

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Повышение устойчивости объекта при пожаре путем огнезащиты  
строительных конструкций

Обучающийся

А.С. Семаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, И.И. Рашоян

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2023

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Повышение устойчивости объекта при пожаре путем огнезащиты строительных конструкций».

В разделе «Характеристика объекта защиты» рассматривалась характеристика объекта защиты ТЦ «Алтын», который расположен в Центральном районе г. Тольятти по ул. Победы, 29.

В разделе «Оценка строительных конструкций объекта на соответствие требованиям пожарной безопасности» проведена оценка строительных конструкций объекта на соответствие требованиям пожарной безопасности.

В разделе «Разработка инженерно-технических решений по огнезащите строительных конструкций» проведён анализ современных инженерно-технических решений по огнезащите и разработаны инженерно-технические решения по огнезащите строительных конструкций.

В разделе «Действия персонала объекта при возникновении пожара на объекте» представлено количество и места вероятного размещения людей, рассмотрен порядок эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара.

В разделе «Охрана труда» разработана процедура проведения первичного инструктажа по охране труда.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» произведена идентификация экологических аспектов организации.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведено обоснование экономической целесообразности предложенного плана мероприятий.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 63 страницы, 7 рисунков, 16 таблиц, графический материал на семи листах.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Характеристика объекта защиты.....	9
1.1 Расположение объекта защиты.....	9
1.2 Характеристика объекта защиты.....	10
1.3 Характеристика систем жизнеобеспечения.....	12
1.4 Системы противопожарной защиты .....	12
2 Оценка строительных конструкций объекта на соответствие требованиям пожарной безопасности .....	17
3 Разработка инженерно-технических решений по огнезащите строительных конструкций .....	21
3.1 Современные инженерно-технические решения по огнезащите.....	21
3.2 Разработка необходимых инженерно-технических решений по огнезащите строительных конструкций .....	27
4 Действия персонала объекта при возникновении пожара на объекте .....	37
4.1 Количество и места вероятного размещения людей .....	37
4.2 Эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара.....	37
5 Охрана труда.....	41
5.1 Система управления охраной труда в организации .....	41
5.2 Процедура проведения первичного инструктажа по охране труда .....	41
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	45
6.1 Идентификация экологических аспектов организации .....	45
6.2 Разработка предложений по уменьшению выбросов в атмосферу.....	48
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	51
Заключение .....	58
Список используемых источников.....	61

## Введение

В настоящее время на строительном рынке растет спрос на холодноформованные тонкостенные стальные конструкции. Благодаря простоте сборки, дешевизне материалов, высоким экологическим стандартам, возможности вторичной переработки, повторного использования и другим многочисленным преимуществам такие конструкции широко используются для строительства зданий и сооружений.

Температура тонкостенных конструкций при пожаре быстро повышается вследствие высокого коэффициента сечения (отношение площади, подверженной воздействию огня, к нагретому объему), что создает потребность в длительной огнестойкости такой конструкции – основных требований безопасности здания.

Объект исследования – ТЦ «Алтын», который расположен в Центральном районе г. Тольятти по ул. Победы, 29.

Цель исследования – разработка инженерно-технических решений по огнезащите строительных конструкций.

Задачи работы:

- рассмотреть характеристику объекта защиты ТЦ «Алтын», который расположен в Центральном районе г. Тольятти по ул. Победы, 29;
- дать оценку строительных конструкций объекта на соответствие требованиям пожарной безопасности;
- провести анализ современных инженерно-технических решений по огнезащите;
- рассмотреть варианты применения современных инженерно-технических решений по огнезащите;
- предложить современные инженерно-технические решения по огнезащите строительных конструкций исследуемого объекта защиты;

- представить количество и места вероятного размещения людей в ТЦ «Алтын»;
- рассмотреть порядок эвакуация и действия персонала ТЦ «Алтын» при обнаружении пожара;
- разработать процедуру проведения первичного инструктажа по охране труда;
- проанализировать антропогенное воздействие ТЦ «Алтын» на окружающую среду;
- разработать предложения по уменьшению выбросов в атмосферу;
- произвести обоснование экономической целесообразности предложенного плана мероприятий по повышению эффективности системы пожарной безопасности ТЦ «Алтын».

## Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Конструктивная огнезащита – способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на создании на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционного слоя средства огнезащиты. К конструктивной огнезащите относятся толстослойные напыляемые составы, огнезащитные обмазки, штукатурки, облицовка плитными, листовыми и другими огнезащитными материалами, в том числе на каркасе, с воздушными прослойками, а также комбинации данных материалов, в том числе с тонкослойными вспучивающимися покрытиями. Способ нанесения (крепления) огнезащиты должен соответствовать способу, описанному в протоколе испытаний на огнестойкость и в проекте огнезащиты.

Несущая способность в условиях пожара – «свойство конструкции сохранять свои функции, воспринимая собственный вес, приложенные нормативные нагрузки, а также температурные усилия, возникающие в условиях огневого воздействия» [4].

Объект огнезащиты – материал, конструкция или изделие, подвергаемые обработке средством огнезащиты с целью снижения их пожарной опасности и (или) увеличения огнестойкости.

Огнезащита – «снижение пожарной опасности материалов и конструкций путем специальной обработки» [3].

Огнезащитное вещество (смесь) – «вещество (смесь), обеспечивающее огнезащиту» [3].

Огнезащитная обработка строительной конструкции – «пропитка, облицовка или нанесение защитного покрытия на конструкцию с целью повышения огнестойкости и (или) снижения пожарной опасности» [3].

Огнезащитная эффективность – сравнительный показатель средства огнезащиты, который характеризуется временем в минутах от начала

огневого испытания до достижения критической температуры (500 °С) стандартного образца стальной конструкции с огнезащитным покрытием.

Пожарная опасность материала (конструкции) – «свойство материала или конструкции, способствующее возникновению опасных факторов и развитию пожара» [3].

Предел огнестойкости конструкций – промежуток времени от начала огневого воздействия в условиях стандартных испытаний до наступления одного из нормированных для данной конструкции предельных состояний (потеря несущей способности).

Приведенная толщина металла – отношение площади поперечного сечения металлической конструкции к обогреваемой части ее периметра.

Спасание людей при пожаре – «действия по эвакуации людей, которые не могут самостоятельно покинуть зону, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара» [15].

Тонкослойное огнезащитное покрытие (вспучивающееся покрытие, краска) – способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на нанесении на обогреваемую поверхность конструкции специальных лакокрасочных составов с толщиной сухого слоя, не превышающей 3 мм, увеличивающих ее многократно при нагревании.

Устойчивость объекта защиты при пожаре – свойство объекта защиты сохранять конструктивную целостность и (или) функциональное назначение при воздействии опасных факторов пожара и вторичных проявлений опасных факторов пожара.

Эвакуация людей при пожаре – «вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара» [15].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АБК – административно-бытовой корпус.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

БПК – биохимическое потребление кислорода.

КПИ коэффициенты полезного использования

ЛКМ – лакокрасочные материалы.

ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду.

ПГ – пожарный гидрант.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ППР – правила противопожарного режима.

ПСБ – плита полистирольная беспрессовая.

ТК – технологическая карта.

ТП – тяговая подстанция

ТРoТПБ – технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

ТЦ – торговый центр.

ФЗoПБ – Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЦППС – центральный пункт пожарной связи.



# 1 Характеристика объекта защиты

## 1.1 Расположение объекта защиты

ТЦ «Алтын» расположен в Центральном районе г. Тольятти по ул. Победы, 29 (рисунок 1).

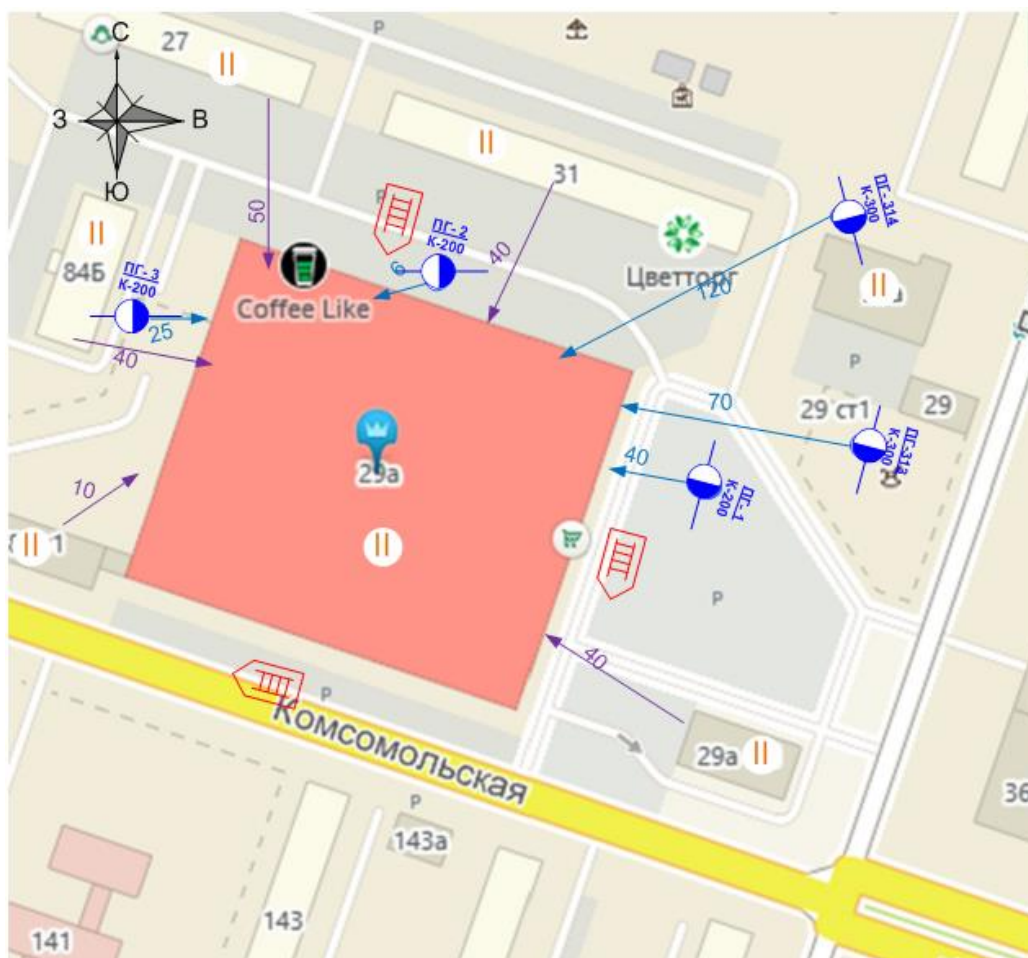


Рисунок 1 – Расположение ТЦ «Алтын»

Торговый центр предназначен для организации, розничной сети фирм и частной мелкорозничной торговли.

К «торговому центру предусмотрены удобные подходы и подъезды с разделением грузовых потоков от людских. На территории торгового центра предусмотрена автостоянка для кратковременной стоянки легковых

автомобилей» [5] расположенная с южной и западной сторон здания. Территория торгового центра ограждений не имеет.

## 1.2 Характеристика объекта защиты

Здание прямоугольное, с размерами в плане 108×96 м, четырехпролетное, ширина пролетов 24 м, отметка низа стропильных конструкций +4.475м.

Рассматриваемому зданию проектной документацией в соответствии с требованиями СП 2.13130.2020 присвоена II степень огнестойкости [17].

В соответствии с таблицей 21 123-ФЗ [20], пределы огнестойкости строительных конструкций зданий II степени огнестойкости должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы огнестойкости строительных конструкций зданий II степени огнестойкости

Степень огнестойкости и зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков	Предел огнестойкости строительных конструкций						
	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	Наружные ненесущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных покрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				настилы (в том числе с утеплителем)	фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	марши и площадки лестниц
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60

Здание с полной каркасной схемой. Элементами каркаса являются сборные железобетонные колонны шагом 12×24 м, вертикальные связи.

Стальные фермы покрытия пролетом 24 м, плиты покрытия сборные железобетонные размером 1,5×12,0×0,45 м(п).

Устойчивость каркаса обеспечивается жесткой заделкой колонн в фундаменты, системой вертикальных связей между колоннами.

Фундаменты под колонны каркаса столбчатые, монолитные, железобетонные.

Наружные стены из трёхслойных металлических панелей с облицовкой оцинкованными окрашенными листами и заполнением негоряемыми минераловатными плитами.

Перегородки кирпичные толщиной 120 мм, кровля мягкая, рулонная, утеплением негоряемыми минераловатными плитами.

Противопожарные стены выполнены из керамического кирпича.

Деление на отсеки выполняется противопожарной стеной, возведённой на всю высоту здания.

Деление на пожарные отсеки выполнено в следующих границах:

- пожарный отсек 1 площадью 3600 м<sup>2</sup>, включает в себя зону продажи продуктовых и непродовольственных товаров, тамбур, часть пешеходной галереи, зону касс, вентиляционную камеру;
- пожарный отсек 2 площадью 4032 м<sup>2</sup> включает в себя зону продажи продовольственных и непродовольственных товаров, тамбура, санитарные узлы, видеомониторную, помещение теплоузла с насосной пожаротушения, вентиляционную камеру;
- пожарный отсек 3 площадью 2736 м<sup>2</sup> включает в себя производственные помещения, склады, гардеробы, с/узлы, офисную часть.

Сообщения между противопожарными отсеками осуществляются:

- через открытые проёмы, оставленные для решения функциональных задач, защищенные устройством дренчерных завес в две линии;
- через противопожарные двери. Противопожарных отсеках помещения различного функционального назначения выделены противопожарными преградами.

На 1 этаже двухэтажной вставки располагаются производственные, складские, административно-бытовые помещения, холодильные камеры, 2-й

этаж (технический этаж) используется только для осмотра металлоконструкций покрытия и воздуховодов.

Вставка отделена от торгового зала противопожарной перегородкой 1 типа. Торговый зал разделен противопожарной стеной на 2 отсека, над проемами в противопожарной стене расположены дренчерные завесы.

Торговые секции выполнены из легко монтируемых металлических конструкций с витражами.

### **1.3 Характеристика систем жизнеобеспечения**

Питание ТЦ осуществляется от отдельностоящей трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ с четырьмя трансформаторами по 630 кВа каждый. Подключение трансформаторной подстанции к сети 6 кВ выполнено от городских ТП-30 и ТП-31. «Подключение потребителей центра к трансформаторной подстанции выполнено через расположенные в подвальном этаже электрощитовые №1 (0,4 кВ) и №2 (0,4 кВ), обеспеченные двумя независимыми вводами от ТП» [5].

«Вентиляция в здании с естественным и механическим побуждением. Естественная осуществляется через каналы, размещаемые в толще стен, удаление воздуха от которых обеспечивается работой системы В2» [5].

«Водопровод от городской сети. Канализация в городскую канализационную сеть. Электроснабжение от городских сетей» [5].

Групповая сеть освещения и розеточные группы выполняются трехпроводными (L-фазный, N-нулевой рабочий, РЕ-нулевой защитный), от групповых распределительных щитов, кабелем ВВГнг.

### **1.4 Системы противопожарной защиты**

Здание ТЦ «Алтын» оборудовано автоматической пожарной сигнализацией.

«Структура АПС здания представляет собой радиально организованную структуру пожарных извещателей (дымовые, тепловые и ручные извещатели о пожаре), соединённых между собой пожарным шлейфом КПСнг-FRHF» [8].

«Пожарные извещатели подключаются к приёмно-контрольному прибору «Сигнал-10» который осуществляет обмен данными с пультом управления «С2000М» через интерфейс RS-485» [8].

«В случае тревоги о пожаре прибор активирует звуковые и световые извещатели и посылает соответствующий сигнал на пульт С2000М» [8].

«При возникновении пожара подается сигнал в систему управления вентиляционным оборудованием, которые обеспечивают отключение общеобменной вентиляции и запуск вентиляторов противодымной защиты» [8].

Приёмно-контрольный прибор «Сигнал-10» получает питание от резервируемого источника питания «РИП-24». «В случае отключения электроснабжения питание производится от аккумуляторной батареи емкостью достаточной для работы» [8]. Приёмно-контрольные приборы зданий подключаются к своим пультам контроля и управления «С2000М» выполняющих функцию центральных контролеров.

Приборы пожарной сигнализации установлены в помещении отдела безопасности. В соответствии с требованиями СП 3.13130.2009 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях», таблица 2, помещения оборудуются системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре по 3-ому типу оповещения [18].

При возникновении пожара соответствующий сигнал поступает от приёмно-контрольного прибора «Сигнал-10» на пульт «С2000М». Пультом формируется сигнал для блока сигнально-пускового «С2000-СП1» на срабатывание реле, которые в свою очередь запускают звуковые оповещатели «Свирель-2 исп.02». Питание сигнально-пускового блока и звуковых оповещателей производится от отдельного источника питания

SKAT-V.24DC-18 исп.5000, мощность которого достаточна для получения необходимого уровня звукового давления.

Наличие и характеристика установок пожаротушения представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Наличие и характеристика установок пожаротушения

Наименование помещений	Вид и характеристика установки	Наличие и места пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации
Помещения торговых залов и офисов	Спринклерной, водяная	Насосная АУПТ и помещения охраны	Автоматически и в ручную включается кнопкой

Наличие и характеристика системы дымоудаления и подпора воздуха представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Наличие и характеристика системы дымоудаления и подпора воздуха

Наименование помещений	Вид и характеристика установки	Наличие пуска установок дымоудаления и подпора воздуха	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Торговый зал	Вентиляция приточная с естественным побуждением	Нет	Нет

Характеристика наружного противопожарного водоснабжения представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Наружное водоснабжение

Место расположения пожарных гидрантов	Диаметр водопровода, тип сети	Давление в сети (кгс/см <sup>2</sup> )	Расстояние до объекта (м)	Q Сети л/сек
Площадка торгового центра, восточная сторона (ПГ № 1)	К-200	4	40	130
Площадка торгового центра, северная сторона (ПГ № 2)	К-200	4	6	130

Продолжение таблицы 4

Место расположения пожарных гидрантов	Диаметр водопровода, тип сети	Давление в сети (кгс/см <sup>2</sup> )	Расстояние до объекта (м)	Q Сети л/сек
Площадка торгового центра, западная сторона (ПГ № 3)	К-200	4	20	130
ул. Победы (ПГ № 314)	К-300	4	70	235

В «случае необходимости давление в сети поднимается через оператора «Водоканала», по телефону согласно инструкции взаимодействия со службами жизнеобеспечения, через диспетчера ЦППС, при отсутствии в водопроводе воды необходимо использовать ближайшее озеро, расположенное от здания на расстоянии 3500 метров» [8].

«Внутренний противопожарный водопровод предусматривается в виде кольцевой сети, (совмещённой с сетью спринклерного пожаротушения) с присоединением к ним пожарных кранов» [8]. Всего 55 пожарных кранов, 45 из которых находятся в торговом зале, 7 на складе и 3 на этаже АБК. ПК запитаны от насоса КМ80-1606/2 с напором 18 м, мощностью 4,0 кВт (1 рабочий, 1 резервный), предназначенного для дренчерных или гидрантных систем водяного пожаротушения.

«Основным горючими веществами могут явиться торговая мебель, материальные ценности (товар), оргтехника. Горючая нагрузка этажей составляет примерно 30-40 кг/м<sup>2</sup>» [8].

За наихудший вариант принимаем возникновение пожара в торговых сетях с промышленными товарами, вследствие короткого замыкания электропроводки. Горючая нагрузка, хороший воздухообмен обеспечивают быстрое распространение пожара, пожар «сопровождается плотным задымлением и высоким температурным режимом. Также исходя из оперативно-тактической характеристики объекта и реальной обстановки наиболее вероятным местом возникновения пожара является кабинет директора в результате короткого замыкания электрооборудования, что

подвергнет воздействию опасных факторов пожара большое количество людей» [8], находящихся в АБК.

Выводы по 1 разделу.

В разделе рассматривалась характеристика объекта защиты ТЦ «Алтын», который расположен в Центральном районе г. Тольятти по ул. Победы, 29.

Торговый центр предназначен для организации, розничной сети фирм и частной мелкорозничной торговли.

Рассматриваемому зданию проектной документацией в соответствии с требованиями СП 2.13130.2020 присвоена II степень огнестойкости.

Здание с полной каркасной схемой, где элементами каркаса являются стальные фермы покрытия пролетом 24 м. Устойчивость каркаса обеспечивается жесткой заделкой колонн в фундаменты, системой вертикальных связей между колоннами.



## **2 Оценка строительных конструкций объекта на соответствие требованиям пожарной безопасности**

В соответствии с пунктом 1 статьи 6 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении одного из следующих условий:

- 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;
- 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.

В соответствии со статьей 4 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»:

- 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.
- 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 настоящего Федерального закона.

Согласно пункта 4.4 СП 433.1325800.2019 «в условиях пожара стальные конструкции в основном теряют свою несущую способность через 15 мин с момента начала огневого воздействия, поэтому в случаях, когда требуемый предел огнестойкости превышает это значение, стальные колонны, фермы и балки подлежат огнезащите» [14].

Из требований СП 433.1325800.2019 и тем, что здание ТЦ «Алтын» состоит из каркасной схемы, где элементами каркаса являются стальные фермы покрытия пролетом 24 м следует следующее:

- стальные элементы каркаса здания ТЦ «Алтын» должны быть подвергнуты огнезащитной обработке;
- на объекте должны храниться документы о приемке выполненной огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания;
- на объекте должны храниться документы о проведении оценки состояния огнезащиты стальных элементов каркаса здания с периодичностью 2, 5, 10 лет [14].

Оценка строительных конструкций здания торгового центра «Алтын» на соответствие требованиям пожарной безопасности предствалена в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка строительных конструкций объекта на соответствие требованиям пожарной безопасности [11]

Контрольные вопросы	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
Выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРОТПБ и нормативными документами по пожарной безопасности?	Статья 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» <sup>2</sup> (далее - ТРОТПБ)		+	-

Продолжение таблицы 5

Контрольные вопросы	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
Выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРОТПБ и стандартом организации, согласованным в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности?	Статья 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»	-	+	-
Выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРОТПБ, и результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 статьи 6 ТРОТПБ?		-	+	-
Выполнены ли в полном объеме решения, предусмотренные проектной документацией, разработанной и утвержденной в установленном порядке?		-	+	-
Обеспечивается ли пожарная безопасность объекта защиты путем выполнения выбранного условия соответствия в части:				
обеспечения наружного противопожарного водоснабжения?	Статьи 4, 6, 62, 68, 78, 80, 90, 99 ТРОТПБ	+	-	-
обеспечения проездов и подъездов для пожарной техники?	Статьи 4, 6, 78, 90, глава 22 ТРОТПБ	+	-	-
соблюдения конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания?	Статьи 4, 6, 52, 57, 58, 59, 78, 80, 87, главы 30, 31 ТРОТПБ	-	+	-
ограничения распространения пожара?	Статьи 4, 6, 57, 58, 59, 78, 88, 138, 139, 140 ТРОТПБ	+	-	-
обеспечения безопасной эвакуации людей при возникновении пожара?	Статьи 4, 6, 52, 53, 78, 80, 89, 134 ТРОТПБ	+	-	-

Продолжение таблицы 5

Контрольные вопросы	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
защиты зданий, сооружений, помещений и оборудования автоматической установкой пожаротушения и (или) автоматической пожарной сигнализацией?	Статьи 4, 6, 54, 61, 78, 81, 82, 83, 91, 103, 104, глава 26 ТРОТПБ	+	-	-
обеспечения защиты зданий, сооружений, помещений и оборудования иными системам противопожарной защиты?	Статьи 4, 6, 54, 55, 56, 78, 81, 82, 84, 85, 86, 106, 107, глава 31 ТРОТПБ	+	-	-
реализации организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта защиты, предусмотренных проектной документацией и (или) специальными техническими условиями и (или) рекомендациями по результатам расчетов пожарных рисков, исследованиях, расчетах и (или) испытаниях, подтверждающих обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 статьи 6 ТРОТПБ?	Статьи 4, 6, 51 78, ТРОТПБ	-	+	-

Результаты оценки – не выполнены в полном объеме требования пожарной безопасности касающихся огнезащитной обработки несущих металлических конструкций здания.

Вывод по второму разделу.

Проведя оценку строительных конструкций здания ТЦ «Алтын» на соответствие требованиям пожарной безопасности было выяснено, что огнезащита стальных элементов каркаса здания проведены в ходе строительства объекта, при этом документы о проведении оценки состояния огнезащиты стальных элементов каркаса здания с периодичностью 2, 5, 10 лет отсутствуют.

### **3 Разработка инженерно-технических решений по огнезащите строительных конструкций**

#### **3.1 Современные инженерно-технические решения по огнезащите**

Металлоконструкции часто используются в строительстве. «Хоть они и не относятся к горючим материалам, но все-таки достаточно чувствительны к огню. При нагревании до высоких температур меняются физические свойства металла» [7].

«Огнезащита для металлоконструкций необходима во избежание перегрева и деформации» [7].

«Способы огнезащиты металлических и железобетонных конструкций:

- конструктивная огнезащита (применяется при приведенной толщине металла менее 5,8 мм) – способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на создании на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционного слоя средства огнезащиты. К конструктивной огнезащите относятся толстослойные напыляемые составы, штукатурки, облицовка плитными, листовыми и другими огнезащитными материалами, в том числе на каркасе, с воздушными прослойками, а также комбинация данных материалов, в том числе с тонкослойными вспучивающимися покрытиями;
- тонкослойное вспучивающееся огнезащитное покрытие (огнезащитная краска) – способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на нанесении на обогреваемую поверхность конструкции специальных красок или лакокрасочных систем по ГОСТ 28246–2006, предназначенных для повышения предела огнестойкости строительных конструкций и обладающих огнезащитной эффективностью. Принцип действия огнезащитной краски (лакокрасочной системы) основан на химической реакции,

активируемой при воздействии пожара, в результате которой толщина огнезащитного покрытия многократно увеличивается, образуя на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционный слой, защищающий конструкцию от нагрева;

– комбинированный способ огнезащиты – сочетания различных способов огнезащитной обработки» [8].

В качестве современных средств конструктивной огнезащиты рассмотрим гипсовые листы Gyproc.

«Гипсовые листы Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFH3) толщиной 12,5 и 15 мм монтируют на предварительно закрепленный каркас из потолочных профилей Gyproc-Ультра ПП60/27» [7].

«Устройство огнезащиты для металлоконструкций состоит из теплоизоляционного экрана либо слоя, которые должны иметь огнеупорные свойства» [1].

В первом случае изготавливается каркас с использованием теплоизолирующих материалов, способных повысить прочность конструкции. Несущие конструкции защищают при помощи обетонирования, кирпичной кладки, минеральных утеплителей или гипсоволоконных плит.

«В случае с кирпичом обязательно должны присутствовать анкера, а при бетонировании необходимо делать армирование. Иначе металл через какое-то время начнет гнить и трескаться» [1].

«Каркас из профилей Gyproc-Ультра ПП60/27 закрепляется к зашиваемому сортаменту с помощью специальных клипс (шаг 1000мм). Огнестойкие гипсовые листы Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFH3) крепятся к каркасу с шагом 200 мм)» [1].

«При трехстороннем обогреваемом периметре (колонна, стоящая у ограждающей конструкции или балка) для примыкания к этой ограждающей конструкции применяется профиль Gyproc-Ультра ППН 28/27, закрепленный к этой конструкции. К этому профилю в последующем крепятся огнестойкие

гипсовые листы Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFНЗ), подходящие к этим профилям» [1].

Схема сборки огнезащитного покрытия показана на рисунке 2.

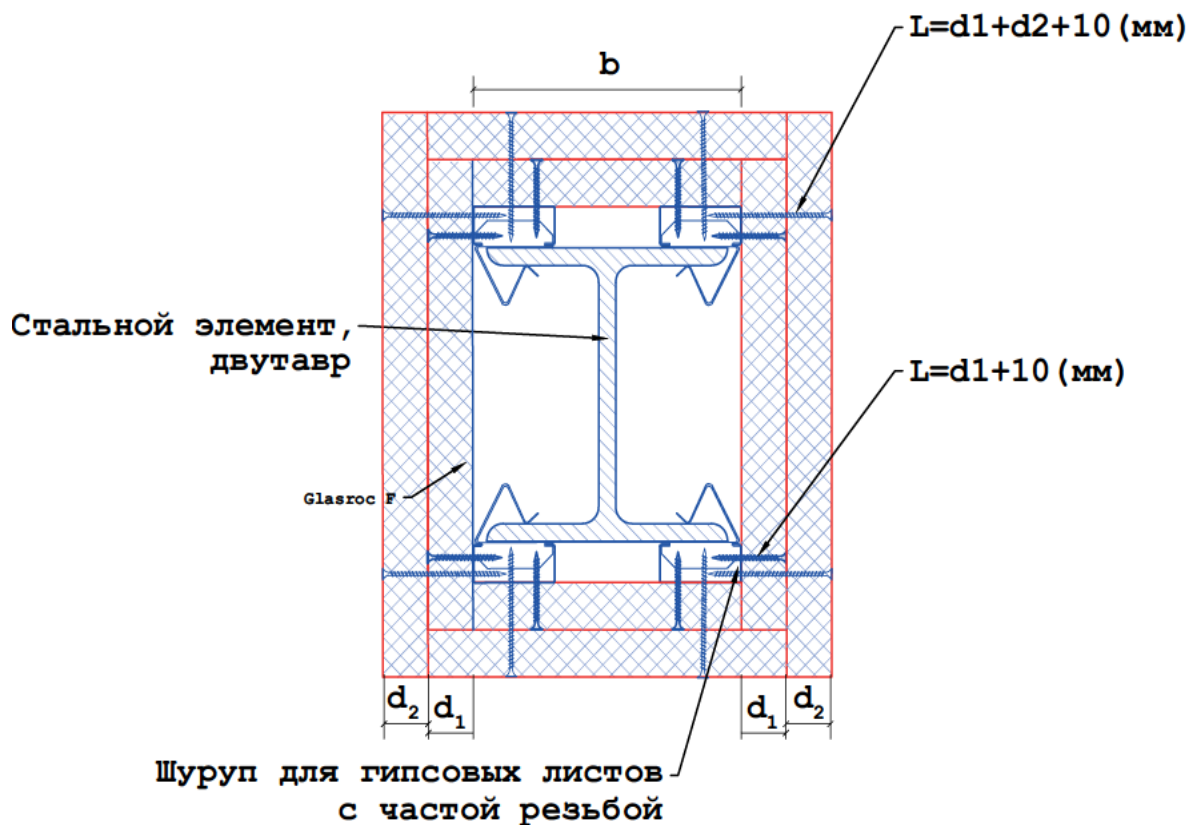


Рисунок 2 – Схема сборки огнезащитного покрытия

«Длина самонарезающих винтов  $L$  для монтажа огнестойких гипсовых листов Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFНЗ) к каркасу из профилей Gyproc-Ультра ПП60/27 должна позволять заходить саморезу в профиль минимум на 10 мм, ( $d+10$ , где  $d$  – толщина огнестойких гипсовых листов Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFНЗ))» [7].

«Саморезы для крепления огнестойких гипсовых листов Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFНЗ) к каркасу из профилей Gyproc-Ультра (Гипрок-Ультра) ПП

60/27 и ППН28/27 применяются для гипсовых листов с частым шагом резьбы (гипсовый лист/металл)» [7].

«В месте горизонтальных стыков, в случае однослойной обшивки листами, делаются горизонтальные закладные элементы из профилей Gyproc-Ультра ПП60/27. В случае нескольких слоев зашивки, при разбеге стыков минимум на 400мм, горизонтальные закладные элементы допускается не делать. В случае обшивки горизонтальных балок, данные закладные делаются в любом случае» [7].

«При превышении размера огнезащитной облицовки размера гипсового листа огнестойкого Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFНЗ) горизонтальные стыки делаются с разбежкой минимум 400мм, как в одном слое, так и в смежных» [7].

«Необходимая толщина облицовки из огнестойких гипсовых листов Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFНЗ) определяется в зависимости от приведенной толщины металла профиля и предела огнестойкости конструкции. Обшивка может состоять от одного до четырех слоёв огнестойких гипсовых листов Gyproc (ГСП-DF, ГСП-DFНЗ)» [7].

«Второй вариант – покрытие металлических элементов лакокрасочными материалами» [7].

«Напыляемые огнезащитные составы и тонкослойные огнезащитные покрытия должны предусматриваться стойкими к условиям агрессивной среды или быть защищены специальными покрытиями. При применении огнезащитных составов с защитой поверхности покрытия огнезащитные характеристики следует определять с учетом поверхностного слоя» [1].

«Наносятся они достаточно быстро и легко. Но осуществлять нанесение данных материалов могут только специалисты с имеющимся разрешением на такие работы и стоимость покрытия достаточно высока» [7].

«С другой стороны, огнеупорные лаки и краски позволяют достичь любой группы эффективности огнезащиты» [8].



На рисунке 3 наглядный пример огнезащиты металлоконструкции при помощи лакокрасочных материалов и слоя огнезащитного мата.



Рисунок 3 – Пример огнезащиты металлоконструкции при помощи лакокрасочных материалов и слоя огнезащитного мата

Пример металлоконструкции, покрытой защитным слоем представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Пример металлоконструкции, покрытой защитным слоем

На рисунке 5 пример металлоконструкции, покрытой защитным слоем, и сравнение ее после пожара.



Рисунок 5 – Пример металлоконструкции, покрытой защитным слоем, и сравнение ее после пожара

В соответствии с СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85», совместное применение антикоррозионных и огнезащитных составов должно осуществляться с учетом их совместимости и адгезии. Возможность применения огнезащитных составов поверх антикоррозионных необходимо подтверждать огневыми испытаниями. Средства огнезащиты, наносимые на стальные конструкции, не должны приводить к коррозии конструкций. При использовании конструкционной огнезащиты необходимо предусматривать дополнительные мероприятия по обеспечению коррозионной защиты конструкций с учетом вида и степени агрессивного воздействия среды [2].

«Огнезащитные составы терморасширяющегося типа следует применять для огнезащиты несущих металлических конструкций, к которым предъявляется требование предела огнестойкости от R15» [7].

Огнезащитные составы терморасширяющегося типа предназначены для пассивной огнезащиты металлоконструкций различного функционального назначения, как при строительстве новых объектов, так и при ремонте действующих. Огнезащитное покрытие используется для повышения собственного предела огнестойкости металлоконструкций в соответствии с требованиями нормативной документации, степени огнестойкости и класса пожарной опасности здания.

В работе, так как здание уже эксплуатируемое, предлагается сочетание напыляемого покрытия и конструктивной огнезащиты (огнезащитные маты).

### **3.2 Разработка необходимых инженерно-технических решений по огнезащите строительных конструкций**

При проектировании, в зданиях I и II степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания, отвечающих за его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре, тонкослойные огнезащитные покрытия применяются для конструкций с приведенной толщиной металла согласно ГОСТ Р 53295 [19] не менее 5,8 мм (пункт 5.4.3 СП 2.13130.2012).

В соответствии с требованиями рабочей документации Г.0.0000.18054-МТНП/ГТП-00.686,513-КМ, необходимо провести огнезащитную обработку металлических конструкций с обеспечением нижеперечисленных пределов огнестойкости:

- несущие конструкции (колонны, связи по колоннам) и узлы их крепления – R45;
- конструкции противопожарных стен (колонн, элементов фахверка по оси 4) – R45;
- элементы покрытия (фермы, балки, прогоны, связи по покрытию) – R15, что соответствует требованиям 123-ФЗ.

«Результаты огневых испытаний огнезащитного средства для несущей металлической конструкции, приведенные в сертификатах соответствия (сертификатах пожарной безопасности), не определяют фактический предел огнестойкости конструкции с огнезащитным покрытием, так как испытанию подвергают стандартный образец колонны (а не реальную конструкцию) из двутавра № 20 с приведённой толщиной металла 3,4 мм (марка стали условна – С 245) длиной 1,7 м; испытывают его в ненагруженном состоянии до момента прогрева стержня конструкции до условной установленной методом экспертных оценок критической температуры конструкции – 500 °С» [7].

Представленные производителем огнезащитного материала таблицы зависимости толщины слоя огнезащитного покрытия от приведённой толщины металла и требуемого предела огнестойкости являются обобщенной зависимостью, полученной в результате испытаний по расширенной программе (п. 4.11 ГОСТ Р 53295) с учетом ГОСТ 30247.0 [3] и ГОСТ 30247.1 [4], а также в результате прочностных и теплотехнических расчетов строительных конструкций с нанесенным огнезащитным составом (п.3.5 СП 2.13130) также до момента прогрева стержня конструкции до условной установленной методом экспертных оценок критической температуры конструкции – 500 °С. Ввиду отсутствия в рабочих чертежах проекта на здание металлоконструкций, указаний о нагрузках на несущие элементы сооружения (включая постоянные, длительные, кратковременные и особые согласно СП 20.13330.2016 [9]) и связанного с этим отсутствия возможности корректного расчёта коэффициентов  $\gamma_t$  и  $\gamma_e$ , а также в виду отсутствия у производителя огнезащитного материала указанных ранее номограмм либо математического описания теплофизических свойств огнезащитного материала, при определении возможности применения таблиц производителя огнезащитного материала и сведений из сертификатов соответствия руководствуемся нижеследующими соображениями.

При выборе профиля несущих металлоконструкций при проектировании чертежей металлоконструкций проектные организации

обязаны руководствоваться СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» (в актуализированной редакции СП 20.13330.2016), устанавливающим методики расчёта всех основных нагрузок и воздействий на элементы сооружений, а также необходимые к применению коэффициенты запаса прочности [5]. Поскольку проектом металлоконструкций не оговаривается возможность воздействия на конструкции каких-либо экстремальных нагрузок, считаем, что условие сохранения конструкциями несущей способности до достижения температуры 500 °С соблюдается (коэффициенты  $\gamma_T \leq 0,58$  и  $\gamma_c \leq 0,8$ ) и для определения толщины огнезащитного покрытия используем представленные производителем огнезащитного материала таблицы зависимости толщины слоя огнезащитного покрытия от приведённой толщины металла и требуемого предела огнестойкости, основанные на данные сертификационных испытаний и результатах расширенных испытаний и интерполяционных расчётов в соответствии с ГОСТ Р 53295-2009 с изменением 1 от 09.07.2014 г [5].

Расчёты толщин огнезащитных покрытий «ВМБОР», а также нормы расхода огнезащитного материала «ОКС» приведены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Толщины огнезащитных покрытий при приведенной толщине металла не менее 2,4 мм

Предел огнестойкости, мин	Толщина «ВМБОР», мм	Расход «ОКС», кг/м <sup>2</sup>	Толщина влажного слоя, мм	Толщина сухого слоя, мм
60	8	2,3	1,7	1,35
90	13	2,3	1,7	1,35

Таблица 7 – Толщины огнезащитных покрытий при приведенной толщине металла не менее 2,4 мм

Предел огнестойкости, мин	Толщина «ВМБОР», мм	Расход «ОКС», кг/м <sup>2</sup>	Толщина влажного слоя, мм	Толщина сухого слоя, мм
45	5	1,25	0,9	0,7
60	5	1,5	1,1	0,9
90	8	2,3	1,7	1,35
		1,53	1,13	0,9
120	10	2,3	1,7	1,35

Из таблицы 7 получаем следующие толщины огнезащитных покрытий для элементов здания (колонн, связи по колоннам, элементов фахверка):

- толщина «ВМБОР» – 5 мм;
- толщина влажного слоя 0,9 мм,
- толщина сухого слоя 0,7 мм.

При расчёте площади огнезащитного покрытия использованы данные рабочих чертежей и нормативно-техническая документация на металлопрокат. При расчёте нормы расхода огнезащитного материала предусмотрены коэффициенты полезного использования (КПИ) при нанесении лакокрасочных материалов методом безвоздушного распыления без подогрева согласно приложению 2 ВСН 447-84 «Нормативы расхода лакокрасочных и вспомогательных материалов при окраске стальных строительных конструкций на монтажной площадке» (применительно к огнезащитной обработке) [10]. Количество огнезащитного состава при минимально неизбежных потерях 30% принято на основании статистических данных, полученных в результате учёта сведений о фактическом расходе огнезащитных материалов при выполнении подрядными организациями работ на ранее выполненных объектах защиты.

Оборудование и приборы, применяемые при подготовке поверхности и производстве окрасочных работ, приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Оборудование и приборы, применяемые при подготовке поверхности и производстве окрасочных работ

Наименование оборудования	Марка, тип	Технические характеристики
Машина шлифовальная электрическая	Э-2102*	Диаметр абразивного круга 180 мм
Окрасочное оборудование		
Агрегат окрасочный высокого давления	Wagner 2600, MARK V	Производительность по расходу ЛКМ 3,6-5,5 л/мин. Привод насоса – пневматический или электрический
Приспособления и приборы		
Скоростная мешалка	-	-

Продолжение таблицы 8

Наименование оборудования	Марка, тип*	Технические характеристики
Вискозиметр	ВЗ-246	Диаметр сопла (4±0,015) мм. Вместимость (100±1) мл
Измеритель температуры и влажности	ИВТМ-7 Elcometer 319*	Температура от – 20 °С до + 50 °С Относительная влажность от 2 до 98 %
Толщиномер не отвердевшего слоя (гребёнка)	Константа Г1	Диапазон 10-2200 мкм
Толщиномер	Elcometer 456	Три диапазона толщины покрытий: 1) 0-1500 мкм; 2) 0-5 мм; 3) 0-13 мм, точность измерений 1-3%
*Допускается использование другого оборудования и приборов с аналогичными характеристиками.		

Необходимо предусмотреть возможность восстановления средств огнезащиты в течение гарантийного срока эксплуатации и (или) замены после окончания этого срока, устанавливаемого производителем в соответствии с технической документацией. Не допускается использовать огнезащитные покрытия и пропитки в местах, исключающих возможность периодической замены или восстановления, а также контроля их состояния. Следует отметить, что в п.9.2.3 СП 28.13330.2017, в котором записано: «Конструкции зданий и сооружений в целом, элементы и узлы соединения конструкций должны иметь свободный доступ для осмотров и возобновления защитных покрытий. При отсутствии возможности обеспечения этих требований конструкции первоначально должны быть защищены от коррозии на весь период эксплуатации».

К производству огнезащитных работ допускаются подрядные организации, обладающие допуском на выполнение такого типа работ в соответствии с действующими государственными и ведомственными нормами.

«Работы по огнезащитной обработке несущих металлических конструкций допускается проводить только после выполнения работ по замене или усилению выявленных дефектных элементов» [5].

«В случае невозможности выполнения работ в по тем или иным причинам, следует разработать дополнения с учетом изменившихся обстоятельств и согласовать дополнения в установленном порядке» [5].

«Самовольное изменение последовательности технологических операций и сокращение мер безопасности проведения работ, изложенных в ТК, не допускается» [5].

«Оборудование и оснастка, применяемые при проведении работ, должны иметь инвентарные номера и пройти освидетельствование в специализированных организациях» [5].

«К работам по огнезащите допускаются лица, прошедшие обучение в специализированных организациях и годные к проведению работ по медицинскому освидетельствованию» [5].

«Остатки огнезащитного состава, а также снятое старое окрасочное или огнезащитное покрытие (при наличии такого), элементы подмостей и т.п. должны по окончании каждой рабочей смены убираться в специально отведенное место» [5].

До начала работ подрядная организация обязана получить у изготовителя все данные, относящиеся к материалам системы покрытий, включая технологические инструкции на материалы и спецификации по технике безопасности. Заверенные поставщиком копии сертификатов на каждый материал, предназначенные для использования, должны быть получены совместно с поставкой лакокрасочных материалов.

Подрядная организация организует выполнение работ в соответствии с требованиями технологического регламента и других нормативных документов в строительстве.

Подрядная организация несёт ответственность за организацию соответствующего контроля в части хранения и транспортировки ЛКМ.

ЛКМ поставляются на монтаж или на предприятия подрядной организации в герметически закрытой таре изготовителя с неповреждёнными этикетками и сопроводительными документами.



Нанесение огнезащитных составов:

- обеспыливание поверхности металлоконструкций перед каждым наносимым слоем;
- обезжиривание металлоконструкций;
- выполнение кистью предварительной полосовой окраски болтовых соединений, сварных швов, узких торцевых поверхностей, труднодоступных мест;
- нанесение состава на всю поверхность конструкции (толщина огнезащитного покрытия и количество наносимых слоёв зависит от приведённой толщины металла и предела огнестойкости конструкции);
- сушка покрытия;
- контроль качества и приёмка огнезащитного покрытия.

Нанесение финишного слоя:

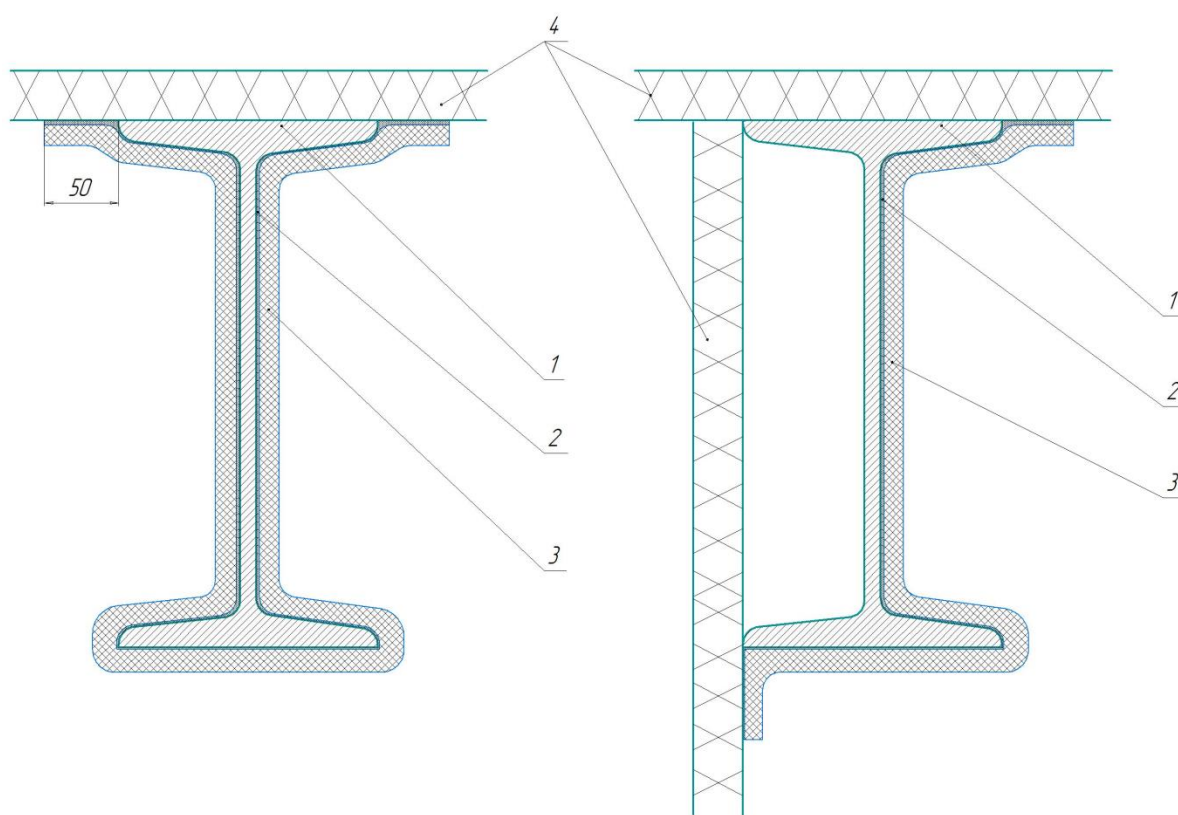
- обеспыливание поверхности металлоконструкций;
- обезжиривание металлоконструкций;
- выполнение кистью предварительной полосовой окраски болтовых соединений, сварных швов, узких торцевых поверхностей, труднодоступных мест
- нанесение финишного слоя на всю поверхность конструкции;
- сушка покрытия;
- контроль качества и приёмка комплексного покрытия.

Проверка качества огнезащиты металлических конструкций осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53295-2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности». Проверка проводится путём осмотра обработанных конструкций и измерением толщины огнезащитного слоя. Измерения толщины огнезащитного покрытия производить при помощи прибора, предназначенного для измерения толщины неметаллических покрытий на металлическом основании неразрушающим

методом, имеющим точность измерения не более 0,01 мм и диапазон измеряемых толщин, соответствующий толщине нанесенного покрытия. Толщину огнезащитного слоя определяют путем измерений в нескольких местах (1-2 серии измерений на каждые 200 м<sup>2</sup> поверхности).

Далее производим монтаж конструктивного огнезащитного покрытия «ВМБОР».

Схема монтажа конструктивного огнезащитного покрытия в местах примыкания к ограждающей панели типа ПСБ изображена на рисунке 6.



1 – Металлическая конструкция, 2 – Клеевой состав «ОКС», 3 – Материал «ВМБОР», 4 – Сэндвич-панель типа ПСБ с утеплителем из минеральной ваты

Рисунок 6 – Схема монтажа конструктивного огнезащитного покрытия в местах примыкания к ограждающей панели типа ПСБ

При монтаже огнезащитного покрытия на металлические конструкции, примыкающих одной или двумя сторонами к несущим или иным строительным конструкциям (ограждающие элементы зданий или

сооружений (наружные или внутренние стены, перекрытия)), в местах примыкания к этим конструкциям должны быть выполнены «замки» – «нахлест» на строительную конструкцию не менее 50 мм. Нахлест приклеивается на клеевой состав «ОКС», по желанию заказчика торцы заклеиваются алюминиевым скотчем. В местах возможного повышенного износа нанесенного огнезащитного покрытия с риском отрыва наклеенного на примыкающие конструкции «нахлеста», допускается дополнительно закрепить «нахлест» при помощи забивных анкеров, перфорированной полосы с анкерами или иного способа крепления.

В случае наличия зазоров между защищаемой металлической конструкцией и примыкающими конструкциями (бетонные плиты, кирпичные кладки, сэндвич-панели, профлисты и т.д.), а также зазоров, обусловленных соединением нескольких металлических конструкций в единую систему, данные зазоры заполняются в плотную негорючими минераловатными материалами, либо материалом «ВМБОР». После заполнения всех зазоров составная конструкция рассматривается как единая и защищается до требуемого значения в соответствии с требованиями настоящего технологического регламента.

Выводы по 3 разделу.

В разделе проведён анализ современных инженерно-технических решений по огнезащите и разработаны инженерно-технические решения по огнезащите строительных конструкций.

В качестве современных средств конструктивной огнезащиты рассмотрены гипсовые листы Гурпос и огнезащитные составы терморасширяющегося типа.

При проектировании, в зданиях I и II степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания, отвечающих за его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре, тонкослойные огнезащитные покрытия применяются для

конструкций с приведенной толщиной металла согласно ГОСТ Р 53295 не менее 5,8 мм.

В соответствии с требованиями предложено выполнить огнезащитную обработку металлических конструкций с обеспечением нижеперечисленных пределов огнестойкости:

- несущие конструкции (колонны, связи по колоннам) и узлы их крепления – R45;
- конструкции противопожарных стен (колонн, элементов фахверка по оси 4) – R45;
- элементы покрытия (фермы, балки, прогоны, связи по покрытию) – R15, что соответствует требованиям 123-ФЗ.

Разработана технологическая карта нанесения огнезащитных составов «ОКС» (клеевой) и «ВМБОР» (базальтовый рулон).

Разработана схема монтажа конструктивного огнезащитного покрытия в местах примыкания к ограждающей панели типа ПСБ.

## **4 Действия персонала объекта при возникновении пожара на объекте**

### **4.1 Количество и места вероятного размещения людей**

Информация о наличии людей, спасении и эвакуации представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Информация о наличии людей, спасении и эвакуации

Этаж	Высота от 0 отметки до подоконника (южная сторона)	Количество посетителей на этаже днем/ночью	Кол-во обслуживающего персонала днем/ночью	Количество помещений на этаже	Количество выходов на лестничную клетку	Наличие системы дымоудаления
1 этаж	0,7 метра	400/0	150/5	35	-	есть

Всего из помещений 1 этажа предусмотрено 16 эвакуационных выходов.

Для оповещения людей, находящихся в здании магазина, предусмотрено устройство сигнально-громкоговорящей системы СГС-22-М производства ООО «ЭЛЕС» г. Кировск Ленинградской области. В помещении службы безопасности установлен усилительно-коммутационный блок КБ-250, блок тревожных сообщений и пульт управления ПУ с микрофоном. Электропитание оборудования СГС-22-М по 1 категории ПУЭ от выпрямителей и аккумуляторов, входящих в состав УКБ.

Все помещения магазина объединены в зоны оповещения. Всего 9 зон оповещения и одну резервную. В помещениях размещены акустические системы (громкоговорители настенные).

### **4.2 Эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара**

Каждый работник объекта при обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запаха гари, повышения температуры и т.п.) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону 01, 112, 101 в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес, место возникновения пожара и свою фамилию);
- подать сигнал пожарной тревоги при помощи ручного пожарного извещателя;
- приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из помещений в безопасное место согласно плану эвакуации;
- приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации материальных ценностей из помещений в безопасное место;
- при необходимости отключить электроэнергию;
- принять меры по тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;
- организовать встречу пожарных подразделений.

Старшее должностное лицо, прибывшее к месту пожара, обязано:

- собрать весь постоянный персонал и определить действия для каждого;
- организовать проверку наличия работников, эвакуированных из здания;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников и других лиц, не участвующих в тушении пожара;
- прекратить все работы, кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу систем вентиляции, выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений здания;
- осуществлять общее руководство по тушению пожара до прибытия подразделения пожарной охраны;

- обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;
- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;
- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути к очагу пожара;
- по прибытии пожарного подразделения проинформировать руководителя тушения пожара о ходе эвакуации людей, об очаге пожара, мерах, принятых для его ликвидации, о наличии в помещениях людей, занятых тушением пожара, конструктивных особенностях, прилегающих строений и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовать привлечение сил и средств объекта к осуществлению необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждения его развития.

При проведении эвакуации людей и тушении пожара необходимо:

- с учетом сложившейся обстановки определить наиболее безопасные эвакуационные пути и выходы, обеспечивающие возможность эвакуации людей в кратчайший срок;
- исключить условия, способствующие возникновению паники;
- эвакуацию людей следует начинать из помещения, в котором возник пожар и из смежных с ним помещений;
- тщательно проверить все помещения, чтобы исключить возможность пребывания людей в опасной зоне;
- выставить посты безопасности у входов в здание, чтобы исключить возможность возвращения людей в здание, где возник пожар;
- при тушении следует стремиться в первую очередь обеспечить благоприятные условия для безопасной эвакуации людей;
- воздержаться от открытия окон, дверей, а также от разбивания стекол, во избежание распространения огня и дыма в смежные

помещения, покидая помещения или здания, следует закрывать за собой все двери и окна.

Вывод по 4 разделу.

В разделе представлено количество и места вероятного размещения людей, рассмотрен порядок эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара.

В помещениях ТЦ «Алтын» может одновременно находиться до 500 человек.

Для оповещения людей, находящихся в здании магазина, предусмотрено устройство сигнально-громкоговорящей системы СГС-22-М производства ООО «ЭЛЕС». Все помещения магазина объединены в зоны оповещения. Всего 9 зон оповещения и одну резервную. В помещениях размещены акустические системы (громкоговорители настенные). В помещении службы безопасности установлен усилительно-коммутационный блок КБ-250, блок тревожных сообщений и пульт управления ПУ с микрофоном.



## **5 Охрана труда**

### **5.1 Система управления охраной труда в организации**

На исследуемом объекте имеется система управления охраной труда.

Система управления охраной труда является составной частью административной системы управления.

Возглавляет систему руководитель предприятия – директор торгового центра.

Ответственным лицом за организацию и проведение мероприятий по охране труда является специалист по охране труда.

### **5.2 Процедура проведения первичного инструктажа по охране труда**

Проведение первичных инструктажей по охране труда регламентировано постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 года № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» [12].

Порядок проведения первичного инструктажа по охране труда определен в ГОСТ 12.0.004-2015 [16].

«Инструктаж по охране труда проводится в утвержденном руководителем организатора обучения порядке, разработанном с учетом характера производственной деятельности, условий труда на рабочем месте и трудовой функции инструктируемого лица, а также вида инструктажа» [16].

«Первичный инструктаж на рабочем месте проводят до начала самостоятельной работы инструктируемых лиц:

- со всеми вновь принятыми на работу лицами, в том числе для выполнения краткосрочных, сезонных и иных временных работ, в свободное от основной работы время (совместители), а также на

дому (надомники) с использованием материалов, инструментов и механизмов, выделяемых работодателем или приобретаемых ими за свой счет;

- с работающими, переведенными в установленном порядке из другого подразделения, либо с работающими, которым поручается выполнение новой для них работы;
- с командированным на работу у организатора обучения персоналом других организаций;
- с персоналом подрядчиков (субподрядчиков), выполняющим работы на подконтрольных организатору обучения территории и объектах;
- с обучающимися образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящими производственную практику (практические занятия), и с другими лицами, участвующими в производственной деятельности предприятия - организатора обучения» [16].

«Первичный инструктаж на рабочем месте проводит руководитель подразделения или непосредственный руководитель (производитель) работ (мастер, прораб, преподаватель и т.д.), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда как инструктор по охране труда» [16].

«Первичный инструктаж на рабочем месте проводят либо по программам, разработанным и утвержденным организатором обучения в установленном порядке в соответствии с требованиями законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда, локальных нормативных актов, инструкций по охране труда на рабочем месте и по безопасному выполнению работ, иной необходимой для обеспечения безопасности технической и эксплуатационной документации, либо непосредственно по инструкциям по охране труда и (или) безопасному выполнению работ на данном рабочем месте или по иным необходимым для инструктажа локальным нормативным актам и документам» [16].

Процедура проведения первичного инструктажа представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Процедура проведения первичного инструктажа

Действия процесса	Ответственный	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе	Примечание
Разработка проекта программы инструктажа	Работодатель	Должностное лицо, назначенное руководителем	Постановление Правительства РФ от 24 декабря 2021 года № 2464	Проект программы первичного инструктажа по охране труда	При введении в штатное расписание новой должности, профессии
Утверждение программы инструктажа	Работодатель	Должностное лицо, назначенное руководителем	Проект программы первичного инструктажа по охране труда	Утвержденная программа первичного инструктажа по охране труда	Разрабатывается с учетом характера производственной деятельности, условий труда на рабочем месте и трудовой функции инструктируемого лица
Проведение инструктажа	Должностное лицо, назначенное руководителем	Должностное лицо, назначенное руководителем	Утвержденная программа первичного инструктажа по охране труда	Результаты проверки усвоения содержания инструктажа инструктируемым лицом	При необходимости рекомендуется использовать те или иные системы тестов. Результаты тестирования оформляются в письменной (компьютерной) форме и хранятся до проведения очередного инструктажа и тестирования
Регистрация инструктажа	Должностное лицо, назначенное руководителем	Должностное лицо, назначенное руководителем	Результаты проверки усвоения содержания инструктажа инструктируемым лицом	Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте	Все записи в журналах удостоверяются подписями инструктируемого и инструктирующего с обязательным указанием даты и времени проведения инструктажа

«Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа» [16].

Вывод по 5 разделу.

Все другие виды инструктажей и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, проводятся в строгом соответствии с нормативно-правовыми актами РФ.

Инструктаж проводится с разъяснением: безопасных приёмов работ, порядка подхода к рабочему месту, состоянию рабочего места, характера и безопасных методов выполнения предстоящей работы, порядка и места установки грузоподъемных средств, способов безопасного перехода с одного рабочего места на другое, обеспечения приемлемых для работников факторов производственной среды (температура, влажности, освещенности, запылённости), состояния ограждений, необходимости применения средств индивидуальной защиты (каска, предохранительных поясов, средств защиты органов дыхания).

## **6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

### **6.1 Идентификация экологических аспектов организации**

Оценка воздействия на окружающую среду является обязательной экологической составляющей технических условий, представляемых на государственную экологическую экспертизу федерального уровня, согласно ст. 11 Федерального Закона РФ «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ.

Согласно ст. 1 Федерального Закона РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды», оценка воздействия на окружающую среду определяется как «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления».

В соответствии со ст. 3 № 7-ФЗ, выполнение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности является обязательной.

Проведение ОВОС обязательно на всех этапах документации, обосновывающей хозяйственную и иную деятельность до ее представления на государственную экологическую экспертизу.

Хозяйственная деятельность на территории ТЦ «Алтын» является проявлением антропогенного воздействия на окружающую среду.

В процессе инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ, установлено, что объект имеет следующие источники выбросов загрязняющих веществ:

- горячий цех магазина «Миндаль»;
- открытые стоянки автотранспорта;
- проезд грузового автотранспорта к загрузочной зоне ТЦ «Алтын» и мусоросборной площадке.

Организованным источником загрязнения атмосферного воздуха на объекте также является горячий цех магазина «Миндаль».

Идентификация загрязняющих атмосферу веществ представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация загрязняющих атмосферу веществ

Код	Наименование вещества	Использованный критерий	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Максим. разовый выброс, г/с	Валовый выброс, т/год
1301	Проп-2-ен-1-аль (Акролеин)	ПДК м/р	0,03	2	0,00012	0,00117
1314	Пропаналь (Пропионовый альдегид)	ПДК м/р	0,01	3	0,000405	0,003937
1519	Пентановая кислота (валериановая кислота)	ПДК м/р	0,03	3	0,000009	0,000093
1531	Гексановая кислота (Кислота капроновая)	ПДК м/р	0,01	3	0,00025	0,002431

«Выбросы, образующиеся при приготовлении пищи объемом 4445 м<sup>3</sup>/ч, отводятся в атмосферу через вытяжную шахту (В12) размерами 300×600 мм на высоту 35,5 м от поверхности земли» [7].

Источником загрязнения атмосферного воздуха в период эксплуатации ТЦ «Алтын» будет движение автомобилей по территории, горячий цех магазина «Миндаль». По данным отчёта ПЭК в атмосферу поступают загрязняющие вещества суммарным количеством 1,558104 т/год.

«Максимальные приземные концентрации всех выбрасываемых загрязняющих веществ, указанных в таблице 10 не превышают 0,1 ПДК. Таким образом, выбросы загрязняющих веществ от источников, расположенных на территории ТЦ «Алтын», не окажут существенного влияния на качество атмосферного воздуха в прилегающем районе» [7].

«Источниками загрязнения атмосферы будет являться движение автомобилей при въезде- выезде на стоянки. При работе двигателей автомобилей в атмосферу выделяются оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сажа и углеводороды» [7].

ТЦ «Алтын» воздействует на окружающую среду при сборе и временном хранении отходов.

«Места временного хранения отходов, образующихся при эксплуатации объекта, оборудованы в соответствии с классами опасности образующихся отходов и их физико-химических характеристик» [7].

Виды образующихся в ТЦ «Алтын» отходов и срок их временного хранения представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Виды образующихся в ТЦ «Алтын» отходов и срок их временного хранения [9]

Наименование отхода	Срок хранения	Предельное накопление	
		т	м <sup>3</sup>
«Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства» [13]	Месяц	0,002	0,050
«Лом и отходы изделий из акрилонитрилбутадиенстирола (пластик абс) незагрязненные» [13]	Неделя	0,007	0,019
«Отходы упаковки из комбинированного материала на основе бумаги и/или картона, полимеров и алюминиевой фольги» [13]		0,016	0,159
«Смет с территории» [13]		0,582	0,485
«Отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли продовольственными товарами» [13]		0,582	0,485
«Отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные» [13]		0,003	0,015
«Растительные отходы при уходе за газонами, цветниками» [13]		0,138	0,132
«Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства» [13]		0,000	0,002
«Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [8]	Сутки	0,017	0,087
«Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные» [13]		0,582	0,485
«Пищевая масложировая продукция из растительных жиров, утратившая потребительские свойства» [13]		0,582	0,485

Количество пищевых отходов, образующихся при приготовлении пищи и обслуживании посетителей на предприятиях общественного питания, составляет 740 м<sup>3</sup> (273,8 т).

Отвод бытовых и производственных вод из ТЦ «Алтын» предусматривается в общесплавную коммунальную сеть города.

«Бытовая и производственная канализация предусматриваются самотечной и напорной (от технических помещений) с подключением к внутриплощадочным канализационным сетям» [7].

Дождевые воды с кровли чистые, соответствуют ПДК по сбросу в сеть общесплавной канализации, а именно:

- по взвешенным веществам – 200 мг/л;
- по нефтепродуктам – отсутствуют;
- по БПК – 10 мг/л.

## **6.2 Разработка предложений по уменьшению выбросов в атмосферу**

Основными источниками выбросов на территории проектируемого объекта будет являться автотранспорт при въезде-выезде на паркинги, проезд мусоровоза, проезд в загрузочную зону, горячий цех магазина «Миндаль».

В «соответствии с ГОСТ 17.2.1.02-76, промышленный выброс, поступающий в атмосферу через специально сооружённые газоходы, воздухопроводы и трубы, классифицируется как организованный. Промышленный выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа, классифицируется как неорганизованный» [7].

«Если система вентиляции горячего цеха построена таким образом, что забираемый из помещения воздух, подаётся обратно в помещение (рециркуляция), то в вытяжной части должен быть предусмотрен набор фильтров (угольные фильтры, ионные фильтры, фильтры высокого класса очистки F7, F9 и т.д.), которые полностью устранят запахи от приготовления пищи» [7].

На рисунке 7 изображен фильтр-жироуловитель.



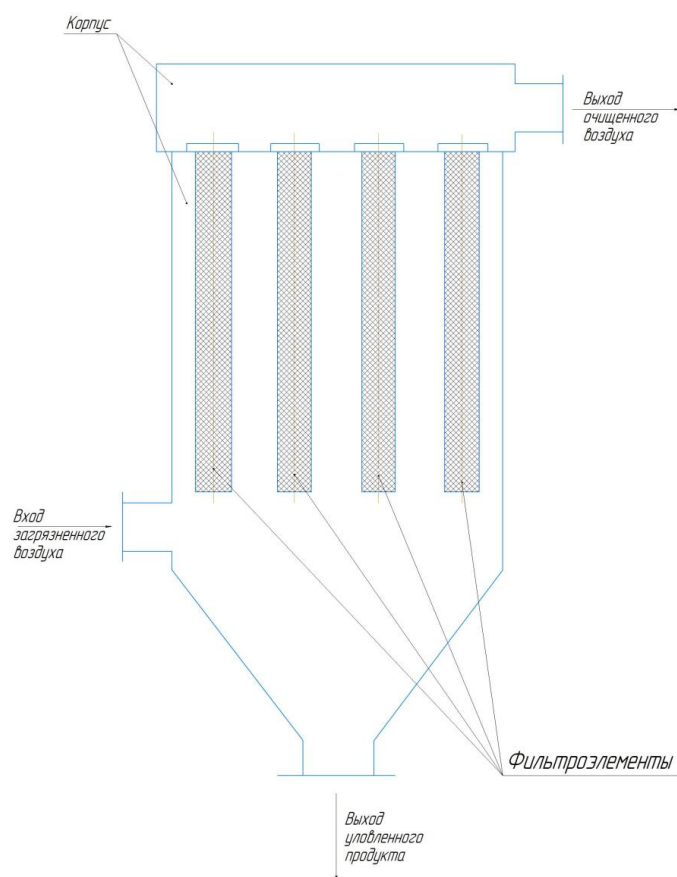


Рисунок 7 – Фильтр-жироуловитель

«Фильтр предназначен для очистки воздуха от жиров, масел и пыли по принципу многократного изменения направления движения воздушного потока. Жировые частицы оседают на пластинах, затем стекают по желобам в специальную емкость паз, встроенный в подставку фильтра. Таким образом уменьшается вероятность засорения фильтра и снижаются перепады давления. Лабиринтные жироуловители являются фильтрами грубой (предварительной) очистки класс фильтрации G 2 - G 4 и улавливают примеси размером от 1 мкм ( $10^{-6}$  м)» [7].

Характеристика фильтра-жироуловителя:

- материал фильтроэлементов – нержавеющая сталь;
- класс очистки – EU2;
- аэродинамическое сопротивление – 20-140 Па;
- ударная воздушная нагрузка –  $5400-9000 \text{ м}^3/\text{ч} \times \text{м}^2$ ;

- концентрация жиров на входе в фильтр – 290 мг/м<sup>3</sup>;
- концентрация жиров на выходе – 60 мг/м<sup>3</sup>.

Через выпуск отводятся выбросы, не содержащие жиров (концентрация жиров ниже 60 мг/м<sup>3</sup>).

Вывод по 6 разделу.

Химическое воздействие на земельные ресурсы при эксплуатации проектируемого объекта не оказывается.

Разработанный лабиринтный фильтр, смонтированный в систему вентиляции в горячем цехе магазина «Миндаль» предназначен для очистки воздуха от жиров, что позволит снизить воздействие ТЦ «Алтын» на окружающую среду.

Определены основные характеристики фильтра-жироуловителя:

- материал фильтроэлементов – нержавеющая сталь;
- класс очистки – EU2;
- аэродинамическое сопротивление – 20-140 Па;
- ударная воздушная нагрузка – 5400-9000 м<sup>3</sup>/ч×м<sup>2</sup>;
- концентрация жиров на входе в фильтр – 290 мг/м<sup>3</sup>;
- концентрация жиров на выходе – 60 мг/м<sup>3</sup>.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе проведён анализ современных инженерно-технических решений по огнезащите и разработаны инженерно-технические решения по огнезащите строительных конструкций.

В соответствии с требованиями предложено выполнить огнезащитную обработку металлических конструкций с обеспечением нижеперечисленных пределов огнестойкости:

- несущие конструкции (колонны, связи по колоннам) и узлы их крепления – R45;
- конструкции противопожарных стен (колонн, элементов фахверка по оси 4) – R45;
- элементы покрытия (фермы, балки, прогоны, связи по покрытию) – R15, что соответствует требованиям 123-ФЗ.

Разработана технологическая карта нанесения огнезащитных составов «ОКС» и схема монтажа конструктивного огнезащитного покрытия «Огне-Мет» в местах примыкания к ограждающей панели типа ПСБ.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 13.

Таблица 13 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте

Мероприятия	Срок исполнения
Разработка проекта огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	2023 год
Проведение огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	2023 год
Проведение испытаний огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	2023 год
Приёмка работ по огнезащитной обработке стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	2023 год

При проектировании, в зданиях I и II степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания, отвечающих за его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре, тонкослойные огнезащитные покрытия применяются для конструкций с приведенной толщиной металла согласно ГОСТ Р 53295 не менее 5,8 мм (пункт 5.4.3 СП 2.13130.2012).

Расчёт ожидаемых потерь торгового центра «Алтын» от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- на объекте не проведена огнезащитная обработка стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости;
- на объекте проведена огнезащитная обработка стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [6]	м <sup>2</sup>	F	10368	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [6]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>T</sub>	30000	30000
«Стоимость поврежденных частей здания» [6]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	30000	30500
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [6]	м <sup>2</sup>	F'' <sub>пож</sub>	4032	4032
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [6]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	4	
«Вероятность возникновения пожара» [6]	1/м <sup>2</sup> в год	J	2,03×10 <sup>-5</sup>	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [6]	-	p <sub>1</sub>	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [6]	-	p <sub>2</sub>	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [6]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [6]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [6]	м/мин	v <sub>л</sub>	1	

Продолжение таблицы 14

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Время свободного горения» [6]	мин	Всвг	20	8
«Норма текущего ремонта» [6]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [6]	%	На	-	10
«Период реализации мероприятия» [6]	лет	Т	10	

При первом варианте в связи с тем, что на объекте не проведена огнезащитная обработка стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости при пожаре прибывающие пожарные подразделения в первую очередь будут направляться на подачу пожарных стволов на охлаждение несущих стальных конструкций здания с целью предотвращения обрушения крыши здания (огнестойкость незащищённых металлических конструкций составляет 15 минут), решающим направлением действий сил и средств пожарной охраны на данном этапе будет – защита строительных конструкций здания от высокой температуры.

При втором варианте в связи с тем, что на объекте проведена огнезащитная обработка стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости при пожаре прибывающие пожарные подразделения в первую очередь будут направляться на тушение пожара, так как огнестойкость несущих стальных конструкций здания будет 60 минут, что исключит потерю несущей способности этих конструкций до момента ликвидации пожара.

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 1:

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

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

$B_{св.г}$  – время свободного горения, мин.» [6]

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

$$F''_{\text{пож-2}} = 3,14(1 \times 8)^2 = 201 \text{ м}^2$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь торгового центра «Алтын» от пожаров по формуле 2.

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (2)$$

«где  $M(\Pi_1)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [6]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (3)$$

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

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

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

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

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами» [6].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (4)$$

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

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

$p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами» [6].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (5)$$

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

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,86 = 57125,03 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 1256 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 1960308,38 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 4032 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1- \\ -0,79) \times 0,86] = 98449,52 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,86 = 57125,03 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 201 + 30500) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 315047,70 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 2,03 \times 10^{-5} \times 10368 \times (30000 \times 4032 + 30500) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1- \\ -0,79) \times 0,86] = 98449,92 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери торгового центра «Алтын» от пожаров составят:

- если на объекте не проведена огнезащитная обработка стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости:

$$M(\Pi)_1 = 57125,03 + 1960308,38 + 98449,52 = 2115882,93 \text{ руб./год};$$

- если на объекте проведена огнезащитная обработка стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости:

$$M(\Pi)_2 = 57125,03 + 315047,70 + 98449,92 = 470622,65 \text{ руб./год.}$$

Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	100000
Проведение огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	500000
Стоимость огнезащитных материалов	700000
Проведение испытаний огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	50000
Приёмка работ по огнезащитной обработке стальных элементов каркаса здания с обеспечением пределов огнестойкости	50000
Итого:	1300000

Экономический эффект от проведения огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (10)$$

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

t – год осуществления затрат;

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

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

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

$P_1$ ,  $P_2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [6].

Расчёт денежных потоков от проведения огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости представлен в таблице 16.



Таблица 16 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта Т	$M(\Pi_1)-M(\Pi_2)$	$P_2-P_1$	$1/(1+НД)^t$	$[M(\Pi_1)-M(\Pi_2)-(C_2-C_1)] * 1/(1+НД)^t$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	1645260,28	-	0,91	1497186,85	1300000	197186,85
2	1645260,28	-	0,83	1365566,03	-	1365566,03
3	1645260,28	-	0,75	1233945,21	-	1233945,21
4	1645260,28	-	0,68	1118776,99	-	1118776,99
5	1645260,28	-	0,62	1020061,37	-	1020061,37
6	1645260,28	-	0,56	921345,76	-	921345,76
7	1645260,28	-	0,51	839082,74	-	839082,74
8	1645260,28	-	0,47	773272,33	-	773272,33
9	1645260,28	-	0,42	691009,32	-	691009,32
10	1645260,28	-	0,39	641651,51	-	641651,51
Экономический эффект						8801898,11

Вывод по разделу 7.

В разделе разработан план проведения огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости, определена стоимость выполнения предложенного плана.

Интегральный экономический эффект от проведения огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости за десять лет составит 8801898,11 рублей.

## Заключение

В первом разделе рассматривалась характеристика объекта защиты ТЦ «Алтын», который расположен в Центральном районе г. Тольятти по ул. Победы, 29.

Торговый центр предназначен для организации, розничной сети фирм и частной мелкорозничной торговли.

Рассматриваемому зданию проектной документацией в соответствии с требованиями СП 2.13130.2020 присвоена II степень огнестойкости.

Здание с полной каркасной схемой, где элементами каркаса являются стальные фермы покрытия пролетом 24 м. Устойчивость каркаса обеспечивается жесткой заделкой колонн в фундаменты, системой вертикальных связей между колоннами.

Проведя во втором разделе оценку строительных конструкций здания ТЦ «Алтын» на соответствие требованиям пожарной безопасности было выяснено, что огнезащита стальных элементов каркаса здания проведена в ходе строительства объекта, при этом документы о проведении оценки состояния огнезащиты стальных элементов каркаса здания с периодичностью 2, 5, 10 лет отсутствуют.

В третьем разделе проведён анализ современных инженерно-технических решений по огнезащите и разработаны инженерно-технические решения по огнезащите строительных конструкций.

В качестве современных средств конструктивной огнезащиты рассмотрены гипсовые листы Гурпос и огнезащитные составы терморасширяющегося типа.

При проектировании, в зданиях I и II степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания, отвечающих за его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре, тонкослойные огнезащитные покрытия применяются для

конструкций с приведенной толщиной металла согласно ГОСТ Р 53295 не менее 5,8 мм (пункт 5.4.3 СП 2.13130.2012).

В соответствии с требованиями предложено выполнить огнезащитную обработку металлических конструкций с обеспечением нижеперечисленных пределов огнестойкости:

- несущие конструкции (колонны, связи по колоннам) и узлы их крепления – R45;
- конструкции противопожарных стен (колонн, элементов фахверка по оси 4) – R45;
- элементы покрытия (фермы, балки, прогоны, связи по покрытию) – R15, что соответствует требованиям 123-ФЗ.

Разработана технологическая карта нанесения огнезащитных составов «ОКС» и схема монтажа конструктивного огнезащитного покрытия «Огне-Мет» в местах примыкания к ограждающей панели типа ПСБ.

В четвёртом разделе определено, что для оповещения людей, находящихся в здании магазина, предусмотрено устройство сигнально-громкоговорящей системы СГС-22-М производства ООО «ЭЛЕС». Все помещения магазина объединены в зоны оповещения. Всего 9 зон оповещения и одну резервную. В помещениях размещены акустические системы (громкоговорители настенные). В помещении службы безопасности установлен усилительно-коммутационный блок КБ-250, блок тревожных сообщений и пульт управления ПУ с микрофоном.

В шестом разделе произведена идентификация экологических аспектов организации.

Определены основные характеристики фильтра-жироуловителя:

- материал фильтроэлементов – нержавеющая сталь;
- класс очистки – EU2;
- аэродинамическое сопротивление – 20-140 Па;
- ударная воздушная нагрузка – 5400-9000 м<sup>3</sup>/ч×м<sup>2</sup>;
- концентрация жиров на входе в фильтр – 290 мг/м<sup>3</sup>;

– концентрация жиров на выходе – 60 мг/м<sup>3</sup>.

Разработанный лабиринтный фильтр, смонтированный в систему вентиляции в горячем цехе магазина «Миндаль» предназначен для очистки воздуха от жиров, что позволит снизить воздействие ТЦ «Алтын» на окружающую среду.

В седьмом разделе разработан план проведения огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости, определена стоимость выполнения предложенного плана.

Рассчитан экономический эффект от проведения огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания торгового центра «Алтын».

Интегральный экономический эффект от проведения огнезащитной обработки стальных элементов каркаса здания с обеспечением требуемых пределов огнестойкости за десять лет составит 8801898,11 рублей.

Все задачи решены, цель работы достигнута.

## Список используемых источников

1. Бубнов В. М. Оценка эффективности средств огнезащиты основных строительных конструкций // Пожары и ЧС. 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-sredstv-ognezashchity-osnovnyh-stroitelnyh-konstruktsiy> (дата обращения: 05.09.2022).
2. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 [Электронный ресурс] : СП 28.13330.2017. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456069587?ysclid=l9d17o6m7898612452> (дата обращения: 13.06.2022).
3. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 30247.0-94 URL: <https://docs.cntd.ru/document/9055248?ysclid=l7p0jgvepw77347358> (дата обращения: 13.06.2022).
4. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции [Электронный ресурс] : ГОСТ 30247.1-94. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9055247?ysclid=l7p0k8chbl159727006> (дата обращения: 02.07.2022).
5. Кузнецова Л.В. К вопросу о комплексной защите строительных конструкций // Вестник МГСУ. 2011. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-kompleksnoy-zaschite-stroitelnyh-konstruktsiy-1> (дата обращения: 05.09.2022).
6. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://pozhproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozhproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 17.08.2022).
7. Морозов, А. Ю. Совершенствование методов очистки вытяжного воздуха местных отсосов горячих цехов предприятий общественного питания / А. Ю. Морозов, А. Л. Носкова. Текст : непосредственный // Молодой

ученый. 2022. № 13 (408). С. 14-17. URL: <https://moluch.ru/archive/408/90009/> (дата обращения: 05.09.2022).

8. Можарова Н. П. Составы для огнезащиты строительных конструкций различного назначения // Пожаровзрывобезопасность. 2005. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostavy-dlya-ognezashchity-stroitelnyh-konstruktsiy-razlichnogo-naznacheniya> (дата обращения: 05.09.2022).

9. Нагрузки и воздействия [Электронный ресурс] : СП 20.13330.2016. URL: <http://sniprf.ru/sp20-13330-2016?ysclid=l8vliybhmhc758105948> (дата обращения: 12.07.2022).

10. Нормативы расхода лакокрасочных и вспомогательных материалов при окраске стальных строительных конструкций на монтажной площадке [Электронный ресурс] : ВСН 447-84. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200052683?ysclid=l7p0mpfxwu899906112> (дата обращения: 07.07.2022).

11. Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований), применяемых должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России при осуществлении федерального государственного пожарного надзора [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 9 февраля 2022 года № 78. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728305630?marker=7DK0K9> (дата обращения: 22.06.2022).

12. О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда [Электронный ресурс] : Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 года № 2464. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727688582#7D20K3> (дата обращения: 13.07.2022).

13. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в

сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 17.07.2022).

14. Огнезащита стальных конструкций [Электронный ресурс] : СП 433.1325800.2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/554694288?ysclid=15nz03mgta871334003> (дата обращения: 10.07.2022).

15. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438) (дата обращения: 21.06.2022).

16. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.004-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 17.07.2022).

17. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963?ysclid=17hqwyvw68251196235> (дата обращения: 18.07.2022).

18. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 17.07.2022).

19. Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53295-2009. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071913?ysclid=17p0iuw2h3316059431> (дата обращения: 17.07.2022).

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 19.06.2022).