



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка рекомендаций по внедрению современных технологий пожарной безопасности высотных зданий

УДК 614.842.8:69.032.22

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г30	Телицын Артём Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Торосян В.Ф.	к.пед.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭиАСУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав.кафедрой БЖДЭиФВ
 _____ С.А. Солодский
 « ____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
17Г30	Телицыну Артему Александровичу

Тема работы:

Разработка рекомендаций по внедрению современных технологий пожарной безопасности высотных зданий	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентов выполненной работы:	.
--	---

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<p>Архитектурная особенность современного крупного города, его массивность, архитектурный облик определяются возведенными в нем высотными зданиями и сооружениями.</p> <p>Вероятность возникновения в высотных зданиях чрезвычайных ситуаций, связанных с опасностями для жизни людей и целостностью самих конструкций зданий, весьма высокая. Чрезвычайную опасность в них представляет пожар. Согласно СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» высотными зданиями считаются здания с высотой более 28 метров. По данным статистики на одном пожаре в здании высотой более 25 этажей погибает в 3-4 раза больше людей, чем в 9-16 этажном доме.</p>
---------------------------------	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Осуществить анализ информации о пожарах в высотных зданиях городов мира. 2. Рассмотреть теоретические и практические аспекты проблемы пожарной безопасности высотных зданий в трудах современных исследователей. 3. Изучить отечественные нормативные документы пожарной безопасности высотных зданий и сооружений, а также виды и способы противопожарной защиты высотных зданий в мировой практике; 4. Проанализировать элементы система противопожарной защиты ВЗ; 5. Изучить характеристику объекта, в котором возник пожар – жилой комплекс на Притомском проспекте в г. Кемерово; 6. Произвести расчет сил и средств по тушению пожара на 16 этаже высотного дома данного жилого комплекса; 7. Разработать, обосновать и изобразить схематично организационные действия по проведению спасательных работ; 8. Разработать рекомендации по внедрению современных зарубежных технологий, обеспечивающих эффективность пожаротушения за счет использования оптимальных технических решений.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков Владислав Геннадьевич
Социальная ответственность	Лугавцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Торосян В.Ф.	к.пед.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г30	Телицын Артем Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 85 с., 12 рис., 6 табл., 48 источников.

Ключевые слова: ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ, ПОЖАРОТУШЕНИЕ, СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТУШЕНИЯ, ЭВАКУАЦИЯ, СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ.

Предметом исследования является моделирование пожара и расчет сил и средств на его тушение, при помощи современного метода «Кобра» в жилом комплексе на Притомском проспекте в г. Кемерово.

Целью ВКР является аналитический обзор современных технологий обеспечения пожарной безопасности в высотных зданиях и разработка тактических действий пожарных спасателей при тушении пожара в высотном жилом комплексе с применением современного метода гидроабразивной резки «Кобра».

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: жилой комплекс состоит из восьми блокированных между собой зданий разной этажности. Дальний план состоит из трех 26-ти этажных жилых зданий, ближний из двух 17-ти этажных жилых зданий. Оба плана связаны между собой тремя 3-х этажными пристроенными зданиями. Стены смешанные, перекрытия монолитные, перегородки кирпичные гипсовые.

Степень внедрения: начальная и средняя.

Область применения: применение метода пожаротушения «Кобра»

Экономическая эффективность/значимость работы высокая.

В процессе работы были рассмотрены основные подходы и направления тушения пожара на 16 этаже жилого комплекса.

В результате исследования изучена законодательная база и нормативные документы в области противопожарной безопасности.

Abstract

Graduation thesis 86 p., 12 Fig., 6 tab., 54 sources.

Key words: high-rise BUILDING, FIRE suppression, MODERN METHODS of FIREFIGHTING, EVACUATION, FIRE-fighting SYSTEM.

The subject of research is the simulation of the fire and calculation of forces and means for its suppression, with the help of modern method of "Cobra" in a residential complex on Pritomskaya Prospekt in Kemerovo.

The purpose of the WRC is the analytical review of modern technologies of fire safety in high-rise buildings and development of tactical actions of fire rescuers during fire fighting in high-rise residential complex with the use of the modern technique of waterjet cutting "Cobra".

The basic constructive, technological and technical-operational characteristics: the residential complex consists of eight semi-detached between buildings of different heights. The long-range plan consists of three 26-storey residential buildings, the middle of two 17-storey residential buildings. Both plans are connected with three 3-storey attached buildings. Walls mixed, monolithic slab, brick walls plaster.

Level of implementation: primary and secondary.

Application field: the application of the method of fire "Cobra"

Economic efficiency and significance of the work high.

In the process, were considered the main approaches and directions of extinguishing the fire on the 16th floor of the residential complex.

The study examined the legislative base and normative documents in the field of fire safety.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

- пожарная безопасность объекта защиты: состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

- высотное здание: в России со времён СССР считают здания высотой более 75 м или более 25 этажей. В других странах под термином «высотное здание» обычно понимают здание высотой от 35 до 100 м.

- пожаротушение: процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для ликвидации пожара.

- система пожарной сигнализации: совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста.

- система водоснабжения - комплекс взаимосвязанных устройств и сооружений, обеспечивающих потребителей водой в требуемом количестве и заданного качества.

- система предотвращения пожара: комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты [1].

- 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 [1].

- степень огнестойкости: способность здания, а также материалов из которых состоят отдельные элементы конструкций, противостоять пожару, не разрушаясь, не деформируясь, в случае его возникновения и распространения [2].

Обозначения и сокращения:

ВЗ – высотные здания

АКП – автомобиль коленчатый подъёмник;

АЛ – автолестница;

АНР – автомобиль насосно-рукавный;

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

АЦ – автоцистерна пожарная;

ВМП – воздушно-механическая пена;

ГДЗС – газодымозащитная служба;

ГСМ – горюче-смазочный материал;

ЗПЭ – здание повышенной этажности;

КПРП – концентрационные пределы распространения пламени;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

НПБ – нормы пожарной безопасности;

НТ – начальник тыла;

НШ – начальник штаба на пожаре;

ОС – огнетушащее средство (состав);

ОФП – опасный фактор пожара;

ПО – пенообразователь;

ППБ – правила пожарной безопасности;

РТП – руководитель тушения пожара;

РФ – Российская Федерация;

СИЗОД – средство индивидуальной защиты органов дыхания;

СПТ – служба пожаротушения;

ФПС – Федеральная противопожарная служба;

ЦППС – центральный пункт пожарной связи;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

Нормативные ссылки:

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ Р 22.9.11-2013 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные средства спасения из высотных зданий. Классификация. Общие технические требования;

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования;

ГОСТ Р 51049-97 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные;

ГОСТ Р 51844-2001 Техника пожарная. Шкафы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний утратило силу;

ГОСТ 30247.2-97 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Двери и ворота. - Взамен СТ СЭВ 3974-83;

ГОСТ 30247.1-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. - Взамен СТ СЭВ 1000-78, СТ СЭВ 5062-85;

ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. - Взамен СТ СЭВ 1000-78. НПБ 87-2000 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний;

СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»;

СНиП 31-06-2013 «Общественные здания и сооружения»;

СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003;

СП 6.13130.2013 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности».

Содержание

	с.
Введение	13
1 Общие представления о пожарной безопасности ВЗ	15
1.1 Литературный обзор по проблеме пожарной безопасности высотных зданий.	15
1.2 Нормативы пожарной безопасности высотных зданий и сооружений	18
1.3 Виды и способы противопожарной защиты высотных зданий в мировой практике	21
2 Система мероприятий противопожарной защиты зданий высотных зданий	24
2.1 Конструктивные материалы ВЗ	26
2.2 Конструктивные системы высотных зданий	29
2.3 Меры по ограничению распространения пожара в высотных зданиях	31
2.3.1 Противопожарные преграды в высотных зданиях	33
2.3.2 Преграды в виде водяных завес	33
2.3.3 Противопожарные разрывы	34
2.4 Меры по обеспечению своевременной и беспрепятственной эвакуации людей при ЧС в высотных зданиях	34
2.4.1 Эвакуация людей из высотных зданий	34
2.4.2 Преграды в виде водяных завес	36
2.4.3 Противодымная защита высотных зданий	37
2.5 Системы пожарной сигнализации и оповещения. Установки автоматического пожаротушения.	39
3 Современный высотный жилой комплекс, особенности его противопожарной защиты	40
3.1 Адресное расположение объекта исследования, его противопожарные характеристики	40
3.2 Архитектурно-строительные решения по обеспечению пожарной безопасности	41
3.3 Противодымная защита при пожаре в жилом комплексе	44
3.4 Пожаротушение жилого комплекса	45
3.5 Расчет сил и средств для ликвидации пожара в жилом комплексе	46
3.5.1 Вариант тушения пожара в квартире на 16 этаже	46
3.5.2 Расчет времени эвакуации	51
4 Современные технологии, обеспечивающие эффективность пожаротушения в высотных зданиях	55
4.1 Современные технические разработки, используемые для тушения пожара в высотных зданиях	55

4.2 Использование современной системы гидроабразивной резки «Кобра» для тушения пожара в жилом комплексе	59
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
5.1 Оценка прямого ущерба	64
5.1.1 Ущерб, нанесенный помещению	66
5.2 Оценка косвенного ущерба	67
5.2.1 Сумма косвенного ущерба	67
5.2.2 Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования корпуса	69
5.2.3 Затраты, связанные с восстановлением квартиры №96	70
5.2.4	71
6 Социальная ответственность	72
6.1 Выявление, анализ вредных производственных факторов	72
6.1.1 Микроклимат	73
6.1.2 Освещение	74
6.1.3 Загазованность и запыленность воздуха	76
6.2 Выявление, анализ опасных производственных факторов	77
6.2.1 Электробезопасность	77
6.2.2 Индивидуальные средства защиты	77
6.2.3 Пожаровзрывоопасность	78
6.3 Заключение по разделу социальной ответственности	79
Заключение	80
Список используемых источников	82

Введение

Архитектурная особенность современного крупного города, его массивность, архитектурный облик определяются возведенными в нем высотными зданиями и сооружениями.

Высотные здания – это не только признак технического прогресса нашего времени и производства новых материалов и технологий, которые в условиях рыночной экономики свидетельствуют о потенциале и развитии современного города, но это и технологически сложные строительные конструкции, которые относятся к объектам повышенного риска. При этом важно отметить, что вероятность возникновения в высотных зданиях чрезвычайных ситуаций, связанных с опасностями для жизни людей и целостностью самих конструкций зданий, весьма высокая. Чрезвычайную опасность в них представляет пожар. Согласно СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» высотными зданиями считаются здания с высотой более 28 метров. По данным статистики на одном пожаре в здании высотой более 25 этажей погибает в 3-4 раза больше людей, чем в 9-16 этажном доме.

Особый характер пожарной опасности в высотных зданиях определяется следующими показателями:

- массовое пребывание людей в зданиях;
- высота здания, превышающая возможности использования для спасения людей механических лестниц, находящихся в гарнизонах пожарной охраны;
- частичное или полное разрушение здания;
- интенсивность распространения пламени, дыма, токсичных веществ по высоте здания;
- отсутствие или недостаточность средств спасения людей при пожаре и др.

Целью данной работы является аналитический обзор современных технологий обеспечения пожарной безопасности в высотных зданиях и разработка тактических действий пожарных спасателей при тушении пожара в высотном жилом комплексе с применением современного метода гидроабразивной резки «Кобра».

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- осуществлен анализ информации о пожарах в высотных зданиях городов мира.
- проведен литературный обзор по проблеме пожарной безопасности высотных зданий;
- изучены отечественные нормативные документы пожарной безопасности высотных зданий и сооружений, а также виды и способы противопожарной защиты высотных зданий в мировой практике;
- проанализированы элементы система противопожарной защиты ВЗ;
- изучена характеристика объекта, в котором возник пожар – жилой комплекс на Притомском проспекте в г. Кемерово;
- произведен расчет сил и средств по тушению пожара на 16 этаже высотного дома, а также применен метод тушения пожара с использованием современной системы гидроабразивной резки «Кобра».
- разработаны организационные действия по проведению спасательных работ.

1. Общие представления о пожарной безопасности ВЗ

1.1 Литературный обзор по проблеме пожарной безопасности высотных зданий.

В таблице 1 приведены сведения о пожарах в высотных зданиях городов мира.

Таблица 1 – Пожары в высотных зданиях городов мира.

Место и дата трагедии	Последствия пожара
Сан-Паулу (Бразилия), 01.02.1974г.	Пожар в 25-этажном здании. Число погибших 227 человек, пострадало 450 человек.
Лос-Анжелес (США), 05.05.1988г.	Пожар в 62-этажном здании банка First Interstate Bank. В огне, охватившем пять этажей, погиб один человек, более 40 человек пострадали.
Нью-Йорк (США), 17.07.1990г.	Пожар в небоскребе Empire State Building. Из-за отравления дымом пострадали 38 человек.
Филадельфия (США), 25.02.1991г.	Пожар начался на 22 этаже и поднялся на восемь этажей вверх. При тушении пожара погибло трое пожарных.
Претория (ЮАР), 15.06.1994г.	Загорелось 27-этажное здание в центре. Огонь вспыхнул на 19 этаже. Около 40 человек погибло.
Джакарта (Индонезия), 08.12.1997г.	Пожар возник на верхних этажах 25-этажного банка Индонезии. Три верхних этажа выгорели полностью. 15 человек погибли.
Москва (Россия), 04.04.2012г.	Пожар возник на 67 этаже. Пострадавших удалось избежать, так как здание еще не было достроено.

Изучением пожарной безопасности ВЗ занимались многие авторы. Так в трудах Рейтмана В. по обеспечению безопасности людей при пожаре в высотных зданиях проводится анализ пожаров в высотных зданиях и их последствия. Так, например, автор приводит самый крупный в 22-ух этажном здании отеля в Сеуле (Южная Корея) 25 декабря 1971 г. начался в кафетерии на 2-ом этаже. Огонь по нейлоновым занавесям на окнах распространился на верхние этажи, произошло

обрушение конструкций лестничных клеток и перекрытий. Из 296 чел. Погибло 164 чел. 58 получили ожоги и отравления, число спасателей составило 1100 чел. В 2005 г. в 32-ух этажном небоскребе (Мадрид, Испания) Из-за отсутствия нормального функционирования системы противопожарной защиты пожар распространился на все здание. В 1993 г. и 2005 г. в Москве произошли пожары в 25 этажных домах. В первом случае выгорело 5 квартир и погибло 5 чел. во втором пожар начался на 25 этаже и погибло 4 чел. На рисунке 1 показаны последствия этих пожаров [2].



Рисунок 1 – Последствия пожаров

А – Мадрид, Испания; Б – Москва, Россия; В – Шанхай, Китай.

В. Рейтман не только проводит анализ причин пожаров и их последствий, но и характеризует особый характер пожарной опасности в высотных зданиях, который по мнению автора, определяется следующими показателями:

- наличие условий, способствующих возникновению пожара;
- возможность массового пребывания людей в здании;
- высотой здания, превышающей возможности использования для спасения людей механических лестниц, имеющих в гарнизонах пожарной охраны;

- возможность частичного или полного разрушения при пожаре отдельных элементов здания, определенной части здания или всего здания;
- интенсивное распространение в высотном здании пламени, дыма, токсичных веществ по помещениям, коридорам и техническим коммуникациям, а также через зазоры в строительных конструкциях;
- блокирование лифтов и выходов из строя управления лифтами;
- отсутствие или недостаточность средств для спасения людей внутри здания;
- отсутствие в нормах четких регламентаций относительно оценки уровня пожарной опасности рассматриваемых объектов [3].

По совершенствованию управлением тушения пожаров и спасению людей в зданиях повышенной этажности городов Вьетнама проведены исследования, автором которых является Чинь Тхэ Зунг. Он разрабатывал методику определения времени проведения спасательных работ в ВЗ, а также основы расчета потребности звеньев ГДЗС для спасательных работ при пожарах в ВЗ [46].

Авторы А. Корольченко, Чинь Тхэ Зунг, А. Ляпин в статье «Пожарная защита высотных зданий» приводят примеры разделения высотных зданий на четыре отсека: подземный отсек – гараж; надземный отсек – торговая часть; офисная часть (офисы) и жилая часть здания. В работе авторы излагают многоуровневую систему защиты противопожарной защиты ВЗ, разработанную в Московском государственном строительном университете. Такая системы позволит обеспечить требуемый законом уровень безопасности людей и сохранить материальные ценности при возникновении пожара. Важное значение в своей работе авторы уделяют поведению строительных конструкций при пожаре и обеспечению их огнестойкости[4].

Автор статьи «Оценка вероятности возникновения пожаров в жилых зданиях» И. А. Целыковский отметил, что пожарная безопасность объектов во многом обеспечивается применением установок противопожарной защиты (пожаротушения и пожарной сигнализации), наличием первичных средств

пожаротушения, систем внутреннего и наружного противопожарного водоснабжения, дымоудаления и подпора воздуха, предусмотренных требованиями и нормами пожарной безопасности, а также организацией контроля за поддержанием их в работоспособном состоянии [4].

Н. Г. Климушина в работе «Противопожарная защита высотных зданий» делает акцент на том, что этажность зданий является одним из основных факторов, определяющих класс функциональной пожарной опасности здания, т.к., в случае возникновения пожара в одном из помещений такого здания, обеспечение безопасности людей и имущества представляет собой сложную проблему. Иначе говоря, этажность зданий является одним из факторов определяющих совокупность мер системы их противопожарной защиты [5].

В статье «Пожарная безопасность высотных многофункциональных зданий» авторы В.А. Казакова, А.Г. Терещенко, Е. С. Недвига утверждают, что Пожары представляют собой особую опасность для высотных зданий и сооружений, вследствие особенностей их конструктивно-планировочных решений, назначения, технологии возведения и последующей эксплуатации. Эти здания являются технологически сложными строительными сооружениями и относятся к объектам повышенного риска [6].

1.2 Нормативы пожарной безопасности высотных зданий и сооружений

В России согласно СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» высотными зданиями считаются здания с высотой более 28 метров. Однако точного определения ВЗ согласно своду правил (СП 5.13130.2009. «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования») нет. Эти правила определяют максимальную высоту многоэтажных зданий 75 м. Высота здания определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарной техники и нижней границей открывающегося проёма (парапета эксплуатируемой кровли) в наружной стене. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г.

№ 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Следовательно, к высотным можно отнести здания, разность вышеуказанных отметок которых превышает 75 м. Для таких зданий установлен особый порядок согласования проектной документации [7].

В современных строительных нормах обеспечение безопасности людей при пожаре относится к приоритетным требованиям СНИП21-01-97. Для обеспечения эффективной противопожарной защиты высотных зданий разработан и успешно применяется многоуровневый комплекс мер СПЗ, основанный на концепции обеспечения безопасности людей. В этот комплекс мер СПЗ входят как меры, обязательные для любых зданий, к которым предъявляются особые дополнительные требования, так и специальные дополнительные меры, являющиеся обязательными только для высотных зданий.

Федеральный закон № 123 гласит и 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, в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам. Федеральные законы о технических регламентах, содержащие требования пожарной безопасности к конкретной продукции, не действуют в части, устанавливающей более низкие, чем установленные настоящим Федеральным законом, требования пожарной безопасности [7].

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» определяет следующие требования к автоматическим установкам пожарной сигнализации:

- технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны обеспечивать электрическую и информационную совместимость друг с другом, а также с другими взаимодействующими с ними техническими средствами;

- линии связи между техническими средствами автоматических установок пожарной сигнализации должны быть выполнены с учетом обеспечения их функционирования при пожаре в течение времени, необходимого для обнаружения пожара, выдачи сигналов об эвакуации, в течение времени, необходимого для эвакуации людей, а также времени, необходимого для управления другими техническими средствами;

- приборы управления пожарным оборудованием автоматических установок пожарной сигнализации должны обеспечивать принцип управления в соответствии с типом управляемого оборудования и требованиями конкретного объекта;

- технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны быть обеспечены бесперебойным электропитанием на время выполнения ими своих функций.

- технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных помех с предельно допустимыми значениями уровня, характерного для защищаемого объекта, при этом данные технические средства не должны оказывать отрицательное воздействие электромагнитными помехами на иные технические средства, применяемые на объекте защиты [7].

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. Говорит, что пожарная безопасность объекта должна быть обеспечена системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

ГОСТ 30247.094 Строительные конструкции. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. Регламентирует общие требования к методам испытаний строительных конструкций и элементов инженерных систем на огнестойкость при обычных условиях теплового воздействия и применяется для установления пределов огнестойкости применительно к ВЗ

ГОСТ Р 12.3.047.98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. Настоящий стандарт устанавливает общие

требования пожарной безопасности к технологическим процессам различного назначения всех отраслей экономики страны и любых форм собственности при их проектировании, строительстве, реконструкции, вводе, эксплуатации и прекращении эксплуатации, а также при разработке и изменении норм технологического проектирования и других нормативных документов, регламентирующих мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на производственных объектах и при разработке технологических частей проектов, технологических регламентов.

ГОСТ Р 22.9.11-2013 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные средства спасения из высотных зданий. Классификация. Общие технические требования. Настоящий стандарт устанавливает классификацию и общие технические требования к аварийно-спасательным средствам спасения (АСС) людей из высотных зданий.

1.3 Виды и способы противопожарной защиты высотных зданий в мировой практике

Первая система противопожарной защиты, которая может быть использована в высотных зданиях разработана специалистами института промышленной безопасности в Германии. Это система «van seven», основной принцип действия которой заключается в образовании семи больших пузырей пены из каждой капли воды. Благодаря легкости огнетушащего состава значительно увеличивается дальность его подачи (до 300 м по вертикали). А эффективность использования вспененной воды как огнетушащего средства возрастает до 80 %. Система всего за 62 секунды способна полностью потушить самолет, лежащий в луже разгоревшегося керосина, используя при этом только 440 л воды и 2,5 л пенообразователя. То есть в квартире после тушения пожара таким способом остается только немного экологически чистой пены, сравнимой с пеной для бритья, и никакой воды. Данная система пожаротушения дает

возможность производства и сухой пены для защиты объектов, которые еще не охвачены пламенем [8].

Существует всемирно известная шведская система «Кобра». Она незаменима в случае, если дверь в квартиру закрыта, а хозяев нет. Здесь обычные средства пожаротушения вовсе не эффективны. Основное отличие системы – наличие специального пожарного пистолета, способного подавать воду под большим давлением. Первая партия воды смешивается со специальным абразивным порошком и обладает способностью моментально прорезать отверстие в чем угодно – в бетоне, дереве, железе. Через несколько секунд в образовавшееся отверстие уйдет мощная струя тонкораспыленной воды, очень эффективного огнетушащего вещества [8].

В ОАЭ количество высоток и небоскребов в несколько раз превышает аналогичные показатели в других странах Ближнего Востока. В связи с этим экстренные службы вынуждены действовать в крайне сложных условиях, когда даже незначительная авария водоснабжения или возгорание могут в считанные минуты привести к масштабным трагическим последствиям. Борьба с такими угрозами, будет новейший пожарный беспилотник, разработанный студентами эмиратского ВУЗа.

По имеющимся данным, летательный аппарат получил название «Беспилотник поддержки Сил гражданской обороны» и был представлен учащимися Университета науки и технологий эмирата Аджман на севере ОАЭ. Устройство оснащено специальной системой автопилотирования и может обходиться без помощи человека. Благодаря навигационному модулю, беспилотник может быть «привязан» к точке или району на карте и осуществлять его патрулирование, передавая видео картинку высокого разрешения на мобильные принимающие устройства экстренных служб

Известен способ тушения пожаров в высотных зданиях с применением вертолета (патент США №5.135.055, МКИ А 62 С 27/00, опубл. 04.08.1992). Этот способ включает в себя заправку вертолета бортовым запасом жидкого огнетушащего вещества одного состава, полет к высотному зданию, маневр

относительно здания на требуемой высоте, разрушение оконных стекол в здании и подачу в образовавшиеся оконные проемы горизонтально огнетушащего вещества [9].

К недостаткам указанного способа можно отнести следующие: в известном способе осуществляется горизонтальная подача жидкого огнетушащего вещества только одного состава. Подача огнетушащего вещества одного состава осуществляется с помощью насосной системы вертолета, что приводит к потере мощности вертолетного двигателя. Кроме того, в известном способе подача огнетушащего вещества осуществляется в горизонтальной плоскости по окнам зданий, что не может быть использовано при тушении пожаров в кровельных сооружениях зданий. Наличие в известном способе жидкого огнетушащего вещества одного состава не позволяет эффективно выполнять тушение пожара разной классификации на одном объекте.

Нашими соотечественниками разработана уникальная система, принцип действия которой основан на особых свойствах воды, которые она приобретает вследствие перегрева. Температурно-активированная вода (ТАВ) входит в метастабильное состояние, когда у нее значительно улучшаются огнетушащие свойства без добавления каких-либо дополнительных веществ. Это дает возможность не только быстро тушить пожары любой сложности, но и осуществлять пожаротушение в замкнутых пространствах. Система способна не только быстро потушить пожар, но и резко уменьшить задымление помещений. Принцип работы системы заключается в образовании облака максимально малых капель ТАВ, способного не только быстро справиться с огнем, но и связать все находящиеся в дыму ядовитые вещества. А значит исключить основной фактор пожара, от которого гибнут люди. Такой способ тушения не только очень эффективен, но и экологически безопасен, а также экономичен[9].

2 Система мероприятий противопожарной защиты зданий высотных зданий

Система противопожарной защиты ВЗ представлена на рисунке 2.

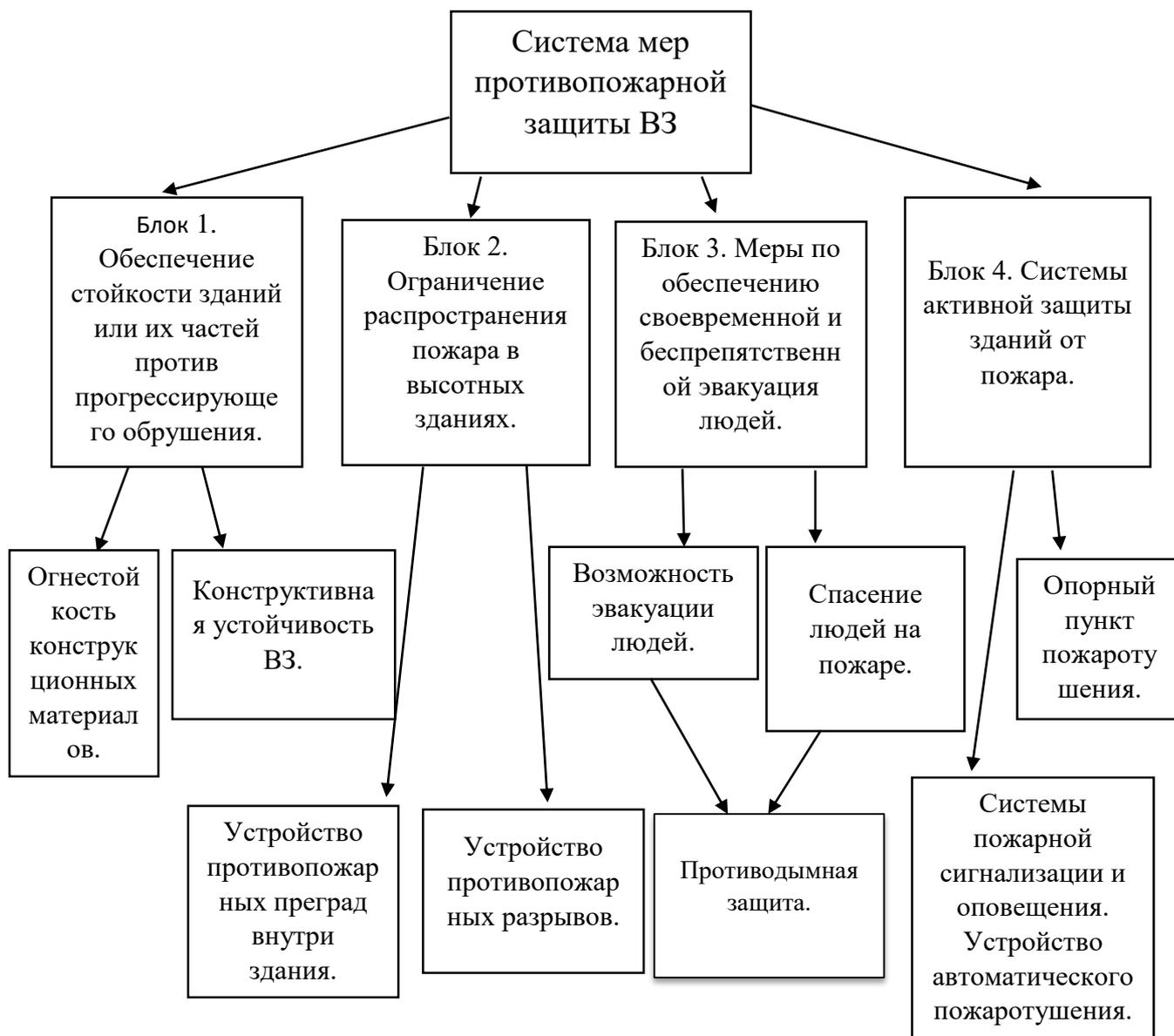


Рисунок 2 – Система противопожарной защиты ВЗ

На основании анализа содержания СНиП 21-01-97 можно заключить, что пожарная защита в зданиях требует особого внимания. А система мер противопожарной защиты, должна развиваться по двум основным направлениям: пассивная и активная защита.

Пассивная защита направлена на усилия специалистов конструктивно-технологических решений, которые позволяют повысить степень огнестойкости высотных зданий, задержать развитие пожара и локализовать его в пределах пожарного отсека (секции), обеспечить безопасность людей за счет их своевременной эвакуации или укрытия в специальных помещениях безопасности внутри здания [10].

Активная защита высотных зданий от пожаров основана на развитии средств и способов борьбы с пожаром – от постоянства совершенствования АПС и АУПТ до пожарной техники (высотные автолестницы и подъемники специализированные спасательные вертолеты и т.п.) а также тактики пожарных подразделений. В таблице 2 представлена классификация пожарной опасности высотных зданий по их функциональному назначению

Таблица 2 – Классификация пожарной опасности высотных зданий по их функциональному назначению [10]

	Гостиницы	Многоквартирные жилые дома	Выставочные залы	Организация общественного питания	Офисы	Автостоянки
Класс пожарной опасности	1,2	Ф1,3	Ф2,2	Ф3,2	Ф4,3	Ф5,2
Макс. Высота (кол-во этажей), м	80	75	50	50	50	3 подземных этажа
Класс конструктивной пожарной опасности	С0	С0	С0	С0	С0	С0
Степень огнестойкости	Не ниже 3	1	1	1	1	1

2.1 Конструктивные материалы высотных зданий

Важным моментом при принятии конструктивных решений по проектированию высотных зданий, на наш взгляд, является анализ физико-химических процессов, происходящих во время пожара в бетоне, и изменение его механических свойств.

В начальной стадии пожара, при температуре до 200 °С, прочность бетона при сжатии практически не меняется; происходит дополнительная дегидратация клинкерных минералов и повышение прочности заполнителей, что упрочняет структуру бетона. Если влажность бетона выше 3,5 %, то при огневом воздействии и температуре 250 °С возможно хрупкое разрушение бетона. С повышением температуры бетона до 350 °С вследствие его высыхания в нем наблюдается образование трещин от температурной усадки. При температурах свыше 350 °С в структуре бетона образуются микротрещины в кристаллизационной решетке цементного камня. После нагрева бетона до температуры выше 450 °С в охлажденном состоянии свободный оксид кальция (известь) цементного камня гасится влагой воздуха; при этом происходит значительное увеличение объема минерала с нарушением структуры бетона. Температурная усадка цементного камня при одновременном расширении заполнителей нарушат связи между ними и разрывает цементный камень на отдельные части. Охлаждение бетона водой при пожаротушении вызывает дополнительное разрушение структуры в наружных слоях бетона. При температуре выше 750 °С из цементного камня удаляется химически связанная вода, и структура бетона продолжает нарушаться из-за разности температурных деформаций вяжущего и заполнителей [11].

При температурах нагрева арматуры до 350 °С прогиб железобетонного элемента развивается в основном за счет разности температурного расширения металлической арматуры и бетона у более нагреваемой поверхности. Более высокие температуры огневого воздействия пожара вызывают прогиб за счет

высокотемпературной ползучести арматуры. После окончания пожара прочностные и упруго-пластичные свойства бетона не восстанавливаются, а в арматуре происходит частичное восстановление прочности и полное восстановление упругости.

При развитии пожара защитный слой бетона предохраняет арматуру от быстрого нагрева до критической температуры. Таким образом, повышение предела огнестойкости железобетонных конструкций до нормативных значений для конкретного здания достигается за счет увеличения толщины защитного слоя бетона, что приводит к значительному утяжелению конструкций. Достижение требуемых пределов огнестойкости возможно иным путем применением эффективных огнезащитных вспучивающихся покрытий.

В мировой практике для возведения высотных зданий используют высокопрочный бетон и сталь. Причем сборные железобетонные изделия находят ограниченное применение. В России для стеновых систем используют высокоподвижные и литые бетоны класса по прочности на сжатие С30/37 и выше (В40 и выше по классификации СНиП 2.03.01 – 84*). Армирование стеновых конструкций выполняют арматурой класса S500. В практике высотного строительства Российской Федерации получила широкое распространение арматура класса Ат500С, которую применяют для рабочего армирования как в растянутой, так и сжатой зоне сечения.

Стойки каркасных систем – колонны, пилоны и другие аналогичные элементы возводят с применением так называемого высокопрочного (HSC – High Strength Concrete) и высококачественного бетона (HQC – High Quality Concrete), прочность на сжатие которого достигает 100 МПа и более. Это бетоны с заданными свойствами, определенными из условий технологии производства работ и обеспечения требований безопасности, в том числе в случае пожара. Например, с помощью нового бетона был построен мост, соединяющий два берега пролива Акаси, длина центрального пролета 1990 м. Новый материал позволил осуществить план по строительству тоннеля под Ла-Манш, построить небоскреб в Чикаго, с 125 этажей на высоте 610 м. Такие бетоны были созданы в

начале 90-х годов в Японии, и других промышленно развитых стран мира США, Швеции, Германии, Франции [12].

Использование нового высококачественного бетона позволяет создавать здания и сооружения с высокой надежностью даже в сложных условиях окружающей среды и ударных нагрузок различных видов, а также значительно сократить общее время строительства.

В России сегодня производится высокопрочный бетон марки М600-М1200 и немного выше. Материал имеет незначительный период твердения. Высокое качество бетона России производство характеризуется высокими характеристиками морозостойкости и водонепроницаемости, низкой степенью водопоглощения, истиранию, герметичностью, что позволяет использовать его как в индивидуальном строительстве, на капитальный ремонт городских квартир. В современных небоскребах крайне редко можно встретить “чисто” стальные или железобетонные в традиционном понимании (с обычным процентом армирования) конструкции [12].

При бетонировании больших массивов, таких, как фундаменты высотных зданий, имеющие объемы до нескольких тысяч кубометров, в бетоны вводят замедлители схватывания, которые препятствуют разогреву свежееуложенного бетона за счет тепла, выделяемого при гидратации цементного камня, т.е. применяют литые самоуплотняющиеся бетонные смеси, модифицированные химическими добавками. Ограничение температуры внутри массива необходимо для исключения образования температурно-усадочных трещин, особенно в холодный период года.

Для повышения огнестойкости высокопрочного бетона, для которого характерно взрывное хрупкое разрушение при высокотемпературном нагреве, в состав бетонной смеси вводят полимерный наполнитель. При нагреве полимерные волокна плавятся и искусственно создают поризацию цементного камня, которая в свою очередь обеспечивает возможность расширения водяных паров без отрыва поверхностных участков бетона [13].

2.2 Конструктивные системы высотных зданий

Как конструкции ВЗ – это система из прочных, жестких элементов преимущественно в вертикальном протяжении, в которых перераспределение сил, а именно фокусирование и заземление горизонтальных сил (межэтажные и ветровые нагрузки) осуществляется определенной устойчивостью по высоте. Несущие системы, являются структурами контроля высотных нагрузок. По типу несущей конструкции высотные сооружения подразделяются: на растровые высотные сооружения, высотные сооружения с оболочкой, ствольные высотные сооружения, пролетные высотные сооружения, их еще называют мостовые высотные сооружения (рисунок 1)

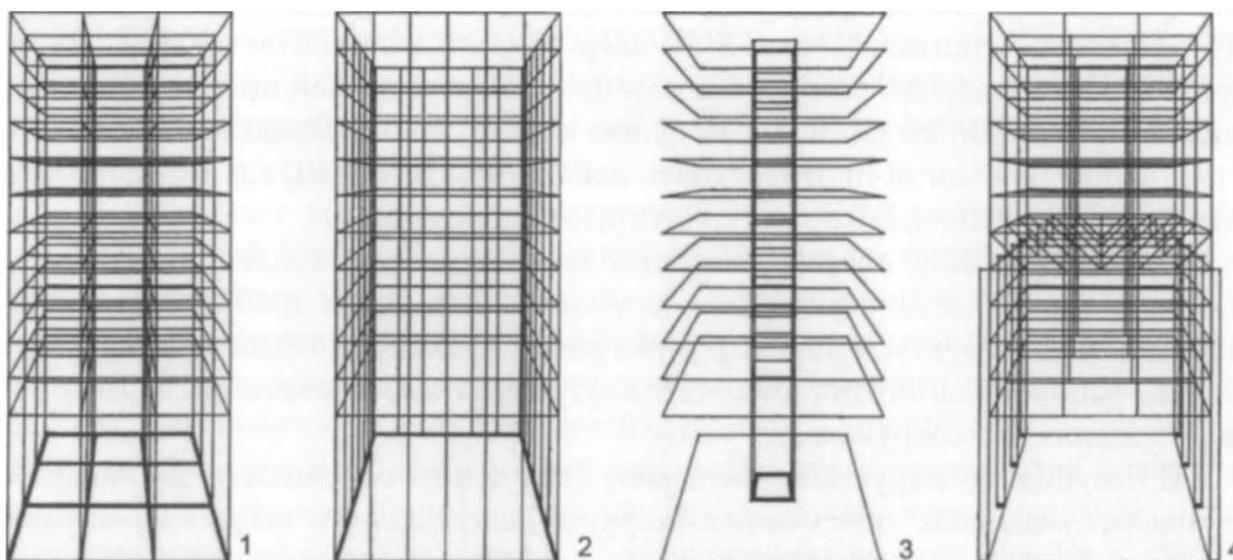


Рисунок 2 – Типы несущих конструкций высотный сооружений

1 – Растровые 2 – Оболочковые 3 – Ствольные 4 – Мостовые.

Конструкции несущих систем ВЗ определяются высотой здания, они зависят также от активности района строительства, инженерно-геологических условий, ветровых воздействий, архитектурно планировочных требований [14].

Высотные здания можно разделить на диапазоны по высоте, для каждого из которых характерны свои конструктивные решения. При этом следует

заметить, что границы диапазонов в определенной степени условны в силу перечисленных выше обстоятельств.

Здания высотой до 200-250 м возводят с несущим каркасом (рамный каркас, каркас с диафрагмами жесткости). В основе строительства жилых домов и гостиниц лежит перекрестно стеновая система, которая обеспечивает высокую жесткость зданиям высотой до 150 м [14].

В основе, несущей системы зданий высотой более 250 м лежат конструктивные системы: “труба в трубе” и “труба в ферме”. Эти системы имеют центральный ствол, воспринимающий основную долю всех нагрузок, и расположенные по периметру здания несущие элементы в виде отдельных стоек (колонн), решетчатых систем (ферм, составных стержней и др.).

В зарубежной практике используются конструктивные системы ВЗ в форме круга или фигур близких по форме к кругу. Например, здания Marina City в г. Чикаго (США), Petronas Towers в г. КуалаЛумпур (Малайзия), Taipei101 в г. Тайпэй (Тайвань) [14].

В зарубежной практике конструктивных решений являются сечения минимум с двумя осями симметрии. Такие здания менее других чувствительны к изменению направления действия горизонтальных нагрузок. Важно отметить что, для улучшения сопротивления ветровому напору и уменьшения амплитуды и частоты колебаний верха здания прибегают к увеличению жесткости несущего остова, то при сейсмических нагрузках такие здания не способны поглотить энергию толчков земной коры, что вызывает значительные перемещения и ускорения на верхних этажах. В свою очередь уменьшение поперечной жесткости несущей системы, приводит к увеличению гибкости скелета, ухудшением комфортных условий на верхних этажах, испытывающих значительные колебания [14].

В мировой практике в особо высоких зданиях (до 300 м и более) на верхних этажах устраивают пассивные маятниковые демпферы. Такой демпфер установлен в башне Taipei101. Он имеет вес около 800 т, подвешен с помощью тросов на 92-м этаже и предназначен для гашения инерционных колебаний.

Повышение изгибной жесткости несущего остова высотных зданий со ствольными конструктивными системами и их сопротивляемости действию динамических горизонтальных воздействий достигается введением в каркас аутригерных структур. Включение аутригерных структур принципиально изменяет характер работы каркаса и позволяет регулировать его реакцию на внешние воздействия. Аутригеры высотных зданий, в конструктивном отношении представляющие собой раскосные или безраскосные фермы, разбивающие здания на отдельные функциональные и противопожарные отсеки.

Расчетного срок службы высотного здания составляет не менее 100 лет, за этот период каждый объект минимум один раз может подвергнуться воздействию сейсмических нагрузок достаточно высокой интенсивности [15].

А так как сопротивление высотного здания совокупности вертикальных и горизонтальных нагрузок зависит от формы вертикального сечения и регулярности структуры несущей системы. В этом отношении к оптимальным очертаниям приближаются трапеция с большим нижним основанием и прямоугольник. Такие профили обладают достаточной поперечной жесткостью.

2.3 Меры по ограничению распространения пожара в высотных зданиях

2.3.1 Противопожарные преграды в высотных зданиях

Противопожарные преграды – это технические решения, предназначенные для предотвращения распространения пожара и продуктов горения из помещения или пожарного отсека с очагом пожара в другие помещения. Основными видами противопожарных преград являются: противопожарные стены, перегородки, перекрытия, клапаны, зоны и т.д. В сочетании с другими элементами системы противопожарной защиты высотных и других зданий и сооружений, противопожарные преграды являются надежным средством повышения безопасности людей и снижения материального ущерба при пожарах. Противопожарные стены-вертикальные преграды, разделяющие

здание по всей высоте на пожарные отсеки, обеспечивающие нераспространение пожара в смежный пожарный отсек, в том числе в случае обрушения конструкции здания со стороны очага пожара. Обеспечение функционального назначения противопожарных стен в случае обрушения конструкции со стороны очага пожара решается путем использования специальных способов опирания на противопожарную стену примыкающих конструкций. В противопожарных преградах допускается устройство проемов при условии их специальной защиты в виде противопожарных дверей, люков, клапанов, окон. Заполнения проемов в противопожарных преградах в виде дверей, люков и клапанов должны быть оборудованы устройствами для самозакрывания и уплотнения в притворах. Если они должны эксплуатироваться в открытом положении, обязательным является их оборудование устройствами, обеспечивающими автоматическое закрывание при пожаре. Для зданий высотой выше 16 этажей вводится ряд особых требований. Например, наибольшая площадь этажа между противопожарными стенами для таких зданий при размещении гостиничных номеров или квартир не может превышать 3000 м², площадь подземных этажей между противопожарными стенами не должна превышать 4000 м². При этом предел огнестойкости противопожарных стен в подземной части здания должен составлять не менее REI150. Противопожарные перекрытия устраивают в высотных зданиях в силу необходимости ограничивать распространение пожара по вертикали здания. Многоэтажные здания следует разделять противопожарными перекрытиями по вертикали на пожарные отсеки. Высота такого отсека не должна превышать 30 этажей, для жилых зданий – 50 м. Граница самого нижнего пожарного отсека высотного здания определяется с учетом возможности доступа пожарных подразделений с автолестниц и автоподъемников в любую квартиру отсека [16].

Каждый пожарный отсек высотного здания отделяется от другого противопожарным перекрытием, имеющим предел огнестойкости REI 180. Надежной противопожарной преградой, ограничивающей распространение пожара в высотном здании по вертикали, являются перекрытия технического

этажа. В этом случае наличие двух перекрытий технического этажа является надежной преградой для распространения пожара между отсеками. Огнестойкость таких перекрытий допускается не менее REI 90. На границе вертикального противопожарного отсека следует предусматривать карнизы по контуру здания, выступающие за пределы фасада на 0,75 м. Необходимо обратить внимание на то, что ограничение распространения пожара по вертикали связано с наличием лестничных клеток, лифтовых шахт и других шахт для прокладки различных коммуникаций. В этом случае необходимо разрабатывать дополнительные технические решения, исключающие распространение пожара по вертикали: смещение оси лестничных клеток и лифтовых шахт в различных отсеках, противодымную защиту и т.д [16].

2.3.2 Преграды в виде водяных завес.

При решении ряда архитектурно-планировочных задач при проектировании высотных зданий допускается вместо противопожарных стен устраивать противопожарные преграды в виде водяных завес. Для этой цели может быть использована «дренчерная» система пожаротушения. Это система трубопроводов для подачи огнетушащего состава, снабженных специальными насадками – дренчерными оросителями. Роль противопожарной преграды в данном случае играют две линии распределительных трубопроводов с дренчерными оросителями. При возникновении пожара происходит включение дренчерной системы автоматически или вручную и, соответственно, истечение огнетушащего состава в двух параллельных плоскостях. В этом случае эквивалентом противопожарной преграды являются образующиеся водяные завесы в двух плоскостях, расположенных друг от друга на расстоянии 0,5 м и обеспечивающих интенсивность орошения не менее 1 л/с на 1 м завесы при времени ее работы не менее 1 часа [17].

2.3.3 Противопожарные разрывы

Противопожарные разрывы между зданиями являются важным элементом системы противопожарной защиты. Назначение противопожарных разрывов – ограничение распространения пожара от одного здания к другому и обеспечение эффективного тушения пожара и спасения людей и материальных ценностей. Количественной характеристикой противопожарных разрывов является расстояние между зданиями в метрах. В соответствии со строительными нормами и правилами, расстоянием между зданиями считается расстояние в свету между наружными стенами или другими конструкциями. При наличии выступающих более чем на 1 м конструкций зданий, выполненных из горючих материалов, за противопожарный разрыв принимается расстояние между этими конструкциями. Минимально допустимые величины противопожарных разрывов между зданиями установлены, в зависимости от назначения, класса функциональной пожарной опасности и степени огнестойкости противостоящих объектов [18].

2.4 Меры по обеспечению своевременной и беспрепятственной эвакуации людей при ЧС в высотных зданиях

2.4.1 Эвакуация людей из высотных зданий

Процесс движения людей в здании можно подразделить на два типа: нормальное и вынужденное. К характерным особенностям вынужденного движения относится одновременность движения в сторону выходов. Плотность людского потока при этом может значительно превышать плотность потока при нормальном движении. В отдельных случаях плотность людского потока может при вынужденном движении достигать предельных значений, при которых возможны тяжелые увечья и даже смертельный исход. Особо опасным случаем

вынужденного движения людей является движение людей при возникновении паники.

Эвакуация представляет собой процесс организованного самостоятельного движения людей наружу из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара. В соответствии со СНиП 21-01-97 эвакуацией также следует считать несамостоятельное перемещение людей, осуществляемое обслуживающим персоналом. Безопасность эвакуации людей из зданий при ЧС достигается путем обеспечения ее своевременности и беспрепятственности с помощью комплекса специальных мероприятий: объемно-планировочных, эргономических, конструктивных, инженерно-технических и организационных. За пределами помещений необходимо предусмотреть защиту путей эвакуации из условия безопасной эвакуации людей с учетом функциональной пожарной опасности помещений, выходящих на эвакуационный путь, класса конструктивной пожарной опасности здания, численности эвакуируемых, степени огнестойкости здания с учетом других мероприятий по защите путей эвакуации. Эвакуационные пути должны обеспечить эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях. Безопасность человека в помещении или здании при пожаре зависит от времени, в течении которого он может покинуть зону, где на него могут действовать опасные факторы пожара. В связи с этим продолжительность и условия движения людей при эвакуации имеют первостепенное значение и регламентируются соответствующими разработками. Защита людей на путях эвакуации обеспечивается комплексом объемно-планировочных, конструктивных, инженерно-технических и организационных мероприятий. Основные мероприятия такого рода – это противодымная защита здания, ограничение пожарной опасности строительных материалов в помещениях и на путях эвакуации; системы оповещения людей о пожаре [19].

2.4.2 Спасение людей при пожаре

В отличие от эвакуации, спасение людей при пожаре представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, с использованием спасательных средств, через эвакуационные или аварийные выходы. В качестве аварийных выходов могут использоваться выходы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к эвакуационным. К аварийным выходам могут относиться: выход на открытый балкон или лоджию с глухим простенком не менее 1,2 м от торца балкона (лоджии) до оконного проема (остекленной двери) или не менее 1,6 м между остекленными проемами, выходящими на балкон (лоджию); выход на открытый переход шириной не менее 0,6 м, ведущий в смежную секцию здания класса Ф.1.3 или в смежный пожарный отсек через пожарную зону; выход на балкон или лоджию, оборудованные наружной лестницей, поэтажно соединяющей балконы или лоджии; выход на кровлю здания через окно, дверь или люк. Коллективное спасательное устройство – средство спасения при пожаре, которым одновременно может воспользоваться группа людей. Это специальные помещения внутри здания, предназначенные для размещения людей при пожаре в случае невозможности их эвакуации по имеющимся в здании эвакуационным путям и выходам. При оснащении фасадов зданий подъемными устройствами для ремонта и очистки фасадов указанные устройства должны рассчитываться на использование пожарными подразделениями, в том числе для спасения людей. На стадии проектирования высотных зданий должна быть также рассмотрена возможность использования вертолетов для спасения людей. Индивидуальное спасательное устройство – средство для защиты органов дыхания от продуктов горения. В чрезвычайных ситуациях весьма эффективным средством спасения людей являются средства индивидуальной защиты в виде самоспасателей [19].

2.4.3 Противодымная защита высотных зданий

Противодымная защита высотных зданий устраивается для обеспечения эвакуации людей в пожаробезопасные зоны и содействия успешному тушению пожара. Противодымная защита зданий повышенной этажности включает в себя:

- систему дымоудаления из коридоров и холлов;
- устройство незадымляемых лестничных клеток;
- систему подпора воздуха в шахтах лифтов.

Систему дымоудаления при пожаре следует предусматривать:

- из коридоров или холлов всех этажей надземной части зданий высотой более 16 этажей;
- из помещений подземных гаражей автостоянок.

Незадымляемые лестничные клетки, в соответствии с нормами СНиП 21-01-97, подразделяются на три типа: Н1 – устройство входов на лестничную клетку с каждого этажа через открытую воздушную зону (лоджию, галерею и т.п.); Н2 – создание при пожаре подпора воздуха в лестничной клетке; Н3 – создание при пожаре подпора воздуха в тамбур-шлюзах перед лестничной клеткой. Противопожарные лифты – специально оборудованные лифты для использования пожарными подразделениями при пожарах в зданиях повышенной этажности. Следует предусматривать не менее двух противопожарных лифтов в пожарном отсеке зданий высотой более 16 этажей и не менее одного в пожарном отсеке зданий высотой 10-16 этажей при наличии многоэтажного подземного пространства в два и более этажей.

2.5 Системы пожарной сигнализации и оповещения. Установки автоматического пожаротушения.

Необходимость устройства установок пожарной сигнализации в зданиях регламентируется специальными нормами. Согласно НПБ 110-03, жилые и общественные здания высотой более 28 м, независимо от площади, оборудуются

автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) и автоматическими установками пожаротушения (АУП). Установки пожарной сигнализации (УПС) – это совокупность функционально связанных элементов: пожарных извещателей, линии связи, станции пожарной сигнализации для обнаружения пожара на начальной стадии его развития. Пожарные извещатели – это устройства, предназначенные для подачи сигнала о пожаре. Автоматические ПИ преобразуют физические параметры, характеризующие развитие пожара, в электрические сигналы и по линиям связи передают их на станцию пожарной сигнализации (СПС), где они расшифровываются и преобразуются в световые и звуковые сигналы. В зависимости от физического фактора, на который реагируют ПИ, они делятся на тепловые, дымовые, световые и комбинированные.

Средства тушения пожара предназначаются для локализации возникающих очагов горения огнетушащим составом или создания условий, при которых горение прекращается. Одним из самых эффективных средств тушения пожара являются автоматические установки пожаротушения (АУП). Отличительной особенностью АУП является выполнение ими одновременно функций автоматической пожарной сигнализации. Установки пожаротушения классифицируются:

- по виду огнетушащего вещества;
- характеру воздействия на очаг пожара;
- способу пуска;
- инерционности;
- продолжительности подачи средств тушения.

Установки водяного пожаротушения используются для защиты различных объектов, в том числе для защиты высотных жилых и общественных зданий. Водяные АУП по конструктивному исполнению подразделяются на спринклерные и дренчерные [20].

Спринклерные установки водяного пожаротушения (СУВП) применяются в помещениях с обычной пожарной опасностью для локального

тушения по площади. Дренчерные установки водяного пожаротушения (ДУВП) используются для защиты помещений с повышенной пожарной опасностью, когда эффективность пожаротушения может быть достигнута лишь при одновременном орошении всей защищаемой площади. Дренчерные установки применяют, кроме того, для орошения вертикальных поверхностей и создания водяных завес, в качестве эквивалентной замены конструктивных противопожарных преград (например, в атриумах), фонарей и т.п. В зданиях высотой более 16 этажей системы внутреннего противопожарного водопровода и автоматического пожаротушения должны быть отдельными.

Основной функцией ЦПУ СПЗ является управление системами противопожарной защиты и обеспечение координации действий всех служб, ответственных за обеспечение безопасности людей и ликвидацию пожара. Размещается ЦПУ вблизи от главного входа в здание или в помещении первого или цокольного этажа с выходом непосредственно наружу [21].

Для проведения аварийно-спасательных работ по тушению пожара в высотных зданиях главной задачей является разработка системы тактических действий по тушению пожаров и спасению людей. Для них важно было не только разработать такую систему, но и использовать современные зарубежные технологии для борьбы с огнем. В качестве реального объекта рассматривается высотный жилой комплекс расположенный в г. Кемерово на Притомском проспекте 7Б.

3 Современный высотный жилой комплекс, особенности его противопожарной защиты

3.1 Адресное расположение объекта исследования, его противопожарные характеристики

Жилой комплекс состоит из восьми сблокированных между собой зданий разной этажности. Дальний план состоит из трех 26-ти этажных жилых зданий со встроенными помещениями административного назначения, ближний из двух 17-ти этажных жилых зданий с встроенно-пристроенными помещениями административного назначения. Оба плана связаны между собой тремя 3-х этажными пристроенными зданиями с помещениями общественного и административного назначения. Стены смешанные, перекрытия монолитные, перегородки кирпичные гипсовые и асбестовые, кровля рулонная. Год постройки 2012г. Находится комплекс по адресу г. Кемерово, Притомский проспект 7Б. План схема расположения объекта представлена на рисунке 4.

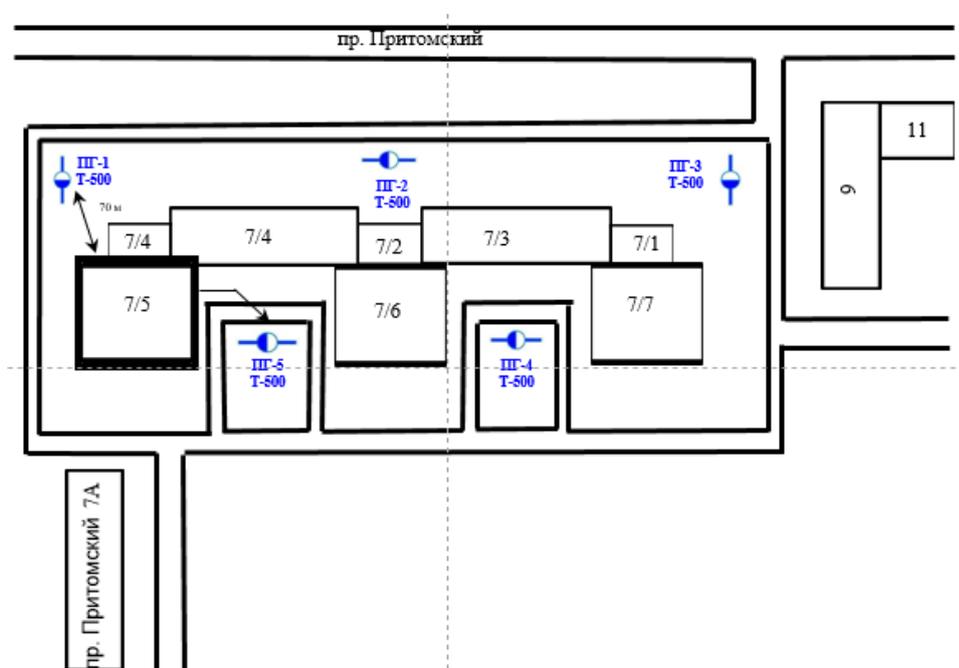


Рисунок 4 – План схема расположения объекта

Ближайшая пожарная часть находится на расстоянии около 2,3 км, на Притомском проспекте, что обеспечит быстрое прибытие пожарных подразделений и локализацию пожара на ранней стадии.

Степень огнестойкости здания – I, II;

Класс конструктивной пожарной опасности – C0, C1;

Функциональная пожарная опасность групп помещений здания – Ф 1.3, Ф 4.3, Ф 3.1.

Количество этажей – 26.

Территория участка в границах проектирования 3,38 га.

Количество жителей 1705 человек.

Количество работающих в офисах 748 человек.

Проектом предусматриваются следующие противопожарные мероприятия:

- расстояние от края проездов до стен здания принято 8 метров;
- на площадке принята ширина проездов и дорог 5,5 метров;
- вокруг комплекса предусмотрен круговой доступ для пожарных машин;
- между проектируемым и существующими зданиями предусмотрены противопожарные разрывы;
- вокруг комплекса предусмотрен кольцевой хозяйственно-противопожарный водопровод.

3.2 Архитектурно-строительные решения по обеспечению пожарной безопасности.

Архитектурный облик высотного комплекса на Притомском проспекте 7Б представлен на рисунке 5. Комплекс разделен на противопожарные отсеки, разделенные противопожарными преградами. Для каждого 26-ти этажного здания один из грузовых лифтов в случае пожара может использоваться для перевозки пожарных подразделений.



Рисунок 5 – Высотный комплекс на Притомском проспекте 7Б.

Требуемая огнестойкость зданий и сооружений обеспечивается назначением конструктивных элементов соответствующего класса конструктивной опасности в соответствии с данными СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий сооружений». Ограждающие конструкции стен лифтов – железобетон толщиной 200 мм и имеют предел огнестойкости 2 часа.

Для 26-ти этажных зданий этого комплекса 15-ые этажи запроектированы техническими с противопожарными выступающими на 750 мм железобетонными козырьками, являющимися противопожарными отсечками. В зданиях запроектировано требуемое количество эвакуационных и аварийных выходов. Выходы расположены рассредоточено.

Ширина эвакуационных выходов из лифтов принята с учетом беспрепятственного выноса носилок с лежащим на них человеком. В жилой части зданий запроектированы эвакуационные незадымляемые лестничные клетки типа Н1, имеющие выход непосредственно наружу, с переходом через воздушную зону из вне квартирных коридоров, которые представлены на рисунке 6 [22].

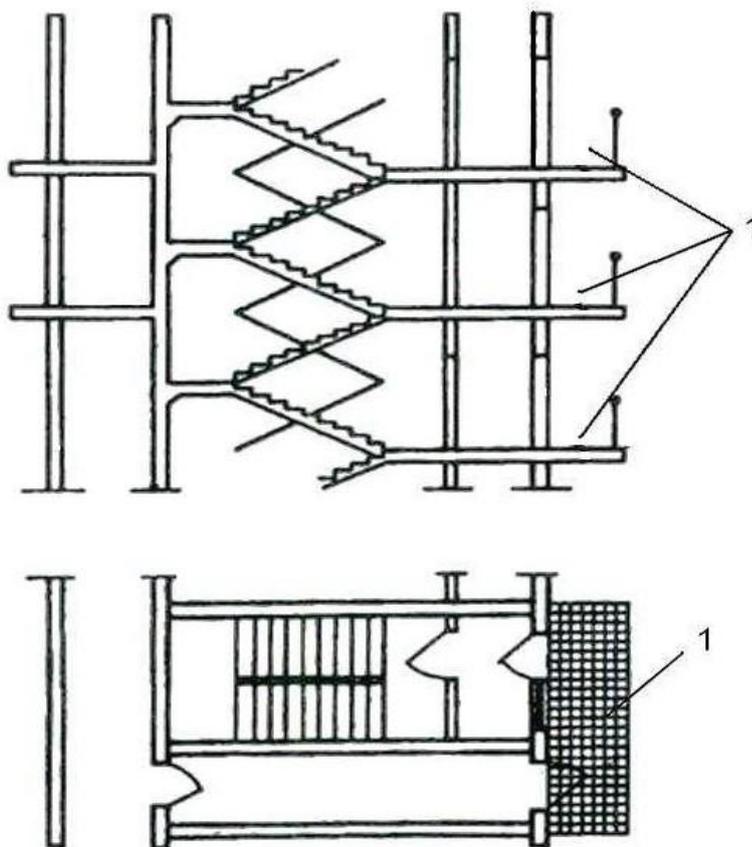


Рисунок 6 – Незадымляемая лестничная клетка типа Н1 с воздушной зоной, лоджией.

Ширина перехода через воздушную зону не менее 1,2м с высотой ограждения 1,2м. Расстояние между дверными проёмами лестничной клетки и ближайшем окном – не менее 2м. Ширина простенка между дверными проемами в наружной воздушной зоне не менее 1,2м. В каждой квартире жилых домов запроектирован выход на балкон или лоджию.

Данный выход является аварийным и соответствует требованиям СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий сооружений». В 26-ти этажных жилых домах один из лифтов грузоподъёмностью 1000 кг обеспечивает транспортирование пожарных подразделений в соответствии с требованиями НПБ 250. В верхнюю часть шахт лифтов предусмотрена подача наружного воздуха. Удаление дыма из поэтажных коридоров запроектировано через шахту с принудительной вытяжкой.

3.3 Противодымная защита при пожаре в жилом комплексе

Противодымная защита противодействует распространению продуктов горения в проходах и создает безопасность эвакуации людей при возникновении пожара.

Система противодымной вентиляции автономные для каждого пожарного отсека.

Устройство противодымной вентиляции предусмотрено:

- для коридоров более 15 м без естественного освещения;
- из коридоров без естественного освещения жилых зданий, в которых расстояние от двери наиболее удаленной квартиры до выхода в тамбур, ведущий в воздушную зону незадымляемой лестничной клетки типа Н1.

Для ограничения распространения продуктов горения при пожаре на путях эвакуации предусмотрена приточная противодымная вентиляция:

- предусмотрен подпор в тамбур – шлюзы перед лифтами в подвальном этаже;
- предусмотрен подпор в лифтовые шахты для транспортировки пожарных подразделений;
- предусмотрен подпор в лифтовые шахты в зданиях с незадымляемыми лестничными клетками типа Н1.

Приточные и вытяжные установки размещены в отдельных помещениях, выгороженных противопожарными перегородками 1-го типа.

При возникновении пожара запроектировано автоматическое отключение систем общеобменной вентиляции, включение систем противодымной защиты здания, открытие клапанов дымоудаления от извещателей автоматической системы пожарной сигнализации. Выброс дыма от вентиляторов дымоудаления предусмотрен через воздуховод на 3 м от поверхности кровли.

Принятое в проекте оборудование дымоудаления имеет сертификат пожарной безопасности.

3.4 Пожаротушение жилого комплекса

Наружное пожаротушение зданий жилого комплекса предусматривается из пожарных гидрантов, установленных на проектируемой кольцевой сети водопровода площадки диаметром 500 м.

Расход воды на наружное пожаротушение составляет 40 л/сек. Для наружного пожаротушения на сети предусмотрено 8 пожарных гидрантов.

Внутреннее пожаротушение жилых зданий принято отдельной системой противопожарного водопровода:

- с двумя высотными зонами для 26 – этажных жилых домов;
- с одной зоной для 17 – этажных жилых домов.

Пожаротушение каждой зоны предусматривается собственной группой пожарных насосов.

Для обеспечения требуемых при пожаре расхода и напора для 1 зоны жилых домов приняты насосы марки К80-50-250аП (один рабочий, один резервный) с напором 74 м, мощностью каждого насоса 15 кВт. Для 2 зоны 26-этажных жилых домов приняты насосы марки ЦВК 4/112 (один рабочий, один резервный) с напором 92 м, мощностью каждого насоса 22 кВт. Включение насосов ручное, дистанционное (от кнопок у пожарных кранов) и автоматическое (при срабатывании пожарной сигнализации или водосигнального клапана).

После пожарных насосов устанавливаются регуляторы, поддерживающие давление «после себя» для первой зоны 71 м, для второй 97 м. Пожарные краны в здании размещены из расчета орошения каждой точки помещений тремя струями производительностью 2,5 л/с.

Над входными дверями квартир 26-этажных жилых домов предусмотрена установка спринклерных оросителей, подключенных к стоякам внутреннего противопожарного водопровода соответствующей зоны. При пожаре вода в спринклер поступает из напорного гидробака, объемом 750 л, установленного в

промежуточном и верхнем техническом этаже, одновременно подается сигнал от водосигнального клапана для включения пожарных насосов.

Противопожарный водопровод имеет два выведенных наружу пожарных патрубка с соединительной головкой диаметром 80 мм для присоединения рукавов пожарных машин.

В 26-этажных жилых домах по балконам при незадымляемой лестничной клетке предусмотрены сухотрубы с двумя пожарными кранами на каждом этаже, оборудованные в уровне 1 этажа патрубками для подключения пожарных автомобилей.

3.5 Расчет сил и средств для ликвидации пожара в жилом комплексе

3.5.1 Вариант тушения пожара в квартире на 20 этаже

В результате нарушения правил эксплуатации электробытовых приборов произошло возгорание в квартире, которая находится на 20-ом этаже многоэтажного жилого комплекса, дома 7/5.

Исходные данные для жилого дома I степени огнестойкость:

- линейная скорость распространения горения $V_{л} = 0,8$ м/мин;

- интенсивность подачи огнетушащего вещества $I_{тр} = 0,03$ л/с \times м²

Определяем время свободного развития пожара на момент прибытия противопожарных подразделений [23]:

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл} + T_{б.р.} \quad (1)$$

где $T_{дс}$ – время до сообщения о пожаре (при отсутствии АПС на объекте = 10 мин)

$T_{сб}$ – время сбора личного состава по тревоге = 1 мин

$T_{сл}$ – время следования, мин

$$T_{сл} = L \times \frac{60}{45} = 3 \text{ мин}; \quad (2)$$

$T_{б.р.}$ – время боевого развертывания (по нормативам ПСП 3 мин–для летнего периода, 6-8 мин–для зимнего периода)

$$T_{св} = 10 + 1 + 3 + 3 = 17 \text{ минут}$$

Определяем путь, пройденный огнем на 17-ой минуте:

$$L_{п} = 5 \times V_{л} + (T_{св} - 10) \times V_{л} \quad (3)$$

$$L_{п} = 5 \times 0,8 + 7 \times 0,8 = 9,6 \text{ м}$$

Определяем площадь пожара на 17-ой минуте:

На 17-ой минуте пожар приобретает прямоугольную форму, вся площадь квартиры охвачена огнем, который выходит в дверной проем.

$$S_{п} = na \times 0,5V_{л}T_{св} \quad (4)$$

где a – ширина квартиры;

n – количество направлений распространения пожара.

$$S_{п} = 2 \times 9 \times 0,5 \times 0,8 \times 17 = 115,6 \text{ м}^2;$$

Для тушения пожара будем применять стволы РСК-70 (глубина тушения 5 метров) [23]:

$$S_{т} = nah; \quad (5)$$

$$S_{т} = 2 \times 9 \times 5 = 90 \text{ м}^2$$

Определяем требуемое количество стволов РСК-70 тушение пожара:

$$N_{ств} = \frac{S_{п}}{S_{ст}}; \quad (6)$$

где $S_{ст}$ – площадь тушения одним стволом.

$$N_{ств} = \frac{115,6}{70} = 2 \text{ ствол РСК – 70}$$

Из тактических соображений принимаем на защиту 11 стволов «РСК-50»:

- 1 ствол «РСК-50» 1 звено ГДЗС - на защиту смежных помещений 20-го этажа;

- 10 стволов «РСК-50» 10 звеньев ГДЗС - на защиту вышележащих этажей;

Исходя из возможностей первого прибывшего подразделения, к 17-ой минуте на тушение подается 2 ствола РСК-70 по фронту пожара [23].

Определяем фактический расход воды на тушение пожара, л/с:

$$Q_{\phi} = Q_{\text{тств}} \times N_{\text{ств}} + Q_{\text{зств}} \times N_{\text{ств}}; \quad (7)$$

$$Q_{\phi} = 3,5 \times 2 + 10,5 \times 3 = 35 \text{ л/с}$$

Определяем требуемое количество пожарных машин с учетом использования насосов на полную мощность.

$$N_{\text{м}} = \frac{Q_{\phi}}{Q_{\text{н}}} \quad (8)$$

$$N_{\text{м}} = \frac{122,6}{16,3} = 8 \text{ машин}$$

Определяем необходимую численность личного состава

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{тств}} \times 3 + N_{\text{зств}} \times 3 + N_{\text{пб}} + N_{\text{разв}} \quad (9)$$

$$N_{\text{л/с}} = 3 \times 3 + 4 \times 3 + 9 + 6 = 34 \text{ чел}$$

(3 звеньев ГДЗС для тушения пожара и защиты помещений, и 11 звеньев ГДЗС для проверки помещений).

Определяем количество рукавов в магистральной линии от ПГ-1 до здания:

$$n = 1,2 \times \frac{L}{20}; \quad (10)$$

где L – расстояние от ПГ до здания, м.

$$n = 1,2 \times \frac{60}{20} = 3 \text{ шт}$$

Определяем потерю напора в магистральной линии:

$$H_1 = n_1 \times S_1 \times Q_1; \quad (11)$$

где S_1 – сопротивление рукава диаметром 77 мм.

Q_1 – расход воды, л/с.

$$H_1 = 1 \times 0,015 \times 142 = 2,13 \text{ м. вод. ст.}$$

Определяем требуемое количество рукавов для магистральной линии, проходящий от основания до 16 этажа:

$$N = n_{\text{эт}} \times \frac{h_{\text{эт}}}{16}; \quad (12)$$

где $n_{\text{эт}}$ – этаж, на который подается разветвление;

$h_{\text{эт}}$ – высота этажа, м.

$$N = 16 \times \frac{3}{16} = 3 \text{ шт}$$

Определяем потери напора в вертикальной магистральной линии:

$$H_2 = n_2 \times S_2 \times Q_1; \quad (13)$$

$$H_2 = 2 \times 0,015 \times 142 = 4,26 \text{ м. вод. ст}$$

Определяем высоту подъёма стволов:

$$Z_{\text{СТВ}} = N_{\text{ЭТ}} \times H_{\text{ЭТ}}; \quad (14)$$

$$Z_{\text{СТВ}} = 16 \times 3 = 48 \text{ м}$$

Определяем потери напора в рабочих линиях:

$$H_3 = n_3 \times S_3 \times Q_2; \quad (15)$$

где S_3 – сопротивление одного рукава диаметром 51 мм [13];

n_3 – количество рукавов в рабочей линии, шт.

Q – расход воды, идущей по одной рабочей линии, л/с

$$H_3 = 2 \times 0,15 \times 3,5 = 1,05 \text{ м. вод. ст}$$

Определяем требуемый напор на насосе пожарного автомобиля:

$$H_{\text{нас}} = H_1 + H_2 + H_3 + Z_{\text{СТВ}} + H_{\text{СТВ}} \quad (16)$$

$$H_{\text{нас}} = 2,13 + 4,26 + 1,05 + 60 + 10,2 = 77,64 \text{ м. вод. ст.}$$

Следовательно, для обеспечения нужного напора при подаче воды на 16 этаж, необходимо подавать воду в перекачку от автомобиля, установленного на водоисточник к другому размещенному вблизи дома, но не дальше чем 20 м. Схема подачи огнетушащего средства представлена на рисунке 7.

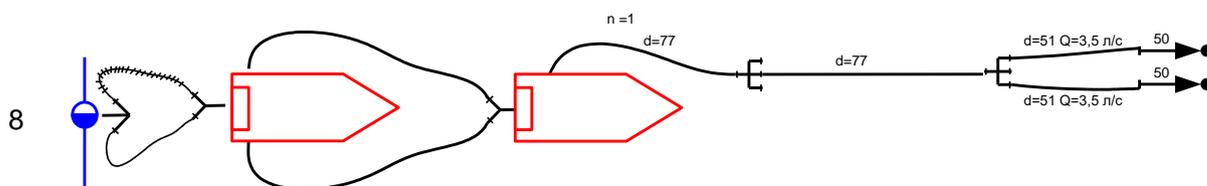


Рисунок 7 – Схема подачи огнетушащего средства.

Результаты расчета представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчета по тушению пожара в жилом комплексе

Параметр	Значение
Время свободного развития пожара, мин.	17
Путь, пройденный огнем к 17-ой минуте, м.	9,6
Площадь пожара, м ²	115,2
Расход воды на тушение одного ствола, л/с.	5,7
Кол-во стволов РСК 70 на защиту, шт.	11
Кол-во стволов РСК 70 на тушение, шт.	3
Фактический расход воды, л/с.	35
Потеря напора, м.вод.ст.	2,13
Напор на насосе пожарного автомобиля, м.вод.ст.	77,64
Высота подъёма стволов, м.	48

Из результатов расчета и тактических соображений была составлена план-схема тушения пожара, которая представлена на рисунке 8.

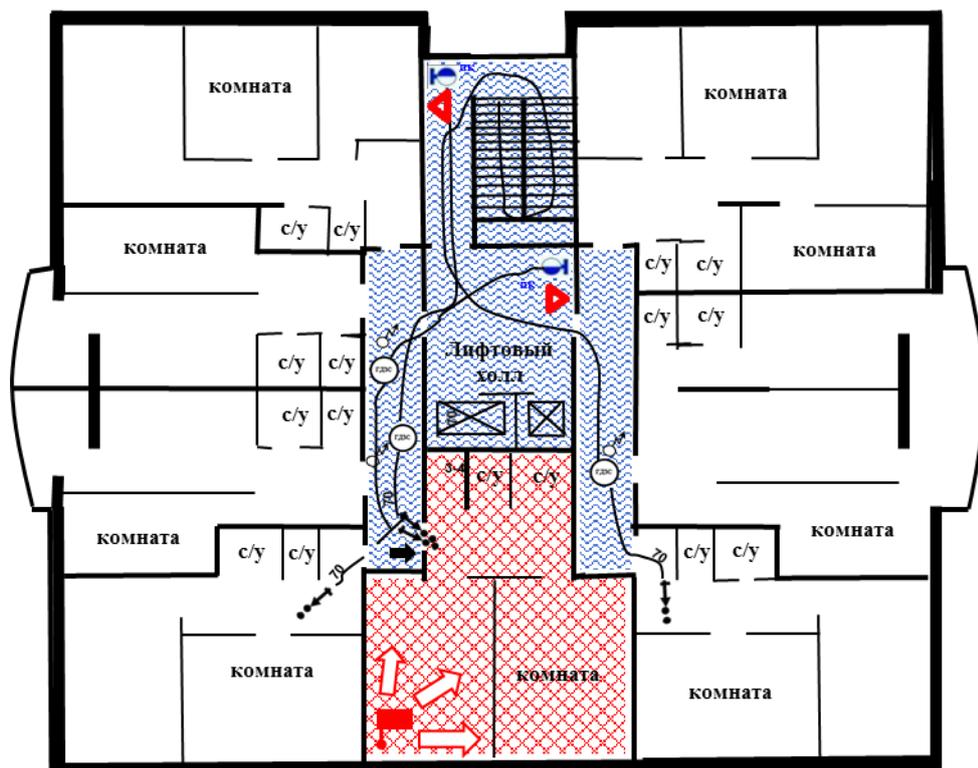


Рисунок 8 – План-схема тушения пожара

3.5.2 Расчет времени эвакуации

В высотном жилом комплексе расположенном в городе Кемерово находится и обслуживаться около 2500 человек, из них около 120 человек работники.

Эвакуационными выходами из комплекса являются основные и запасные выходы, которые расположены на первом этаже. (6 шт.)

Скопление людей возможно на всех этажах здания, что не позволяет людям незамедлительно покинуть здание самостоятельно в случае возникновения пожара.

При выполнении эвакуационных и спасательных работ сотрудниками пожарной охраны необходимо будет установить связь с администрацией учреждения и определить возможность использования внутренних средств связи для руководства эвакуацией и к предотвращению паники. Привлечь обслуживающий персонал к эвакуации людей согласно плану эвакуации. Дополнительно привлечь специальную технику, находящуюся на вооружении в гарнизоне, для эвакуации и спасению людей, находящихся в верхних этажах здания.

При проведении спасательных работ при помощи специальной техники, ее может быть недостаточно. Поэтому пожарным подразделениям необходимо использовать имеющиеся на вооружении спасательные средства, а именно: спасательные веревки, канатно-спусковые устройства, натяжные спасательные полотна, пневматические прыжковые спасательные устройства. Для того чтобы при использовании данных средств спасения обеспечить все правила их эксплуатации и технику безопасности, необходимо значительное количество личного состава. Для этого рекомендуется объявить сбор специализированной группы, либо, при особой необходимости, сбор всего личного состава [24].

Руководитель тушения пожара обязан в кратчайшие сроки организовать и провести эвакуацию людей из здания, а также принять меры к предотвращению паники. Если по прибытии на пожар эвакуация людей проходит спокойно, то

РТП принимает меры к полному их удалению из здания, привлекая для этих целей обслуживающий персонал. Основные силы и средства подразделений в этих случаях используют для спасания людей из задымленных помещений и тушения пожара.

Если на пожаре нет опасности людям и к моменту прибытия пожарных подразделений эвакуация их не началась, то основные силы и средства направляют для быстрой ликвидации пожара и принимают меры предосторожности, чтобы не допустить возникновения паники.

Если для людей, находящихся в здании создалась реальная угроза от огня и дыма, и пути эвакуации отрезаны, то РТП вводит все силы и средства для защиты путей эвакуации и проведения спасательных работ. В первую очередь эвакуируют людей из тех мест, где возможно быстрое распространение продуктов сгорания и резкое повышение температуры.

Если среди людей появились признаки паники, то РТП все усилия подразделений направляет для организации четкой их эвакуации. При этом личный состав подразделений рассредоточивают по путям эвакуации для организации спокойного выхода людей. Наиболее опытных работников пожарной охраны направляют для пресечения паники. Для этого применяют громкую связь, а также подают стволы на тушение видимых для людей очагов горения. Одновременно с этим РТП вместе с группами пожарных осматривает задымленные помещения и другие места, где могут находиться люди, потерявшие сознание.

Спасение людей на пожарах из зданий различных по своим конструктивным особенностям строения является главной задачей подразделений пожарной охраны. Чаще всего спасательные работы приходится производить с использованием автолестниц, коленчатых подъемников, ручных пожарных лестниц и спасательных веревок, предусмотрев вывод и вынос людей по лестничным клеткам.

Определяем время движения пожарных по лестничной клетке здания:

$$T_{дв} = 18,2 * N_{эт} - 7,9 \quad (17)$$

где $N_{\text{эт}}$ – этаж, на который осуществляется подъём

$$T_{\text{дв}} = 18,2 * 26 - 7,9 = 465,3 = 7,7 \text{ мин. без (СИЗОД)}$$

где $N_{\text{эт}}$ – этаж, на который осуществляется

$$T_{\text{дв}} = 23 * 26 - 6 = 9,8 \text{ мин. в (СИЗОД)};$$

Определяем время подъёма на этажи здания звена ГДЗС без включения в СИЗОД:

$$T_{\text{под}} = 50 + 18 * N_{\text{эт}}; \quad (18)$$

$$T_{\text{под}} = 50 + 18 * 26 = 518 = 8,6 \text{ мин.}$$

Определяем время подъёма на этажи здания звена ГДЗС с включением в СИЗОД:

$$T_{\text{под}} = 35,4 * N_{\text{эт}} + 88; \quad (19)$$

$$T_{\text{под}} = 35,4 * 26 + 88 = 1008,4 = 16,8 \text{ мин}$$

Определяем время спуска одного спасаемого с лестничной клетки здания, звеном ГДЗС без включения в СИЗОД:

$$T_{\text{спк}} = 58 * N_{\text{эт}} + 45; \quad (20)$$

$$T_{\text{спк}} = 58 * 26 + 45 = 1553 = 25,8 \text{ мин}$$

Определяем время спуска группы людей в противогазах звеном ГДЗС:

$$T_{\text{спк}} = 20 * N_{\text{эт}} + 27; \quad (21)$$

$$T_{\text{спк}} = 20 * 26 + 27 = 547 = 9,1 \text{ мин}$$

При пожарах в высотных зданиях большую угрозу и затруднение работ спасателей составляет большое количество дыма, определить распространение которого практически невозможно. При возникновении пожара на 16 этаже задымленными могут быть этажи вплоть до первых [24]. При данных расчетах принимаем, что спасти людей придётся и с более нижних этажей.

Определяем продолжительность спасания людей с помощью АЛ-30:

$$T_{\text{сп}} = 247 + 21 * N_{\text{эт}} * N_{\text{сп}}; \quad (22)$$

где $N_{\text{эт}} = 10$; $N_{\text{сп}} = 5$

$$T_{\text{сп}} = 247 + 21 * 10 * 5 = 1297 = 21,1 \text{ мин}$$

Определяем общую продолжительность спасания людей с помощью АКП-45:

$$T_{\text{сп}} = 203 + 64,2 * N_{\text{эт}} * N_{\text{сп}} \quad (23)$$

где $N_{\text{эт}} = 15$; $N_{\text{сп}} = 5$

$$T_{\text{сп}} = 203 + 64,2 \times 15 \times 5 = 5018 = 83,3 \text{ мин};$$

Определяем общую продолжительность спасания одного человека с помощью спасательного рукава:

$$T_{\text{сп}} = 30 + 0,8 * N_{\text{эт}} = 42 = 0,7 \text{ мин}; \quad (24)$$

где $N_{\text{эт}} = 15$

$$T_{\text{сп}} = 30 + 0,8 \times 15 = 42 = 0,7 \text{ мин}$$

Таким образом, с помощью данных расчетов можно определить время которое потребуется на спасение различными способами определенного количества людей. Руководствуясь данными расчетами, возможно определить примерное время, затраченное на спасательные работы и количество сил и средств необходимое для проведения работ.

В данном расчете мы определили примерное время спасения людей различными способами, таким образом, мы можем сравнить, какой способ может быть наиболее эффективный для применения, не забывая о рациональности применения способов, используемых сотрудниками пожарной охраны при спасении людей. При применении того или иного способа необходимо исходить из сложившейся обстановки на пожаре, конструктивных особенностях здания и безусловно от количества сил и средств, которыми располагают пожарные подразделения.

4. Современные технологии, обеспечивающие эффективность пожаротушения в высотных зданиях

4.1. Современные технические разработки, используемые для тушения пожара в высотных зданиях

Производство высотных автолестниц (с высотой подъема стрелы 42 и 55 м) с использованием компонентов, разработанных в Германии фирмой Magirus) организовала российская фирма "Витанд" Эти автолестницы установлены на российском шасси КАМАЗ. Использование высоко-спасательных автомобилей характеризуется не только увеличением высоты подъема стрел, которая достигла 60 м на автолестницах и 112 м на телескопических подъемниках, но и дополнительными функциями. Например, повышением грузоподъемности их спасательных люлек (450 кг на АЛ и 630 кг на АПК) А также наметилась тенденция увеличения боевого расчета на АЛ до 6 человек.

Российской технической новинкой, являются multifunctionальные ПА (пожарные автомобили), которые не только выполняют функцию тушения, но и аварийно-аварийно-спасательные работы, а также спасания с высоты, причем некоторые ПА оснащены медицинским модулем для оказания первой помощи, пострадавшим на пожаре.

Российскими разработчиками создан автомобиль, сочетающий функции насосной станции и рукавного пожарного автомобиля. Он предназначен для использования при тушении крупных пожаров, а также при ситуациях природного и техногенного характера [25].

Не менее совершенным является техническое решение подачи огнетушащего средства и его распределение в защищаемых помещениях высотного здания осуществляют из расположенной на крыше или на вышележащем относительно защищаемых помещений этаже емкости. При этом используется гидростатический напор столба огнетушащего состава. Трубопровод подачи огнетушащего средства в защищаемые помещения

выполняют в виде вертикального магистрального трубопровода и расположенных преимущественно горизонтально трубопроводов, идущих в защищаемые помещения. Емкость для хранения огнетушащего средства и трубопровод для его подачи в защищаемые помещения выполняют сообщающимися с системами хозяйственно-бытового водоснабжения и канализации высотного здания. Для обеспечения возможности тушения пожара в помещениях верхних этажей и на крыше высотного здания используются средства создания дополнительного давления огнетушащего состава в трубопроводе, например в виде присоединенных к емкости для воды и трубопроводу подачи огнетушащего средства пожарных насосов.

Современным техническим решением для тушения пожара в высотном здании является также подача воды через так называемые "сухотрубы". То есть по всему зданию прокладывают систему пустых труб. Если начинается пожар, по этим трубам при помощи гидрантов пожарные подают воду к месту возгорания [26].

Использование воды при тушении пожаров имеет один существенный недостаток, который в последние годы все чаще вызывает претензии к пожарным, – большие проливы воды. Важно отметить, что большинство современных технических средств пожарной охраны позволяют использовать непосредственно на тушение очага пожара только 5-10 % поданной воды. Фактически 90-95 % воды при этом можно считать излишне пролитой, ущерб от которой гораздо больше, чем от пожара. В настоящее время зарубежными и отечественными разработчиками созданы установки, позволяющие на пожарных автомобилях использовать насосы высокого давления, позволяющие получать струи мелкого распыла, которые называют струями тонкораспыленной воды (ТРВ).

Все большее количество пожарных автоцистерн отечественного производства оснащаются насосами высокого давления моделей НЦПВ-4/400, НЦПВ-20/200 или НЦПК-40/100-4/400. Разработаны и производятся пожарные автомобили первой помощи, успех использования которых целиком зависит от

применения при тушении пожара ТРВ, так как эти автомобили вывозят всего 500-800 л воды. При установке насосов высокого давления струи ТРВ получают при использовании специальных стволов СРВД-2/300, поставляемых в комплекте с рукавными катушками моделей СРВДК-2/400-60 и СРВДК-2/400-90 [27].

Применение ТРВ позволило сократить расход воды на тушение пожара, уменьшить количество излишне пролитой воды. Однако при использовании ТРВ имеются следующие недостатки:

- возможность засора проточных частей стволов для подачи ТРВ;
- быстрое промерзание технических средств для подачи ТРВ при отрицательных температурах, особенно при кратковременном перекрытии стволов;
- необходимость расположения позиций ствольщиков вблизи места горения ввиду ограниченной дальности струи воды. Рукавные линии для подачи ТРВ имеют ограниченную длину 60–90 м. Это связано с большими гидравлическими сопротивлениями рукавов, имеющих диаметр до 25 мм;
- обеспечение большой скорости струи для подачи ТРВ (от 100 до 200 м/с) из-за малого размера капель приводит к интенсивной подаче в очаг пожара воздуха, инжестируемого струей. Вследствие этого при недостаточной интенсивности или подаче огнетушащего вещества мимо очага пожара может произойти не тушение пожара, а увеличение интенсивности горения [28].

При тушении ТРВ не образуется устойчивого, всепроникающего, обеспечивающего объемное пожаротушение «водяного тумана» (используется также термин объемно-локальное пожаротушение). Капли струи ТРВ, полученные за счет механического дробления воды, быстро сливаются, образуя более крупные капли, или оседают; при попадании на стены или другие препятствия стекают по ним, при этом не образуется «водяной туман» с необходимой для прекращения горения концентрацией. По данным экспериментов, даже при размере капель ТРВ, полученных за счет

механического дробления воды, менее 30 мкм (капли воды с такими диаметрами витают в воздухе) не удастся обеспечить устойчивый «водяной туман».

Необходимо отметить, что для получения «водяного тумана» в зарубежных и отечественных установках используются либо большое давление (например, в пожарном автомобиле «Гюрза» и установке «Кобра» используется давление 300–400 атм), либо газодинамический способ дробления капель и химически подготовленная вода, очищенная от механических примесей и растворимых в воде солей (например, в ранцевых огнетушителях ТРВ «Игла»), либо специально сконструированные распылители [29].

Но даже при использовании специально подготовленной воды (фактически дистиллированной) распылители установок высокого давления имеют очень малые площади сечений проточных каналов и поэтому склонны к засорению или замерзанию в зимнее время.

Термин «температурно-активированная вода» (ТАВ) был впервые введен учеными Академии ГПС МЧС России в 2005 г. Новый термин ТАВ предлагается использовать для воды, полученной в установке, где вода приобретает уникальные свойства, аналогичные тем, которые в природе вода приобретает в поровых породах при высоких температурах и давлениях. Сущность разработанного способа получения уникальных свойств ТАВ заключается в том, что пресная вода вследствие ее нагревания в специальном теплообменнике при определенном сочетании температуры (более 165 °С) и давления (более 1,6 МПа) изменяет свои свойства. После возвращения к обычным атмосферным условиям такая вода находится некоторое время в особом, так называемом метастабильном, состоянии, проявляющемся в повышенной растворяющей способности карбонатов, сульфатов, силикатов и других соединений, в способности длительно удерживать в своем составе аномальное количество растворенного вещества (больше в 300-500 раз) и значительно повышать кислотность [29].

В разработанной пожарной технике получение ТАВ сводится к подаче воды под большим давлением (от 1,6 до 10,0 МПа) в прямоточный водотрубный теплообменник. В теплообменнике вода сначала нагревается до температуры 160-280 °С (такую воду принято называть недогретой, поскольку температура жидкости меньше температуры насыщения при заданном давлении), затем недогретая вода по рукавным линиям или металлическим трубопроводам подается к стволам-распылителям, где она за считанные доли секунды переходит в метастабильное состояние. В результате последующего взрывного вскипания образуются струи ТАВ с размером капель от 0,1 до 10 мкм, которые по своим свойствам близки к теплым туманам и облакам. Таким образом, ТАВ – парокапельная смесь, полученная в результате мгновенного перехода недогретой воды в область метастабильного состояния и последующего взрывного вскипания [30].

4.2 Использование современной системы гидроабразивной резки «Кобра» для тушения пожара в жилом комплексе

Всемирно известная шведская система «Кобра» используется более чем в 30 странах мира. Техническая характеристика данной системы представлена в таблице 4

Таблица 4 – Техническая характеристика системы «Кобра»

Параметр	Значение
Рабочее давление, атм	280-300
Расход воды, л/мин	56-60
Расход абразива прирезке, кг/мин	4,2
Объем емкости абразива, л	10 (20)
Длина рукава катушки, м	80
Ствол-резак диаметр, мм	2,3
Габариты, мм	1320x100x4
Скорость резки	Сталь 2мм - 34 см/мин Сталь 12 мм- 5см/мин
Время проникновения, с	Бетон 200 мм – 100с

Продолжение таблицы 4

Скорость подачи воды на выходе из ствола, м/с	200
Эффективная дальность струи, м	7
Максимальная дальность струи, м	15

Эффективность ее использования обусловлена реализацией оптимальных технических решений, основу которых составляет наличие специального пожарного пистолета. Этот пистолет способен подавать воду под большим давлением. При этом первая партия воды смешивается со специальным абразивным порошком и обладает способностью моментально прорезать отверстие в любом материале – в бетоне, дереве, железе. Через несколько секунд в образовавшееся отверстие уходит мощная струя тонкораспыленной воды, которая является эффективным огнетушащим веществом [31]. На рисунке 9 представлена схема действия система «Кобра»

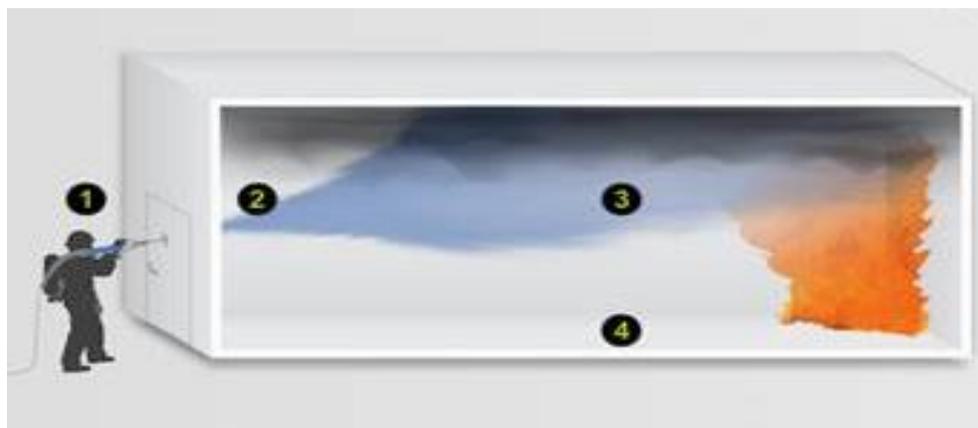


Рисунок 9 – Схема действия системы «Кобра»

Преимуществами системы пожаротушения «Кобра» являются;

- снижение влияния опасных факторов на участников тушения пожаров, поскольку тушение ведется с безопасной позиции;
- экономия времени, которое достигается за счет быстрого развертывания системы пожаротушения «Кобра» (1-2 минуты) и ее действия на ранней стадии распространения огня - охлаждение и снижение активности горючих газов;

- система пожаротушения «Кобра» обеспечивает скорость подачи воды 60 литров в минуту под высоким давлением (300 атм), и при этом большая часть использованной воды испаряется при контакте с горючими газами или горячими поверхностями;
- способствует улучшению доступа к пожару в закрытых помещениях с ограниченным доступом, таких как двойные полы, стены и кровельные конструкции, чердаки, вентиляционные каналы и др.;
- с системой может работать один человек, но обычно расчет должен состоять из двух человек: оператора, работающего с копьём, и помощника, который следит за горящим помещением и ситуацией с помощью тепловизора;
- система проста в использовании и имеет небольшой вес. Может быть установлена на небольшую автомашину. Тонкая рукавная линия может достигать до 300 метров в длину [31].

На рисунке 10 представлена план схема растановки сил и средств тушения пожара при помощи системы «Кобра».

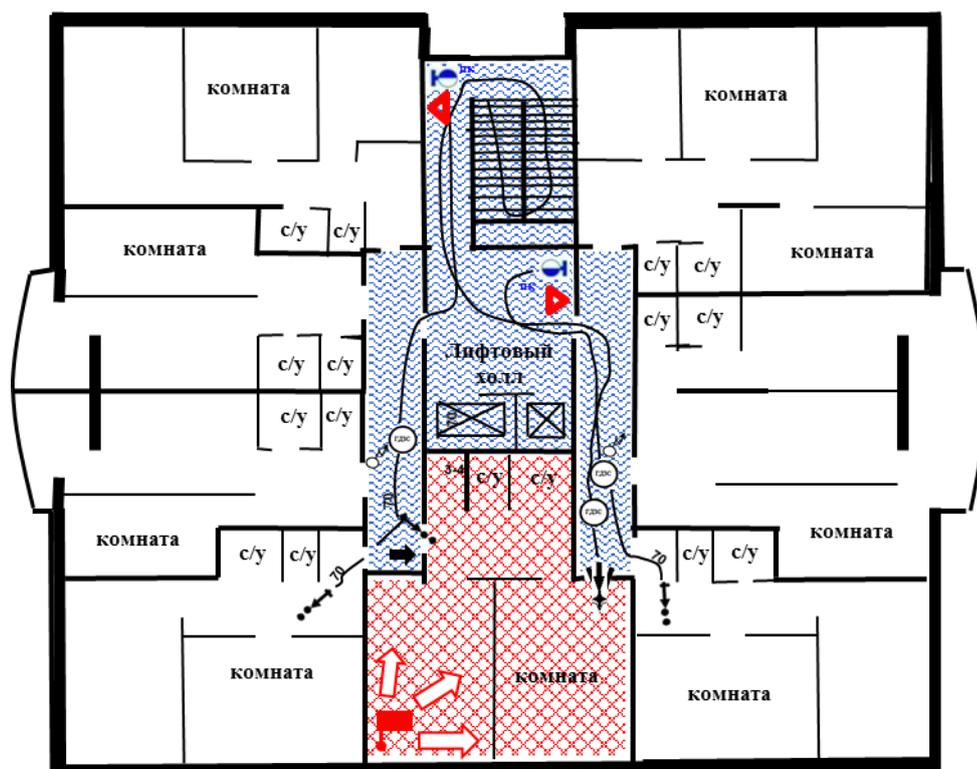


Рисунок 10 – Действия метода пожаротушения с использованием системы «Кобра»

Тушение пожара при таком методе ведется с безопасной позиции, с внешней стороны квартиры. Маленькие капли воды подаются на большой дистанции и при контакте с горячими пожарными газами превращаются в пар. Это позволяет снизить температуру внутри закрытого помещения при минимальных затратах воды, а значит снизить риск повреждения имущества от пролитой воды при тушении пожара. Высокий охлаждающий эффект достигается за счет перемешивания пара и горючих газов с самого начала применения метода «Кобра», что ведет к снижению рисков возникновения выбросов горючих газов и вспышек и дает руководителю тушения пожара больше времени для планирования спасательной операции.

Важно отметить, что воздействие высоких температур на пожарных-спасателей является опасным фактором. Даже самая современная боевая одежда не позволяет им близко подойти к очагу пожара. «Кобра» позволяет осуществлять тушение с безопасной позиции с внешней стороны строения (квартиры) здания. Быстро пробить практически все виды и типы строительных материалов, эффективно охладить горючие газы и подавить возгорания [31].

Возможность создания безопасных условий для работы пожарных и спасателей должна иметь первостепенное значение для руководителя тушения пожара. Поэтому использование установки «Кобра» способствует повышению безопасности пожарных, избегая риска получения травм вследствие воздействия пламени, горючих газов, токсичных и канцерогенных веществ, влияющих на кожу и легкие. В настоящее время установка пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра» является самым безопасным методом пожаротушения.

В настоящее время во многих странах мира тенденция тушения пожаров – это введение небольших, маневренных и быстрых пожарно-спасательных автомобилей, которые способны за короткое время добраться до места возникновения чрезвычайной ситуации и незамедлительно приступить к тушению и локализации возгорания, экономя время на разворачивании пожарно-технического вооружения. Установка «Кобра», установленная на данные

автомобили как нельзя лучше соответствует этой тенденции представлена на рисунке 11.



Рисунок 11 – Пожарный автомобиль с системой пожаротушения «Кобра»

Пожарно-спасательные службы многих стран, которые применяют установку пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра» совместно с тепловизорами и PPV-вентиляторами, применяя этот комбинированный метод тушения пожара, демонстрируют высокие показатели в экономии времени и эффективности пожаротушения [31].

Благодаря установке «Кобра» возгорание может быть локализовано при минимальных затратах воды, что важно для ресурсосбережения. А также при таких условиях снижается риск повреждения материального имущества и других объектов, наносимого водой.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Жилая квартира №96 расположена на 16 этаже многоэтажного жилого дома который находится по адресу г. Кемерово, Притомский проспект 7б. Площадь квартиры 125 м².

На кухне в результате короткого замыкания и рядом расположенном оборудовании, произошло возгорание, что привело к вовлечению в процесс горения всего объема находившейся там кухонного гарнитура и к распространению продуктов горения по всему объему помещения.

В настоящей главе представлены расчеты прямого и косвенного ущерба, нанесенного квартире №96 которая находится по адресу г. Кемерово, Притомский проспект 7б, и расчет необходимых затрат на его тушение.

Полный ущерб, состоящий из прямого и косвенного ущербов рассчитывается по формуле [33]:

$$Y = Y_{\text{пр}} + Y_{\text{к}} \quad (25)$$

$$Y = 830863,362 + 932838,33 = 1763701,692 \text{ руб}$$

5.1 Оценка прямого ущерба

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным строительным фондам (ОФ) и оборотным средствам (ОС)

$$Y_{\text{пр}} = C_{\text{оф}} + C_{\text{ос}} \quad (26)$$

$$Y_{\text{пр}} = 80863,362 + 750000 = 830863,362 \text{ руб.}$$

Основные фонды строительной организации представляют собой совокупность материально – вещественных ценностей, созданных общественным трудом, длительно участвующих в процессе производства в неизменной натуральной форме и переносящие свою стоимость на изготовленную продукцию по частям по мере износа.

$$C_{\text{опф}} = C_{\text{то}} + C_{\text{кэс}} + C_3 \quad (27)$$

$$C_{\text{опф}} = 34292,8 + 61,9245 + 34402,5 = 68757,2245 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесенный оборудованию (руб.) находим по формуле:

$$C_{\text{то}} = \sum G_{\text{то}} C_{\text{то}} \quad (28)$$

$$C_{\text{то}} = 0,00695 \times 4902480 = 34292,8 \text{ руб.}$$

Определение относительной стоимости при пожарах, рассчитывается как отношение площади пожара к общей площади помещения объекта [32].

$$G_{\text{то}} = \frac{F_{\text{п}}}{F_0} \quad (29)$$

где $F_{\text{п}}$ – площадь пожара, м²;

F_0 – площадь объекта, м²;

$$G_{\text{то}} = \frac{51,5}{7405} = 0,00695$$

Определение относительной стоимости бытового оборудования.

$$C_{\text{то.ост.}} = n_{\text{то}} \times C_{\text{то.б.}} = \left(1 - \frac{N_{\text{а.то}} \times T_{\text{то.ф.}}}{100}\right) \quad (30)$$

где $C_{\text{то.ост.}}$ – остаточная стоимость бытового оборудования, руб.;

$n_{\text{то}}$ – количество бытового оборудования, ед.;

$C_{\text{то.б.}}$ – балансовая стоимость бытового оборудования руб.;

$N_{\text{а.то}}$ – норма амортизации бытового оборудования, %;

$T_{\text{то.ф.}}$ – фактический срок эксплуатации бытового оборудования, год;

$$C_{\text{то.ост.}} = 11 \times 450000 \left(1 - \frac{0,16 \times 6}{100}\right) = 4902480 \text{ руб.}$$

Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям (КЭС) находим по формуле:

$$C_{\text{кэс}} = \sum G_{\text{кэс}} C_{\text{кэс.ост}} \quad (31)$$

$$C_{\text{кэс}} = 0,00695 \times 8910 = 61,9245 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{кэс.ост.}} = n_{\text{щ}} \times C_{\text{кэс.б}} \left(1 - \frac{N_{\text{а.кэс}} \times T_{\text{ф}}}{100} \right) \quad (32)$$

где $C_{\text{кэс.ост.}}$ – остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей, руб.;

$n_{\text{щ}}$ – количество эл. щитков, подлежащих замене, ед;

$N_{\text{а.кэс}}$ – норма амортизации коммунально-энергетических сетей, %;

$T_{\text{кэс.ф}}$ – фактический срок эксплуатации коммунально-энергетических сетей, год;

$$C_{\text{кэс.ост.}} = 2 \times 3000 \left(1 - \frac{0,125 \times 8}{100} \right) = 5940 \text{ руб.}$$

5.1.1 Ущерб, нанесенный помещению

Ущерб, нанесенный помещению находится по формуле [33]:

$$C_{\text{з}} = \sum G_{\text{з}} \times C_{\text{з.ост}} \quad (32)$$

$$C_{\text{з}} = 0,00695 \times 4950000 = 34402,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{з.ост}} = C_{\text{з.б.}} \left(1 - \frac{N_{\text{а.з.}} \times T_{\text{з.ф}}}{100} \right) \quad (33)$$

где $C_{\text{з.б.}}$ – балансовая стоимость помещения в здании, руб.;

$$C_{\text{з.ост}} = 5000000 \left(1 - \frac{0,125 \times 8}{100} \right) = 4950000 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{а.з.}} = \frac{1}{T_{\text{з.ф}}} \times 100 \quad (34)$$

$$N_{\text{а.з.}} = \frac{1}{8} \times 100 = 12,5 \%,$$

Оборотные средства включают в себя товары, находящиеся в квартире. В квартире находилось вещей на сумму – 750000 руб.

Определяем стоимость пострадавших оборотных средств:

$$C_{\text{ос}} = 750000 \text{ руб.}$$

5.2 Оценка косвенного ущерба

Оценка косвенного ущерба представляет собой сумму средств необходимых для ликвидации пожара и затраты, связанные с восстановлением квартиры для дальнейшего его функционирования.

5.2.1 Сумма косвенного ущерба

Сумму косвенного ущерба находим по формуле:

$$Y_k = C_{ла} + C_v \quad (35)$$

где $C_{ла}$ – средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.;

C_v – затраты, связанные с восстановлением, руб.;

$$Y_k = 812818,33 + 120020 = 932838,33 \text{ руб.}$$

Средства необходимые для ликвидации ЧС зависят от ее характера и масштабов, определяющих объемы спасательных и других неотложных работ [34].

Основными видами работ, выполняемыми при ликвидации ЧС и определяющими затраты – является тушение пожара.

Средства на ликвидацию аварии (пожара) определяем по формуле:

$$C_{л.а} = C_{о.с} + C_{и.о} + C_m \quad (36)$$

где $C_{о.с}$ – расход на огнетушащие средства, руб.;

C_m – расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники, руб.;

$C_{и.о}$ – расходы связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, руб.

$$C_{л.а} = 347625 + 458000 + 7193,33 = 812818,33 \text{ руб.}$$

Расход на огнетушащие средства находим по формуле:

$$C_{о.с} = S_T \times L_{тр} \times Ц_{о.с} \times t \quad (37)$$

где t – время тушения пожара, 25 мин. = 1500 сек.;

$Ц_{о.с}$ – цена огнетушащего средства – вода, 22,5 руб./л;

$L_{тр}$ – интенсивность подачи огнетушащего средства (табличная величина принимается исходя из характеристики горючего материала), $0,2\text{л}/(\text{с}\times\text{м}^2)$;

S_T – площадь тушения, $51,5\text{ м}^2$.

$$C_{о.с} = 51,5 \times 0,2 \times 22,5 \times 1500 = 347625 \text{ руб.}$$

Пожар на 17 минуте распространяется по угловой форме, следовательно, площадь тушения пожара определяем по формуле: [36].

$$S_T = 3,14 \times \frac{R^2}{4} \quad (38)$$

где R_n – путь пройденный фронтом пламени за время свободного развития пожара (более 10 мин.), следовательно

$$R_n = 0,5 \times V_L \times 10 + 1 \times V_L \times (T_{св} - 10) \quad (39)$$

где V_L – линейная скорость распространения пожара, принимаем $1,5\text{ м}/\text{мин}$.

$$R_n = 0,5 \times 1,5 \times 10 + 1 \times (17 - 10) = 8,1 \text{ м.}$$

$T_{св}$ – время свободного развития пожара определяем по формуле:

$$T_{св} = T_{д.с} + T_{сб} + T_{сл} + T_{б.р.} \quad (40)$$

где $T_{д.с}$ – время до сообщения о пожаре (при отсутствии АПС на объекте = 10 мин)

$T_{сб}$ – время сбора личного состава по тревоге = 1 мин

$T_{сл}$ – время следования, мин

$$T_{сл} = L * \frac{60}{45} = 3 \text{ мин}; \quad (41)$$

где L – расстояние от ПЧ до объекта, км

$T_{б.р.}$ – время боевого развертывания (по нормативам ПСП 3 мин–для летнего периода, 6-8 мин–для зимнего периода)

$$T_{св} = 10 + 1 + 3 + 3 = 17 \text{ мин.}$$

$$S_T = 3,14 \times \frac{8,1^2}{4} = 51,5 \text{ м}^2$$

Определяем число пожарных участвующих в тушении пожара:

$$n = n_э \times n_{ПМ} \quad (42)$$

где n – число пожарных, участвующих в тушении пожара, чел.;

$n_{э}$ – численность экипажа пожарной машины, чел;

$n_{пм}$ – количество пожарных машин, необходимых для тушения пожаров;

$n=3 \times 4=12$ чел.

5.2.2 Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования

Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования определяем по формуле:

$$C_{и.о.} = (K_{ап} \times Ц_{об.} \times N_{ап}) + (K_{ср} \times Ц_{об.} \times N_{ср}) + (K_{пр} \times Ц_{об} \times N_{пр}) \quad (42)$$

где N – число единиц оборудования, шт;

$N_{ап}$ – число единиц пожарного автомобиля, 4 ед.

$N_{ср}$ – число единиц ручных стволов, 2 шт.;

$N_{пр}$ – число единиц пожарных рукавов, 10 шт.;

$Ц_{об}$ – стоимость единицы оборудования, руб./шт.;

$K_{ап}$ – норма амортизации пожарного автомобиля;

$K_{ср}$ – норма амортизации ручного ствола;

$K_{пр}$ – норма амортизации пожарных рукавов [36].

$$\begin{aligned} C_{и.о.} &= (0,03 \times 3800000 \times 4) + (0,05 \times 2000 \times 2) + (0,09 \times 2000 \times 10) \\ &= 458000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

5.2.3 Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники

Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники находим по формуле

$$C_m = P_m \times Ц_m \times L = P_m \times Ц_m \times (60 \times L/V_{сл}) \quad (43)$$

где $Ц_m$ – цена за литр топлива, 34,9 руб/л;

P_m – расход топлива, 0,0415л/мин;

L – весь путь, 2300 м.

$$C_m = 0,0415 \times 34,9 \times \left(60 \times \frac{2300}{45}\right) = 4441,60 \text{ руб.}$$

5.2.4 Затраты, связанные с восстановлением квартиры №96

Т. к. при пожаре закоптится декоративное покрытие стен и кафельная плитка расположенная на полу на общей площади 50,8 м², и пострадают электрощиты в количестве 2 шт., а 56 м. п. электропровода подлежит замене, следовательно:

$$C_B = C_{B\backslash\text{э}} + C_{B\backslash\text{щ}} + C_{B\backslash\text{п}} \quad (44)$$

где $C_{B\backslash\text{э}}$ – затраты, связанные с монтажом электропроводки;

$C_{B\backslash\text{щ}}$ – затраты, связанные с монтажом электрощитов;

$C_{B\backslash\text{п}}$ – затраты, по замене кафельной плитки [37].

$$C_B = 6020 + 7600 + 106400 = 120020 \text{ руб.}$$

Таблица 5 – Основные расчеты по разделу

Наименование	стоимость/руб.
Полный ущерб	1763701,692
Оценка прямого ущерба	830863,362
Ущерб основных производственных фондов	68757,2245
Ущерб, нанесенный технологическому оборудованию	34292,8
Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям	61,9245
Ущерб, нанесенный производственному помещению	34402,5
Оценка косвенного ущерба	930978,33
Средства, необходимые для ликвидации ЧС	812818,33
Расход на огнетушащие средства	347625
Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования	458000
Расходы на топливо (ГСМ) для пожарной техники	4441,60
Затраты, связанные с восстановлением производственного помещения	120020
Затраты, связанные с монтажом электропроводки	6020

Пожар, на площади 156м², который произошел в квартире №96 расположенной на 20 этаже многоэтажного жилого дома, который нанес ущерб в виде испорченного бытового оборудования, электрощитов и стен самого помещения, Сумма прямого ущерба составила 1763701,692 руб., в него вошли затраты на ликвидацию пожара, и составили 812818,33 руб.

6 Социальная ответственность

Введение

В качестве объекта исследования выступает бокс для технического обслуживания (ТО) и ремонта пожарных автомобилей.

В этом разделе выпускной квалификационной работе будут рассмотрены вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте пожарного или группу пожарных. А также экологическая безопасность и правовые вопросы обеспечения безопасности.

Здание ФГКУ «17 ОФПС по Кемеровской области город Юрга» расположено по адресу г. Юрга на Ленинградской улице, 29, является рабочим местом при несении караульной службы.

К вредным факторам негативно влияющих на рабочего в боксе ТО могут относиться:

- микроклимат;
- освещение;
- запыленность и загазованность воздуха.

6.1 Выявление, анализ вредных производственных факторов и защитные меры от них

В России «Опасные и вредные производственные факторы» подразделяются по своему действию на следующие группы: физические, химические, биологические, психофизиологические.

6.1.1 Микроклимат

Отопление здания ФГКУ «17 ОФПС по Кемеровской области город Юрга» центральное водяное, выполнено согласно требованиям. Теплоноситель в тепловых сетях – вода с параметрами 90-70 °С. Теплоноситель для отопления – вода с параметрами 95-70 °С.

Расчётная зимняя температура наружного воздуха минус 39 °С. Продолжительность отопительного периода составляет 230 суток в год.

Тепловая нагрузка здания составляет 97340 ккал/ч на отопление. Монтаж системы отопления и гидравлические испытания давлением выполнены согласно требованиям [31, 32, 33].

В теплый период года оптимальная температура в здании и помещениях плюс 22–25 °С, а допустимая на 5 °С выше средней температуры, но не выше 28°С согласно требованиям [39, 40].

Относительная влажность при этом до 55 % (требуемая 40–60 %).

Скорость движения воздуха 0,2–0,5 м/с (оптимальная скорость 0,2 м/с)

В холодный период года оптимальная температура в здании и помещениях ПЧ составляет плюс 20-23 °С, допустимая плюс 19-25 °С.

Оптимальные и допустимые параметры воздуха рабочей зоны в помещениях определяются по санитарно-гигиеническим требованиям к микроклимату производственных помещений [39].

Нормируемые величины микроклимата приведены в таблице 8.1.

Таблица 6 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Уровень энергозатрат, Вт.	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха,%	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	I а	22–24	21–25	60–40	0,1
	I б	21–23	20–24		0,1
	II а	19–21	18–22		0,2
	II б	17–19	16-20		0,2
	III	16–18	15–19		0,3

Продолжение таблицы 6

Теплый	I а	23–25	22–26	60–40	0,1
	I б	22–24	21–25		0,1
	II а	20–22	19–23		0,2
	II б	19–21	18–22		0,2
	III	18–20	17–21		0,3

6.1.2 Освещение

Освещение, обеспечивающее нормальные зрительные условия работы, является важнейшим фактором в организации технического обслуживания и диагностики пожарных автомобилей.

Рабочие зоны освещаются в такой мере, чтобы рабочий имел возможность хорошо видеть процесс работы, не напрягая зрение и не наклоняясь для этого к инструменту. Освещение не должно создавать резких теней или бликов, оказывающих слепящее действие [40].

Для рациональной организации освещения требуется не только обеспечить достаточную освещенность рабочих поверхностей, но и создать соответствующие качественные показатели освещения [40].

В боксе ТО установлено искусственное освещение. На качество освещения оказывает влияние световой поток лампы, а также тип и свет светильника, цвет окраски помещения и оборудования, их состояние [40]. Источником света в боксе ТО являются светильники марки СЗ-4 ртутные, оснащенные лампами типа ДРЛ.

Рассчитаем допустимые значения освещения в боксе ТО. Для равномерного освещения светильники расположены по центру прямоугольника, точнее по осям симметрии. Величину светового потока лампы Φ (лк) определяем по формуле:

$$\Phi = \frac{E \times k \times S \times Z}{n \times \eta} \quad (45)$$

где Φ – величина светового потока;

E – минимальная освещенность, $E = 400$ лк;

k – коэффициент запаса, $k = 1,3$;

S – площадь помещения, $S = 120$ м² ;

Z – коэффициент неравномерности освещения, $Z = 1$;

n – число ламп в помещении, $n = 6$ штук;

η – коэффициент использования светового потока;

Расстояние между светильниками определяем по формуле:

$$L = 3 \times \lambda \quad (46)$$

где L – расстояние между светильниками;

λ – коэффициент, $\lambda = 1$;

$L = 3 \times 1 = 3$ метра.

Расстояния между светильниками определяем так, что число светильников в ряду должно быть три, а рядов два, то есть всего светильников шесть штук. Для определения данного коэффициента необходимо знать индекс помещения – i , который рассчитываем по формуле:

$$I = \frac{S}{h \times (A+B)} \quad (47)$$

где I – индекс помещения;

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, $h = 4$ м.

A, B – стороны помещения.

$$I = \frac{120}{4 \times (12 + 10)}$$

Примем значение коэффициентов отражения стен и потолка

$\rho_c = 0,5$; $\rho_p = 0,5$; $\eta = 49 \% = 0,49$;

Величину светового потока лампы Φ (лк) определяем по формуле (45)

$$\Phi = \frac{400 \times 1,3 \times 120 \times 1}{6 \times 0,49} = 21224 \text{ лк}$$

Значит, это должны быть ртутные лампы ДРЛ, у которых основные характеристики следующие:

- номинальная мощность 500 Вт; (требуемая 400 Вт);

- напряжение на лампе 140 В (требуемое 100 В);

- световой поток 600 лм (необходимо 400лм);
- размеры лампы 145 мм × 360 мм (диаметр × длина).

Таким образом, система освещения бокса ТО состоит из шести светильников типа СЗ-4-ДРЛ, построенных в два ряда по три светильника, что удовлетворяет требованиям нормативных документов [36].

Схема размещения светильников указана на рисунке

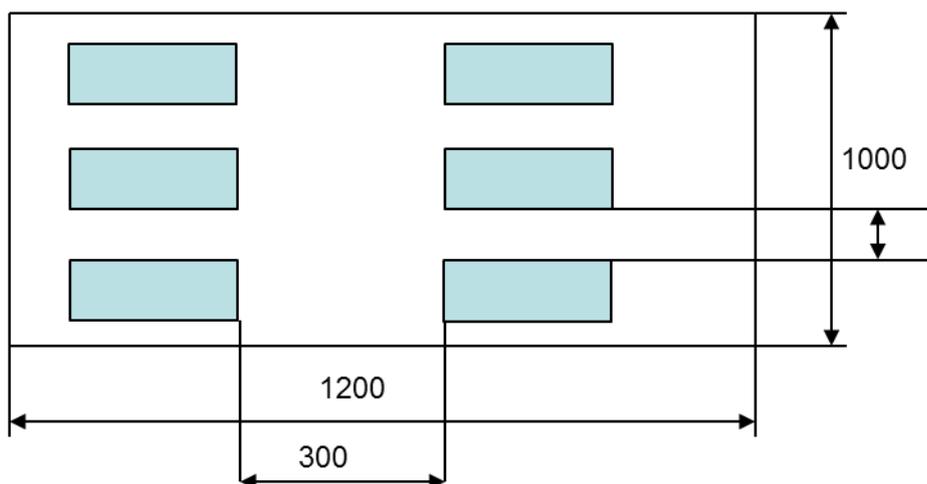


Рисунок 12 – схема размещения светильников

6.1.3 Запыленность и загазованность воздуха

В боксе ТО применяют местную вентиляцию в виде местных отсосов. Скорость отсасывания воздуха составляет 0,5-0,7 м/с. Местный отсос представляет собой вытяжной зонт с гибким воздухоотводом. Перед выбросом воздуха в атмосферу применяют очистку его от пыли, для чего используют масляные фильтры, с эффективностью очистки 95-98 % [37].

При использовании данной вентиляции в боксе ТО ПДК аэрозолей и пыли соответствует нормам [37].

6.2 Выявление, анализ опасных производственных факторов и защитные меры от них

К опасным факторам – которые могут воздействовать на рабочего в боксе ТО могут относиться:

- электробезопасность;
- пожаровзрывобезопасность.

6.2.1 Электробезопасность.

В боксе ТО электропитание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В. Электродвигатели в цехе заземлены, все кабели, электропроводка надёжно изолированы, не имеют скруток, оголённых частей. Электробезопасность соответствует системе стандартов [38].

Воздействие опасных факторов на человека в боксе ТО не выявлено.

6.2.2 Индивидуальные средства защиты.

Спецодежда рабочего должна предохранять тело работающего от неблагоприятного воздействия метеорологических условий, лучистой энергии, а также обеспечивать свободу движений, нормальную термоизоляцию организма.

Специальная обувь должна быть стойкой к материалам рабочей среды, подошва обеспечивать устойчивость.

Для защиты глаз рабочего от пыли и возможных повреждений применяют защитные очки [41].

Для защиты рук применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой [41].

6.2.3 Пожаровзрывобезопасность

Сооружение бокса ТО выполнено из трудно сгораемых и негорючих материалов и имеет вторую степень огнестойкости здания. [2].

Здание должно быть оборудовано средствами сигнализации, а также средствами тушения пожаров. Для обеспечения быстрого развертывания тактических действий по тушению пожара предусмотрены подъезды к зданию, с источником водоснабжения [41, 42, 46,].

Бокс ТО оборудован первичными средствами пожаротушения в соответствии с нормами.

Пожарная сигнализация в боксе ТО отсутствует [2, 40, 41, 43].

Номенклатура, количество и места размещения первичных средств пожаротушения в здании определены в зависимости от вида горючего материала, объёмно-планировочных решений здания, параметров окружающей среды.

Содержание первичных средств пожаротушения соответствует предъявляемым требованиям, огнетушители промаркированы, на них заведены паспорта, заведён журнал учёта наличия, проверки и состояния первичных средств пожаротушения. Приказом по учреждению назначены ответственные за ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения. Места размещения первичных средств пожаротушения обозначены знаками пожарной безопасности.

Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Предлагается в боксе ТО установить пожарную сигнализацию марки «гранд Магистр 8» т. к. она соответствует требованиям пожарной безопасности и самая рентабельная на сегодняшний день [43].

6.3 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

При выполнении раздела «Социальная ответственность» был произведен анализ вредных факторов, негативно влияющих на жизнедеятельность человека. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата рабочей зоны в боксе ТО согласно допустимым нормам.

Система освещения бокса ТО состоит из шести светильников типа СЗ-4-ДРЛ, построенных в два ряда по три светильника, что удовлетворяет требованиям нормативных документов [44].

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны соответствует нормам согласно данным приведенным в таблице [45].

Анализ показал, что воздействия опасных факторов на человека в боксе ТО не выявлено. Электробезопасность соответствует системе стандартов [46].

По пожаровзрывобезопасности предлагается в боксе ТО установить пожарную сигнализацию марки «гранд Магистр 8» т. к она соответствует требованиям пожарной безопасности и самая рентабельная на сегодняшний день.

Заключение

1. На одном пожаре в здании высотой более 25 этажей погибает в 3-4 раза больше людей, чем в 9-16 этажном доме. Особый характер пожарной опасности в ВЗ определяется: массовым пребыванием людей, частичном или полном разрушении здания, интенсивностью распространения пламени, дыма, токсичных веществ по высоте здания, отсутствие или недостаточность средств спасения людей при пожаре

2. Отечественные нормативные документы пожарной безопасности высотных зданий и сооружений - Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а также многоуровневый комплекс мер СПЗ.

Виды и способы противопожарной защиты высотных зданий в мировой практике:

- в Германии - система «van seven», основной принцип действия которой заключается в образовании семи больших пузырей пены из каждой капли воды, эффективность использования в ней вспененной воды как огнетушащего средства возрастает до 80%.

- шведская система «Кобра» отличается наличием специального пожарного пистолета, способного подавать воду под большим давлением, мощная струя тонкораспыленной воды, очень эффективного огнетушащего вещества.

- в ОАЭ разработан новейший пожарный беспилотник, благодаря его навигационному модулю он патрулирует и передает видео картинку на мобильные принимающие устройства экстренных служб.

- в США известен способ тушения пожаров в высотных зданиях с применением вертолета;

3. Система мер противопожарной защиты ВЗ, состоит из двух направлений:

- пассивная направлена на конструктивно-технологические решения, способствующие повышению степени огнестойкости высотных зданий, развитию пожара и локализации его в пределах пожарного отсека (секции), своевременной эвакуации или укрытию людей в специальных безопасных помещениях внутри здания.

- активная защита – это развитие и совершенствование совершенствования АПС и АУПТ, а также пожарной техники. (высотные автолестницы и подъёмники специализированные спасательные вертолеты и т.п.) а также тактики пожарных подразделений.

4. Для обеспечения нужного напора при подаче воды на 16 этаж, при пожаре высотного жилого комплекса необходимо подавать воду в перекачку от автомобиля, установленного на водоем, к другому, размещенному вблизи дома, но не дальше чем 20 м. Рассчитано время спасения людей, однако необходимо исходить из сложившейся обстановки на пожаре, конструктивных особенностей здания и безусловно от количества сил и средств, которыми располагают пожарные подразделения.

5. При использовании системы «Кобра», время тушения пожара уменьшается вдвое, что позволяет сохранить жизни и здоровье людей находящихся под угрозой опасных факторов пожара, так же позволяет повысить безопасность самих пожарных спасателей избегая риска воздействия пламени, горючих газов, токсичных веществ на кожу и легкие. В настоящее время метод «Кобра» считается одним из самых безопасных методов тушения пожара.

Список используемых источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ // СПС Гарант, 2010.
2. В. Рейтман Словарь основных терминов и определений системы «Безопасность в Чрезвычайных ситуациях» // Всероссийский научно - исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуациях МЧС России. Москва 2011 г. с.336.
3. А. Корольченко, Чинь Тхэ Зунг, А. Ляпин, Пожарная безопасность высотных зданий // Сборник статей по материалам IV всероссийской научно-практической конференции с международным участием;
4. Н.Г. Климущин, В.Н. Новиков «Противопожарная защита зданий повышенной этажности». - М.: Стройиздат, 1979. - 142 с.
5. Н.Г.Климущин, В.М. Кононов «Тушение пожаров в зданиях повышенной этажности». - М.: Стройиздат, 1983. - 104 с.
6. СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
7. Гуреев М.В. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за 2010 год // Всероссийский научно - исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуациях МЧС России. Москва 2011 г. с.297.
8. Шилова В.Е. Система Водяного пожаротушения // Издательство: «Пожарная наука». Москва 2013 г.
9. Порядок тушения пожаров подразделениями пожарной охраны" утвержден Приказом МЧС России от 31.03.2011 № 156
10. Система охранно-пожарной сигнализации в административных и жилых зданиях / Ширшов МА. // Издательство: Рекламно издательский центр «Техносфера». Москва 2008 г.с.28-31.

11. В.П. Иванников, П.П. Ключ «Справочник руководителя тушения пожара». – М. Стройиздат, 1987. - 288 с.
12. НПБ 193-2000 «Устройства канатно-спускные пожарные. Технические требования ПБ. МИ».
13. Терещнев В.В. Управление силами и средствами на пожаре / В.В. Терещнев, А.В. Терещнев. – М., 2003. – 261 с.Серебров А.В.
14. С.М. Дымов «Обоснование применения и расчет количества технических устройств для спасания людей из высотных зданий и сооружений». – М: Пожарная безопасность №2 2006. ФГУ ВНИИПО МЧС России
15. Г.Х. Харисов «Методические указания к решению задач и выполнению контрольных заданий по аварийно-спасательным работам». – М: Академия ГПС МВД России, 2001. 45с
16. Постановление Правительства РФ №87 от 16 февраля 2008г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
17. Гидравлика и противопожарное водоснабжение./ Под ред. канд.т.н., доц. Ю.Г. Абросимова. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.25 РД 25.03.001-2002 «Системы охраны и безопасности объектов. Термины и определения»
18. Подгрушный А.В. Методические указания к решению тактических задач по теме «Основы прогнозирования обстановки на пожаре. Локализация и ликвидация пожаров» / А.В. Подгрушный, Б.Б. Захаревский, А.Н. Денисов, Ю.М. Сверчков. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 37 с.
19. Оптимизация системы противопожарной защиты жилых зданий повышенной этажности с учетом социальных и климатических особенностей Вьетнама [Электронный ресурс] Российская государственная библиотека.ком.2015. - Режим доступа: <http://dlib.rsl.ru/01003541756>
20. Поддержка принятия управленческих решений при тушении крупных пожаров в общественных зданиях [Электронный ресурс] Российская государственная библиотека.ком.2015. - Режим доступа: <http://dlib.rsl.ru/01005526090>

21. Повзик Я.С. Пожарная тактика / Я.С. Повзик. – М.: ЗАО «Спецтехника», 1999. – 416 с.
22. Терещнев В.В., Артемьев Н.С., Троханов В.А. «Противопожарная защита и тушение пожаров зданий повышенной этажности» – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005 – 261 с.
23. Терещнев В.В «Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений». – М.: Пожкнига 2004 – 254 с.
24. Автоматические установки пожаротушения [Электронный ресурс] / Грант 2014. – Режим доступа: nachkar.ru/index_3/ecnfyjdrb.html. Дата обращения: 23.05.2016 г.
25. Основы организации тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] / Рефлидер.ком.2017. -Режим доступа: <http://refleader.ru/jgemerrnaotrbew.html#3>.
26. Обеспечение пожарной безопасности высотных многофункциональных комплексов / И.Р. Хасанов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - №8. - 2007. - С.28-32.
27. Пожарная профилактика в высотных зданиях [Электронный ресурс] Реферат.ком.2015. - Режим доступа: <https://referat.co/ref/623490/read?p=1>.
28. Конструктивные решения высотных зданий [Электронный ресурс] / Архитектурно-строительный портал.ком.2016. -Режим доступа: <http://refleader.ru/jgemerrnaotrbew.html#3>
29. Пожаротушение температурно-активированной водой [Электронный ресурс] Реферат.ком.2015. - Режим доступа: <http://helpiks.org/3-8103.html>.
30. Комплексное обеспечение пожарной безопасности зданий повышенной этажности [Электронный ресурс] Лекция.ком.2014. - Режим доступа: http://www.rusnauka.com/10_NPE_2008/Stroitelstvo/29404.doc.htm

31. Оптимизация системы противопожарной защиты зданий гостиниц повышенной этажности [Электронный ресурс] Российская государственная библиотека.ком.2014. - Режим доступа: <http://dlib.rsl.ru/01002318321>
32. Современные способы пожаротушения [Электронный ресурс] /Лекции.ком.2015. - Режим доступа: <http://lektsii.com/1-116708.html>.
33. Пожарная безопасность [Электронный ресурс] / Гост стандарт, 19982009. – Режим доступа: http://standart.gost.ru/npb_201-96.
34. Серков, Б. Б. Безопасная эвакуация людей при строительстве и эксплуатации высотных зданий / Б. Б. Серков, Д. А. Самошин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. - 2009. - № 2. - С. 32-36.
35. Гооге, И. Проблемы противопожарной безопасности жилых зданий // Мир безопасности. - 2003. - № 9. - С. 23-25.
36. Сотникова, К. Н. Оптимизация загрузки насосов в системе пожаротушения / К. Н. Сотникова, И. И. Переславцева, О. Н. Филатова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2011. - № 2. - С. 46-49.
37. Холщевников, В. В. Проблема беспрепятственной эвакуации людей из зданий, пути ее решения и оценки // Алгоритм безопасности. - 2006. - № 4. - С. 60-63.
38. Болодьян И.А., Хасанов И.Р., Гомозоа А.В. Концептуальный подход к обеспечению пожарной безопасности высотного строительства и формирование противопожарных норм для высотных и многофункциональных комплексов // Современные системы и средства комплексной безопасности и противопожарной защиты объектов строительства. Материалы 2-й науч.-практ. конф. - М.: Стройбезопасность, 2003. - С. 14-15.
39. ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»
40. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.
41. ГОСТ 12.1.005 –76. 34. СанПиН 2.2.4.548-96«Санитарно-гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

42. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»
43. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
44. ГН 2.2.5.1313-03 Гигиенические нормы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны»
45. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность».
46. ГОСТ Р 12.1.009-82 «Электробезопасность» (защитные средства).
47. Кяимкин В.И. Опыт обеспечения пожарной безопасности высотных и многофункциональных зданий в Москве // Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений. Материалы XIX науч.-практ. конф. Ч.3. - М.: ВНИИШ10.2005 - С. 31-47.
48. Догадайло В.А., Дюльгеров В.И. Жизнь московских высоток. Программа «Новое кольцо Москвы» // Уникальные и специальные технологии в строительстве. - 2004. - № 6. - С. 40 - 41.