплины, недостаточно активно развита противопожарная пропаганда. Руководители производственных объектов зачастую игнорируют требования Федерального законодательства по защите от пожаров, в результате качество системы безопасности предприятий от пожаров снижается и организую производство руководитель не до конца понимает значимость своей ответственности при эксплуатации пожароопасных и взрывопожароопасных объектов защиты, где главным критерием как они считают, прибыль.

Необходимо признать, что разнообразие форм собственности дополнительно вносит трудности для государства по осуществлению контроля за поведением людей, порядком организации производства и содержанием территорий, зданий в целях обеспечения пожарной безопасности.

Состояние пожарной безопасности производственных объектов пожароопасных и взрывопожароопасных в первую очередь зависит от наличия системы обеспечения пожарной безопасности на объекте и ее неуклонном соблюдении. Одна из самых актуальных тем на сегодняшний день это пожар, как причина одновременной гибели большого числа людей, по числу уносимых жизней уступает только чрезвычайным ситуациям природного характера. Среди техногенных причин пожар прочно занимает второе место после взрыва.

Объект исследования: Система обеспечения пожарной безопасности производственной площадки, расположенной по адресу: г. Челябинск, Металлургический район, ул. Промышленная 1, при возведенном складе сырья и готовой продукции.

Предмет исследования:

1. Результаты обследования действующей системы противопожарной защиты производственной площадки, расположенной по адресу: г. Челябинск, Металлургический район, ул. Промышленная1, при возведенном складе сырья и готовой продукции с выявленными отступлениями от требований нормативных документов.

2. Подбор и изучение актуальных нормативно-правовых документов на основе технического регулирования в области пожарной безопасности к объекту защиты (продукции), в том числе к процессам производства, эксплуатации, хранения изделий из пенополистирола.

3. Пожарно-технические характеристики элементов пожарной сигнализации склада по средствам оповещения на соответствие требованиям пожарной безопасности.

4. Проведения теоретических и экспериментальных исследований пожаротушения в складских помещениях для хранения легковоспламеняющихся жидкостей с использованием АУПТ.

4. Разработанный проект технического решения, направленного на улучшение пожарной безопасности производственной площадки ООО «УралПак» для производства и хранения изделий из пенополистирола.

5. Разработанные обоснованные инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия для выполнения условий соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности.

Цель исследования: Разработка инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий для выполнения условий соответствия ООО "УралПак" требованиям пожарной безопасности на основе анализа системы обеспечения пожарной безопасности производственной площадки при возведенном складе сырья и готовой продукции.

Гипотеза исследования состоит в том, что на рассматриваемом объекте имеются отступления от требований нормативных документов в части несоблюдения противопожарных разрывов между зданиями, не функционирующая система водяного пожаротушения и наличие большого объема хранимого легковоспламеняющегося сырья полистирола и готовых изделий из пенополистирола, на основе требований пожарной безопасности действующего законодательства разработать инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия для выполнения условий соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить анализ системы обеспечения пожарной безопасности ООО "УралПак".

2. Определить условия соответствия данного производства требованиям пожарной безопасности.

3. Путем анализа технических решений по обеспечению пожарной безопасности складов, определить методы решения и разработать проект технического решения, направленного на улучшение пожарной безопасности данного производства.

4. Обосновать разработанные инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия для выполнения условий соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности.

Теоретико-методологическую основу исследования составили информационные источники периодических научно-технических изданий, научные монографии, учебная литература; законодательные, нормативно правовые акты Российской Федерации в области пожарной безопасности, пожарной тактики, техническая документация оборудования для производства изделий из полистирола и противопожарного оборудования.

Методы исследования включают программу научного исследования представляющую собой логически построенный алгоритм действий, который позволяет связать все элементы работы в единое целое и выполняет различные функции:

1.Методологическая. Она заключается в констатировании цели и задач проекта, постановке проблемы, выдвижении гипотезы и определения оптимальных методов исследования, сравнение текущей работы с себе подобными (более ранними трудами).

2.Методическая. Она предполагает разработку логического плана: где и что описать, как показать или доказать, какие материалы использовать, какие методы и приемы позволят полноценно раскрыть тему и пр.

3. Организационная. Обеспечивает грамотный процесс исследования: поручение конкретных действий определенным людям (участникам исследования), распределение обязанностей между членами коллектива, контроль за ходом исследования.

Программа научного исследования включает несколько этапов:

- а)описание методов решения задачи и их сравнительная оценка,
- б)описание теоретических и экспериментальных результатов исследования,
- в)обобщение результатов исследования и выбор технического решения.

Методики научного исследования включают:

- анализ,
- индукцию,
- синтез предполагающие соответственно:

- 1)разложение предмета на составляющие,
- 2)движение от частного к общему,
- 3)объединение всех заключений.

Научная новизна исследования заключается в разработке инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий

для выполнения условий соответствия ООО "УралПак" требованиям пожарной безопасности.

Практическая значимость исследования заключается в том, чтобы изучив современное состояние пожарной безопасности рассматриваемого производственного объекта, можно выявить существующие проблемы в области пожарной безопасности для данного типа предприятий, определить оптимальные пути решения пожарной безопасности конкретного предприятия и тем самым значительно уменьшить риск гибели людей и сохранить имущество данного предприятия.

Практическая реализация результатов исследований базируется на их потенциальном внедрении в качестве улучшенных организационно-технических методов повышения эффективности системы пожарной безопасности. Эффективность данных мероприятий предполагает повышение уровня пожарной безопасности такого типа производственных объектов, потенциального снижение числа погибших и пострадавших на пожаре и уменьшение материального ущерба от пожаров.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в проведении анализа проектной документации на соответствие требованиям пожарной безопасности и разработке мероприятий в части обеспечения пожарной безопасности для производственной площадки, расположенной по адресу: г. Челябинск, Metallургический район, ул. Промышленная1, при возведенном складе сырья и готовой продукции ООО "УралПак".

Апробацией результатов работы стало написание статьи «Особенности пожароопасных свойств пенополистирола и изделий из него и влияние на возникновение, развитие и тушений пожара» и опубликование в научном электронном журнале «Инновации. Наука. Образование».

На защиту выносятся:

1. Результаты изучения и анализа действующих и перспективных нормативно-правовых документов по пожарной безопасности для объектов защиты(продукции), в том числе к процессам производства, эксплуатации, хранения изделий из пенополистирола.

2. Результаты обследования действующей системы противопожарной защиты производственной площадки, расположенной по адресу: г. Челябинск, Metallургический район, ул. Промышленная, при возведенном складе сырья и готовой продукции.

3. Результаты разработки инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий для выполнения условий соответствия ООО "УралПак" требованиям пожарной безопасности.

4. Результаты определения условий соответствия объекта защиты ООО "УралПак" требованиям пожарной безопасности.

Структура магистерской диссертации

Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка используемых литературы и используемых источников. Основная часть исследования изложена на 80 страницах, текст содержит 15 рисунков, 11 таблиц, список используемой литературы и используемых 52 источника, трех приложений.

Термины и определения

В данной работе используются следующие следующие термины с соответствующими определениями:

План эвакуации – «план (схема), в котором указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации» [30].

Пожарная безопасность – «состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров» [30].

Пожар – «неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства» [30].

Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) – «комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации» [30].

Система противопожарной защиты – «совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него» [30].

Перечень обозначений и сокращений

В данной работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

АУП (АУПТ) – автоматическая установка пожаротушения;

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

БСПТ – блок сигнализации положения токовый;

НИР – научно-исследовательская работа;

МЧС – Министерство чрезвычайных ситуаций;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

АБК – административно-бытовой корпус;

ОТВ – огнетушащие вещества;

ПИ – пожарные индикаторы;

ФГБУ ВНИИПО – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»

1 Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности по теме магистерской диссертации на основе технического регулирования в области пожарной безопасности

Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности основывается на Конституции Российской Федерации и включает в себя Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [30], принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, регулирующие вопросы пожарной безопасности.

Законодательство Российской Федерации о техническом регулировании состоит из настоящего Федерального закона от 27 декабря 2002 года N 184-ФЗ "О техническом регулировании"[34], - (далее - Федеральный закон "О техническом регулировании"), принимаемых в соответствии с ним федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации.

Принятый Федеральный закон "[34], и ряд других Федеральных законов и поправок в законы были направлены на устранение противоречий и пробелов в существующей законодательной и нормативно-правовой базе, регулирующих правоотношения в сфере обеспечения пожарной безопасности.

Каждый из трех Федеральных законов № 69 - ФЗ «О пожарной безопасности», № 184 - ФЗ «О техническом регулировании», № 123 - ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» регулируют определенные отношения в области пожарной безопасности.

1.1 Установление в нормативно-правовых документах требований пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к процессам производства, эксплуатации, хранения изделий из пенополистирола

К нормативным правовым актам Российской Федерации по пожарной безопасности относятся технические регламенты, принятые в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, устанавливающие обязательные для исполнения требования пожарной безопасности.

Федеральный закон [34], принимается в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения.

Федеральный закон [30] (далее - № 69-ФЗ) определяет общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, учреждениями, организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, иными юридическими лицами независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности (далее - организации), а также между общественными объединениями, индивидуальными предпринимателями, должностными лицами, гражданами Российской Федерации, иностранными гражданами, лицами без гражданства (далее - граждане).

Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [46]

принимается в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения.

Положения об обеспечении пожарной безопасности объектов защиты обязательны для исполнения при:

- 1) «проектировании, строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, изменении функционального назначения, техническом обслуживании, эксплуатации и утилизации объектов защиты;
- 2) разработке, принятии, применении и исполнении технических регламентов, принятых в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", содержащих требования пожарной безопасности, а также нормативных документов по пожарной безопасности;
- 3) разработке технической документации на объекты защиты» [46].

К нормативным документам по пожарной безопасности относятся национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности, а также иные документы, содержащие требования пожарной безопасности, применение которых на добровольной основе обеспечивает соблюдение требований Федерального закона [46], в том числе:

- СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы / приказ МЧС России от 19.03.2020 № 194 (дата введ. 19.09.2020);

- СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты / приказ МЧС России от 12.03.2020 № 151 (дата введ. 20.09.2020);

- СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности / утвержден приказом МЧС России от 25.03.2009 № 173;

- СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям изменения № 1 к приказу МЧС России от 24 апреля 2013 года № 288 (СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»), утвержденные приказом МЧС России от 14 февраля 2020 года № 89 /утвержден приказом МЧС России от 24.04.2013 № 288;

- СП 484.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования" (утверждён приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. № 582);

- СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" (утверждён приказом МЧС России от 31 августа 2020 г. № 628);

- СП 486.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности" (утверждён приказом МЧС России от 20 июля 2020 г. № 539).

- СП 12.13130.2009 * Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности /утвержден приказом МЧС России от 25.03.2009 № 182 (ред. от 09.12.2010).

Согласно части 4 статьи 4 Федерального закона[46] « в случае, если положениями настоящего Федерального закона устанавливаются более высокие требования пожарной безопасности, чем требования, действовавшие до дня вступления в силу соответствующих положений настоящего Федерального закона, в отношении объектов защиты, которые были введены в эксплуатацию либо проектная документация на которые была направлена на экспертизу до дня вступления в силу соответствующих положений настоящего Федерального закона, применяются ранее действовавшие требования. При этом в отношении объектов защиты, на которых были проведены капитальный ремонт, реконструкция или техническое перевооружение, требования настоящего Федерального закона применяются в части, соответствующей объему работ по капитальному ремонту, реконструкции или техническому перевооружению»

В национальных стандартах и сводах правил могут указываться требования технических регламентов, для соблюдения которых на добровольной основе применяются национальные стандарты и (или) своды правил. Применение на добровольной основе стандартов и (или) сводов правил является достаточным условием соблюдения требований соответствующих технических регламентов. В случае применения национальных стандартов и (или) сводов правил для соблюдения требований технических регламентов оценка соответствия требованиям технических регламентов может осуществляться на основании подтверждения их соответствия национальным стандартам и (или) сводам правил.

Неприменение национальных стандартов и (или) сводов правил не может оцениваться как несоблюдение требований технических регламентов.

В этом случае допускается применение иных документов для оценки соответствия требованиям технических регламентов.

Федеральные органы исполнительной власти вправе издавать в сфере технического регулирования акты только рекомендательного характера, за исключением случаев, установленных статьями 5 и 9.1 закона «О техническом регулировании» № 184 - ФЗ[34]. Вышеизложенное означает, что национальные стандарты и своды правил являются документами добровольного применения.

В части требований к эксплуатации объектов защиты в рамках правил противопожарного режима особо актуальным становится Федеральный закон от 22.06.2016 №238-ФЗ «О независимой оценке квалификации» [26] в соответствии с которой разработаны и внедряются профессиональные стандарты как характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе и в области пожарной безопасности.

В соответствии с пунктом 16 «Правил разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 Министерством труда и социальной защиты приказом от 28.10.2014 №814н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по противопожарной профилактике» утвержден прилагаемый профессиональный стандарт "Специалист по противопожарной профилактике».

С целью обеспечения заинтересованных лиц информацией о документах, входящих в состав федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов, а также о нормативных документах по оценке соответствия и метрологии создана Единая информационная система по техническому регулированию.

Обязательные для исполнения конкретные нормативные акты перечислены в Перечне национальных стандартов и сводов правил.

1.2 Правовое регулирование отношений в области применения и использования требований пожарной безопасности

Правовой основой технического регулирования в области пожарной безопасности являются Конституция Российской Федерации, общепризнанные принципы и нормы международного права, международные договоры Российской Федерации, Федеральный закон "О техническом регулировании", Федеральный закон "О пожарной безопасности" и Федеральный закон Технический регламент о требованиях пожарной безопасности, в соответствии с которыми разрабатываются и принимаются нормативные правовые акты Российской Федерации, регулирующие вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты (продукции).

Техническое регулирование осуществляется в соответствии с принципами применения единых правил установления требований к продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг.

Технические регламенты, принятые в соответствии [34] не действуют в части, содержащей требования пожарной безопасности к указанной продукции, отличные от требований, установленных настоящим Федеральным законом.

1.3 Правовое регулирование отношений в области оценки соответствия

Оценка соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности изложена в главе 33[46].

«Оценка соответствия объектов защиты (продукции), организаций, осуществляющих подтверждение соответствия процессов проектирования,

производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, требованиям пожарной безопасности, установленным техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", нормативными документами по пожарной безопасности, и условиям договоров проводится в формах:

- 1) аккредитации;
- 2) независимой оценки пожарного риска (аудита пожарной безопасности);
- 3) федерального государственного пожарного надзора;
- 4) декларирования пожарной безопасности;
- 5) исследований (испытаний);
- 6) подтверждения соответствия объектов защиты (продукции);
- 7) приемки и ввода в эксплуатацию объектов защиты (продукции), а также систем пожарной безопасности;
- 8) производственного контроля;
- 9) экспертизы.

Подтверждение соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности на территории Российской Федерации осуществляется в добровольном или обязательном порядке, установленном законодательством.

Добровольное подтверждение соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности осуществляется в форме добровольной сертификации.

Обязательное подтверждение соответствия объектов защиты (продукции) требованиям настоящего Федерального закона осуществляется в форме декларирования соответствия или в форме обязательной сертификации.

Обязательному подтверждению соответствия требованиям пожарной безопасности подлежат объекты защиты (продукция) общего назначения и пожарная техника, требования пожарной безопасности к которым устанавливаются настоящим Федеральным законом и (или) техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», содержащими требования к отдельным видам продукции» [46].

2 Производственная площадка для производства изделий из пенополистирола, как объект анализа и оценки пожарной безопасности на соответствие требованиям пожарной безопасности

2.1 Краткая характеристика объектов защиты рассматриваемого производства на соответствие требованиям пожарной безопасности

Производственный цех представляет собой одноэтажное производственное здание, сблокированное с трехэтажным административно-бытовым комплексом. В цехе организовано производство изделий из пенополистирола.

Таблица 1 – Краткая пожарная характеристика – производственного цеха

Наименование характеристики	Значение
Степень огнестойкости	II
Класс конструктивной пожарной опасности	C0.
Категория пожарной опасности производственного цеха	B1

Напротив северного фасада сблокированных зданий цеха и административно-бытового комплекса, в 12-ти метрах, расположен

некапитальный склад сырья и готовой продукции. Склад представляет собой каркасно-тентовую конструкцию, закрытую армированной тканью. Между складом и цехом существует крытый переход размером в плане 4,3×4,2×12 м., выполненный из арочно-тентовых конструкций, обтянутых армированной тканью. По переходу в цех завозятся мешки с полистиролом, а из цеха в склад вывозится готовая продукция из пенополистирола. Со стороны цеха переход имеет металлические ворота толщиной 150 мм с утеплителем, без устройств самозакрывания. Со стороны склада дверные полотна отсутствуют.

Таблица 2 – Краткая пожарная характеристика склада

Наименование характеристики	Значение
Степень огнестойкости	V
Класс конструктивной пожарной опасности	C3
Категория пожарной опасности склада	B1

Размеры противоположащих фасадов зданий:

- сблокированного производственного цеха - 67,9 м;
- склада готовой продукции – 72 м.

Восточные наружные оси зданий совпадают.

Стена производственного цеха с административно-бытовым комплексом является более высокой по отношению к противоположащему складу.

Стена производственного цеха и административно-бытового комплекса имеет три дверных и двадцать девять оконных проемов, обращенных в сторону склада. Аратно-тентовый склад оконных проемов в сторону цеха не имеет.

Производственный цех и административно-бытовой комплекс оборудованы системами пожарной сигнализации, пожаротушения.

В складе сырья и готовой продукции имеется пожарная сигнализация.

Конструкции здания административно-бытового комплекса выполнены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к конструкциям зданий второй степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности СО по Федеральному закону [46].

Отделочные материалы административно-бытового комплекса пола, стен, потолка на путях эвакуации соответствуют требованиям нормативных документов.

В административно-бытовом комплексе одновременно может находиться два человека при круглосуточном режиме работы.

Высота здания административно-бытового комплекса до отметки кровли составляет - 9,9 м. Этажность административно-бытового комплекса со стороны склада по надземным этажам составляет два этажа. Наружные стены – бетонные блоки. Внутренние стены, перегородки производственного цеха и административно-бытового комплекса - кирпич. Перекрытия производственного цеха и административно-бытового комплекса – железобетонные плиты. Кровля – мягкая. Полы административно-бытового комплекса – керамогранитная плитка. Окна производственного цеха и административно-бытового комплекса со стороны склада – стеклопакет. Двери наружные со стороны склада – металлические с утеплителем. Отопление – водяное централизованное. Освещение – электрическое [44].

Склад арочного типа представляет собой в плане П-образное здание, разделенное на два пожарных отсека шлакоблочной стеной в перемычном сегменте [44].

Каркас ферм выполнен из профилированного металла прямоугольного сечения с толщиной стенки 2 мм. Фермы установлены с шагом шести метров без фундамента и связаны между собой металлическим профилем. Поверх

ферм, начиная от уровня земли, закреплена армированная ткань. Тридцать процентов склада в западной части имеет антресоль на уровне 4,6 м, в виде деревянного настила по металлическому каркасу [44].

В складе организовано хранение полистирола в мешках и готовой продукции из пенополистирола. На антресоли организовано хранение готовой продукции [44].

Пожарная нагрузка склада:

1. Общий объем складываемых материалов склада ГП – 10207 м³:

- общий объем ВПС изделий – 4105 м³;
- общий объем ВПС Бунтов – 1218 м³;
- общий объем Вторички ВПС – 576 м³;
- общий объем вторички ПП – 252 м³;
- общий объем сырья и РМ – 2882 м³;
- общий объем ПП изделий мезонин №1 и №2 – 1174 м³

2. Объем складываемых материалов первого и второго этажа:

- до противопожарной стены (со стороны АБК) – 4073 м³;
- ВПС изделия – 1473 м³;
- ВПС Бунты – 1218 м³;
- Вторичка ВПС – 576 м³;
- Вторичка ПП – 252 м³;
- ПП изделия (второй этаж) – 554 м³

3. Высота складываемых материалов:

- ВПС изделия - 2,8 м;
- ВПС бунты - 4,7 м;
- Вторичка ВПС и ПП – 2 м;
- ПП изделия (мезонин) - 2,05 м;
- Сырье - 5,5 м;
- Гофратара - 5,5 м.

2.2 Анализ элементов пожарной сигнализации склада по средствам оповещения на соответствие требованиям пожарной безопасности

Функциональные характеристики систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений должны соответствовать требованиям, установленным Федеральным законом [46].

Требования пожарной безопасности к системам оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в зданиях и сооружениях как составной части системы автоматической пожарной сигнализации изложены в статье 84 ФЗ-123 [46].

Для определения соответствия существующей системы пожарной безопасности склада сырья и готовой продукции ООО «УралПак», в частности на средства оповещения системы пожарной сигнализации был проведен анализ функциональных характеристик элементов средств оповещения на соответствие требованиям пожарной безопасности.

Проектом предусмотрена защита помещений склада прибором Сигнал–20 с возможностью передачи информации на центральный пульт контроля и управления С2000М и персональный компьютер, устанавливаемые на вахте.

Для обнаружения пожара применяются извещатели дымовые оптико–электронные ИП 212–141, пожарные тепловые извещатели ИП–103–4/1, а вдоль путей эвакуации размещаются извещатели пожарные ручные электроконтактные ИПР 513–10.

Количество пожарных извещателей выбрано с учетом [41].

На объекте согласно [41] принята система оповещения о пожаре третьего типа (речевое оповещение).

Для оповещения людей о пожаре используются речевые охранно–пожарные оповещатели Соната–М. Оповещатели Соната–М установлены в коридоре и подключаются к источнику вторичного электропитания через релейный блок прибора Сигнал–20. Оповещатели обеспечивают необходимую слышимость во всех местах пожарного отсека и отличаются от

всех других сигналов. При пожаре включаются все оповещатели по пожарному отсеку (секции). Указатели с надписью «Выход» устанавливаются перед выходами и на путях эвакуации. Указатели подключены через релейный блок прибора Сигнал–20.

Для управления системой использован компьютер с установленным программным обеспечением АРМ «Орион».

Ниже описаны характеристики применяемого оборудования.

1. Пульт контроля и управления охранно–пожарный С2000М



Рисунок 1 – Пульт контроля и управления охранно–пожарный С2000М

Характеристики пульта контроля включают в себя:

а) количество:

- подключаемых к выходу RS–485 приборов до 127;
- разделов до 511;
- групп разделов до 128;
- шлейфов сигнализации, которые можно объединить в разделы до 2048;
- пользовательских паролей до 1023;
- управляемых в автоматическом режиме релейных выходов до 256;
- «входных зон» до 32;

- пользователей до 2047.

б) объем кольцевого буфера событий до 1023 сообщений;

в) длина линии интерфейса RS-485 до 4000 м.

г) длина линии интерфейса RS-232 для связи с принтером до 20 м.

д) питание от резервированного источника постоянного тока.

е) диапазон напряжений питания от 10,2 до 28,4 В.

Типовой потребляемый ток 70 мА при напряжении питания 12 В или 35 мА при напряжении питания 24 В.

Рабочий диапазон температур от 0 до плюс 40 °С.

Масса не более 0,3 кг.

Габаритные размеры 140x114x25 мм.

2. Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный Сигнал-20



Рисунок 2 – Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный Сигнал-20

Информационная емкость прибора: количество ШС - 20 шт.

Разветвленность прибора: количество коммутируемых цепей - 5 шт.

Количество входов цепей контроля - 25 шт., в том числе:

- цепи ШС1... ШС20;

- контролируемые цепи (КЦ) выходов «реле 4», «реле 5»;

- вводы электропитания прибора;

- интерфейс RS-485 («А», «В»).

Количество исполнительных релейных выходов - 5 шт.

Параметры передачи данных:

- скорость 9600 Бод;
- тип передачи полудуплексный.

Размер буфера событий в энергонезависимой памяти 511 событий.

Потребляемый прибором ток: все ШС на охране, все извещатели контактные (нет извещателей, питающихся по ШС) при питании 12/24 В:

- в нормальном режиме 400/200 мА;
- в режиме тревоги 400/200 мА.

Все ШС на охране, все извещатели токопотребляющие (питающиеся по ШС), ток потребления извещателей 3 мА в каждом ШС (всего 60 мА) при питании 12/24 В:

- в нормальном режиме 500 / 300 мА;
- в режиме пожарной тревоги 550 / 330 мА.

Время технической готовности прибора к работе после включения питания (при условии наличия стабильного напряжения на клеммах питания прибора выше 11 В) не более 3 с.

Габаритные размеры прибора 247 x 150 x 48 мм.

Масса прибора не более 0,5 кг.

3. Извещатель дымовой оптико-электронный ДИП-141 (ИП 212-141)



Рисунок 3 – Извещатель дымовой оптико–электронный ДИП–141 (ИП 212–141)

Чувствительность извещателя 0,05–0,2 дБ/м.

Напряжение питания 9–30 В.

Ток потребления в дежурном режиме не более 0,04 мА.

Инерционность срабатывания не более 9 сек.

Допустимый уровень воздействия фоновой освещенности 12000 лк.

Допустимая скорость воздушного потока до 10 м/с.

Габаритные размеры 93 x 46 мм.

Вес извещателя 210 г.

Диапазон рабочих температур от минус 45 до плюс 55 °С.

4. Извещатель пожарный ручной электроконтактный ИПР 513–10



Рисунок 4 – Извещатель пожарный ручной электроконтактный ИПР 513–10

Напряжение питания 9–30 В.

Ток потребления в дежурном режиме не более 0,05 мА.

Сопротивление извещателя в режиме пожар 500 Ом.

Габаритные размеры 85 x 88 x 44 мм.

Масса 100 г.

Диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 60 °С.

5. Пожарный тепловой извещатель ИП–103–4/1



Рисунок 5 – Пожарный тепловой извещатель ИП–103–4/1

Пороговая температура срабатывания от 54 до 70 °С.

Максимальный ток, коммутируемый контактом извещателя не более 0,1 А.

Диапазон рабочих температур от минус 50 до плюс 50 °С.

Электрическое сопротивление в диапазоне рабочих температур не более 0,5 Ом.

Габаритные размеры не более 57 х 60 мм.

Масса не более 0,07 кг

6. Оповещатель пожарный оптический выносной ВУОС–К



Рисунок 6 – Оповещатель пожарный оптический выносной ВУОС–К

Цвет светового сигнала красный.

Устройство обеспечивает четкое восприятие светового сигнала при освещенности в диапазоне значений от 1 до 500 лк.

Электропитание осуществляется от пожарного извещателя постоянным или импульсным током от 3 до 22 мА.

7. Оповещатель охранно–пожарный речевой Соната–М



Рисунок 7 – Оповещатель охранно–пожарный речевой Соната–М

Номинальная выходная звуковая мощность 3 Вт.

Длительность полного сообщения 8 сек.

Диапазон воспроизводимых частот от 200 до 5000 Гц.

Напряжение питания $12 \pm 15\%$ В.

Уровень звукового давления ($1 \pm 0,05$ м) от 70 до 110 дБ.

Выходное сопротивление линейного выхода 2 кОм.

Потребляемый ток в рабочем режиме, не более 0,25 А.

Диапазон рабочих температур от 5 до 45°C.

Габаритные размеры, не более 165x102x56 мм.

8. Оповещатель охранно–пожарный световой Молния–12



Рисунок 8 – Оповещатель охранно–пожарный световой Молния–12

Напряжение питания при питании от сети постоянного тока $12\pm 1,8$ В,
при питании от сети переменного тока 220 ± 22 В.

Ток потребления не более 20 мА.

Габаритные размеры 300x100x20 мм.

Степень защиты оболочки IP 41.

Масса 250 г.

Диапазон рабочих температур минус 40 до плюс 55 °С.

9. Источник вторичного электропитания резервированный ИВЭПР12/5



Рисунок 9 – Источник вторичного электропитания резервированный ИВЭПР12/5

Максимальная емкость АКБ 24 Ач (2x12 Ач) 14 Ач (2x7 Ач).

Входное напряжение сети 135–264 В.

Выходное постоянное напряжение при работе от сети $13,65\pm 0,15$ В, от
АКБ 10,0–13,4 В.

Ток нагрузки при работе от сети 5,0 А, от АКБ 5,5 А (15 мин).

Диапазон рабочих температур от минус 10 до плюс 40 °С.

Габаритные размеры 324 x 182 x 85 мм.

Наработка на отказ не менее 40000 ч.

ООО «УралПАК» имеет средства оповещения при пожаре, которые подразделяются на ручные, автоматические. Среди них есть, как средства звукового оповещения, так и средства визуального оповещения.

2.3 Особенности пожарной опасности производства и хранения изделий из пенополистирола

Пенополистирол – легковоспламеняющийся материал, воспламенение которого может произойти от пламени спичек, паяльной лампы, от искр автогенной сварки [44].

Пенополистирол – относится к синтетическим материалам, которые характеризуются повышенной горючестью. Он способен сохранять энергию от внешнего источника тепла в поверхностных слоях, распространяя огонь и инициируя усиление пожара. При хранении пенополистирола с соблюдением правил пожарной безопасности со стороны самого материала опасности не ожидается [44].

Характеристика пожарной опасности полистирола:

- для сгорания единицы веса полимера требуются большие объёмы воздуха (в 1.5 – 2 раза больше, чем для древесины – 4.5 м³/кг);
- образуются большие объемы продуктов горения;
- значительный недожог – содержится много токсичных продуктов н недожога (СО, NO₂, HCl, HCN, С и т.д.);
- плавление и растекание – распространение пожара;
- высокая температура горения – 1100 – 1300 °С;
- высокая излучательная способность у пламени;
- пожароопасные свойства [44].

Полистирол характеризуется как материал с температурой воспламенения – 210–343 °С и температурой самовоспламенения летучих продуктов его термической деструкции – от 380 °С. Для сравнения –

температура самовоспламенения бензинов автомобильных – 255–370 °С, бумаги – 233 °С, хлопка 407 °С. Загорается от пламени спички (температура пламени спичек – 650–835 °С). Горит в расплавленном состоянии с выделением большого количества теплоты. Удельная теплота сгорания пенополистирола 39,4 – 41,6 МДж/кг (по уточненным данным – до 62 МДж/кг), что в 6,4 раза выше чем у сосновой древесины естественной влажности и превышает теплоту сгорания бензина [44].

Линейная скорость распространения огня по поверхности пенополистирола 1 м/сек, в 1,5 – 2 раза превышающая скорость распространения огня по сухой древесине. И если для полистирола массовая скорость выгорания составляет 0.86 – 0.9 – 1.14 кг/(мин м²), то для пенополистирола – 2.19 кг/мин м², что примерно соответствует показателям свободно горящей сырой нефти [44].

Вследствие большой скорости горения пенополистирола и высокой удельной теплоты его сгорания теплота высвобождается при пиковой температуре 1500 °С в относительно малое время. По опытным данным уже через 2 мин. горения ППС достигается температура 1200 °С, создавая в помещении интегральную объемную температуру – 1100 °С. При равной пожарной нагрузке при горении пенополистирола развивается температура – 1250 °С, сухой древесины – 910 °С, бумаги – 510 °С, ткани хлопчатобумажной – 300 °С [44].

Горение пенополистирола сопровождается обильным выделением (267 м³/м³ или 10.68 м³/кг) густого чёрного дыма. Продукты горения токсичны. Средства тушения: распыленная вода со смачивателями [44].

Профильные пособия, четко и однозначно предупреждают, что горение пенополистирола близко к горению напалма (скорость горения около 10,5 м/мин и развивается плотность теплового потока – 28 кВт/м² при которой близлежащие деревянные конструкции самовоспламеняются уже через 40 – 50 секунд [44].

Специальное обмундирование пожарных, способное выдерживать температуры до 800 °С, уже не пригодно для работ по тушению пожаров с участием пенополистирола, при которых за несколько минут развиваются температуры 1100–1300 °С. Столь быстрое повышение температуры с одновременным выгоранием кислорода обуславливает предпосылки для так называемого «обратного взрыва» при котором пожар вспыхивает со взрывной силой, распространяя фронт температуры до 1000 °С со скоростью до 20 м/с, что значительно осложняет тушение пожара [44].

В складах хранения пенополистирола обязательна специальная окантовка, предотвращающая растекание горящего плава полистирола так как, так как при горении 1 м³ продукта образуется 23 л горючей жидкости [44].

Учитывая большой объем хранимого легковоспламеняющегося сырья полистирола и готовых изделий из пенополистирола, неисправной системы водяного пожаротушения, а также необходимость обоснования нарушение норм противопожарных разрывов был разработан проект технического решения, направленного на улучшение пожарной безопасности склада.

2.4 Разработка проекта технического решения, направленного на улучшение пожарной безопасности склада

Склады используются для хранения сырья, полуфабрикатов, легковоспламеняющихся материалов, вспомогательных и готовых продуктов до их передачи производителям, дистрибьюторам и потребителям.

Складские площади могут быть обширными, занимать более 100 000 м² и иметь высоту более 60-ти метров. Они могут быть закрытыми или открытыми, причем сами товары определяют требуемый тип хранения (например, высокие стеллажи, блочное хранение, складирование сыпучих материалов, хранение жидкостей) или любые специально контролируемые условия, такие как охлаждение.

Товары можно хранить вручную (например, с помощью вилочных погрузчиков, конвейерных лент и т.д.) или с помощью автоматических складских и поисковых машин с компьютерным управлением. У одних предприятий очень низкая оборачиваемость товарных запасов в течение года, у других – более высокая скорость. Кроме того, складские помещения не всегда принадлежат и управляются производителями и розничными торговцами, которые они обслуживают, а находятся в ведении третьей стороны, которая хранит товары и управляет ими за определенную плату.

Анализ отчетов о претензиях снова и снова показывает одни и те же результаты:

1.Отсутствие системы пожаротушения или, если установлена система (например, спринклеры), размеры, установка и техническое обслуживание не соответствовали пожарной нагрузке и риску на объекте.

2.Недостаточное водоснабжение. Объем (или давление) доступного источника водоснабжения недостаточен для систем и / или пожарных бригад, чтобы успешно бороться с огнем.

3.Неадекватная система обнаружения пожара. Автоматические системы пожарной сигнализации, которые напрямую предупреждают пожарные службы, могут иметь огромное значение. Без них пожарные команды часто прибывают после того, как огонь уже распространился слишком далеко, чтобы его сдержать без особых трудностей.

4.Сотрудникам не удалось справиться с первоначальной вспышкой. В зависимости от типа склада, его планировки и размера сотрудники могут даже не попытаться справиться со вспышкой (например, если пожар начался на многоярусных стеллажах или в блочных складских помещениях).

5.Человеческая ошибка или умышленное, грубо небрежное поведение. Сюда входят поджоги, курение в местах для некурящих, выполнение горячих работ, неправильная установка электрического оборудования, неосторожное обращение с топливом и электрическим оборудованием и даже неправильное

хранение (например, химикатов или продуктов, которые склонны к самовоспламенению, например, зерна на складах бестарного хранения).

Дальнейшее изучение отчетов показывает, что склады часто не были разделены на пожарные зоны или их брандмауэры имели существенные недостатки (например, негорючие или недостаточно защищенные проемы или стены, не доходящие до крыши), что позволяло быстро распространяться огню по всему объекту. Другая проблема заключается в том, что хранящиеся товары должны быть полностью уничтожены после пожара, поскольку они не могут быть проданы после пожара из-за загрязнения дымом.

Изучен зарубежный опыт построения структурной пожарной безопасности на основе производительности[50].

В рамках мер по разработке проекта исследуются результаты эксперимента по тестированию огнегасящей способности пены со сжатым воздухом на складах с легковоспламеняющимися жидкостями и проведен анализ технических решений по обеспечению пожарной безопасности складов.

В таблице 3 исследованы технические решения по обеспечению пожарной безопасности складов.

Таблица 3 – Результаты анализа технических решений по обеспечению пожарной безопасности складов

Наименование технического решения	Известные технические решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений	Положительные эффекты от использования и сущность разрабатываемого решения
1	2	3	4	5
Установка пожаротушения для складов со стеллажным хранением	RU153180U1 Установка пожаротушения для складов со стеллажным	«Предлагаемое техническое решение относится к области	Не выявлено	«Сущность предлагаемого технического решения заключается в том,

	хранением	спринклерных установок пожаротушения, предназначенных для защиты складов со стеллажным хранением продукции» [38].		что в спринклерной установке пожаротушения для складов со стеллажным хранением, содержащей размещенный над стеллажами распределительный трубопровод, оборудованный спринклерными оросителями с электропуском, блок управления оросителями и пожарные извещатели, пожарные извещатели установлены на стенках стеллажа на одном или нескольких уровнях, причем в качестве пожарных
--	-----------	---	--	--

Продолжение Таблицы 3

1	2	3	4	5
				извещателей применены адресные пожарные извещатели, а контакты электропуска спринклерных оросителей связаны с выходными контактами блока управления оросителями с возможностью подачи сигнала на запуск одного или группы оросителей. В

				предпочтительном варианте исполнения спринклерные оросители размещены и ориентированы таким образом, что вся вода, поступающая через оросители, попадает на верхнюю часть стеллажа каждого уровня» [38].
Пена со сжатым воздухом	Пена сжатого воздуха – это смесь воды и пенообразователя, которая находится в смесительной камере, защищенной от воздействия окружающей среды. Затем в камеру нагнетается	Пена содержит мелкие пузырьки воздуха, которые позволяют ей очень хорошо прилипать к гладким поверхностям – даже по вертикали – и образовывать стабильный	Достаточная дороговизна установки	Высокая скорость тушения пламени

Продолжение Таблицы 3

1	2	3	4	5
	сжатый воздух. Это создает однородную и стабильную пену в трубах еще до того, как она достигнет сопел, так что на качество не могут повлиять, например, дымовые газы.	слой, который держится в течение более длительного периода времени (по сравнению со стандартной пеной низкой кратности). Этот слой пены устойчиво охлаждает горящий материал и изолирует его от кислорода,		

		чтобы предотвратить дальнейшую реакцию		
--	--	--	--	--

По результатам эксперимента по тестированию огнегасящей способности пены со сжатым воздухом на складах с легковоспламеняющимися жидкостями предложен проект технического решения по обеспечению пожарной безопасности склада

2.5 Обзор и анализ проведения теоретических и экспериментальных исследований пожаротушения в складских помещениях для хранения легковоспламеняющихся жидкостей с использованием АУПТ

Обычные технологии пожаротушения основаны на спринклерных системах или системах пены высокой кратности. Можно полагаться, что отдельные спринклерные головки в спринклерной системе срабатывают при достижении заданной температуры. Однако это реактивные системы, в которых каждый спринклер срабатывает только тогда, когда пожар уже распространился на эту секцию. Кроме того, многие горючие жидкости можно контролировать только путем смешивания их с пенообразователями.

Напротив, генераторы пены высокой кратности затопляют всю зону пожаротушения, которая ограничена стенами, удаляя кислород, необходимый для возгорания огня. Однако это может создать опасность удушья для людей, находящихся в опасной зоне. Кроме того, пена, выделяющаяся из системы пожаротушения, может помешать пожарной команде в тушении пожара. Удаление пены и очистка пораженного холла также требует относительно больших усилий.

На рисунке 10 представлены склады с высокими стеллажами для хранения легковоспламеняющихся жидкостей.

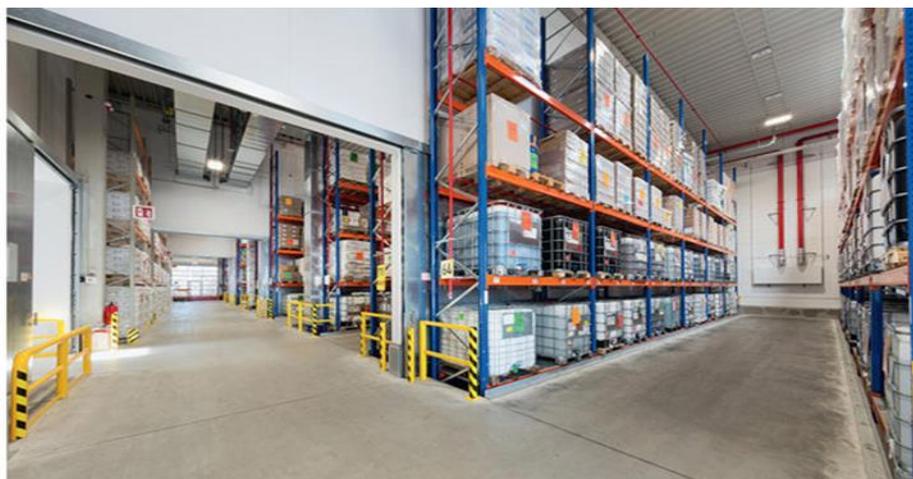


Рисунок 10 – Потенциал высокого риска: склады с высокими стеллажами для хранения легковоспламеняющихся жидкостей

В поисках альтернативного метода пожаротушения компания Rosenbauer по запросу немецкого производителя терморезистивных пластиков провела широкомасштабное испытание на возгорание с использованием системы пожаротушения с применением сжатого воздуха [38].

Пена со сжатым воздухом – это смесь воды и пенообразователя, которая находится в смесительной камере, защищенной от воздействия окружающей среды. Затем в камеру нагнетается сжатый воздух. Это создает однородную и стабильную пену в трубах еще до того, как она достигнет сопел, так что на качество не могут повлиять, например, дымовые газы [37].

Пена содержит мелкие пузырьки воздуха, которые позволяют ей очень хорошо прилипать к гладким поверхностям – даже по вертикали – и образовывать стабильный слой, который держится в течение более длительного периода времени (по сравнению со стандартной пеной низкой кратности) [37].

Этот слой пены устойчиво охлаждает горящий материал и изолирует его от кислорода, чтобы предотвратить дальнейшую реакцию. Благодаря этим особенно хорошим противопожарным свойствам NFPA 11

(Национальная ассоциация противопожарной защиты) допускает более низкие нормы расхода, чем для стандартной пены с низкой кратностью.

В таблице 4 представлены этапы научных исследований.

Таблица 4 - Этапы научных исследований

Этап проведения исследований	Характеристики средств измерений и обработки	Условия проведения исследований	Методика исследований	Полученные результаты исследований
1	2	3	4	5
1. Исследование способов пожаротушения складских помещений. 2. Оценка эффективности совместного применения пенного пожаротушения. 3. Анализ полученных результатов.	Расчёты проведены на основании «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной	Исследование проводится на базе защищаемого объекта	1. Теоретическое исследование вопроса (эмпирический метод, анализ, статистика). 2. Огневые испытания	Преимущества очевидны по сравнению с системами пены высокой кратности: - весь зал не нужно заливать;- система безопаснее для людей, находящихся в зале; - для

Продолжение Таблицы 4

4. Подготовка отчета по проведенным исследованиям	пожарной опасности». и Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272" О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска".			утилизации огнетушащего вещества требуется меньше усилий: он применяется локально в ограниченных количествах и в лучшем случае собирается в лотках под полками
---	--	--	--	--

На рисунке 11 представлены огневые испытания испытательной установки

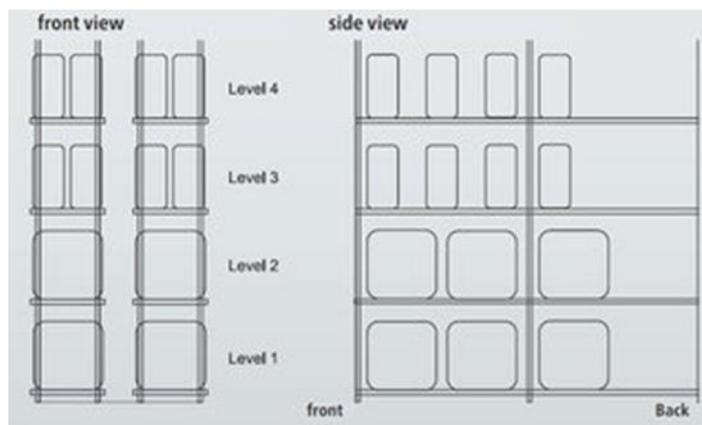


Рисунок 11– Вид спереди и сбоку испытательной установки

Испытательная установка состояла из секции склада (см. рисунок 11) с тремя рядами полок длиной около 12-ти метров и высотой семь метров. Третий ряд полок находился на расстоянии около двух метров от полок. Он был лишь частично заполнен контейнерами, чтобы посмотреть, может ли пламя также пройти через проход (см. рисунок 13). Пластиковые контейнеры (Intermediate Bulk Containers (IBC)) объемом 1 м^3 хранились на двух нижних уровнях полок, а на двух верхних уровнях полок находились металлические контейнеры вместимостью 200 л каждая. Основание полок было выложено бетонной плиткой для сбора вытекающей жидкости. Огонь разжигали н-гептаном, который помещали в ванну в сборные желоба под полками. Для пневматической системы пожаротушения пеной был выбран пенообразователь, не содержащий фтора, который примешивался к потоку воды с постоянной скоростью 3%. Сжатый воздух добавлялся к водно-пенной смеси в установке CAFS (Compressed Air Foam System) с помощью компрессора [39].

На рисунке 12 – представлено расположение спиральных форсунок над емкостями.



Рисунок 12 – Расположение спиральных форсунок над емкостями для хранения

Образовавшаяся пена сжатым воздухом затем транспортировалась по трубам к форсункам, расположенным над каждым из четырех уровней полок. Целью испытания было тушение пожара, вызванного утечкой в одном из контейнеров и самовоспламеняющийся, с помощью системы пенного пожаротушения сжатым воздухом. Критерии успеха были определены опытными экспертами по пожарным исследованиям из института RISE (Швеция) в сотрудничестве с экспертами, которые отвечали за утверждение проекта от имени заказчика. Система пожаротушения срабатывала в ходе различных испытаний между 40 и 60 секундами после возгорания. Было выбрано разное время для имитации задержки до обнаружения системой обнаружения.

На рисунке 13 – представлено развитие пожара в испытании



Рисунок 13 – Развитие пожара в испытании

В первом сценарии испытаний легковоспламеняющаяся жидкость (стирол) вырвалась из контейнера на нижнем уровне полок и попала в горящий гептан в ванне. Пламя в трех испытаниях достигло максимальной высоты около восьми метров над землей, что на два метра выше стальных контейнеров, хранившихся на самом высоком уровне полок. Были измерены температуры до 650°C и мощность тепловыделения почти 4000 кВт. Пламя было взято под контроль и уменьшено до высоты полтора метра над землей не позднее, чем через 60 секунд после срабатывания системы пожаротушения CAFS.

Во втором варианте емкость с вытекающей жидкостью размещалась на четвертом уровне полок.

Из-за более высокого положения контейнера (по сравнению со сценарием 1) пожар разрастался значительно быстрее: объемный поток был более фрагментированным, так что пламени подвергалась большая площадь поверхности топлива. В свою очередь, это привело к более быстрому испарению и образованию легковоспламеняющихся газов – и, следовательно,

к хорошим условиям для более быстрого воспламенения. Достигнута мощность тепловыделения почти 7000 кВт и температура более 600 °С.

Помимо прочего, это было связано с тем, что в этом сценарии огонь мог гореть вдоль потока жидкости, выходящей из контейнера, и вверх по всей высоте полок: пламя в этом испытании достигло высоты 9 м. Сценарий 2 был реализован дважды. Во втором тесте система пожаротушения сработала на 20 секунд раньше, потому что это лучше соответствует скорости срабатывания системы обнаружения. В результате удалось взять под контроль пожар более чем на полторы минуты (90 с) раньше.

Два сценария и в общей сложности пять завершённых испытаний продемонстрировали, что пожар, вызванный утечкой в контейнере, может развиваться очень быстро и вызвать выделение большого количества тепла. Чем больше высота, с которой выходит горящая жидкость, тем интенсивнее становится огонь. Наиболее важными моментами для быстрого тушения пожара являются:

- раннее обнаружение пожара;
- быстрая активация системы пожаротушения;
- система пожаротушения, конструкция которой позволяет распределить пену из сжатого воздуха по контейнерам для хранения в течение 30-45 секунд.

Соответственно, пожарные извещатели имеет смысл устанавливать на каждом ярусе полок, а не только на потолке, особенно актуально, если он очень высокий. Это позволяет сэкономить ценные минуты, в течение которых огонь может распространиться и повредить другие контейнеры. Для защиты ИВС и предотвращения более крупного возгорания рекомендуется использовать только контейнеры с металлическим каркасом, поскольку они более устойчивы к высокой температуре. Жидкость в емкостях имеет охлаждающий эффект, что снижает риск утечки в соседних емкостях.

Испытания показали, что наполовину заполненные контейнеры гораздо более подвержены повреждениям в результате пожара, чем полные контейнеры.

Желоба для сбора под полками должны быть разделены на секции размером не более 2–3 м². Это уменьшает площадь поверхности вытекающей и горячей жидкости и, таким образом, уменьшает интенсивность пожара. Горящая жидкость в сборном желобе является основным источником огня, который постоянно подается из-за протечки. Поэтому очень важно как можно быстрее потушить этот пожар. Этого можно добиться, разместив форсунки для пожаротушения под самым нижним уровнем полок.

В обоих сценариях было продемонстрировано, что пена из сжатого воздуха является очень хорошим средством тушения для многоярусных складов, где хранятся легковоспламеняющиеся жидкости. Требованиям экспертов-оценщиков также соответствовала система пожаротушения. Из-за высокой огнегасящей способности требуется намного меньше воды, чем для спринклерных систем. Наряду с более высокой эффективностью этого средства пожаротушения, еще одним положительным аспектом является то, что размер секторов пожаротушения – аналогично системе пожаротушения – может быть адаптирован в зависимости от защитных целей, так что потенциальный пожар можно также тушить на большой площади.

2.6 Анализ результатов исследований, формулирование выводов и рекомендаций

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

В складских помещениях применяются все типы АУПТ: установки централизованные (агрегатные), модульные, автономные. Обязательность их применения закреплена в Нормах Пожарной безопасности (НПБ 110-03) и вступившими в действие с 1 марта 2021 года сводами правил:

- СП 484.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты.

Нормы и правила проектирования" (утверждён приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. N 582);

- СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" (утверждён приказом МЧС России от 31 августа 2020 г. N 628);

- СП 486.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности" (утверждён приказом МЧС России от 20 июля 2020 г. N 539).

Стандартно применяют агрегатные АУПТ. Огнетушащее вещество (ОТВ) подбирают под тип продукции, хранящейся на складе.

В ходе патентного поиска было найдено изобретение – установка пожаротушения для складов со стеллажным хранением, патент РФ № RU153180U1 [37]. В данном изобретении спринклерные оросители размещены и ориентированы таким образом, что вся вода, поступающая через оросители, попадает на верхнюю часть стеллажа каждого уровня, что обеспечивает сохранность остальных стеллажных полок и продукции.

Кроме того, найдено еще одно изобретение, которое может применяться с найденной патентным поиском установкой – это пена со сжатым воздухом. Такой способ тушения предпочтительнее обычной воды, так как обеспечивает эффективное тушение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и материалов, которые в основном хранятся на складах ООО «УралПАК».

В качестве технического решения предлагается установка пеногенерирующей системы со сжатым воздухом.

В ходе поисков была найдена разработка – двухканальная пневматическая пеногенерирующая установка с пеносмесителем производства компании ООО «Минимакс».

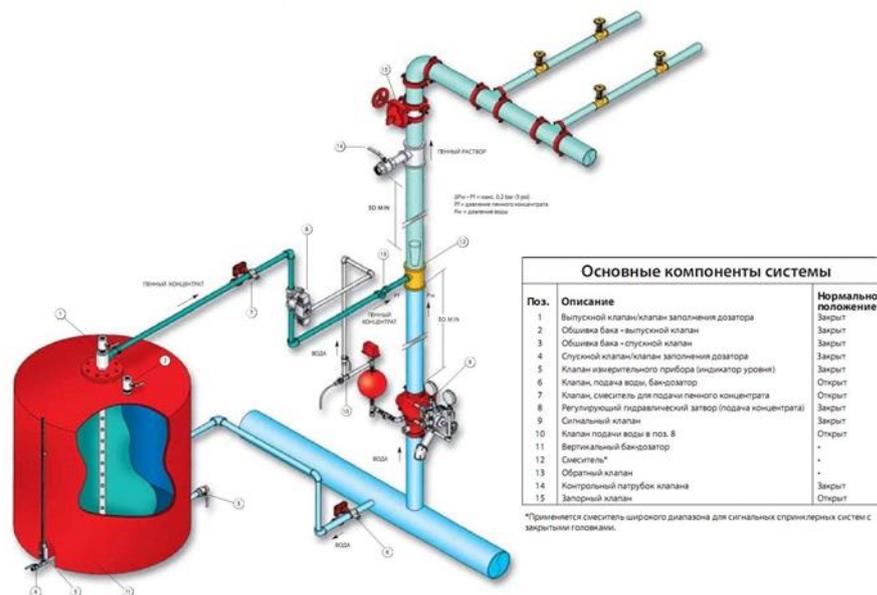


Рисунок 14– Система пенного пожаротушения VIKING (Minimax)

Один из видов систем пожаротушения являются системы пенного пожаротушения, которые применяются в составе систем пожарной автоматики для защиты различных объектов, таких как:

- объекты добычи, подготовки, транспорта и переработки нефти и газа;
- складские объекты (резервуарные парки, склады хранения ЛВЖ и ГЖ, склады химических веществ не реагирующих с водой и/или пеной);
- объекты энергетики (кабельные сооружения, маслonaполненное оборудование);

Механизм тушения пеной основан на изоляции горючего вещества от воздуха и охлаждения нагретых поверхностей, а также самого горючего.

Системы пенного пожаротушения применяются для тушения пожаров классов:

- А (пожары твердых горючих веществ), обычно в качестве смачивателей;

- В (тушение жидких водорастворимых и водонерастворимых горючих и легковоспламеняющихся веществ).

Не применяются для тушения пожаров классов С (горючих газов) и D (металлов), а также химически активных веществ и материалов, в том числе:

- реагирующих с огнетушащим веществом со взрывом (алюминийорганические соединения, щелочные металлы);

- разлагающихся при взаимодействии с огнетушащим веществом с выделением горючих газов (литийорганические соединения, азид свинца, гидриды алюминия, цинка, магния);

- взаимодействующих с огнетушащим веществом с сильным экзотермическим эффектом (серная кислота, хлорид титана, термит);

- самовозгорающихся веществ (гидросульфит натрия и др.).

Пенообразователи типа (AFFF) — это синтетические фторсодержащие, плёнкообразующие пенообразователи целевого назначения, применяемые для тушения пожаров жидких горючих водонерастворимых веществ (нефть, бензин, керосин, дизельное топливо, растительные, минеральные и синтетические масла и т.п.). Применяются в рабочей концентрации 1% и 3%. Рабочая концентрация 6% также доступна для заказа, однако является устаревшей. Уникальной особенностью пены, полученной из AFFF пенообразователей, является выделение тонкой пленки, которая растекается по поверхности нефтепродукта ниже слоя пены. Пленка имеет поверхностное натяжение ниже, чем поверхностное натяжение горючей жидкости, что позволяет довольно быстро растекаться по поверхности горючей жидкости. За счет добаления фторированных ПАВ пена и пленка не загрязняются и могут подаваться навесной струей, например лафетным стволом, что невозможно будет сделать, используя раствор пенообразователя на основе углеводородных протеиновых и синтетических пенообразователей. Поэтому кратность пены (толщина слоя пены) при применении данного типа пенообразователя не критична и можно использовать любые

пеногенерирующие насадки, в том числе и спринклерные (дренчерные оросители).

Пенообразователи ARC (AFFF/AR, AFFF/AR-LV) синтетические фторсодержащие пленкообразующие спиртоустойчивые пенообразователи, предназначенные для тушения жидких водорастворимых (спирты, кетоны, МТБЕ и т.п.) и водонерастворимых жидких горючих веществ.

Пена, полученная из обычного пенообразователя (S, AFFF, FP, FFFP) попадая на слой полярного вещества разрушается и пожаротушение не произойдет. Для тушения таких пожаров разработан специализированный тип пенообразователей, который получил акроним AR (alcohol resistance). Разные производители вводят дополнительные обозначения, такие как ARC 3x3, ARC 1x1, AFFF-ARC OR AFFF-AR OR AFFF ARC, но, по сути, это тот же тип спиртоустойчивых пенообразователей. Механизм тушения пожара основан на выделении твердой полимерной пленки, которая образуется при контакте с полярным растворителем, поверх твердого слоя уже ложится слой пены.

Спиртоустойчивые синтетические пенообразователи типа S/AR не содержат фторированных поверхностно-активных веществ. В данной группе представлены пенообразователи для получения пены высокой кратности, которые могут образовывать пену высокой кратности в среде продуктов горения. Такие пенообразователи представлены тремя марками LS aMax, LS EXP, которые тушат пожары полярных и водонерастворимых жидкостей. Все предлагаемые марки пенообразователей имеют сертификаты соответствия МЧС РФ. В зависимости от модели пенообразователи AFFF имеют сертификаты FM, UL, ICO, IMO, EN1568 [39].

Кроме этого проведено изучение влияния высокотемпературных добавок в огнестойких материалах[49] и рассмотрены тематические исследования в области пожарной безопасности по структурной огнестойкости[48].

3 Разработка инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий для выполнения условий соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности

3.1 Поиск и определение методов решения по теме диссертации

На основе законодательства Российской Федерации о техническом регулировании были определены и применены действующие нормативно-правовые акты и нормативные документы для рассматриваемого объекта исследования: Система обеспечения пожарной безопасности производственной площадки, расположенной по адресу: г. Челябинск, Metallургический район, ул. Промышленная 1, при возведенном складе сырья и готовой продукции в части соблюдения требованиям пожарной безопасности, определения условий соответствия согласно статьи 6 [46] с учетом выявленных отступлений от действующих норм в части соблюдения противопожарных разрывов.

«Статья 5. Обеспечение пожарной безопасности объектов защиты гласит:

1. Каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

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

3. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

4. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать 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.

Статья 6. Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности гласит:

1. Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении одного из следующих условий:

1) в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;

2) 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.

7. Порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска определяется нормативными правовыми актами Российской Федерации» [46].

Нормативно правовыми актами Российской Федерации по оценке пожарного риска являются:

1. Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272 "О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска"[31].

2. Постановление Правительства РФ от 22 июля 2020 г. № 1084 "О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска"[32].

Вступает в силу с 1 января 2021года.

Настоящие Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска устанавливают порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска в

случаях, установленных Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"[46].

Оценка пожарного риска проводится путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"[46].

Определение расчетных величин пожарного риска проводится по методикам, утверждаемым Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - методики расчета по оценке пожарного риска) [24].

Изучен метод оценки системы противопожарной защиты на основе зарубежного опыта [51].

Кроме того произведен обзор зарубежного опыта метода анализа пожарной опасности по противопожарной защите [52].

3.2 Обоснование разработанных инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий в области пожарной безопасности

По результатам обследования рассматриваемого объекта защиты выявлены отступления в части несоблюдения противопожарных разрывов между зданиями.

Оценка соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности также включает в себя информацию о проведении необходимых исследований, испытаний, расчетов и экспертиз в случаях, установленных нормативными документами по пожарной безопасности.

В письме МЧС РФ от 26.05.2015 №19–16–635 (Приложение В) даны разъяснения по возможности предусматривать отступления от требований

добровольных сводов правил для производственных объектов, используя статью 6 [46].

Вместе с тем, в соответствии со статьей 17 Федеральный закон от 30.12.2009 №384–ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [45], через часть 6 статьи 15 данного закона, необходимо обосновать отступления от противопожарных разрывов через теплотехнический расчет распространения пожара (часть 1 статьи 17).

А также учитывая требования статьи 75 приказа от 30 ноября 2016 г. № 644 Об утверждении Административного регламента Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности [24]:

«Противопожарное мероприятие, считается исполненным при выполнении одного из следующих условий:

- 1) исполнение в полном объеме данного мероприятия;
- 2) разработки и исполнение комплекса необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, при котором расчетом по оценке пожарного риска подтверждается выполнение условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности для объектов защиты, которые были введены в эксплуатацию либо проектная документация на которые была направлена на экспертизу до дня вступления в силу Федерального закона» [46], для рассматриваемого объекта защиты были выполнены соответствующие расчеты учитывающие разработанные инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия.

3.3 Расчет противопожарного разрыва при сценарии пожара в производственном здании и административно-производственном комплексе

Анализируя пожарную опасность действующего цеха с АБК и склада готовой продукции, рассмотрены ситуации, в результате которых возникает опасность для жизни и здоровья людей. К таким ситуациям на данном объекте можно отнести пожар в помещении АБК, помещении цеха, склада готовой продукции. Источником возгорания может послужить электротепловая энергия, выделяемая в результате короткого замыкания по причине неисправности электрооборудования неосторожное обращение с огнем и другие источники зажигания.

В качестве наиболее вероятных и опасных событий, формирующих возникновение пожароопасных ситуаций, предусматриваются следующие сценарии:

-Возгорание в помещении существующего цеха. Сценарий эвакуации людей из производственного цеха в количестве шести человек;

-Возгорание в помещении АБК. Сценарий эвакуации людей из здания АБК в количестве 14 - ти человек;

-Возгорание в складе готовой продукции.

При определении противопожарного разрыва между двумя зданиями или сооружениями рассматриваются случаи пожара в каждом из двух зданий или сооружений. При этом величина противопожарного разрыва принимается наибольшей. Для горящего объекта определяются геометрические и термические характеристики пламени, а для облучаемого – значение $q_{доп}$. При пожарах в производственных зданиях форма пламени принимается прямоугольной. Для здания второй степени огнестойкости с производством категории «В» длина пламени приравнивается длине остекленной части фасада, а высота пламени приравнивается удвоенной высоте остекления. Для здания пятой степени огнестойкости длина пламени принимается равной длине здания в границах противопожарных стен, расчетная высота принимается равной высоте здания. В основу метода обоснования величин противопожарных разрывов между зданиями и

сооружениями положена классическая теория теплообмена облучением. Сущность задачи сводится к сопоставлению реальной (падающей) плотности теплового потока для облучаемого объекта $q_{\text{пад}}$ с максимально допустимой $q_{\text{доп}}$.

Условие безопасности выполняется, если: $q_{\text{пад}} \leq q_{\text{доп}}$

С использованием расчетного уравнения задача решается методом последовательных приближений. Берется порядок приближения равный 5,10,15,20,25,30,35 м и т.д. до определения выполнения условия безопасности. Далее строится на основе данных график зависимости $r=f(x)$ и находится требуемый противопожарный разрыв. При этом коэффициент облученности в зависимости от формы и размеров излучающей поверхности определяются по формулам или номограммам при заданной величине противопожарного разрыва. Расчетные значения поверхности плотности излучения пламени для первого случая равен - 175 кВт/м^2 , для второго случая - 155 кВт/м^2 . Расчетное значение допустимой плотности теплового потока равно 155 кВт/м^2 .

Первый вариант – пожар в здании склада сырья и готовой продукции:

Расчетный противопожарный разрыв составляет 30,3 метра.

Второй вариант – пожар в здании цеха:

Расчетный противопожарный разрыв составляет 17,1 метра.

Теплотехнический расчет показал, что при пожаре внутри склада готовой продукции требуемый противопожарный разрыв от цеха и АБК должен составлять 30,3 метра (Приложение Б).

Ввиду сложившейся застройки зданий с противопожарным разрывом в 12-ть метров можно предположить следующее развитие пожара по самому неблагоприятному сценарию:

При расплаве хранимых в первом отсеке склада – 4073 м^3 полистирола может образоваться - $93,6 \text{ м}^3$ горючей жидкости.

Ввиду отсутствия ограждающих конструкций склада с нормируемым пределом огнестойкости, возможно растекание продуктов расплава полистирола в пределах противопожарного разрыва между зданиями склада и производственного цеха с дальнейшим распространением пожара на АБК, производственный цех и второй пожарный отсек склада. Площадь горения при этом вокруг склада может составить свыше 9000 м².

Для тушения возможного пожара потребуется значительное количество пожарной техники и пенообразователя, повышенный расход воды для наружного пожаротушения.

Рекомендации по ограничению распространения пожара:

1. Оконные и дверные проемы в фасадной стене цеха и АБК, выходящие в сторону склада сделать противопожарными первого типа или заложить оконные проемы (выполнить глухую противопожарную стену).
2. Покрытие кровли цеха и АБК выполнить из негорючих материалов.
3. Обеспечить автоматическое закрытие цеховых ворот перехода из цеха в склад готовой продукции.
4. Выполнить ограждающие конструкции склада, препятствующие, растеканию продуктов расплава полистирола.
5. Склад разделить на пожарные отсеки площадью не более 1200 м² или повысить степень огнестойкости склада.
6. Установить противопожарное заполнение в противопожарной стене склада готовой продукции с автоматическим закрыванием.
7. Установить автоматическое пожаротушение и пожарную сигнализацию в складе готовой продукции.
8. Разработать повышенные меры противопожарного режима для цеха и склада готовой продукции.
9. Регулярно проводить планово предупредительные работы по обслуживанию электрооборудования склада.

10. Исключить хранение материалов ближе 0,5 м от светильников освещения.

11. Провести расчет риска для людей, находящихся в здании склада.

12. Провести анализ выполнения требований нормативных документов для склада готовой продукции в рамках независимой оценки пожарного риска.

13. Произвести расчет необходимого запаса пенообразователя и расхода воды на наружное пожаротушение объекта. Обеспечить хранение расчетного количества пенообразователя и исправность водоисточников наружного пожаротушения.

14. Организовать взаимодействие с ОФПС-3 г.Челябинска по разработке плана пожаротушения на данный объект, с регулярным проведением пожарно-тактических учений.

3.4. Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара и расчет величины индивидуального пожарного риска

Геометрические размеры элементов объекта защиты, необходимые для проведения расчета с помощью программного комплекса, отражены в (Приложении А)

Характеристика объекта защиты:

Производственный цех со встроенными бытовыми помещениями представляет из себя помещение цеха и два этажа помещений бытового назначения.

Количество людей и места их расположения:

В расчет принято максимально возможное количество людей на объекте: 14 –ть человек. Время работы объекта: 24 часа. Вероятность присутствия работника: единица.

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев их развития осуществляется на основе

сопоставления информации о моделировании динамики опасных факторов пожара на территории объекта и прилегающей к нему территории и информации о критических для жизни и здоровья людей значениях опасных факторов пожара, взрыва. Для этого используются критерии поражения людей опасными факторами пожара.

С этой целью моделированы один сценарий эвакуации людей из здания: эвакуация персонала в количестве 14-ти человек из помещений здания по основным проходам.

Анализируя пожарную опасность объекта, рассмотрены ситуации, в результате которых возникает опасность для жизни и здоровья людей. К таким ситуациям на данном объекте можно отнести: пожар в здании. Источником возгорания может послужить электротепловая энергия, выделяемая в результате короткого замыкания по причине неисправности электрооборудования.

В качестве наиболее вероятных и опасных событий, формирующих возникновение пожароопасных ситуаций, предусматриваются следующие сценарии:

Первый вариант – Возгорание в помещении охраны.

Второй вариант – Возгорание в помещении цеха.

Частота реализации аварийных ситуаций, пожара:

Частота реализации пожаров для здания определяется согласно Методике [25].

Время начала эвакуации.

В основу заложены АПС и СОЭУ. Время начала эвакуации: 20с.

Метод оценки ОФП:

Выбор расчетной модели базируется на анализе объемно-планировочных решений объекта и особенностях сценария развития пожара.

Учитывая, что:

1) объект представляет собой здание, имеющее развитую систему помещений относительно малого объема простой геометрической конфигурации;

2) характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения;

3) размеры помещений соизмеримы между собой, в расчете применяется интегральная модель развития пожара, описывающая среднеобъемные параметры состояния газовой среды в помещениях.

Коэффициенты, применяемые в расчете величины пожарного риска.

$R_{дВ_{ij}}$ – вероятность выхода из здания через аварийные и иные выходы, определяется в соответствии с утвержденной методикой, при отсутствии данных допускается принимать значение равное 0,03 при наличии аварийных или иных выходов или 0,001 при их отсутствии.

$R_{дВ_{ij}}$ принимается равным 0,03

D_{ij} – вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению пожарной безопасности помещения при реализации сценария пожара, определяется в соответствии с утвержденной методикой [25].

При определении этой величины учитываются следующие мероприятия:

- применение объемно-планировочных и конструктивных решений, обеспечивающих ограничение распространения пожара в безопасную зону (при организации эвакуации в безопасную зону);

- наличие систем противодымной защиты рассматриваемого помещения и путей эвакуации (по результатам проведенного инструментального контроля);

- использование АПС в сочетании с СОУЭ; наличие установок пожаротушения в помещении очага пожара (по результатам проведенного инструментального контроля).

D_{ij} принимается равным 0,9.

Определение ОФП:

Расчету подлежат ОФП:

- задымление атмосферы помещения, понижение концентрации кислорода, концентрация токсичных продуктов горения;
- повышенная температура;
- тепловой поток;
- потеря видимости;
- пониженное содержание кислорода;
- концентрация каждого из токсичных газообразных продуктов горения;
- избыточное давление.

Расчет времени блокирования по сценариям:

- Возгорание в помещении охраны;
- Возгорание в помещении цеха представлен в таблицах А.1 - А.4

(Приложении А).

Расчет вероятности эвакуации по эвакуационным путям рассчитывается в соответствии с Методикой[25] и может принимать значения от 0,001 до 0,999. Расчет вероятности эвакуации проводится для каждого сценария пожара, расчет и значения величины отражены в таблицах А.5 и А.6 (Приложении А).

«Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год.

Риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Объекты должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара. в том числе их вторичных проявлений на требуемом уровне»[46].

В соответствии со ст.79 Федерального закона[46] индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и строениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке. При этом риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.

«Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании:

- 1) анализа пожарной опасности производственного объекта;
- 2) определение частоты реализации пожароопасных аварийных ситуаций на производственном объекте;
- 3) построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- 4) оценку последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- 5) вычисление пожарного риска.

Анализ пожарной опасности производственных объектов включает:

- 1) анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на производственном объекте;
- 2) определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- 3) определение перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную, для каждого технологического процесса;
- 4) построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей» [46].

В целом процедура оценка уровня обеспечения пожарной безопасности будет состоять из следующих этапов:

- расчет необходимого времени эвакуации;
- определение расчетного времени эвакуации;
- сопоставление полученных данных. при необходимости разработка инженерных решений в целях выполнения условия безопасной эвакуации и повторное определение расчетного времени эвакуации;
- определение вероятности возникновения пожара на рассматриваемом объекте;
- определение вероятности безотказной работы систем пожарной автоматики;
- расчет уровня воздействия опасных факторов пожара для людей.

Расчёты проведены на основании «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [25] и Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272" О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска"[31].

Расчет значений индивидуального и социального пожарных рисков в зданиях и на территории объекта, а также в селитебной зоне вблизи объекта проводится с использованием в качестве промежуточной величины значения соответствующего потенциального пожарного риска.

Потенциальный пожарный риск на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта.

При расчете риска рассматриваются различные метеорологические условия с типичными направлениями ветров и ожидаемой частотой их возникновения.

При проведении расчета риска предусматривается рассмотрение различных пожароопасных ситуаций, определение зон поражения опасными факторами пожара, взрыва и частот реализации указанных пожароопасных ситуаций. Для удобства расчетов территория местности может разделяться на зоны, внутри которых величины $P(a)$ полагаются одинаковыми.

Объект защиты находится на удаленном расстоянии от ближайших объектов, поэтому количество человек в селитебной зоне принимается равным ноль. Пожарный риск в селитебной зоне равен ноль.

Потенциальный риск в зданиях объекта.

Величина потенциального риска P_i (год⁻¹) в i -ом помещении здания объекта определена в соответствии Методики[25].

Величина индивидуального риска для персонала объекта от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, определялась на основе положений Методики[25].

Коллективный риск для персонала объекта, находящегося на территории, объединяющей в общем случае несколько единичных площадок, на которых возможно проявление чрезвычайных ситуаций в виде зон поражения, определен в соответствии Методики[25].

Значение потенциального риска конкретного набора сценариев чрезвычайных ситуаций, реализация которых возможна на территории рассматриваемого объекта, проводилась с использованием дискретной формулы полной вероятности в соответствии Методики [25].

Социальный пожарный риск принимается равным частоте возникновения событий, ведущих к гибели 10-ть и более человек. Ни по одному из выбранных сценариев развития пожара, гибель 10-ти и более человек не достигается в соответствии с положениями Методики[25].

Все исходные слагаемые расчета для наглядности сведены в таблицу 5.

Таблица 5 - Исходные данные для расчета

Q_j , ГОД ⁻¹	$P_{д.Вij}$	q_{im}	t_{Pij} , МИН	$\tau_{Н.Эij}$, МИН	$\tau_{блij}$, МИН	D_{ij}
0,00089	0,03	1	0,77	0,4	0,46	0,9

Так как, $t_{Pij} \geq 0,8 \cdot \tau_{блij}$ полагаем $P_{э.пij}$ равным 0.

Вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, при реализации j -го сценария пожара рассчитана по формуле:

$$P_{\text{Э}ij} = 1 - (1 - P_{\text{Э.П}ij}) \cdot (1 - P_{\text{Д.В}ij}) = 1 - (1 - 0,001) \cdot (1 - 0,03) = 0,031 \quad (1)$$

где $P_{\text{Э}ij}$ - вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, по эвакуационным путям при реализации j -го сценария пожара;

$P_{\text{Д.В}ij}$ - вероятность выхода из здания людей, находящихся в i -ом помещении, через аварийные или иные выходы.

Условная вероятность поражения человека Q_{dij} определена по формуле:

$$Q_{dij} = (1 - P_{\text{Э.П}ij}) \cdot (1 - D_{ij}) = (1 - 0,031) \cdot (1 - 0,9) = 0,097 \quad (2)$$

где $P_{\text{Э.П}ij}$ - вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, при реализации j -го сценария пожара;

D_{ij} - вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению безопасности людей в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара.

Потенциальный риск в отдельно в i -ом помещении при реализации j -ого сценария пожара:

$$P_{ij} = Q_j \cdot Q_{dij} = 0,0089 \cdot 0,097 = 0,00086 \cdot \text{год}^{-1} \quad (3)$$

где Q_{dj} - условная вероятность поражения человека в определенной точке территории в результате реализации j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному иницирующему аварии событию;

Q_j - частота реализации в течение года j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год^{-1} .

Слагаемое индивидуального риска в i -ом помещении при реализации j -ого сценария пожара для работника m :

$$R_{mij} = P_{ij} \cdot q_{mi} = 0,0086 \cdot 1 = 0,00086 \cdot \text{год}^{-1} \quad (4)$$

где P_{ij} - величина потенциального риска в i -ой области территории объекта,

q_{mi} - вероятность присутствия работника m в i -ой области территории объекта.

Расчет индивидуального риска при пожаре в помещении цеха
Все необходимые слагаемые расчета для наглядности сведены в таблицу 6.

Таблица 6 - Исходные данные для расчета

$Q_j, \text{год}^{-1}$	$P_{Д.Вij}$	q_{im}	$t_{Pij}, \text{МИН}$	$\tau_{Н.Эij}, \text{МИН}$	$\tau_{бlij}, \text{МИН}$	D_{ij}
0,029	0,03	1	0,77	0,4	3,2	0,9

Так как $t_{Pij} + \tau_{Н.Эij} \leq 0,8 \cdot \tau_{бlij}$, примем $P_{Э.Пij} = 0,999$.

Вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, при реализации j -го сценария пожара определена по формуле (1):

$$P_{Эij} = 0,999$$

Условная вероятность поражения человека Q_{dij} определена по формуле (2):

$$Q_{ij} = 0,0001$$

Потенциальный риск в отдельно в i -ом помещении при реализации j -ого сценария пожара определен по формуле (3):

$$P_{ij} = 0,0000029 \text{ год}^{-1}$$

Слагаемое индивидуального риска в i -ом помещении при реализации j -ого сценария пожара для работника m определена по формуле (4):

$$R_{mij} = 0,0000029 \text{ год}^{-1}$$

Расчетная величина индивидуального пожарного риска для объекта защиты превышает нормативное значение: $8,6 \times 10^{-5}$.

Компенсирующие мероприятия, при выполнении которых расчетная величина пожарного риска не будет превышать нормативного значения:

- 1) Автоматическую пожарную сигнализацию на объекте привести в соответствии с требованиями нормативных документов;
- 2) Систему оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на объекте привести в соответствии с требованиями нормативных документов;
- 3) Систему противодымной защиты в помещении цеха привести в соответствии с требованиями нормативных документов;
- 4) Оборудовать выходы из встройки в цех противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30.

При реализации компенсирующих мероприятий и рекомендаций по ограничению распространения пожара: значение индивидуального пожарного риска составит $8,6 \times 10^{-7}$

Проверочный расчет индивидуального риска при пожаре в помещении охраны в случае выполнения компенсирующих мероприятий.

Все необходимые слагаемые расчета для наглядности сведены в таблицу 7.

Таблица 7 - Исходные данные для расчета

$Q_j, \text{ ГОД}^{-1}$	$P_{Д.Вij}$	q_{im}	$t_{Pij}, \text{ МИН}$	$\tau_{Н.Эij}, \text{ МИН}$	$\tau_{б.л.ij}, \text{ МИН}$	D_{ij}
0,00089	0,03	1	0,77	0,4	0,46	1

Так как $t_{Pij} \geq 0,8 \cdot \tau_{б.л.ij}$, полагаем $P_{Э.л.ij} = 0$.

Вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, при реализации j -го сценария пожара определена по формуле (1):

$$P_{Эij} = 0,031$$

Условная вероятность поражения человека Q_{dij} определена по формуле (2):

$$Q_{ij}=0,001$$

Потенциальный риск в отдельно в i -ом помещении при реализации j -ого сценария пожара определен по формуле (3):

$$P_{ij}=0,00000086\text{год}^{-1}$$

Слагаемое индивидуального риска в i -ом помещении при реализации j -ого сценария пожара для работника m определена по формуле (4):

$$P_{mij}=0,00000086\text{год}^{-1}$$

Величина индивидуального пожарного риска для человека соответствует нормативному значению.

3.5 Условия соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности

Анализируя пожарную опасность действующего цеха с АБК и склада готовой продукции ввиду отсутствия ограждающих конструкций склада с нормируемым пределом огнестойкости в части несоблюдения противопожарных разрывов и исходя из условий оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности, включающие в себя информацию о проведении необходимых исследований, испытаний, расчетов и экспертиз в случаях, установленных нормативными документами по пожарной безопасности, а также разъяснений МЧС РФ по возможности предусматривать отступления от требований добровольных сводов правил для производственных объектов рассматриваемого объекта защиты были выполнены соответствующие расчеты учитывающие разработанные инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия.

Для определения условий соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности согласно [46] определение расчетных величин пожарного риска проведены на основании «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [25] и

Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272" О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска"[31].

На основании результатов расчета оценки пожарного риска, учитывающего наличие имеющихся на объекте отступлений от требований нормативных документов, определены условия соответствия и подготовлен вывод о соответствии ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности:

Пожарная безопасность рассматриваемого объекта защиты будет считаться обеспеченной при выполнении разработанных инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты (продукция) будет соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно:

1. Оконные и дверные проемы в фасадной стене цеха и АБК, выходящие в сторону склада сделать противопожарными первого типа или заложить оконные проемы (выполнить глухую противопожарную стену).

2. Покрытие кровли цеха и АБК выполнить из негорючих материалов.

3. Обеспечить автоматическое закрытие цеховых ворот перехода из цеха в склад готовой продукции.

4. Выполнить ограждающие конструкции склада, препятствующие растеканию продуктов расплава полистирола.

5. Склад разделить на пожарные отсеки площадью не более 1200 м² или повысить степень огнестойкости склада.

6. Установить противопожарное заполнение в противопожарной стене склада готовой продукции с автоматическим закрыванием.

7. Установить автоматическое пожаротушение и пожарную сигнализацию в складе готовой продукции.

8. Разработать повышенные меры противопожарного режима для цеха и склада готовой продукции.

9. Регулярно проводить планово предупредительные работы по обслуживанию электрооборудования склада.

10. Исключить хранение материалов ближе 0,5 м от светильников освещения.

11. Провести расчет риска для людей, находящихся в здании склада.

12. Провести анализ выполнения требований нормативных документов для склада готовой продукции в рамках независимой оценки пожарного риска.

13. Произвести расчет необходимого запаса пенообразователя и расхода воды на наружное пожаротушение объекта. Обеспечить хранение расчетного количества пенообразователя и исправность водоисточников наружного пожаротушения.

14. Организовать взаимодействие с ОФПС-3 г.Челябинска по разработке плана пожаротушения на данный объект, с регулярным проведением пожарно-тактических учений.

15. Автоматическую пожарную сигнализацию на объекте привести в соответствии с требованиями нормативных документов.

16. Систему оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на объекте привести в соответствии с требованиями нормативных документов.

17. Систему противодымной защиты в помещении цеха привести в соответствии с требованиями нормативных документов.

18. Оборудовать выходы из встройки в цех противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30.

Заключение

Исходя из гипотезы исследования была определена цель исследования и решены следующие задачи:

- обоснован выбранный метод анализа пожарной безопасности;
- изучена представленная проектная документация;
- проведено обследование объекта защиты;
- определена действующая нормативная база;
- выявлены отступления от требований нормативных документов;
- выявлены возможности возникновения и развития пожара и воздействия на людей и материальные ценности опасных факторов пожара;
- определены наличия условий соответствия объекта защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности;
- путем анализа технических решений по обеспечению пожарной безопасности складов, определен метод решения и разработан проект технического решения, направленного на улучшение пожарной безопасности склада;
- обоснованы разработанные инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия для выполнения условий соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности;

Выводы по первому разделу

Итогом процесса подбора и изучения источников информации был определен перечень научных публикаций и нормативных документов по теме диссертационного исследования.

В рамках поиска и определения методов решения по теме диссертации на основе законодательства Российской Федерации о техническом регулировании были определены и применены действующие нормативно-правовые акты и нормативные документы для рассматриваемого объекта исследования.

Изучены нормативно правовые документы о требованиях пожарной безопасности к объекту защиты(продукции) процессам производства, эксплуатации, хранения изделий из пенополистирола.

Изучена технологическая документация производства и хранения готовой продукции из пенополистирола. Проанализирована система обеспечения пожарной безопасности организации.

Выводы по второму разделу

Проведен анализ пожарной безопасности производственной площадки при возведенном складе сырья и готовой продукции ООО "УралПак".

Раскрываются особенности пожарной опасности производства изделий из пенополистирола, дается анализ состояния противопожарной защиты здания и определяются наличия условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

На основе представленной проектной документации и по результатам обследования дана краткая пожарная характеристика объектов защиты

рассматриваемого производства на соответствие требованиям пожарной безопасности. Выявлены отступления от требований пожарной безопасности.

Проанализированы пожарно-технические характеристики элементов пожарной сигнализации склада по средствам оповещения на соответствие требованиям пожарной безопасности.

Рассмотрены характеристики и особенности пожарной опасности производства и хранения изделий из пенополистирола.

В рамках мер по разработке проекта исследуются результаты эксперимента по тестированию огнегасящей способности пены со сжатым воздухом на складах с легковоспламеняющимися жидкостями и проведен анализ технических решений по обеспечению пожарной безопасности складов

Был разработан проект технического решения, направленного на улучшение пожарной безопасности рассматриваемого объекта защиты.

Проведен обзор и анализ проведения теоретических и экспериментальных исследований пожаротушения в складских помещениях для хранения легковоспламеняющихся жидкостей с использованием АУПТ.

В ходе патентного поиска было найдено изобретение – установка пожаротушения для складов со стеллажным хранением. В данном изобретении спринклерные оросители размещены и ориентированы таким образом, что вся вода через оросители, попадает на верхнюю часть стеллажа каждого уровня, что обеспечивает сохранность остальных стеллажных полок и продукции.

Кроме того, найдено еще одно изобретение, которое может применяться с найденной патентным поиском установкой – это пена со сжатым воздухом. Такой способ тушения предпочтительнее обычной воды, так как обеспечивает эффективное тушение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и материалов, которые в основном хранятся на складах ООО «УралПАК».

В качестве технического решения предлагается установка пеногенерирующей системы со сжатым воздухом.

Выводы по третьему разделу

Раскрывается обоснование разработанных инновационных инженерно-технических и организационных мероприятий для выполнения условий соответствия ООО "УралПак" требованиям пожарной безопасности.

Исходя из условий оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности, включающие в себя информацию о проведении необходимых исследований, испытаний, расчетов и экспертиз в случаях, установленных нормативными документами по пожарной безопасности, а также разъяснений МЧС РФ по возможности предусматривать отступления от требований добровольных сводов правил для производственных объектов рассматриваемого объекта защиты были выполнены соответствующие расчеты учитывающие разработанные инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия:

Анализируя пожарную опасность действующего цеха с АБК и склада готовой продукции ввиду отсутствия ограждающих конструкций склада с нормируемым пределом огнестойкости в части несоблюдения противопожарных разрывов произведены расчеты противопожарного разрыва между двумя зданиями, разработаны рекомендации по ограничению распространения пожара.

Определение расчетных величин пожарного риска проведены на зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности и Постановления Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272" на основании Методики определения расчетных величин пожарного риска «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».

Исходя из результатов расчета оценки пожарного риска, учитывающего наличие имеющихся на объекте отступлений от требований нормативных документов разработаны инновационные инженерно-технические и организационные мероприятия и определены условия соответствия ООО «УралПак» требованиям пожарной безопасности.

Список используемой литературы

1. Арцыбашева О.В., Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. Современные тенденции в области огнестойкости деревянных зданий и сооружений // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. №8 (145). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-v-oblasti-ognestoykosti-derevyannyh-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата обращения: 13.03.2021).

2. Амельчугов С.П. Методика оценки и расчета пожарного риска. Красноярск : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт проблем пожарной безопасности», 2012, 220 с.

3. Бадагуев, Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции. 4-е изд., пер. и доп. М.: Альфа-Пресс, 2014. 720 с.

4. Бакиров И.К. Отношение к пожарной безопасности в России. Государственный пожарный надзор и пожарные риски // Пожарная безопасность в строительстве. № 5. 2010. С 28-29.

5. Выполнение и оформление выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских работ, курсовых работ магистров и отчетов по

практикам [Электронный ресурс] : методические указания / М. Б. Быкова, Ж. А. Гореева, Н. С. Козлова, Д. А. Подгорный. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2017. — 76 с. — 2227-8397. —

Методические указания Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72577.html>

6. Горбунова, Л. Н., Васильев С.И. Основы промышленной безопасности: учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 1. СПб.: Сибирский федеральный университет, 2012. 502 с.

7. ГОСТ 12.1.004.91 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 02.02.2020)

8. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 02.02.2020)

9. ГОСТ Р 53289-2009 «Установки водяного пожаротушения автоматические. Оросители спринклерные для подвесных потолков. Огневые испытания»; [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200116594> (дата обращения: 02.02.2020)

10. ГОСТ Р 53288-2009 «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Модульные установки пожаротушения тонкораспыленной водой автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний»; [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029203> (дата обращения: 02.02.2020)

11. ГОСТ 12.4.101-93. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для ограниченной защиты от токсичных веществ. Общие технические требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012657> (дата обращения: 02.02.2020)

12. ГОСТ 12.4.252-2013. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104762> (дата обращения: 02.02.2020)

13. ГОСТ 13385-78. Обувь специальная диэлектрическая из полимерных материалов. Технические условия. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200017936> (дата обращения: 02.02.2020)

14. ГОСТ Р 12.0.230 - 2007 ССБТ. (ред. от 31.10.2013). Системы управления охраной труда. Общие требования. [Электронный ресурс]: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135558/ (дата обращения: 02.02.2020)

15. ГОСТ Р 12.4.230.1-2007. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200050769> (дата обращения: 02.02.2020)

16. Григорьев, Л. Н. Экономическая эффективность внедрения систем противопожарной защиты. г. Пермь: Сфера, 2009. 122 с.

17. Даниленко, О.В. Теоретико-методологические аспекты подготовки и защиты научно-исследовательской работы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.В. Даниленко, И.Н. Корнева, Тихонова Я.Г.. — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2016. — 182 с. — Учебно-методическое пособие Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/83895>.

18. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000.

19. Кудаленкин В.Ф. Пожарная профилактика в строительстве. – М.: ВИПТШ, 1985.

20. Кукушкина В.В. Организация научно-исследовательской работы студентов (магистров) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Кукушкина. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 264 с. : ил. - (Высшее образование.

Магистратура). - ISBN 978-5-16-004167-4. Учебное пособие ЭБС "ZNANIUM.COM"

21. Мальцев С.В. Особенности пожароопасных свойств пенополистирола и изделий из него и влияние на возникновение, развитие и тушений пожара. [Электронный ресурс]:Иновации. Наука. Образование – 2021.– № 30 (март) 647с.– URL: <http://innovjourn.ru>. (дата обращения: 31.03.2021).

22. Мосалков И.Л. Огнестойкость строительных конструкций. М.:Спецтехника, 2001. 481 с.

23. Навроцкий О.Д. Пеногенерирующие системы со сжатым воздухом средство пенного пожаротушения нового поколения // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь, №1 (15), 2012. 22-31с.

24. Об утверждении Административного регламента Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности [Электронный ресурс]: приказ от 30 ноября 2016 г. N 644 URL: <http://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/459>

25. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 30.06.2009 №404 URL: <http://docs.cntd.ru/document/902167776> (дата обращения: 02.02.2020)

26. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [Электронный ресурс]: Постановление Минтруда России, Минобразования России от 13.01.2003 N 1/29 (ред. от 30.11.2016) (Зарегистрировано в Минюсте России 12.02.2003 N 4209) URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40987/ (дата обращения: 02.02.2020).

27. Об утверждении Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 31 августа 2020 г. № 1325 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_361290/ (дата обращения: 02.12.2020)

28. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 №68–ФЗ URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/ (дата обращения: 02.02.2020).

29. О независимой оценке квалификации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.06.2016 №238–ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/420363375> (дата обращения: 02.02.2020)

30. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 №69–ФЗ. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 02.02.2020).

31. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272. URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5687/ (дата обращения: 02.02.2020)

32. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 22.07.2020 № 1084 URL: <http://docs.cntd.ru/document/565358934> (дата обращения: 02.02.2020)

33. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 29.07.2017) . URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40987/ (дата обращения: 02.02.2020).

34. О техническом регулировании [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 27.12.2002 года N 184-ФЗ (ред. от 28.11.2018 N 449-ФЗ) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40987/ (дата обращения: 02.02.2020).

35. Патент РФ № RU 2 645538 Огнестойкий состав и огнестойкая теплоизоляционная плита. МПК C09K 21/14 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01) C08L 61/04 (2006.01) B32B 21/08 (2006.01) B32B 27/04 (2006.01) Авторы: Жиксин Ксю, Ганг Шен, Джинхонг Ли. Заявка: 2015116328. Заявл.: 12.04.2013, опубл.: 21.02.2018 Бюл. № 6.

36. Патент РФ № RU2596024C2 Огнестойкая гипсовая панель с низкой массой и плотностью. C04B 28/14 (2006.01) E04C 2/00 (2006.01) C04B 40/00 (2006.01). Авторы: Цян Ю, Уэйксин Давид Сонг, Сринивас Веерамасунени, Вэньци Луан. Заявка: 2013143229/03. Заявл.: 24.02.2012, опубл.: 27.03.2015 Бюл. № 9.

37. Патент Ф № RU153180U1 Установка пожаротушения для складов со стеллажным хранением A62C 3/00 (2006.01) Авторы Танклевский Леонид Тимофеевич (RU), Заявка: 2014116012/12. Дата подачи заявки: 21.04.2014 Опубликовано: 10.07.2015 Бюл. № 19.

38. Пена и пенообразователи: назначение, виды, состав и свойства. URL: <https://fireman.club/presentations/pena-i-penoobrazovateli-naznachenie-vidyi-sostav-i-svoystva/> (дата обращения: 23.03.2021).

39. Сайт компании ООО «МИНИМАКС» [Электронный ресурс] : <https://minimax-russia.ru/foam-extinguishing%20systems-viking> (дата обращения 02.04.2021).

40. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : СП 1.13130.2009 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 02.04.2021).

41. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 02.04.2021).

42. Собурь С.В. Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие. 15-е изд., с изм. М.: ПожКнига, 2014. 480 с., ил.

43. Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические: Справочник. 4-е изд. (с изм.). М.: Пожкнига, 2015. 384с.

44. Сайт ООО «УралПАК» [Электронный ресурс] : URL: <https://uralpack.org/> (дата обращения: 23.03.2021).

45. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ URL: <http://docs.cntd.ru/document/902192610> (дата обращения 02.04.2021).

46. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) . URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 02.02.2020).

47. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197–ФЗ (ред. от 05.02.2018). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 02.02.2020).

48. Eoin Loughlin, Simon Lay, Structural fire resistance: Rating system manifests crude, inconsistent design [Электронный ресурс]: Case Studies in Fire Safety, Volume 3, 2015. URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214398X15000035> (дата обращения: 13.03.2021).

49. Koo JH, Ng PS, Cheung F-B. Effect of High Temperature Additives in Fire Resistant Materials [Электронный ресурс]: Journal of Fire Sciences. 2017, 15(6). URL: <https://doi:10.1177/073490419701500605> (дата обращения: 13.03.2021).

50. Matthew A. Johann, Performance-Based Structural Fire Safety [Электронный ресурс]: Journal of Performance of Constructed Facilities? Vol 20, No 1. URL: [https://ascelibrary.org/doi/10.1061/\(ASCE\)0887-3828\(2006\)20:1\(45\)](https://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)0887-3828(2006)20:1(45)) (дата обращения: 13.03.2021).

51. HUANG Yan-boa, HAN Binga , ZHAO Zheb Research on Assessment Method of Fire Protection System // Procedia Engineering 11, 2017. pp. 147–155

52. Hurley, M. J., Bukowski, R. W. (2008). Fire Hazard Analysis Techniques In: Fire Protection Handbook. Cote, A. E. (ed.) // NFPA, Ch. 7, pp. 121-134.

Приложение А

Расчет времени блокирования. Возгорание в помещении охраны. Выкопировка из расчетной программы

Таблица А.1 - Параметры помещения охраны

Площадь помещения, м ²	32,8
Высота, м	3,0
Начальная температура, град.С	20
Перепад высот пола	0

Таблица А.2 - Расчет времени блокирования

Мебель+бытовые изделия	
Наименование параметра	Значение параметра
Низшая теплота сгорания материала (Q), МДж/кг	13.800
Дымообразующая способность горящего материала (Dm), (Hn·м ²)/кг	270.000
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{O2}), кг/кг	1.30
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{CO2}), кг/кг	0.203
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{CO}), кг/кг	0.002
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{HCl}), кг/кг	0.014
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0.011
n	3
A, кг/с ²	1.78E-006
B, кг	15.755
Z	1.253
по потере видимости, с $t_{sp}^{n.s.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}$	27.3
по критической температуре, с $t_{sp}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_o}{(273 + t_o) \cdot Z} \right] \right\}^{1/n}$	104.2
по пониженному содержанию кислорода, с $t_{sp}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}$	89.4
по повышенному содержанию CO ₂ , с $t_{sp}^{m.c.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}$	Не опасен

Продолжение Приложения А
Продолжение Таблицы А.2

Мебель+бытовые изделия	
Наименование параметра	Значение параметра
по повышенному содержанию СО, с $t_{kp}^{m.c.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}$	Не опасен
по повышенному содержанию HCl, с $t_{kp}^{m.c.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}$	40.3
$\tau_{\text{б.з}} = \min \{ t_{kp}^T, t_{kp}^{П.В}, t_{kp}^{O_2}, t_{kp}^{T.F} \}$	27.3

Минимальное время блокирования: 27.3с

Расчет времени блокирования. Возгорание в помещении цеха
Выкопировка из расчетной программы

Таблица А.3- Параметры помещения охраны

Площадь помещения, м ²	1090,8
Высота, м	6
Начальная температура, град.С	20
Перепад высот пола	0

Таблица А.4 - Расчет времени блокирования

Упаковка; картон+бумага+поли(этилен+стирол)	
Наименование параметра	Значение параметра
Низшая теплота сгорания материала (Q), МДж/кг	20.710
Дымообразующая способность горящего материала (Dm), (Hn·м ²)/кг	155.000
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{O2}), кг/кг	1.520
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{CO2}), кг/кг	0.970
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{CO}), кг/кг	0.094
Удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала (L _{HCl}), кг/кг	0.005
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0.010
n	3
A, кг/с ²	1.89E-006
B, кг	741.774
Z	0.421

Продолжение Приложения А

Продолжение А.4

Упаковка; картон+бумага+поли(этилен+стирол)	
Наименование параметра	Значение параметра
по потере видимости, с $t_{sp}^{n.s.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}$	191.6
по критической температуре, с $t_{sp}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_o}{(273 + t_o) \cdot Z} \right] \right\}^{1/n}$	511.1
по пониженному содержанию кислорода, с $t_{sp}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}$	469.5
по повышенному содержанию CO ₂ , с $t_{sp}^{m.z.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}$	Не опасен
по повышенному содержанию CO, с $t_{sp}^{m.z.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}$	480.8
по повышенному содержанию HCl, с $t_{sp}^{m.z.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}$	345.7
$\tau_{\bar{\sigma},t} = \min \{ t_{KP}^T, t_{KP}^{II.B}, t_{KP}^{O_2}, t_{KP}^{T.F} \}$	191.6

Минимальное время блокирования: 191,6 с

Продолжение Приложения А
Расчет пожарного риска в здании объекта
 Расчет времени эвакуации
 Выкопировка из расчетной программы

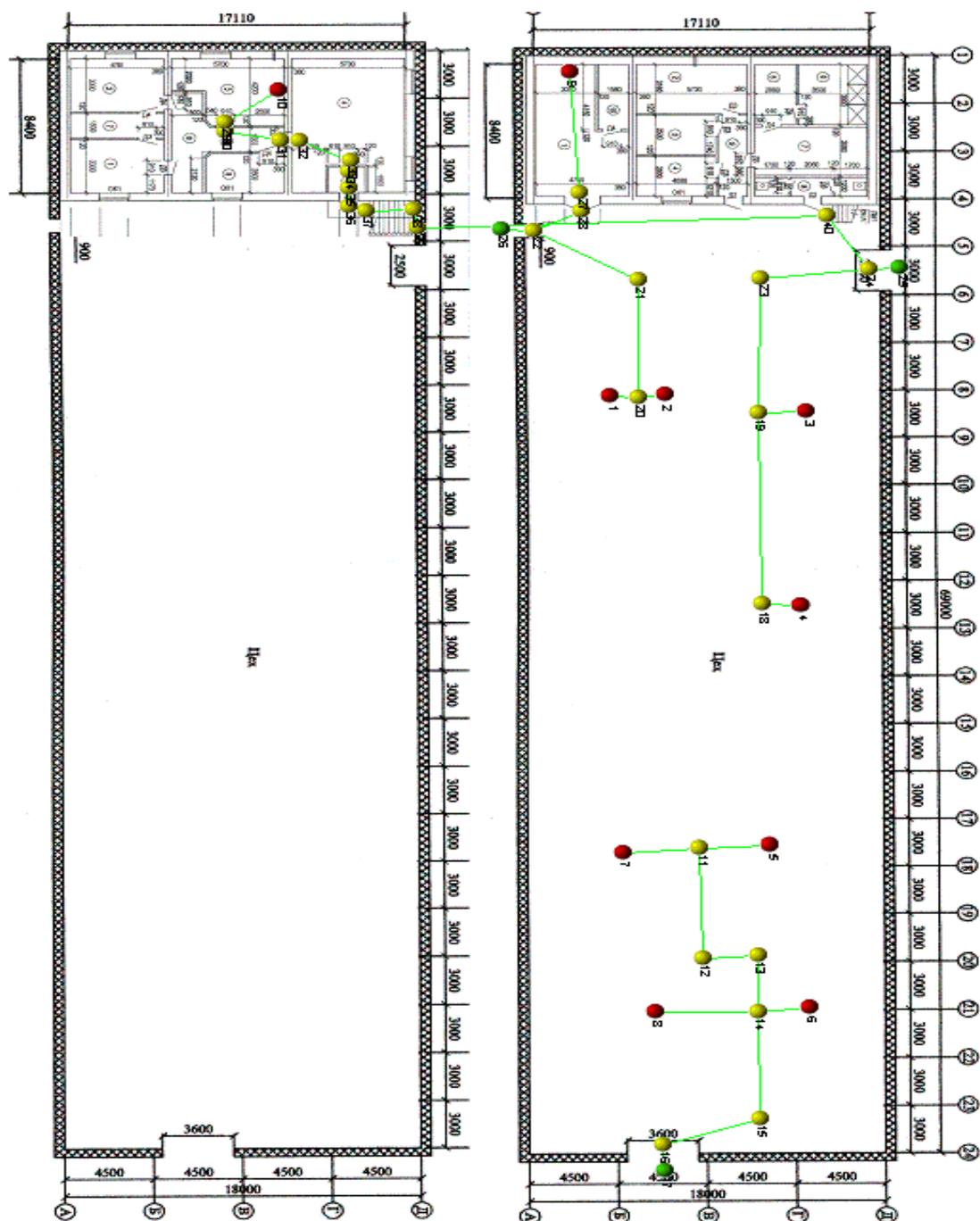


Рисунок А.1 – Схема эвакуации

Продолжение Приложения А

Таблица А.5 – Параметры эвакуации

Узлы	Название элемента пути (Тип пути)	Длина, м	Ширина, м	Кол-во людей	Плотность потока, $D [m^2/m^2]$	Скорость, м/мин	Интенсивность, м/мин	Время движения, с.	Время задержки, с.	Суммарное время, с.
10 - 29	горизонт. путь	3,5	1,5	1	0,024	100,000	2,381	2,100	0,000	2,100
29 - 30	горизонт. путь	0,2	0,9	1	0,000	100,000	3,968	0,120	0,000	0,120
30 - 31	горизонт. путь	2,5	1,5	1	0,000	100,000	2,381	1,500	0,000	1,500
31 - 32	дверной проем	0,2	0,9	1	0,000	0,000	3,968	0,000	0,000	0,000
32 - 33	горизонт. путь	3	1	1	0,000	100,000	3,571	1,800	0,000	1,800
33 - 34	горизонт. путь	0,2	0,9	1	0,000	100,000	3,968	0,120	0,000	0,120
34 - 35	горизонт. путь	1,6	1,5	1	0,000	100,000	2,381	0,960	0,000	0,960
35 - 36	горизонт. путь	0,2	0,9	1	0,000	100,000	3,968	0,120	0,000	0,120
36 - 37	горизонт. путь	1,2	1	1	0,000	100,000	3,571	0,720	0,000	0,720
37 - 38	лестница вниз	2,15	1	1	0,000	100,000	3,571	1,290	0,000	1,290
38 - 39	горизонт. путь	2	1	1	0,000	100,000	3,571	1,200	0,000	1,200
39 - 40	лестница вниз	2,15	1	1	0,000	100,000	3,571	1,290	0,000	1,290
40 - 24	горизонт. путь	4	1	1	0,000	100,000	3,571	2,400	0,000	2,400
3 - 19	горизонт. путь	2,5	1	2	0,100	80,140	8,010	1,872	0,000	1,872
4 - 18	горизонт. путь	2	1	1	0,063	94,072	5,870	1,276	0,000	1,276
18 - 19	горизонт. путь	12	1,5	1	0,000	100,000	3,913	7,200	0,000	7,200
19 - 23	горизонт. путь	9	1,5	3	0,000	73,240	9,253	7,373	0,000	7,373

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.5

Узлы	Название элемента пути (Тип пути)	Длина, м	Ширина, м	Кол-во людей	Плотность потока, $D [M^2/m^2]$	Скорость, м/мин	Интенсивность, м/мин	Время движения, с.	Время задержки, с.	Суммарное время, с.
24 - 25	дверной проем	0,2	2,5	4	0,000	0,000	6,981	0,000	0,000	0,000
1 - 20	горизонт. путь	1,5	1,5	2	0,111	77,036	8,561	1,168	0,000	1,168
2 - 20	горизонт. путь	1,5	1,5	2	0,111	77,036	8,561	1,168	0,000	1,168
20 - 21	горизонт. путь	8	1,5	4	0,000	15,320	13,790	31,332	0,282	31,614
21 - 22	горизонт. путь	6,5	1,5	4	0,000	50,516	13,790	7,720	0,000	7,720
9 - 27	горизонт. путь	8	1,5	1	0,010	100,000	1,042	4,800	0,000	4,800
27 - 28	дверной проем	0,2	0,9	1	0,000	0,000	1,736	0,000	0,000	0,000
28 - 22	горизонт. путь	3	1	1	0,000	100,000	1,562	1,800	0,000	1,800
22 - 26	дверной проем	0,2	0,9	5	0,000	98,988	5,875	0,000	5,407	5,407
5 - 11	горизонт. путь	4	1,5	1	0,021	100,000	2,083	2,400	0,000	2,400
7 - 11	горизонт. путь	4	1,5	1	0,021	100,000	2,083	2,400	0,000	2,400
11 - 12	горизонт. путь	7	1,5	2	0,000	100,000	4,167	4,200	0,000	4,200
12 - 13	горизонт. путь	3	1	2	0,000	91,371	6,250	1,970	0,000	1,970
13 - 14	горизонт. путь	4	1	2	0,000	91,371	6,250	2,627	0,000	2,627
8 - 14	горизонт. путь	5	1,5	2	0,033	100,000	3,333	3,000	0,000	3,000
6 - 14	горизонт. путь	3	1,5	1	0,028	100,000	2,778	1,800	0,000	1,800
14 - 15	горизонт. путь	7	1	5	0,000	41,233	15,417	10,186	0,000	10,186
15 - 16	горизонт. путь	5	1,5	5	0,000	67,933	10,278	4,416	0,000	4,416

Продолжение Приложения А

Таблица А.6 - Протокол величин расчетного времени эвакуации по маршрутам

№ п/п	Маршрут (последовательность узлов)	Длина маршрута, м	Максимальное время прохождения маршрута, с
1.	-10-29-30-31-32-33-3	23,1	13,620
2.	-1-20-21-22-26	16,2	45,910
3.	-2-20-21-22-26	16,2	45,910
4.	-3-19-23-24-25	17,2	13,750
5.	-4-18-19-23-24-25	28,7	20,350
6.	-5-11-12-13-14-15-16	30,2	25,920
7.	-6-14-15-16-17	15,2	16,520
8.	-7-11-12-13-14-15-16	30,2	25,920
9.	-8-14-15-16-17	17,2	17,720
10.	-9-27-28-22-26	11,4	12,010

Время начала эвакуации людей составляет: 20 с
 Расчетное время эвакуации составляет: 45,91 с
 Общее время эвакуации составляет: 65,91 с

Приложение Б

Расчет противопожарного разрыва

Первый вариант – пожар в здании склада сырья и готовой продукции.

Выкопировка из расчетной программы

Расчет противопожарного разрыва

$l_{pl} := 72\text{m}$ Длина пламени

$h_{pl} := 6.2\text{m}$ Высота пламени

$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой интенсивности облучения

$F_{ost} := 446\text{m}^2$ Площадь оконных проемов (площадь горячей поверхности)

$F_{pf} := 446\text{m}^2$ Площадь излучающего фасада

$\varphi_{post} := \frac{q_{dop}}{q_i}$

$\varphi_{post} = 0.089$

$razriv := \left| \begin{array}{l} r \leftarrow 1\text{m} \\ \varphi \leftarrow 1 \\ \text{while } (\varphi - \varphi_{post}) > 0 \\ \quad \left| \begin{array}{l} r \leftarrow r + 0.1\text{m} \\ \varphi \leftarrow \frac{2 \cdot F_{ost}}{\pi \cdot F_{pf}} \cdot \left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}}\right) + \frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}}\right) \right) \end{array} \right. \\ r \end{array} \right.$

$razriv = 30.3\text{m}$ Расчетный противопожарный разрыв

$r := 12\text{m}$ Фактический противопожарный разрыв

$\varphi := \frac{2 \cdot F_{ost}}{\pi \cdot F_{pf}} \cdot \left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}}\right) + \frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}}\right) \right)$

$\varphi = 0.247$

$q_{dop} := \varphi \cdot q_i$

$q_{dop} = 43.147 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$

Продолжение Приложения Б

Для построения графика нжно найти значения $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots \varphi_n$

$$F_{ost} := 446\text{m}^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$F_{pf} := 446\text{m}^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$l_{p1} := 72\text{m} \quad \text{Длина пламени}$$

$$h_{p1} := 6.2\text{m} \quad \text{Высота пламени}$$

$$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$b := \frac{l_{p1}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p1}}{2}$$

$$r_1 := 5\text{m} \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi_1 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_1^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r_1^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r_1^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r_1^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi_1 = 0.526$$

$$q_{pad1} := q_i \cdot \varphi_1$$

$$q_{pad1} = 92.094 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$$F_{ost} := 446\text{m}^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$F_{pf} := 446\text{m}^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$l_{p2} := 72\text{m} \quad \text{Длина пламени}$$

$$h_{p2} := 6.2\text{m} \quad \text{Высота пламени}$$

$$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$b := \frac{l_{p2}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p2}}{2}$$

$$r_2 := 10\text{m} \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi_2 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_2^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r_2^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r_2^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r_2^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi_2 = 0.294$$

$$q_{pad2} := q_i \cdot \varphi_2$$

$$q_{pad2} = 51.367 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

Продолжение Приложения Б

$F_{ost} := 446\text{m}^2$ Сумма площадей оконных проемов

$F_{pf} := 446\text{m}^2$ Площадь излучающего фасада

$l_{p3} := 72\text{m}$ Длина пламени

$h_{p3} := 6.2\text{m}$ Высота пламени

$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания

$$b := \frac{l_{p3}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p3}}{2}$$

$r_3 := 15\text{m}$ Противопожарный разрыв

$$\varphi_3 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_3^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r_3^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r_3^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r_3^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi_3 = 0.197$$

$$q_{pad3} := q_i \cdot \varphi_3$$

$$q_{pad3} = 34.505 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$F_{ost} := 446\text{m}^2$ Сумма площадей оконных проемов

$F_{pf} := 446\text{m}^2$ Площадь излучающего фасада

$l_{p4} := 72\text{m}$ Длина пламени

$h_{p4} := 6.2\text{m}$ Высота пламени

$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания

$$b := \frac{l_{p4}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p4}}{2}$$

$r_4 := 20\text{m}$ Противопожарный разрыв

$$\varphi_4 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_4^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r_4^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r_4^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r_4^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi_4 = 0.145$$

$$q_{pad4} := q_i \cdot \varphi_4$$

$$q_{pad4} = 25.382 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

Продолжение Приложения Б

$F_{ost} := 446\text{m}^2$ Сумма площадей оконных проемов

$F_{pf} := 446\text{m}^2$ Площадь излучающего фасада

$l_{p5} := 72\text{m}$ Длина пламени

$h_{p5} := 6.2\text{m}$ Высота пламени

$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания

$$b := \frac{l_{p5}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p5}}{2}$$

$r5 := 25\text{m}$ Противопожарный разрыв

$$\varphi_5 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r5^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r5^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r5^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r5^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi_5 = 0.112$$

$$q_{pad5} := q_i \cdot \varphi_5$$

$$q_{pad5} = 19.626 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$F_{ost} := 446\text{m}^2$ Сумма площадей оконных проемов

$F_{pf} := 446\text{m}^2$ Площадь излучающего фасада

$l_{p6} := 72\text{m}$ Длина пламени

$h_{p6} := 6.2\text{m}$ Высота пламени

$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания

$$b := \frac{l_{p6}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p6}}{2}$$

$r6 := 30\text{m}$ Противопожарный разрыв

$$\varphi_6 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r6^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r6^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r6^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r6^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi_6 = 0.089$$

$$q_{pad6} := q_i \cdot \varphi_6$$

$$q_{pad6} = 15.656 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

Продолжение Приложения Б

$F_{ost} := 446\text{m}^2$ Сумма площадей оконных проемов

$F_{pf} := 446\text{m}^2$ Площадь излучающего фасада

$l_{p7} := 72\text{m}$ Длина пламени

$h_{p7} := 6.2\text{m}$ Высота пламени

$q_i := 175 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания

$b := \frac{l_{p7}}{2}$

$h := \frac{h_{p7}}{2}$

$r7 := 35\text{m}$ Противопожарный разрыв

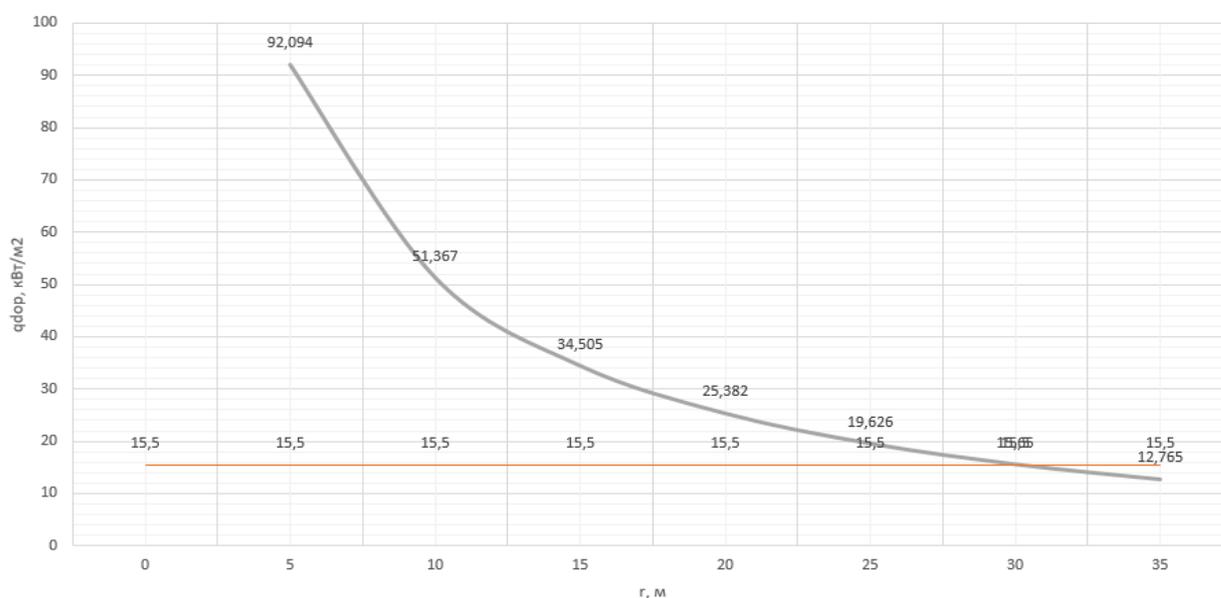
$$\varphi7 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r7^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r7^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r7^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r7^2 + h^2}}\right) \right)$$

$\varphi7 = 0.073$

$q_{pad7} := q_i \cdot \varphi7$

$q_{pad7} = 12.765 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$

График зависимости $r=f(q)$



Результаты расчета:

Расчетный противопожарный разрыв составляет 30,3 метра.

Продолжение Приложения Б
 Второй вариант – пожар в здании цеха
 Выкопировка из расчетной программы

Расчет противопожарного разрыва

$l_{pl} := 22\text{m}$ Длина пламени

$h_{pl} := 6\text{m}$ Высота пламени

$q_i := 155 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой интенсивности облучения

$F_{ost} := 66\text{m}^2$ Площадь оконных проемов (площадь горячей поверхности)

$F_{pf} := 75\text{m}^2$ Площадь излучающего фасада

$\varphi_{post} := \frac{q_{dop}}{q_i}$

$\varphi_{post} = 0.1$

$razriv := \left| \begin{array}{l} r \leftarrow 1\text{m} \\ \varphi \leftarrow 1 \\ \text{while } (\varphi - \varphi_{post}) > 0 \\ \left| \begin{array}{l} r \leftarrow r + 0.1\text{m} \\ \varphi \leftarrow \frac{2 \cdot F_{ost}}{\pi \cdot F_{pf}} \cdot \left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}}\right) + \frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}}\right) \right) \end{array} \right. \\ r \end{array} \right.$

$razriv = 17.1\text{m}$ Расчетный противопожарный разрыв

$r := 12\text{m}$ Фактический противопожарный разрыв

$\varphi := \frac{2 \cdot F_{ost}}{\pi \cdot F_{pf}} \cdot \left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + l_{pl}^2}}\right) + \frac{h_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{l_{pl}}{\sqrt{4 \cdot r^2 + h_{pl}^2}}\right) \right)$

$\varphi = 0.168$

$q_{dop} := \varphi \cdot q_i$

$q_{dop} = 26.002 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$

Продолжение Приложения Б

Для построения графика нжно найти значения $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots \varphi_n$

$$F_{ost} := 66m^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$F_{pf} := 75m^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$l_{p1} := 22m \quad \text{Длина пламени}$$

$$h_{p1} := 6m \quad \text{Высота пламени}$$

$$q_i := 155 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$q_{dop} := 15.5 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$b := \frac{l_{p1}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p1}}{2}$$

$$r_1 := 5m \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi_1 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_1^2 + b^2}} \cdot \text{atan} \left(\frac{h}{\sqrt{r_1^2 + b^2}} \right) + \frac{h}{\sqrt{r_1^2 + h^2}} \cdot \text{atan} \left(\frac{b}{\sqrt{r_1^2 + h^2}} \right) \right)$$

$$\varphi_1 = 0.436$$

$$q_{pad1} := q_i \cdot \varphi_1$$

$$q_{pad1} = 67.639 \frac{kW}{m^2}$$

$$F_{ost} := 66m^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$F_{pf} := 75m^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$l_{p2} := 22m \quad \text{Длина пламени}$$

$$h_{p2} := 6m \quad \text{Высота пламени}$$

$$q_i := 155 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$q_{dop} := 15.5 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$b := \frac{l_{p2}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p2}}{2}$$

$$r_2 := 10m \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi_2 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_2^2 + b^2}} \cdot \text{atan} \left(\frac{h}{\sqrt{r_2^2 + b^2}} \right) + \frac{h}{\sqrt{r_2^2 + h^2}} \cdot \text{atan} \left(\frac{b}{\sqrt{r_2^2 + h^2}} \right) \right)$$

$$\varphi_2 = 0.213$$

$$q_{pad2} := q_i \cdot \varphi_2$$

$$q_{pad2} = 33.043 \frac{kW}{m^2}$$

Продолжение Приложения Б

$$F_{ost} := 66m^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$F_{pf} := 75m^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$l_{p3} := 22m \quad \text{Длина пламени}$$

$$h_{p3} := 6m \quad \text{Высота пламени}$$

$$q_i := 155 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$q_{dop} := 15.5 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$b := \frac{l_{p3}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p3}}{2}$$

$$r_3 := 15m \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi_3 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_3^2 + b^2}} \cdot \operatorname{atan} \left(\frac{h}{\sqrt{r_3^2 + b^2}} \right) + \frac{h}{\sqrt{r_3^2 + h^2}} \cdot \operatorname{atan} \left(\frac{b}{\sqrt{r_3^2 + h^2}} \right) \right)$$

$$\varphi_3 = 0.121$$

$$q_{pad3} := q_i \cdot \varphi_3$$

$$q_{pad3} = 18.828 \cdot \frac{kW}{m^2}$$

$$F_{ost} := 66m^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$F_{pf} := 75m^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$l_{p4} := 22m \quad \text{Длина пламени}$$

$$h_{p4} := 6m \quad \text{Высота пламени}$$

$$q_i := 155 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$q_{dop} := 15.5 \frac{kW}{m^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$b := \frac{l_{p4}}{2}$$

$$h := \frac{h_{p4}}{2}$$

$$r_4 := 20m \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi_4 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r_4^2 + b^2}} \cdot \operatorname{atan} \left(\frac{h}{\sqrt{r_4^2 + b^2}} \right) + \frac{h}{\sqrt{r_4^2 + h^2}} \cdot \operatorname{atan} \left(\frac{b}{\sqrt{r_4^2 + h^2}} \right) \right)$$

$$\varphi_4 = 0.077$$

$$q_{pad4} := q_i \cdot \varphi_4$$

$$q_{pad4} = 11.886 \cdot \frac{kW}{m^2}$$

Продолжение Приложения Б

$$\underline{F_{ost}} := 66\text{m}^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$\underline{F_{pf}} := 75\text{m}^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$\underline{l_{p5}} := 22\text{m} \quad \text{Длина пламени}$$

$$\underline{h_{p5}} := 6\text{m} \quad \text{Высота пламени}$$

$$\underline{q_i} := 155 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$\underline{q_{dop}} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$\underline{b} := \frac{l_{p5}}{2}$$

$$\underline{h} := \frac{h_{p5}}{2}$$

$$\underline{r5} := 25\text{m} \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi5 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r5^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r5^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r5^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r5^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi5 = 0.052$$

$$q_{pad5} := q_i \cdot \varphi5$$

$$q_{pad5} = 8.087 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$$\underline{F_{ost}} := 66\text{m}^2 \quad \text{Сумма площадей оконных проемов}$$

$$\underline{F_{pf}} := 75\text{m}^2 \quad \text{Площадь излучающего фасада}$$

$$\underline{l_{p6}} := 22\text{m} \quad \text{Длина пламени}$$

$$\underline{h_{p6}} := 6\text{m} \quad \text{Высота пламени}$$

$$\underline{q_i} := 155 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Интегральная интенсивность излучения пламени}$$

$$\underline{q_{dop}} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \quad \text{Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания}$$

$$\underline{b} := \frac{l_{p6}}{2}$$

$$\underline{h} := \frac{h_{p6}}{2}$$

$$\underline{r6} := 30\text{m} \quad \text{Противопожарный разрыв}$$

$$\varphi6 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r6^2 + b^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{h}{\sqrt{r6^2 + b^2}}\right) + \frac{h}{\sqrt{r6^2 + h^2}} \cdot \text{atan}\left(\frac{b}{\sqrt{r6^2 + h^2}}\right) \right)$$

$$\varphi6 = 0.038$$

$$q_{pad6} := q_i \cdot \varphi6$$

$$q_{pad6} = 5.821 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

Продолжение Приложения Б

$F_{ost} := 66 \text{ m}^2$ Сумма площадей оконных проемов

$F_{pf} := 75 \text{ m}^2$ Площадь излучающего фасада

$l_{p7} := 22 \text{ m}$ Длина пламени

$h_{p7} := 6 \text{ m}$ Высота пламени

$q_i := 155 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Интегральная интенсивность излучения пламени

$q_{dop} := 15.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ Значение допустимой плотности теплового потока для облучаемого здания

$b := \frac{l_{p7}}{2}$

$h := \frac{h_{p7}}{2}$

$r7 := 35 \text{ m}$ Противопожарный разрыв

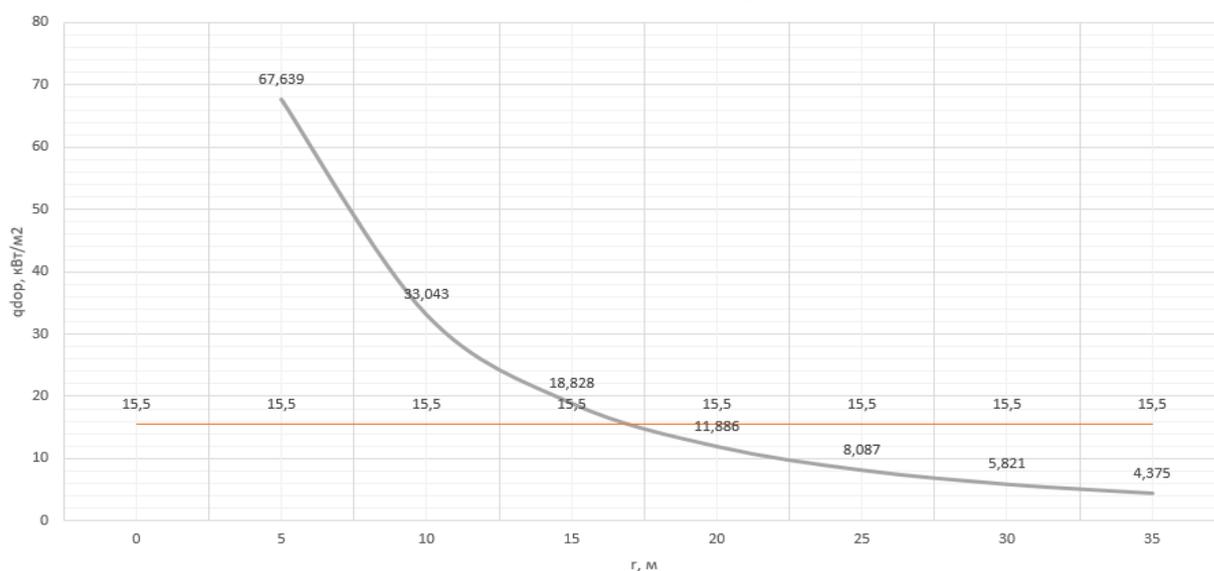
$$\varphi7 := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{F_{ost}}{F_{pf}} \cdot \left(\frac{b}{\sqrt{r7^2 + b^2}} \cdot \text{atan} \left(\frac{h}{\sqrt{r7^2 + b^2}} \right) + \frac{h}{\sqrt{r7^2 + h^2}} \cdot \text{atan} \left(\frac{b}{\sqrt{r7^2 + h^2}} \right) \right)$$

$\varphi7 = 0.028$

$q_{pad7} := q_i \cdot \varphi7$

$q_{pad7} = 4.375 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$

График зависимости $g=f(q)$



Результаты расчета:

Расчетный противопожарный разрыв составляет 17,1 метра.

Приложение В

Письмо МЧС России от 26 мая 2015 г. № 19-16-635



МИНИСТЕРСТВО
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ
(МЧС РОССИИ)

Театральный проезд, 3, Москва, 109012
Тел. 8(499)216-79-01; факс: 8(495)624-19-46
Телетайп: 114-933 «ФОТОН», 114-934 «ФОТОН»
E-mail: info@mchs.gov.ru

26 МАЯ 2015

№ 19-16-635

На № _____ от _____

гг. В.В. Волкову

ул. Кузнецова, д. 6, кв. 24
г. Омск, Омская обл., 644027

Рассмотрев Ваше обращение, Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, сообщает, что в соответствии с положениями части 1 статьи 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Технический регламент) пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении одного из следующих условий:

1) в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных Техническим регламентом;

2) 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.

Учитывая изложенное, при выполнении требований Технического регламента и отступлении от требований нормативных документов по пожарной безопасности, в том числе сокращения нормативных расстояний между оборудованием, зданиями и сооружениями производственных предприятий, пожарная безопасность названных объектов должна подтверждаться соответствием расчетных значений пожарного риска требуемым Техническим регламентом.

Заместитель главного государственного
инспектора Российской Федерации
по пожарному надзору –
заместитель директора Департамента
надзорной деятельности и
профилактической работы

С.П. Воронов
620684

Панов А.А.
216-67-23