

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

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Повышение эффективности системы противопожарной защиты в
культурно-зрелищных учреждениях

Студент(ка)	<u>М.В.Саркисов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>Г.Н. Яговкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Нормоконтроль	<u>С.В. Грачева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., профессор М.И.Фесина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

«26» мая 2016г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

«26» мая 2016г.

Тольятти 2016

Реферат

Отчет 94 с., 4 ч., 10 рис., 2 табл., 59 источников.

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, КУЛЬТУРНО-ЗРЕЛИЩНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ, ПАК «СТРЕЛЕЦ-МОНИТОРИНК», АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ HI-FOG.

Объектом исследования являются культурно-зрелищные заведения. Пожары в таких зданиях нередко сопровождаются человеческими жертвами. Количество жертв на некоторых пожарах достигало несколько сотен человек.

Цель работы — совершенствование способов и методов обеспечения пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации культурно-зрелищных учреждений, в целях предупреждения возникновения пожаров, гибели людей при пожарах.

В процессе работы проводился анализ систем автоматической пожарной сигнализации и систем автоматической передачи сигнала «Пожар» на пульт связи подразделений ФПС МЧС, а также проведен анализ автоматических установок пожаротушения с предложением внедрения инновационной автоматической системы пожаротушения тонкораспыленной водой (HI-FOG).

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: ПАК "Стрелец-Мониторинг" по радиоканалу обеспечивает:

- двухсторонний обмен данными между центром мониторинга и охраняемым объектом с непрерывным контролем канала;
- подтверждение доставки каждого информационного пакета;
- автоматический контроль до 8 тыс. объектов;
- удаленный запуск на объекте речевых сообщений ГО и ЧС из центра мониторинга.

Тонкораспыленная вода HI-FOG® обеспечивает:

- локализацию и тушение пожара при пониженных расходах воды, в 5...20 раз меньших, чем для обычных спринклерных систем;
- высокую проникающую способность;

- эффект частичного дымоосаждения.

В заключение содержатся основные результаты исследовательской работы, свидетельствующие об актуальности исследования, изложен вывод о необходимости применения комплексного подхода по защите культурно-зрелищных учреждений с применением автоматической системы пожарной сигнализации ПАК «Стрелец-Мониторинг» и системы тонкораспыленного автоматического пожаротушения Hi-Fog.

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование	Страница
	ВВЕДЕНИЕ	6
1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	10
1.1	Сокращения	10
1.2	Общие сведения об объекте	11
1.3	Конструктивные особенности театральных комплексов	15
1.4	Особенности развития пожара в культурно-зрелищных учреждениях	21
1.4.1	Основные параметры пожара	21
1.4.2	Развитие пожара в культурно-зрелищных учреждениях	23
1.5	Анализ пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях	26
1.5.1	Статистика	26
1.5.2	Исторические факты	27
1.6	Нормативно-правовая база по обеспечению пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях	34
2	ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ТЕАТРАЛЬНО-ЗРЕЛИЩНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ	36
2.1	Эвакуация людей	36
2.2	Тушение пожаров в сценической части	41
2.3	Тушение пожара в зрительном зале	43
3	ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ	45
3.1	Организация пожарного мониторинга	45

3.2	Требования к системам передачи извещений о пожаре	49
3.3	ПАК «Стрелец-Мониторинг»	50
3.4	ПАК «Стрелец-Мониторинг» – единая технология	54
3.5	Совместимость ПАК «стрелец-мониторинг» с различным оборудованием	55
4	СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ И УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЁННОЙ ВОДОЙ	58
4.1	Основные механизмы пожаротушения	58
4.2	Анализ существующих систем противопожарной защиты	59
4.2.1	Автоматические установки пожаротушения, экспертное ранжирование	59
4.2.2	Установки пенного пожаротушения	61
4.2.3	Установки порошкового пожаротушения	62
4.2.4	Установки водяного пожаротушения	63
4.2.5	Установки аэрозольного пожаротушения	65
4.2.6	Автономные установки пожаротушения	66
4.3	Сравнительная стоимость систем пожаротушения	67
4.4	Преимущества технологии пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды	70
4.5	Система пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды "Hi-Fog"	75
4.6	HI-FOG® технология пожаротушения тонкораспыленной водой	77
4.6.1	Общие сведения об установках HI-FOG	79
4.6.2	Технология пожаротушения HI-FOG ®	81
4.6.3	Огнетушащая эффективность установок HI-FOG®	83

4.6.4	Устройство HI-FOG®	84
4.6.5	Защита объектов	85
4.6.6	Область применения	86
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	89

ВВЕДЕНИЕ

Огонь с давних времен играет значимую роль в развитии человеческой цивилизации. «Приручение» огня, овладение процессами горения, создало человеческую цивилизацию, и по сей день дает толчок научно - техническому развитию цивилизации. Но вместе с этим по различным причинам огонь вырывается из-под контроля человека, превращаясь из союзника в грозного врага - пожар это не контролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан интересам общества и государства[1].

Огонь созидатель, но и вместе с тем нет ничего страшнее пылающего пламени. Пожары причиняют многозначительный, а иногда не поправимый вред природе, человеческому обществу, духовным и материальным ценностям.

Статистические данные утверждают, что количество пожаров на нашей планете постоянно растет и уже достигло 6,5 миллионов в год примерно каждые 5 секунд где-то вспыхивает пожар. Годовой ущерб исчисляется десятками тысяч людских жизней, а материальный - миллиарды.

Без сомнений можно сказать пожары в России это масштабная национальная проблема. За период 2014 году согласно статистических данных на объектах и жилом секторе нашей страны произошло 150 437 пожаров, при этом погибло 10068 человек, а травмы получили 10951 человек, материальный ущерб составил почти в 2 миллиарда рублей. А ущерб, причиненный 22 421 пожаром лесному фонду России, оценивается в 4,5 миллиарда рублей, нанесен невосполнимый ущерб флоре и фауне, экологии окружающей среды.

Не смотря, на все принимаемые пожарной охраной меры показатели гибели людей на пожаре в России остаются самыми высокими в мире. Для сравнения приведем статистические данные других стран, на каждые 100 тыс. россиян приходится 10.2 погибших на пожаре, в США и Польше – 1.4, Великобритании – 1.2, Швеции – 0.8, а в Германии и Австрии коэффициент составляет–0.7.

Наступление нового XXI век, насыщенного информационными потоками,

века, где развиваются новые технологии, решения и преобразования окружающего мира, стремительное и прогрессивное развитие промышленности, наука – техноемких отраслей все это способствует развитию новых пожарных и техногенных опасностей для человека.

С непрерывным расширением масштабов развития деятельности человеческой цивилизации, возрастает и его культурный уровень. Что провоцирует тенденцию строительства культурно-зрелищных учреждений театров, концертных залов, клубов, и т.д. И конечно увеличение масштабов строительства культурно-зрелищных учреждений положительно влияет уровень культурной жизни населения, но вместе с этим возникает ряд проблем с необходимостью обеспечения пожарной безопасности людей и объектов культурно-зрелищного комплекса.

С применением в строительстве новых технологий и строительных материалов пришедших на смену дереву создалось ложное впечатление защиты. Новые строительные материалы при горении выделяют еще больше тепла гораздо больше ядовитых продуктов сгорания. Особую повышенную опасность представляют пожары в зданиях с массовым пребыванием людей, характерной чертой этих зданий является наличие залов с массовым пребыванием людей (школы, детские сады, больницы, театры, клубы, дома культуры и т.д.) к числу которых относятся и культурно-зрелищные учреждения, пожары в которых нередко сопровождаются человеческими жертвами.

Здания театрального комплекса таят в себе множество пожарных опасностей, заключается в наличии на сцене легковоспламеняющихся материалов: декораций, бутафорий, которые чаще всего выполняются из тканей и дерева, окрашенных масляными красками, и других горючих материалов. Также наличие сложного электротехнического оборудования, силовое и осветительное оборудование, а также в ряде случаев использование в представлениях открытого огня (факелы, свечи), что обуславливает повышенную пожарную опасность этих объектов. В театральное здание

приходит публика, не надо забывать и об этом аспекте безопасности. Зрительские опасности - это курение в здании, заваленные проходы и число зрителей, превышающее официальную вместимость зрительного зала. Это и общие опасности такие, как заблокированные и закрытые выходы из здания, недостаточный размер и количество выходов, отсутствие знаний по пожарно - техническому минимуму.

Вся актуальность проблемы повышения уровня обеспечения пожарной безопасности людей в зданиях культурно-зрелищных видна из вышеизложенного. Вместе с развитием научно-технического прогресса и культурного уровня жизни, развиваются и новые инновационные способы борьбы с пожарами и их последствиями. Между тем необходимость обеспечения безопасности людей, находящихся на объекте, где возможно возникновение пожара, не отпадает.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Сокращения

В настоящей магистерской диссертации используются следующие сокращения:

- ФЗ – федеральный закон;
- СП – свод правил;
- ВСН – ведомственные строительные нормы;
- СНиП – строительные нормы и правила;
- РАМТ – Российский академический молодежный театр;
- АПС – автоматическая пожарная сигнализация;
- ПАК – программно-аппаратный комплекс «Стрелец-Мониторинг»;
- ОС – объектовая станция (объектовый блок);
- РПМ – радиоприемопередающий модуль;
- ОБ – объекты защиты;
- СПИ – система передачи извещений;
- ОС – объектовая станция;
- ПО – программное обеспечение;
- ОФП – опасные факторы пожара;
- ГДЗС – газо-дымо защитная служба;
- УТП – участок тушения пожара;
- ГПС – Государственная противопожарная служба;
- ФПС – Федеральная противопожарная служба;
- ЧС – чрезвычайная ситуация;
- ЧП – чрезвычайное происшествие;
- ИТР – инженерно-технический персонал;
- РТП – руководитель тушения пожара;
- АУПТ – автоматическая установка пожаротушения;
- СУВП – спринклерные установки водяного пожаротушения;
- ДУВП – дренчерные установки водяного пожаротушения;
- АОС – аэрозольобразующие огнетушащие составы;

- АУАП – автоматическая установка аэрозольного пожаротушения;
- ОВ – огнетушащее вещество;
- ГОА – генераторы огнетушащего аэрозоля;
- ТРВ – тонко распыленная вода;
- САП - системой автоматического пожаротушения;
- ППК - прибор приемно-контрольный.

1.2 Общие сведения об объекте

Театр — вид искусства, вобравший в себя почти все виды искусства: музыку, литературу, драматургию, изобразительное искусство, а также в его стенах используют многочисленные достижения самых разнообразных наук и областей техники.

Родовое понятие «театр» включает в себя различные его виды: оперный драматический театр, кукольный, балетный, театр пантомимы и др.

Размещение зданий театров в лучших, центральных частях города — градостроительная традиция, которой неизменно следуют наши архитекторы. Новые здания театров занимают важнейшее положение в ансамблях городских центров.

Современный театр представляет собой синтетическое образование, включающее практически все виды искусства (живопись, графику, скульптуру, цифровые технологии и т.д.). Сегодня современный театральный объект – это вариативный, полифункциональный, технологически оборудованный комплекс или центр, рассчитанный на проведение различного рода мероприятий и видов театральных искусств.

К типологии актуальных сегодня театральных объектов относятся:

1. Интерактивный театрализованный музей – комбинированный центр с выставочными и театральными пространствами. Присутствуют помещения для обучения и получения информации. Направленность на разные категории людей. Оснащение современными медиа технологиями.

2. Концертный зал (одножанровый, многожанровый) – место для проведения эстрадных и театральных представлений.

3. Оперный комплекс – многозальное сооружение с приоритетным жанром оперных постановок и возможностью параллельно организовывать дополнительные виды театральных действий в других залах комплекса.

4. Театрально-демонстрационный комплекс – обладает возможностями сочетания различных функциональных зон с их функционированием в различных режимах. Такой подход связан с трансформациями внутренних пространств комплекса для перехода из одного режима в другой, поэтому режимы закладываются на стадии проектирования.

5. Театральный комплекс – сочетание театральных и функциональных зон, включающее в себя другие типы пространств. Например – концертный зал, концертный холл и театральный зал.

6. Виртуальный театр - театр как виртуально созданный мир в стенах театрального сооружения. Главным свойством виртуального театра является интерактивность. Важно отметить, что театральная постановка сохраняет свою структуру: зрители из зала наблюдают за действием, имеющим литературную основу.

7. Театральный центр – сочетания различных театральных и других функциональных зон. Например, сочетание учебного заведения и театрального комплекса. Или театр, совмещенный с торговыми, культурными и развлекательными функциями.

Особенности организации современных театральных центров позволяют сочетать разные типы современных театральных пространств. В составе, например, могут быть криволинейные коридоры с ответвлениями к выставочным пространствам, магазинам и музыкальным площадкам, как это сделано в интерактивном театрализованном музее «ЕМР» архитектора Фрэнка Гери.

Или Большой национальный театр в Пекине архитектора Поля Андре, топологичный по форме и сочетающий под одним куполом три крупных зала: оперный, театральный и концертный.

Современный театральный центр может быть динамичной адаптивной структурой, меняя пространственный объем благодаря подвижным гидравлическим механизмам, фрактально расположенным в структуре театральных залов.

Трансформации могут носить характер изменения сценической коробки и самого зала, например как в театре «Mercury», построенного Московской мастерской «Меганом».

А могут перестраиваться полностью, в зависимости от характера мероприятия, как например, в драматическом театре Уайли, построенного по проекту Рема Кулхаса.

Использование цифровых технологий и интерактивных свойств, применяемых в нелинейной архитектуре, способствует особому восприятию различных видов и жанров театрального искусства. Так, например, голографические и проекционные технологии позволяют создать видимость трехмерного объекта, реально не существующего в пространстве. В качестве примера можно привести реализованный театр для медитации «Agoga» голландской группы UN studio, заполненный изнутри цифровыми и механическими интерактивными устройствами [57].

Размещение театра в городе и выбор земельного участка определяются: планировочной и транспортной структурой города, характером окружающей застройки, наличием зеленых насаждений, количеством театров в городе, составом сооружений и структурой городского центра, назначением проектируемого театра и т.д. Выбор земельного участка рекомендуется осуществлять на основе предпроектного исследования [56].

Особенностью этих сооружений является объединение под одной крышей ряда учреждений культуры — театра с вместимостью зрительных

залов от 1400 до 2200 мест, кинотеатров, танцевального зала, библиотеки, большого количества помещений для кружковой работы и т. д.

В составе участка культурно-зрелищного учреждения предусматриваются следующие зоны:

- площадки перед входами и выходами (из расчета не менее 0,2 м² на одно место в зрительных залах);

- внутренние проезды, въезды в подземные стоянки (шириной не менее 3,5 м при одностороннем движении);

- площадки для стоянок автомобилей (1 маш./место на 7-10 зрительских мест объектов 1 и 2 уровней комфорта и 1 маш./место на 12 зрительских мест объектов 3 уровня комфорта);

- хозяйственная зона, изолированная от зоны посетителей (с проездом для грузового транспорта шириной не менее 4,5 м с поворотной площадкой размером не менее 12,0 x 12,0 м).

Целесообразно включать в состав территории:

- озелененные и благоустроенные рекреации;

- площадки для сезонных досуговых мероприятий;

- благоустроенные пешеходные связи с прилегающими к участку объектами городского обслуживания и остановками общественного транспорта.

Но каким бы не был театр, он таит в себе не только волшебство драматического искусства, но и массу опасностей. И самое главное — это то, что существуют правила, соблюдая которые, можно избежать несчастных случаев, но они часто игнорируются.

Любое здание возводится для создания объема пространства с безопасными и удобными условиями жизни и деятельности людей, защищенными от неблагоприятных воздействий окружающей среды и природных или техногенных чрезвычайных ситуаций. Безопасность — первоочередная жизненная потребность человека. Данное утверждение является обоснованием принятого в нашей стране комплекса федеральных законов (ФЗ) — технических регламентов о безопасности, цель которых:

- защита жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охрана окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей[35].

1.3 Конструктивные особенности театральных комплексов

Комплексы помещений театров:

помещения демонстрационного комплекса, (зрительный зал, сцена, помещения технологического обеспечения сцены);

артистические комнаты;

помещения зрительского комплекса;

помещения, обслуживающие сцену;

склады декораций;

помещения для творческого и технического персонала;

производственные помещения;

вспомогательные помещения.

В совокупности зрительское и сценическое пространства составляют театральное пространство. В основе театрального пространства лежит два принципа расположения актеров и зрителей по отношению друг к другу: осевой и центральной. В осевом решении театра сценическая площадка располагается перед зрителями фронтально и они находятся как бы на одной оси с исполнителями. В центровой или, как еще называют, лучевой — места для зрителей окружают сцену с трех или четырех сторон.

Основополагающим для всех видов сцен является и способ сочетания обоих пространств. Здесь только два решения: либо четкое разделение объема сцены и зрительного зала, либо частичное или полное их слияние в едином, неразделенном пространстве. В одном случае, зрительный зал и сцена помещаются как бы в различных помещениях, соприкасающихся друг с

другом, в другом случае — и зал, и сцена располагаются в едином пространственном объеме.

На основании выше сказанного можно произвести следующую классификацию форм сцены (рисунок 1).

Сценическая площадка, ограниченная со всех сторон стенами, одна из которых имеет широкое отверстие, обращенное к зрительному залу, называется сценой-коробкой. Места для зрителей расположены перед сценой по ее фронту в пределах нормальной видимости игровой площадки. Таким образом, сцена-коробка относится к осевому типу театра, с резким разделением обоих пространств. Для сцены-коробки характерно закрытое сценическое пространство, и поэтому она принадлежит к категории закрытых сцен. Сцена, у которой размеры порталного отверстия совпадают с шириной и высотой зрительного зала, является разновидностью коробки.

Сцена арена представляет собой произвольную форму, но в основном архитекторы выбирают круглую площадку и вокруг нее расположены зрительные места. Это типичный пример центрального театра, где сцена и зал слиты воедино.

Один из видов арены относящийся к центральному театру это пространственная сцена. Различия от арены заключается в том что вокруг пространственной сцены размещаются места для зрителей. Пространственная зона сцена в зависимости от конструктивного решения может быть либо осевой либо центральной. Оба типа сцен и арена и пространственная сцена относятся к открытому типу, и часто называются открытыми сценами.

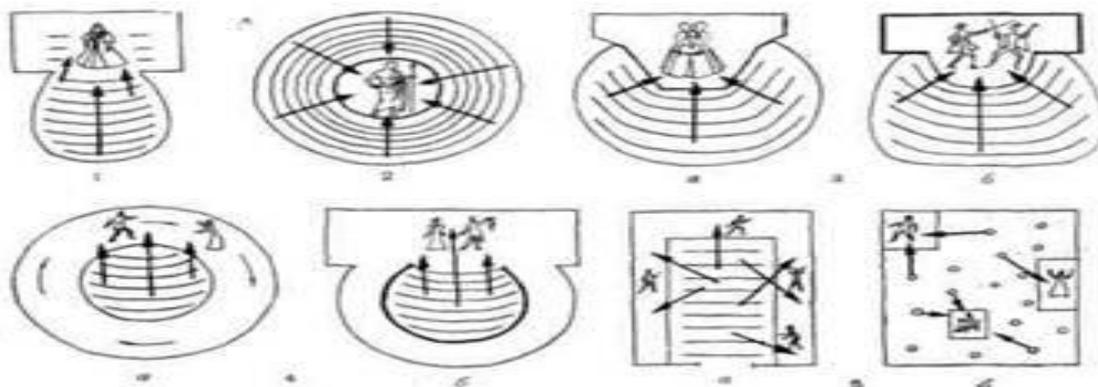


Рисунок 1 - Основные формы сцены:

1 — сцена-коробка; 2 — сцена-арена; 3 — пространственная сцена (*а* — открытая площадка, *б* — открытая площадка со сценой-коробкой); 4 — кольцевая сцена (*а* — открытая, *б* — закрытая); 5 — симультанная сцена (*а* — единая площадка, *б* — отдельные площадки)

Сценическую площадку выстроенную в виде подвижного или неподвижного кольца, внутри которой располагаются места зрителей называют кольцевой сценой.

Большая часть этого кольца может быть скрыта от зрителей стенами, и тогда кольцо используется как один из способов механизации сцены-коробки. В наиболее чистом виде кольцевая сцена не разделяется со зрительным залом, находясь с ним в едином пространстве. Кольцевая сцена относится к разряду осевых сцен.

Основной сценой для большинства современных театров является сцена-коробка. Подробнее остановиться на ее устройстве, оборудовании и технологии.

Основные части сцены отражены на рисунке 2.

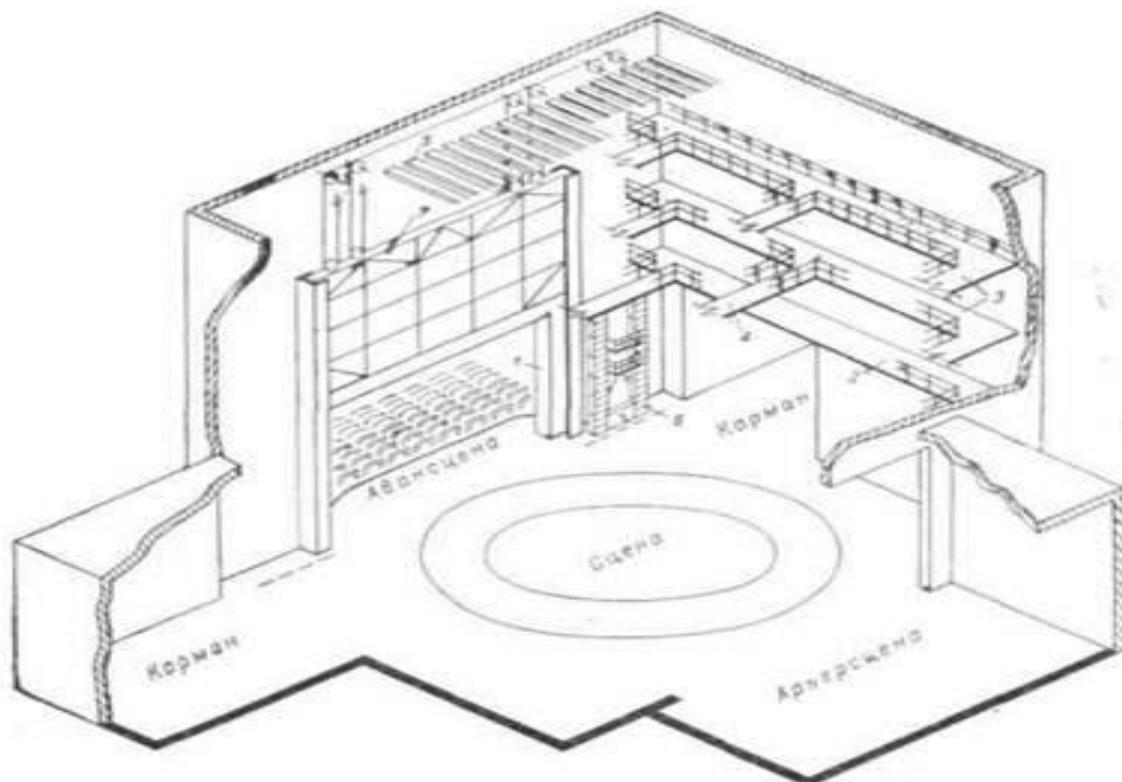


Рисунок 2 - Устройство сцены-коробки:

1 — строительный портал; 2 — осветительная галерея; 3 — рабочая галерея; — переходный мостик; 5 — колосники; 6 — порталная башня; 7 — огнестойкий занавес

Сценическая коробка по вертикальному сечению распадается на три основные части: трюм, планшет и колосники. Разберем каждое из этих помещений с описанием конструктивных особенностей.

Помещение, расположенное под сценой в объеме которого находятся механизмы привода, подъемно опускных площадок другое оборудование называется трюмом. Оно может быть многоярусным одно, двух и т. д. Основанием каждого яруса служит деревянный настил.

Планшет - это пол сцены, он площадь которого может варьироваться от 300...600 м² он представляет собой сплошной настил из деревянных досок и брусков. Стены сценической коробки выполняются из негорючих материалов, высота ее 25...40 м и более, а объем — до 20 тыс. м³. Покрытие над сценой бесчердачное с дымовыми люками. Управляют дымовыми люками с планшета сцены, из машинного отделения и из помещения местной пожарной охраны.

На потолке сцены располагается деревянный настил из досок и брусков это колосники. На них размещаются блоки подъемов (декорационных, софитных, и прочих)

Авансцена — представляет собой участок сцены, выходящий в зрительный зал за линию занавеса. В современных театрах авансцена зачастую включается в объем сценической коробки и снабжается всем необходимым набором механического оборудования для перемены декораций. Передняя сцена используется как место для игры актеров перед занавесом в непосредственной близости от зрителей. Она может обыгрываться как отдельно от главной сцены, так и в сочетании с нею[54].

Расположение большого количества горючего материала (сгораемые декорации, костюмы, конструкция планшета, трюма, колосников и т.д.) все

максимально увеличивает пожарную нагрузку сценического комплекса которая порой может достигать $200\dots400 \text{ кг/м}^2$.

Зрительные залы по своим характеристикам условно делятся следующим образом: по вместимости: - камерные - до 80 мест; - малые - от 81 до 300 мест; - средние - от 301 до 800 мест; - большие - от 801 до 1200 мест; - крупные - от 1201 и более мест; по назначению: - театральные; - концертные; - кинозалы; - видеозалы; - универсальные; по акустическим характеристикам: - речевые с естественной акустикой; - музыкальные с естественной акустикой; - музыкальные с электроакустикой; - универсальные (речь, музыка, кинопоказ и др.); по форме взаимосвязи со сценой (эстрадой): - зал без стационарной сцены и эстрады; - зал с традиционной глубинной колосниковой сценой (в т.ч. трехпортальной и других вариантов); - зал с традиционной эстрадой; - зал с трехсторонней сценой; - зал со сценой-ареной или рингом; - зал с панорамной сценой и сценической коробкой; - зал с панорамной сценой без сценической коробки; - зал с кольцевой сценой; - зал с несколькими дифференцированными сценическими площадками; - зал со сценой в виде системы подвижных взаимозаменяемых сценических планшетов с движением по горизонтали и вертикали, на основе глубинной сцены-коробки с трюмом. По степени трансформации: - стационарные; - стационарные с отдельными элементами трансформации (например, подъемно-опускной оркестр, кашетируемый портал, подвижная авансцена и др.); - трансформирующиеся.

Зрительный зал выделен от других помещений капитальными негоряемыми стенами, со сценической частью сообщается порталным проемом шириной $12\dots20 \text{ м}$ и высотой $8\dots12 \text{ м}$. Общая пожарная нагрузка зрительного зала составляет $30\dots50 \text{ кг/м}^2$.

В театрах вместимостью 800 мест и более порталный проем перекрывают противопожарным занавесом. Перекрытие над зрительным залом трудно-сгораемое или сгораемое, подвесное со сложными фермами в чердачном помещении. Под полом зрительного зала образуются значительные пустоты.

В зрительном зале имеется развитая система вентиляции. Сборный канал устраивают в чердачном помещении. Число входов и выходов в зрительном зале рассчитывают для быстрой эвакуации зрителей.

В зрелищных предприятиях и клубных учреждениях размещают стационарные системы водяного тушения. В зрительном зале, трюме, на сцене, в рабочих галереях и около колосников устраивают внутренний пожарный водопровод с установкой пожарных кранов. Сгораемое покрытие над сценой, боковыми и задними карманами, зрительным залом, а также порталный проем и проемы в боковые и задние карманы защищают спринклерными или дренчерными установками. В театрах на рабочих галереях и около колосников иногда устанавливают лафетные стволы. Для бесперебойной работы систем тушения в театрах устанавливают насосы, повышающие давление воды.

Огнестойкий противопожарный занавес. Основное назначение занавеса — надежная защита зрительного зала от огня и проникновения ядовитых газов, образующихся при горении.

Огнестойкость и герметичность, основные характеристики противопожарного занавеса, но помимо этого еще один из показателей характеризующий занавес - это его повышенная прочность. В связи с тем, что во время пожара на занавес воздействует большое давление, которое может выдавить его в зрительный зал.

Во время пожара занавес необходимо охлаждается потоками воды, из распылителей автоматической системы пожаротушения располагающейся на порталной сцене.

Каркас занавеса представляет собой конструкцию изготовленную из металла которая заполнена несгораемыми материалами.

Конструктивно занавесы делают подъемно-опускного типа. Подвешивают занавес на двух, а при необходимости и более тросах. Из трех точек в театре производится управление движение занавеса.

1.4 Особенности развития пожара в культурно-зрелищных учреждениях

1.4.1 Основные параметры пожара

Пожаром называют неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Продолжительность пожара, т.е. воздействие теплоты на окружающую территорию, а также материальный ущерб на прямую зависят от характера и объемов пожарной нагрузки.

Пространство, в котором развивается пожар условно можно разделить на три зоны; зона горения, зона теплового воздействия и зона задымления.

Рассмотрим каждую из зон подробнее. Пространство в котором протекают процессы термического разложения или испарения горючих материалов и веществ агрегатное состояние которых может быть твердым, жидким, паром или газообразным называется зоной горения. Зона горения в зависимости от ситуации может быть ограничена зданиями, сооружениями, технологическими установками и т. д.

Непосредственно к границам зоны горения примыкает зона теплового воздействия. В этой зоне происходят процессы теплообмена между поверхностью пламени и строительными конструкциями и горючими веществами и материалами. Конвекция, излучение и теплопроводность основные три способа передачи тепла в окружающую среду.

Та часть пространства которая примыкает к зоне горения и заполнена дымовыми газами концентрация которых создает реальную угрозу для жизни и здоровья людей и затрудняет боевые действия пожарных подразделений называется зоной задымления. Внешними границами зоны задымления считают места, где плотность дыма составляет $0,0001 \dots 0,0006 \text{ кг/м}^3$ а видимость не превышает 6-13 м. а концентрация кислорода воздуха не менее 16% [38].

Помимо этого пожар сопровождается еще и социальными явлениями, наносящими обществу не только материальный, но и моральный ущерб. Гибель людей, термические травмы и отравления токсичными продуктами

горения, возникновение паники на объектах с массовым пребыванием людей и т.п. — явления, нередко происходящие на пожарах.

Статистические данные пожаров произошедших в нашей стране и в мире в целом позволяет определить примерное распределение ущерба и гибели людей по зданиям различного типа и назначения, от опасных факторов пожара. Под опасными факторами пожара понимают факторы пожара, воздействие которых приводит к травмам, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу.

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму[2].

Большой ущерб наносят пожары в производственных и складских зданиях, а гибель людей от ОФП чаще происходит в жилых зданиях. Пожары в многоэтажных производственных зданиях возникают сравнительно редко, но быстро развиваются в вертикальном измерении, материальный ущерб от них в несколько раз превышает ущерб от пожаров в одноэтажных зданиях. К большим материальным потерям и человеческим жертвам приводят крупные пожары.

Гибель людей, в основном, происходит на ранних стадиях развития пожара преимущественно от удушья. Основную массу погибших на пожаре составляют дети, пожилые люди и инвалиды.

Рост числа пожаров, величина материального ущерба и человеческих жертв определяются концентрацией производства, созданием новых, опасных в

пожарном отношении технологий, увеличением плотности населения, уровнем оснащённости пожарных частей, несвоевременностью принятия мер и т.д.

Таким образом, на пожарах происходят различные явления, взаимосвязанные друг с другом. Они протекают на основе общих физико-химических и социально-экономических законов, характеризуются соответствующими параметрами, знание которых позволяет определить количественные характеристики каждого явления, необходимые для качественной оценки обстановки на пожаре (формирования вывода на основе обобщения и анализа сведений о явлениях, сопровождающих пожар) и принятия оптимального решения на его тушение [47].

1.4.2 Развитие пожара в культурно-зрелищных учреждениях

Рассмотрим основные возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при пожаре в культурно-зрелищных учреждениях:

- скопление большого количества людей в зрительном зале и сценическом комплексе и как правило возникновение паники, и проблемы эвакуации;
- большое скопление горючих материалов спровоцирует быстрое распространение огня по сценическому комплексу, переход его в зрительный зал и чердак, а также распространение пожара по вентиляционным системам и пустотам;
- быстрое задымление помещений сценического комплекса и зрительного зала;
- наличие электротехнических устройств и механизмов под напряжением;
- обрушение подвесных перекрытий и осветительных приборов над зрительным залом.

При ведении действий по тушению пожаров необходимо:

- установить связь с администрацией учреждения и возможность использования внутренних средств связи для руководства тушением и эвакуацией;

- принять меры к предотвращению паники, использовать все силы и средства в первую очередь на спасание людей;

- привлечь обслуживающий персонал к эвакуации людей согласно плану эвакуации.

Пожары могут возникать в любой части зданий зрелищных предприятий и клубных учреждений, но наиболее сложными являются пожары на сцене. Как показывает статистика, 60...70 % всех пожаров в театрах происходит в сценической части. Большой объем сцены создает условия для быстрого распространения огня. Продукты сгорания моментально заполняют весь объем сценической коробки и через различные проемы все помещения театра, примыкающие к сцене. Температура повышается до пределов, опасных для жизни людей. В зависимости от наличия, расположения и состояния проемов (открыты, закрыты) могут быть несколько вариантов схем развития пожаров на сцене.

Если порталый проем перекрыт противопожарным занавесом и дымовые люки закрыты или отсутствуют, огонь в течение 5...10 мин может распространиться по декорациям и сгораемому оборудованию и охватить весь объем сцены. Этому способствует благоприятное для распространения огня расположение сгораемых материалов и постоянно существующие на сцене воздушные потоки. Линейная скорость распространения пожара по планшету сцены достигает 3 м/мин, а по поверхности вертикально расположенных декораций — 6 м/ мин. В объеме сцены создается значительное давление на противопожарный занавес — 40...60 кг/кв.м и более. При закрытом порталом проеме и открытых дымовых люках или обрушении покрытия над сценой (оно возможно через 25...30 мин после начала пожара) происходит подсос воздуха в объем сцены, который изменяет направление газовых потоков и способствует быстрому выгоранию пожарной нагрузки. Снижается опасность распространения пожара в зрительный зал. При открытом проеме (противопожарный занавес поднят или отсутствует) и закрытых дымовых люках или их отсутствии через открытый проем искры и тлеющие куски

сгораемых материалов могут выбрасываться в зрительный зал. Конвекционные потоки нагретых газов вместе с пламенем перемещаются в сторону зрительного зала, создавая угрозу людям, перекрытию и чердачному помещению. Практика показывает, что при таких условиях зрительный зал заполняется продуктами сгорания за 1,2 мин. Создавшимся давлением в сценической коробке открываются двери, ведущие из зрительного зала в фойе, а двери, открывающиеся в сторону сцены, невозможно открыть нескольким людям.

При открытых порталном проеме и дымовых люках (обрушении колосников и покрытия над сценой) потоки продуктов сгорания устремляются вверх и лишь небольшая их часть поступает в зал. На сцене и в нижней части зрительного зала создается разрежение, и двери в зал закрываются (если они были открыты). Опасность распространения пожара все же имеется, но может быть исключена введением стволов со стороны зрительного зала [49].

В сценическом комплексе:

- опустить противопожарный занавес (при его наличии) и охлаждать его со стороны зрительного зала, включить дренчерную завесу портала сцены;
- опустить горящие декорации на планшет сцены;
- использовать преимущественно стволы с большим расходом;
- задействовать стационарные средства тушения и защиты (установки пожаротушения, лафетные стволы, внутренние пожарные краны);
- подавать стволы со стороны зрительного зала с одновременной защитой колосников и карманов сцены, а также проемов смежных со сценой помещений;
- открыть дымовые люки при недостатке сил и средств, явной угрозе перехода огня и дыма в зрительный зал, а также с целью предотвращения задымления при наличии в нем зрителей;
- применять пену средней кратности при горении в трюме, обеспечить защиту планшета сцены из оркестрового помещения, затем вводить стволы на защиту других помещений, при необходимости проводить вскрытие настила сцены для подачи огнетушащих веществ в трюм;

- подавать первые стволы на тушение при горении колосников, рабочих галерей следует со стороны сцены, а затем с лестничных клеток, обеспечить подачу стволов на покрытие, вводить стволы в чердачное помещение зрительного зала;

- обращать особое внимание на защиту пожарных от возможного падения различных конструкций здания, лебедок, приборов освещения и т. д.

В зрительном зале:

- подавать стволы со стороны сценического комплекса, рабочих галерей, вестибюлей холлов, фойе с одновременной защитой сцены, путей эвакуации;

- опустить противопожарный занавес (при его наличии) и охлаждать его со стороны сцены, включить дренчерную завесу портала сцены;

- подать стволы в чердачное помещение для снижения температуры в его объеме, обращая внимание на недопустимость перегрузки подвесного перекрытия;

- подать стволы на покрытие;

- проверить вентиляционную систему, при необходимости вскрыть воздуховоды и подать в них стволы;

- обратить особое внимание на защиту пожарных от возможного падения подвесных потолков, лепных украшений, приборов освещения и т. д. [31].

1.5 Анализ пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях

1.5.1 Статистика

В соответствии с данными данным Главного управления государственной противопожарной службы МЧС РФ за год на территории РФ происходит около 300.000 пожаров, в которых погибает в среднем от 14 до 20 тысяч человек, выгорает 2,5 млн. кв. метров жилья (жилой фонд небольшого города), лесные пожары охватывают ежегодно около 1 млн. гектаров площадей. В огне пожаров за нескольких минут все, что накоплено годами упорного труда, превращается в пепел и дым, материальный ущерб от пожаров составляет десятки миллиардов рублей.

1.5.2 Исторические факты

Огонь во все времена являлись злом для театральной сцены, об этом свидетельствуют неоспоримые исторические факты. Этой горькой участи удалось избежать, пожалуй, только античному театру с его открытым амфитеатром и просторной сценой без кулис и занавеса. По мере того как театральные здания приобретали монументальность, росла помпезность постановок, увеличивалась и угроза возникновения пожара. Стремление служителей Мельпомены удивить зрителя пышностью декораций, роскошью костюмов, блеском и мишурой, фейерверками нередко оборачивалось беспощадным буйством огненной стихии, сметающей все на своем пути.

Первое историческое упоминание крупного пожара в театре относится к 1668г. Произошла трагедия в театре Копенгагена, возведенном из дерева вблизи королевского замка и украшенном внутри ветками можжевельника, многочисленными масляными лампами и бумажными фонариками со свечами. Во время одного из представлений возник и стал стремительно развиваться пожар, и через четверть часа все здание превратилось в пепел, сгорел и королевский замок. Сотни людей погибли в пожаре, а кто выжил, получили тяжелые травмы.

Архивные материалы и известные литературные источники свидетельствуют, что после пожара в Копенгагене еще 1200 театров стали жертвами огня. Из них добрая половина сгорела дотла, а в 24 случаях погибло большое количество людей. Страшные пожары с многочисленными человеческими жертвами происходили в разное время в театрах разных городов Парижа, Лондона, Вены, Чикаго, Нью-Йорка, Сан-Франциско, Карлсруэ, Мадрида и других крупных городов. Но они быстро забывались, и зритель снова и снова устремлялся в балаганы, цирки, позолоченные залы роскошных театров.

Театры "Ливадия" и "Аркадия" сгорели в 1882 году со всем имуществом, декорациями, костюмами, музыкальными инструментами и верхней одеждой публики. В Большом театре в 1890 году на Театральной площади случился

пожар. После пожара здание театра пришлось разобрать, а на его месте в последствии была построена Консерватория.

Самый крупный по числу жертв пожар в одном здании произошел в мае 1845 года в театре города Кантона (Китай). В огне погибли 1670 человек. В результате крупнейшего пожара в отеле корейского города Сеула 25 декабря 1971 года погибло 162 человека.

Нередки пожары в зрелищных сооружениях и в настоящее время.

7 декабря 2002 года произошел сильный пожар в здании Московской государственной консерватории. Возгорание произошло в одном из учебных классов на третьем этаже здания. По деревянным пустотным перекрытиям огонь быстро перекинулся на второй, четвертый, пятый этажи, а затем на чердак. Общая площадь пожара составила около 200 кв. метров, ему была присвоена пятая, высшая степень сложности. Пострадал один сотрудник пожарной службы. Причиной стала неисправность электропроводки.

14 марта 2004г. в результате крупного пожара сгорел выставочный центр Манеж на ул. Моховая. Площадь возгорания составила 2 тыс. кв. метров. В результате здание было уничтожено практически полностью: рухнула крыша, произошло обрушение стен. Во время тушения огня погибли двое пожарных, один пострадал.

В ночь на 27 мая 2005г. сгорел театр имени Станиславского и Немировича-Данченко. Площадь возгорания составила около 1500 кв. метров, пожару был присвоен самый высокий, пятый номер сложности. В результате пожара выгорели сцена и помещение зрительного зала.

25 июля 2006г. сгорел знаменитый выставочный комплекс "Вернисаж" в Измайлове. На пожаре работали 35 расчетов, но спасти "Вернисаж" не удалось. Комплекс горел и в марте 2005г. Тогда площадь возгорания составила 10 тыс. кв. метров. Погибли два человека.

26 августа 2006г. произошло возгорание в здании театра эстрадных миниатюр под руководством Евгения Петросяна на улице Петровка, в

центре Москвы. В тушении пожара пришлось задействовать вертолет и 36 пожарных расчетов.

15 сентября 2007г. в театре имени Ермоловой в Москве на сцене произошел пожар, пострадавших нет, сообщил представитель управления информации МЧС РФ по Москве.

С пожаром удалось справиться работникам театра до прибытия пожарных при помощи огнетушителей. Горел занавес на сцене на площади около пяти квадратных метров.

Во время инцидента из здания были эвакуированы люди.

27 апреля 2008г. возник пожар в здании "Саха театра" в Якутске.

К моменту прибытия пожарных был виден дым из-под кровли здания. В результате пожара огнем были повреждены декорация и два софита на общей площади 15 квадратных метров.

Пожар произошел из-за нарушения правил пожарной безопасности при эксплуатации электроосветительных приборов. Пострадавших нет.

2 января 2008г. в Пензе сгорело здание областного драматического театра. Предположительно, очаг возгорания находился в зрительном зале. В тот момент, когда загорелся театр, в нем находились всего три человека — вахтер, техник и уборщица, которая и заметила, как возник пожар. В результате происшествия никто не пострадал. Пожару, который продолжался несколько часов, был присвоен наивысший номер сложности. Здание сгорело практически дотла. Площадь сгоревшего помещения 40 на 95 метров.

8 мая 2008г. сообщение о пожаре в здании Центрального академического театра российской армии по адресу Суворовская площадь, дом 2 поступило на службу "01".

Горела деревянная часть крыши здания на площади 5-10 квадратных метров. Пожарникам удалось быстро потушить огонь. Пожар возник на высоте около 80 метров.

29 мая 2009г. возник пожар в театре антрепризы имени Андрея Миронова в Петербурге. Площадь пожара составила около 500 квадратных метров, горели

кровля и мансарда. Информация о пожаре в здании театра, который расположен на Большом проспекте Петроградской стороны, поступила около 20.00 мск. Ему был присвоен третий номер по пятибалльной шкале сложности. Никто не пострадал.

27 октября 2009г. небольшой пожар произошел вечером на сцене филиала театра имени Пушкина в центре Москвы, проводилась эвакуация персонала, сам театр в этот момент не работал, никто не пострадал [59].

Пожар в клубе «Хромая лошадь» — крупнейший по числу жертв пожар в постсоветской России, произошедший 5 декабря 2009 года в ночном клубе «Хромая лошадь» в Перми по адресу: улица Куйбышева, дом 9, и повлекший смерть 156 человек. Происшествие вызвало широкий общественный резонанс и жёсткую реакцию российских властей. В связи с инцидентом был уволен ряд должностных лиц и чиновников пожарного надзора, а Правительство Пермского края в полном составе сложило с себя полномочия.

Одной из основных версий происшествия было нарушение правил пожарной безопасности при использовании пиротехники, версия теракта была отклонена. По другой версии, причиной пожара стало короткое замыкание. Официальные результаты расследования причин возгорания должны были быть обнародованы в январе 2010 года, по предварительным данным следствие склонялось к версии о неисправной электропроводке.

Ситуация при пожаре усугубилась наличием грубых нарушений норм пожарной безопасности в части внутренней отделки помещений клуба и путей эвакуации. Заявлялось, что клуб должен был быть оборудован системой автоматического пожаротушения. Однако в соответствии с нормативными документами здания общественного и административно-бытового назначения площадью менее 1200 м² подлежат защите только системой пожарной сигнализации.

28 июня 2010г. пожар возник в театре кукол в городе Находка Приморского края. Общая площадь возгорания составила около 100 квадратных метров. Огнем были повреждены бутафорское и чердачное

помещения. На ликвидацию возгорания потребовалось почти пять часов. Из здания театра были эвакуированы восемь сотрудников театра, спектаклей в это время не было. Никто не пострадал.

31 марта 2010г. вспыхнул пожар в находившемся на реконструкции старинном здании Московского драматического театра имени К.С. Станиславского. Очаг располагался на четвертом этаже театра в подсобных помещениях. Площадь пожара составила 40 квадратных метров. После того как подсобные помещения были потушены, огонь продолжал гореть в скрытых перекрытиях между четвертым этажом и чердаком.

Во время пожара пострадал один мужчина, который спасаясь от огня, прыгнул с крыши здания. Он получил черепно-мозговую травму и был доставлен в больницу.

22 декабря 2011г. года пожар возник в здании Новосибирского театра музыкальной комедии. Пожар начался во время репетиции – загорелся занавес. Из здания были эвакуированы люди, никто не пострадал.

В ночь на 29 октября крупный пожар произошел в Доме культуры "Октябрь" на северо-западе Москвы. В здании произошло обрушение кровли на площади 600 квадратных метров. На момент загорания в здании никого не было, кроме охранника, который самостоятельно покинул помещение. Борьбу с огнем вели 25 пожарно-спасательных расчетов.

4 октября 2011г. пожар произошел на территории театра зверей Дурова в центре Москвы, в двухэтажном бытовом домике. Общая площадь пожара составила 7 квадратных метров. На месте ЧП работали пять пожарно-спасательных расчетов. Никто не пострадал.

20 марта 2011г. небольшой пожар произошел в здании Большого театра в центре Москвы. Загорелся мусор на минус третьем этаже театра. Никто не пострадал. К повреждению имущества пожар также не привел.

В ночь на 12 марта пожар вспыхнул в пристройке к театру "Эрмитаж", расположенном в одноименном саду в центре Москвы. Площадь пожара

составила 50 квадратных метров. Из соседнего здания пожарные эвакуировали пять человек. Никто не пострадал.

25 февраля 2011г. пожар произошел в здании Российского академического Молодежного театра (РАМТ) на Большой Дмитровке в Москве. По информации директора театра Владислава Любого, локальное возгорание произошло на лестнице, на верхнем этаже, в служебном отсеке. Площадь пожара составила 20 квадратных метров. Никто не пострадал.

20 января 2011г. в Красноярске загорелась кровля одного из зданий, принадлежащих драматическому театру имени Пушкина. Площадь возгорания составила тысячу квадратных метров. Никто не пострадал.

В тушении пожара принимали участие 38 единиц спецтехники и 137 пожарных.

17 октября 2012г. произошёл пожар на художественной ярмарке народных ремёсел «Вернисаж в Измайлове». Площадь возгорания составила 1 тыс. квадратных метров, никто в результате ЧП не пострадал. Очаг пожара находился в складских помещениях.

2 октября 2012г. пожар охватил здание театра юного зрителя в Саратове. Площадь возгорания составила 500 квадратных метров. В первый час пожара кровля театра обрушилась в зрительный зал. Пожарные эвакуировали из здания ТЮЗа 450 человек. Никто не пострадал.

13 августа 2012г. возгорание произошло в подвальном помещении Театра имени Вахтангова в Москве. Площадь пожара составила 0,5 квадратных метра. Эвакуация гостей и сотрудников театра не проводилась. Никто не пострадал.

23 февраля 2012г. пожар произошел в иркутском драматическом театре во время постановки. По данным МЧС, загорелись декорации на сцене. Площадь горения составила 15 квадратных метров. Из здания театра были эвакуированы 490 человек. Никто не пострадал.

10 января 2012г. пожар вспыхнул в детском центре творчества в Перми. На третьем этаже здания горела мебель на площади десяти квадратных метров.

Возгорание было ликвидировано за несколько минут. Детей вывели из здания еще до прибытия пожарных. Никто не пострадал. Причиной пожара стала перегрузка электросети.

3 ноября 2013г. произошло пожар в здании театра "Школа современной пьесы" в центре Москвы. Возгорание распространилось на площади в 500 квадратных метров, сообщил представитель столичного главка МЧС.

Произошло частичное обрушение горящих перекрытий на площади около 50 квадратных метров. Пострадавших нет, ведутся работы по тушению.

Пожарные совместно с администрацией театра эвакуировали из здания около 350 человек.

В пресс-службе столичной полиции сообщили, что их сотрудники на месте обеспечивают порядок и подъезд пожарной техники.

18 апреля 2013г. произошел пожар на чердаке театра комедии имени Акимова на Невском проспекте в Петербурге. Произошло тление утеплителя труб на чердаке на площади 15 квадратных метров. Возгорание было локализовано спустя 20 минут.

4 января 2013г. огонь вспыхнул театре кукол имени С.В. Образцова в Москве. Загорелась трехэтажная пристройка в подвале, примыкающая к пятиэтажному зданию театра, площадь возгорания составила 15 квадратных метров. Всего было эвакуировано 60 человек. Никто не пострадал.

4 марта 2014г. здание Академии художеств, построенное в XVIII веке архитекторами Жан-Батистом Мишелем Валлен-Деламотом и Александром Кокориновым, пострадало в результате ночного пожара [59].

Информация о происшествии на Университетской набережной поступила на пульт спасателей в час ночи. В административном здании горела кровля на площади около 150 квадратных метров. В 02:07 ранг пожара был повышен до третьего номера. Как сообщили SPB.AIF.RU в пресс-службе ГУ МЧС России по Петербургу, в 02:40 огнеборцы локализовали пожар, но работы по проливке конструкций продолжались практически до утра. На месте происшествия работали 28 единиц техники МЧС и 100 человек личного состава.

В результате случившегося пострадали мастерские архитектурного факультета и факультета живописи, также обгорела мастерская в мансарде.

1.6 Нормативно-правовая база по обеспечению пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях

Нормативно-правовую базу по обеспечению пожарной безопасности в культурно-зрелищных учреждениях составляют следующие законодательные акты:

- Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ (в ред. от 12.03.2014) «О пожарной безопасности»;

- Федеральный закон от 22 июля 2008г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

- СП 3.13130 2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности»;

- СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»;

- СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация здания»;

- СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические»;

- СП 10.13.130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности»;

- ППБ 01-03 «правила пожарной безопасности в Российской Федерации и другие нормативные правовые акты»;

- НПБ 88-2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования»;

- Постановлениями Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012г. № 390 «О противопожарном режиме».

А также локальные акты:

- ВСН 45-86 культурно-зрелищные учреждения, нормы проектирования;
- ВППБ 13-01-94. Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации;
- Специальные технические условия на проектирование противопожарной защиты;
- Приказы по театру, регулирующие различные вопросы пожарной безопасности.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ТЕАТРАЛЬНО-ЗРЕЛИЩНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

2.1 Эвакуация людей

Первоочередной задачей личного состава пожарной охраны на пожаре это спасение людей и имущества. Поэтому по прибытию к месту пожара первоначальными действиями руководителя тушения пожара являются разведка на предмет выяснения наличия, местонахождения, состояния людей. А именно статистические данные утверждают, что пожары происходили в театрах в период их работы, и сопровождалась массовой гибелью.

Основными причинами гибели людей на пожарах в зрелищных учреждениях были отравляющие действия продуктов сгорания, высокая температура, недостаток кислорода, а также результаты паники.

Первоначальные действия по эвакуации людей и тушению пожара проводит администрация. При загорании пожара на сцене штатная служба пожарной охраны приводит первоначальные действия; опускают противопожарный занавес, запускают (если автоматически не сработала) систему пожаротушения разворачивают рукавные линии и подают стволы на тушение.

Теперь рассмотрим действия администрации театра они проводят следующие мероприятия: вызывают пожарную охрану, останавливают представление ссылаясь на благовидный предлог, включают полное освещение, открывают выходы и используя дежурный персонал начинают проводить эвакуацию зрителей направляя людей в безопасное место.

Разведка пожара начинается с момента выезда подразделения на пожар, старшее должностное лицо возглавляемое караул, проводит разведку и устанавливает наличие зрителей, артистов, обслуживающего персонала, их количество, местонахождение, степень угрозы жизни и здоровью.

Руководитель тушения пожара должен в кратчайшие сроки организовать, а при необходимости возглавить лично весь процесс эвакуации, принимая меры к предотвращению паники. Необходимо полное взаимодействие с администрацией объекта для получения и уточнения информации о ходе проведения эвакуации.

Если входе разведки выясняется, что в зоне опасных факторов пожара находятся люди, РТП вводит на данном направлении все основные силы и средства до тех пор, пока опасность не минует или люди не будут эвакуированны.

При любом пожаре в зрелищных предприятиях и клубных учреждениях создается большая опасность для людей (зрителей) не только (и не столько) от воздействия дыма и высокой температуры, но главным образом от создавшейся паники. Достаточно лишь одного крика «пожар», как возникает мгновенно нарастающая паника. Паника одновременно охватывает всех или большинство зрителей и побуждает их как можно быстрее покинуть помещение или уйти от источника опасности, а также сопровождается проявлением максимальной физической энергии у всех или у большинства людей находящихся в помещении.

Первоначально проводят эвакуацию людей из галерей, бельэтажа и других труднодоступных мест, там где возможно быстрое распространение продуктов горения резкое повышение температуры.

При появлении признаков паники среди эвакуируемых РТП направляет наиболее опытных сотрудников пожарной охраны для пресечения паники и организации дальнейшей эвакуации.

Для этих целей можно использовать громкоговорители установленные на пожарных машинах, а при необходимости подать огнетушащие средства на тушение видимых людям очагов горения. Одновременно с этими действиями РТП в составе звеньев ГДЗС проводит проверку задымленных помещений на предмет потерявших сознание людей[31].

Следующие действия руководителя тушения пожара определение характера и месторасположения горения пути распространения огня и дыма, состояние строительных конструкций, наличие опасности обрушения, состояние огнезащитного занавеса, задействована ли стационарная система пожаротушения т.д.

Разведку всех помещений сценического комплекса проводить необходимо с помощью звеньев ГДЗС.

Если при пожаре нет или ликвидирована опасность людям, то все силы и средства направляются на ведение действий по предназначению, т.е. на ликвидацию возгорания.

При тушении пожаров в культурно-зрелищных учреждениях развертывание сил и средств во всех случаях не должно мешать проведению эвакуации и спасению людей.

Пожарные автомобили, прибывшие на пожар устанавливают на ближайшие пожарные гидранты, прокладка магистральных рукавных линий осуществляется к входам в здание, не занятых эвакуацией. При возможности помимо подачи стволов от пожарных машин, выделяют личный состав пожарной охраны для работы от внутренних пожарных кранов.

При необходимости во время тушения задействуют сухотрубы, наружные пожарные лестницы, автолестницы.

Тушение пожаров. На первоначальном этапе тушения пожара необходимо задействовать стационарные средства тушения объекта (внутренние пожарные краны, спринклерные и дренчерные системы, стационарные лафетные стволы). При развившихся пожарах стационарные средства часто выходят из строя, поэтому тушение производится передвижными средствами.

Развитие пожаров. Пожары могут возникать в любой части зданий зрелищных предприятий и клубных учреждений, но наиболее сложными являются пожары на сцене. Как показывает статистика, 60...70 % всех пожаров в театрах происходит в сценической части. Большой объем сцены и наличия

горючих материалов создает условия для быстрого распространения огня. Продукты сгорания моментально заполняют весь объем сценической коробки и через различные конструктивные проемы попадают в другие помещения театра, примыкающие к сцене. Температура повышается до опасных пределов. В зависимости от наличия, расположения и состояния проемов (открыты, закрыты) может быть несколько вариантов схем развития пожаров на сцене.

Если порталый проем перекрыт противопожарным занавесом и дымовые люки закрыты или отсутствуют, огонь в течение 5...10 мин может распространиться по декорациям и сгораемому оборудованию и охватить весь объем сцены. Постоянно существующие на сцене воздушные потоки благотворно влияют на распространения огня.

Линейная скорость распространения огня по планшету сцены может достигает 3 м/мин, а по поверхности вертикально расположенных декораций — 6 м/ мин. В объеме сцены создается значительное давление на противопожарный занавес — 40...60 кг/кв.м и более. При закрытом порталом проеме и открытых дымовых люках или обрушении покрытия, над сценой которое возможно через 25...30 мин после начала возгорания, происходит подсос воздуха в объем сцены, который изменяет направление газовых потоков и способствует быстрому выгоранию пожарной нагрузки. Снижается опасность распространения пожара в зрительный зал. При открытом проеме, если противопожарный занавес поднят или отсутствует и закрытых дымовых люках или их отсутствии через открытый проем искры и тлеющие куски сгораемых материалов могут выбрасываться в зрительный зал. Конвекционные потоки нагретых газов вместе с пламенем перемещаются в сторону зрительного зала, создавая угрозу людям, перекрытию и чердачному помещению. Практические данные утверждают, что при таких условиях зрительный зал заполняется продуктами сгорания за 1.2 мин.

При открытых порталом проеме и дымовых люках, обрушении колосников и покрытия над сценой, потоки продуктов сгорания устремляются вверх и лишь небольшая их часть поступает в зал. На сцене и в нижней части

зрительного зала создается разрежение, и двери в зал закрываются, если они были открыты. Опасность распространения пожара остается, но может быть исключена введением стволов на тушение со стороны зрительного зала.

Изменять характер движения газовых потоков в процессе тушения пожара можно путем открывания либо закрывания дымовых люков, а также опусканием или поднятием противопожарного занавеса, если он не деформировался и не заклинил.

При возникновении пожара в зрительном зале огонь распространяется по сгораемым конструкциям и мебели с линейной скоростью 0,8...1,5 м/мин. Горение развивается интенсивно под влиянием притока значительного объема воздуха. По мере развития пожара в зрительном зале горение распространяется на балконы, ложи и в чердачное помещение через проемы для подвесных устройств осветительных люстр, а также вентиляционные отверстия. Создается явная угроза сгораемому подвесному перекрытию, которое может обрушиться. При открытом порталном проеме (противопожарный занавес поднят или отсутствует) пожар из зрительного зала распространяется на сцену через открытые двери и засценные помещения.

Опасны, хотя и довольно редки, пожары подвесных перекрытий, так как их обнаруживают обычно с большим опозданием. Горение деревянных подвесных перекрытий развивается интенсивно благодаря притоку воздуха в чердачное помещение и наличию большого количества сухого дерева. Металлические конструкции подвесных перекрытий при пожаре часто деформируются под воздействием теплоты и водяных струй.

В трюмах пожары развиваются так же, как и в подвальных помещениях зданий, имеющих электрическое и другое оборудование, а также большое количество сгораемых материалов.

В клубах, Дворцах культуры и других подобных учреждениях огонь может распространяться по коридорам (при коридорной планировке), по вентиляционным каналам (при развитой системе вентиляции), по этажам (в многоэтажных зданиях) и т. д.

Основным огнетушащим средством при тушении пожаров в зрелищных предприятиях и клубных учреждениях является вода. Интенсивность ее подачи в сценическом комплексе $0,2...0,3$ л/(с-м²), а в зрительском— $0,15$ л/(с-м²). При тушении пожаров в подсобных помещениях интенсивность подачи воды $0,1...0,15$ л/ (с-м²). На охлаждение противопожарного занавеса, если система орошения занавеса не работает, требуется подавать 1 л/с на 1 м его ширины. Растворы смачивателей в воде применяют для тушения горящей мебели, декораций, пожаров в небольших помещениях. Интенсивность подачи растворов в $1,5...2$ раза меньше, чем воды. Пожары в трюмах, на планшете сцены и в небольших помещениях тушат воздушно-механической пеной средней кратности.

2.2 Тушение пожаров в сценической части

При загорании в трюме первоначальные стволы вводят через ближайšie входы и подают огнетушащие вещества непосредственно на тушение в трюм. Одновременно с этим на защиту планшета сцены также подают средства тушения, во избежание распространения в смежные помещения, а по декорациям на колосники. Сконцентрировав силы средства на обеспечение сохранности механизмов поворотного круга и подъема декораций.

Введение стволов на защиту планшета сцены обеспечит не распространение огня на сцену.

При этом выполняют действия по подъему подвесных декораций, эвакуируют бутафорию, при необходимости вскрывают участки пола сцены для подачи стволов на тушение.

Загорание в трюме осложняется плотным задымлением, отсутствием освещения, сложностью планировки, нахождение электрических устройств под напряжением, все это негативно сказывается на проведении действий по тушению пожаров.

Распространившиеся пожары в трюмах ликвидируют при помощи пен различной кратности. Расчет необходимого количества пеногенераторов, принимают аналогичный тушению пожаров в подвалах. Также для тушения в

качестве огнетушащего вещества можно применять воду с добавлением растворов смачивателей.

При отсутствии противопожарного занавеса первоначально на тушение сцены вводят стволы с большим диаметром (РС-70, лафетные), со стороны зрительного зала. Одновременно подают водяные стволы на защиту колосниковой зоны и карманов сцены. Расчетное количество стволов определяют исходя из необходимой интенсивности подачи воды, равной 0,2-0,3 л/ (с-м²). Первостепенной задачей при тушении пожара на планшете сцены, недопущение распространения в зрительный зал и колосниковую зону.

На тушение колосниковой зоны подаются водяные стволы РС-70 от пожарных машин. Подача стволов осуществляется звеньями ГДЗС.

В случае необходимости защита боковых карманов сцены задействуют водяные дренчерные завесы или подают стволы от внутренних пожарных кранов.

При возгорании декораций их спускают на планшет сцены, при возможности необходимо привлекать обслуживающий персонал объекта.

При отсутствии противопожарного занавеса и возникновении возгорания на планшете сцены, а зрительном зале еще находятся люди и сил и средств пожарной охраны не достаточно для защиты зрительного зала, в этом случае открывают дымовые люки. Что приводит к резкому снижению задымления и распространения опасных факторов пожара в зрительный зал.

Также использовать дымовые люки можно для удаления дымы со сцены и окончательного проветривания прилегающих помещений.

Если же пожар происходит на сцене, а порталый проем защищен противопожарным занавесом, все силы и средства сосредотачиваются на защиту боковых карманов сцены, планшета сцены и колосниковой зоны. Резервные стволы вводят на охлаждение противопожарного занавеса и на защиту трюма.

Интенсивность подачи огнетушащих веществ для охлаждения занавеса должна быть не менее $1 \text{ л/ (с-м}^2\text{)}$. А для тушения пожара на планшете сцены используют стволы «А» и лафетные.

2.3 Тушение пожара в зрительном зале

При тушении пожара в зрительном зале первоначальные стволы подают непосредственно в очаг пожара, если же отсутствует противопожарный занавес, подают водяные ствол больших диаметров (РС-70 и лафетные) чтобы не дать возможности распространиться огню на сцену. При наличии противопожарного занавеса его опускают и интенсивно охлаждают. При расчете количества водяных стволов при тушении пожара в зрительном зале исходят о необходимой интенсивности подачи воды равной $0,15 \text{ л/ (с-м}^2\text{)}$.

При необходимости подачи стволов на защиту перекрытий из горючих материалов подаются водяные резервные стволы.

Необходимо не забывать о проверке вентиляционных систем и систем воздушного отопления. Принять меры к прекращению их работы, а при необходимости производить вскрытие для ликвидации распространения огня.

Если интенсивное возгорание происходит под полом зрительного зала руководитель тушение пожара принимает меры к снятию и удалению кресел, организует работу по вскрытию пола и подаче стволов на тушение. При необходимости для ликвидации быстрого распространения в пустотах под полом и вентиляционных каналах использовать пену средней кратности.

Тактика тушения пожара в чердачном пространстве заключается в следующем первоначально в местах интенсивного горения вводятся, стволы-распылители. После водяными струями интенсивно охлаждают строительные конструкции, чтобы избежать их деформации и обрушения.

Тушение пожаров и проведение первоочередных аварийно-спасательных работ в зрелищных учреждениях связаны с большим риском для жизни. Личному составу пожарных подразделений необходимо неукоснительно соблюдать требования правил охраны труда. Руководитель тушения пожара обязан принимать все меры по защите личного состава. По решению РТП

назначается ответственное лицо для наблюдения за поведением строительных конструкций, а необходимости принятия мер безопасности. РТП объявляет единый сигнал отхода в случае угрозы для всего личного состава.

3 ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

3.1 Организация пожарного мониторинга

Зачастую сигнал о пожаре приходит слишком поздно. Статистика пожаров показала, насколько остро стоит проблема обеспечения пожарной безопасности социальных объектов. Эти трагические события выявили необходимость внедрения новых технологий для обеспечения пожарной безопасности. В первую очередь необходимо было принять меры для уменьшения времени реагирования сил и средств пожаротушения, которые прибывали на объекты слишком поздно. *«От того, насколько быстро люди узнают о существующей угрозе, зависит их спасение. Здесь дорогá каждая минута. Лесные пожары, наводнения, другие стихийные бедствия у нас, к сожалению, не редкость. Случаются и масштабные техногенные катастрофы...»*, - сообщил премьер на заседании.

Исключить «человеческий фактор», когда вызов пожарных подразделений осуществляется по телефону сторожем или медсестрой, и создать систему АВТОМАТИЧЕСКОЙ передачи сигнала о пожаре с социальных объектов в пожарную часть – такая задача была поставлена президентом и правительством перед МЧС России [4].

Эту задачу необходимо было решить как организационно, так и технически. Поэтому работа МЧС велась по двум направлениям:

1. Изменения в законодательство по пожарной безопасности.
2. Разработка, создание и внедрение единой автоматизированной системы пожарного мониторинга (системы передачи извещений о пожаре) для социальных объектов.

13 июля вступили в силу нормы Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», сделавшие обязательной организацию автоматической передачи сигналов о пожаре с

социально значимых объектов на пульт подразделения пожарной охраны.

Таковыми социально значимыми объектами являются:

- детские дошкольные образовательные учреждения
- специализированные дома престарелых и инвалидов
- больницы
- спальные корпуса образовательных учреждений интернатного типа и детских учреждений
- общеобразовательные учреждения
- образовательные учреждения дополнительного образования детей
- образовательные учреждения высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов
- и другие социальные объекты с массовым пребыванием людей [2].

Таким образом, для детских садов, школ, больниц, домов престарелых и других социальных объектов с массовым пребыванием людей, а также объектов, на которых отсутствует персонал, ведущий круглосуточное дежурство, передача извещения о пожаре в подразделения пожарной охраны по выделенному в установленном порядке радиоканалу или другим линиям связи в автоматическом режиме без участия персонала объектов и любых организаций, транслирующих эти сигналы, является обязательным к исполнению требованием.

Системы передачи извещений о пожаре должны автоматически передавать сигнал «Пожар» от систем пожарной сигнализации объектов защиты непосредственно на центры ЕДДС и в подразделения ФПС МЧС России без участия персонала объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации [4].

На сегодняшний день многие здания, особенно с массовым пребыванием людей, оснащены пожарной сигнализацией. Однако в большинстве случаев сигналы пожарной тревоги, генерируемые пожарной сигнализацией, требуют передачи на пульт «01» силами персонала, а значит, в экстренной ситуации

оперативность прибытия пожарных служб на помощь зависит в первую очередь от «человеческого фактора», что может привести к серьезным последствиям. При подключении объекта к услугам пожарного мониторинга сигнал о пожарной тревоге передается на пульт государственной противопожарной службы «01» автоматически в течение нескольких секунд, что позволяет максимально сократить время до начала тушения пожара, значительно снизить ущерб от пожара и спасти жизни людей.

Передача сигнала о пожарной тревоге с объекта защиты на пульт государственной противопожарной службы «01» автоматически в течение нескольких секунд позволяет максимально сократить время до начала тушения пожара, значительно снизить ущерб от пожара и спасти жизни людей. Как показывают исследования, для снижения гибели людей при пожарах примерно на 4000 человек в год необходимо сократить среднее время сообщения о пожаре и следования на пожар на 15 минут от существующего в настоящее время. А сокращение времени локализации и ликвидации пожара на 1 минуту позволяет снизить ущерб от пожара в среднем на 300 руб. в расчете на 1 кв. м.

Понятие «Пожарный мониторинг» сейчас у всех на слуху – эту тему обсуждают, по ней идут горячие споры. Особенно этот вопрос актуален ввиду вступления в силу с 1 января 2014 г. новой редакции ГОСТ Р 53325–2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний», в которой впервые появляется раздел «Системы передачи извещений о пожаре» [39].

Таким образом, проблема линий связи выходит на первое место не только с точки зрения трудоемкости, временных и денежных затрат, но и с точки зрения надежности их работы в случае ЧС. От линий связи требуется не столько скорость передачи данных, как надежность.

Проводные системы

Надежность проводных коммутируемых линии связи (например, телефонной сети) в случае ЧС вызывает большие сомнения.

Во-первых, они могут быть повреждены. Одиночный разрыв линии связи выводит часть системы из строя. Многосвязные проводные системы если и применяются, то это уже опять сети интернет-провайдеров. А гарантировать работу интернет-каналов связи и работу коммутационного оборудования в чрезвычайной ситуации практически невозможно.

Кроме того, такие сети во время ЧС будут просто перегружены. Говорить можно только о выделенных сетях. Использовать выделенные линии только для целей мониторинга и оповещения как для бюджетных, так и коммерческих объектов достаточно накладно. За свои деньги всегда хочется получить что-то еще, да чтобы осязаемое. В данном случае наиболее логичным будет использовать такие каналы связи еще и для целей доступа в интернет. Но тогда возникает зависимость от провайдера. А в законе сказано: «без участия работников объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации».

Мобильная связь

Как показывает практика, открытые каналы связи не работают в условиях чрезвычайной ситуации. Например, после взрывов на станции метро «Лубянка» 29 марта 2010 г. GSM-сеть оставалась недоступной для звонков и передачи данных в течение 3 часов после теракта.

Радиоканал на общедоступных частотах

Общедоступность и возможность свободного использования частоты имеет свои плюсы и минусы. К плюсам можно отнести возможность его бесплатного использования. Минусы – возможная загрузка данного диапазона. Нельзя забывать, что для всех разрешенных для свободного использования частот накладывается ограничение на максимальную излучаемую мощность (единицы – десятки мВт), а это уже ограничение на дальность.

«Размазанность» по территории города объектов, которые подлежат мониторингу, является хорошей основой для создания сети ретрансляции. Но необходимо учитывать, что большинство этих объектов имеют малую этажность, а в районах новостроек они окружены протяженными многоэтажками. То есть дальность будет сильно ограничена.

Работоспособность такой сети (наличие хотя бы 1 связи между объектами) даже в дежурном режиме может оказаться под вопросом, что уж тут говорить про «многосвязность».

Выделенный радиоканал

Радиоканал является менее затратным по сравнению с проводными аналогами. Важным преимуществом является возможность организации многосвязных, а значит, еще более надежных систем. Это определяется возможностью автоматически изменять маршрут доставки сообщений при выходе промежуточных узлов из строя, т. е. динамическая маршрутизация (как в интернет-сетях).

Причем «многосвязность» реализуется с минимальными материальными затратами – на уровне «железа» с двухсторонней связью, а не прокладкой множества дублирующих кабельных линий.

Добавим к этому независимость такого радиоканала от операторов связи и возможность реально отказаться от «участия работников объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации», как того требуют закон и другие нормативные документы по пожарной безопасности [42].

3.2 Требования к системам передачи извещений о пожаре

В соответствии с п. 37 ст. 2 Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» система передачи извещений о пожаре – это «совокупность совместно действующих технических средств, предназначенных для передачи по каналам связи и приема в пункте централизованного наблюдения извещений о пожаре на охраняемом объекте, служебных и контрольно-диагностических извещений, а также (при наличии обратного канала) для передачи и приема команд телеуправления».

Для этого МЧС приняло решение о проведении открытого конкурса на выполнение опытно-конструкторской работы «Разработка автоматизированной системы мониторинга, обработки и передачи данных о параметрах возгорания, угрозах и рисках развития крупных пожаров в сложных зданиях и сооружениях

с массовым пребыванием людей, в том числе в высотных зданиях (ОКР «АСМОП»), предусмотренной п. 2.6.3.20 части II. «Единого тематического плана НИОКР МЧС России на 2008–2010 годы».

После оценки и сопоставления заявок на участие в конкурсе победителем был определен крупнейший в мире центр научных разработок в области пожарной безопасности, а также в области создания и внедрения технических средств пожарной охраны ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Итогом работы ФГБУ ВНИИПО МЧС России стало создание опытного образца программно-аппаратного комплекса, который представлял собой радиоканальную систему автоматического вызова сил пожарной охраны для городов с высокой плотностью застройки.

После проведения опытной эксплуатации, доработки и государственных испытаний программно-аппаратный комплекс в установленном порядке был принят на снабжение в системе МЧС России приказом МЧС от 28.12.2009 № 743 под условным обозначением ПАК «Стрелец-Мониторинг».

3.3 ПАК «Стрелец-Мониторинг»

ПАК «Стрелец-Мониторинг» – это набор минимальных технических требований к комплексам для социальных объектов. Оборудование любого производителя, соответствующее этим требованиям и закупленное МЧС России, должно иметь это наименование.

Программно-аппаратный комплекс передает извещения о пожаре по радиоканалу на выделенных Министерством обороны для МЧС России частотах. Этот частотный канал наиболее надежен, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, а также для обеспечения конфиденциальности информации о характеристиках объектов защиты, подключаемых к ПАК «Стрелец-Мониторинг».

О нецелесообразности построения систем мониторинга на GSM (GPRS) каналах связи как основных свидетельствуют следующие факты:

- перегрузки телефонных сетей GSM в случае паники в городе при чрезвычайной ситуации;

- затрудненность использования GSM-связи в массовые праздники;
- отключение мобильной связи спецслужбами в случае террористического акта;
- вероятность обрыва проводных линий связи в случае возникновения ЧС.

Особенностью сетей на основе IP-протокола и оптоволоконных линий связи является энергозависимость абонентских устройств (телефонных аппаратов), так как они не смогут работать при отсутствии электроснабжения. Таким образом, низкая надежность общедоступных каналов связи часто не позволяет их использование для реализации ответственных задач, связанных с обеспечением безопасности жизни людей.

Необходим надежный и независимый от сторонних компаний ресурс. Для этих целей наиболее оптимально подходит выделенный частотный радиоканал, который является основным каналом связи в ПАК «Стрелец-Мониторинг» (рисунок 3) [46].

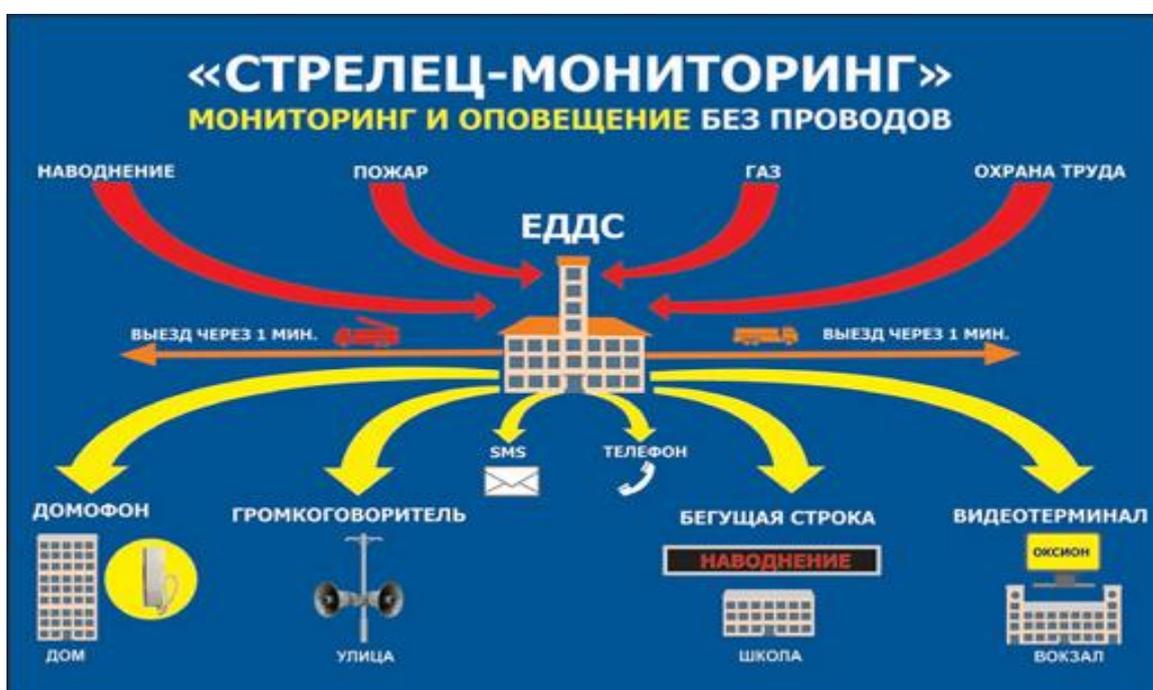


Рисунок 3 - Устройство ПАК «Стрелец-Мониторинг»

Элементами радиосистемы являются объектовые станции, пультовые станции и ретрансляторы. Каждая объектовая станция также выполняет

функцию ретранслятора для соседних станций, что позволяет существенно сэкономить на развертывании сети. Радиосистема автоматически выбирает маршрут доставки извещений от объектовых на пульттовые станции, это позволяет системе сохранять работоспособность «живучесть» и связь с объектом даже в случае выхода из строя части линий связи и/или объектовых станций.

ПАК "Стрелец-Мониторинг" по средствам радиоканального мониторинга обеспечивает:

- постоянный двухсторонний обмен данными между центром мониторинга и охраняемым объектом с непрерывным контролем канала;
- подтверждение доставки каждого информационного пакета;
- позволяет автоматически контролировать до 8 тыс. объектов;
- возможность запуска на объекте речевых сообщений ГО и ЧС из центра мониторинга.

Министерством обороны был специально выделен для МЧС частотах криптозащищенный двухсторонний канал связи в диапазонах 146–174 МГц и 403–470 МГц. он и является основным каналом связи используемом в ПАК «Стрелец-Мониторинг». Данный факт также позволяет прогнозировать загрузку канала связи и при возникновении ЧП

В случае необходимости дополнительно можно использоваться и другие каналы связи:

- телефонные проводные сети;
- каналы сотовой связи GSM;
- каналы сотовой связи GPRS;
- локальные сети (Ethernet).

Особенность ПАК «Стрелец-Мониторинг» заключается еще и в том что распределенная радиосеть позволяет контролировать один или несколько населенных пунктов.

В состав радиосистемы входят следующие элементы:

- объектовые станции (ОС) «Стрелец-Мониторинг»;

- пультовые станции (ПС) «Стрелец-Мониторинг»;
- ретрансляторы (РТР) «Стрелец-Мониторинг».

Так предусмотрена техническая возможность уже установленную на объекте охраны пожарную сигнализацию различных производителей подключить к объектовым станциям "Стрелец-Мониторинг". Осуществляется это возможность посредством релейных выходов, при помощи цифровых протоколов.

Специализированное программное установленное в пожарных подразделениях позволяет "Стрелец-Мониторинг" принимать и обрабатывать сигналы «Пожар».

Если объект мониторинга оборудован беспроводной системой пожарной сигнализации, это позволяет определять место возгорания с точностью до адреса извещателя (помещения), с отображением на плане объекта направления распространения опасных факторов пожара и оперативно управлять эвакуацией на объекте.

В случае пожара на большом объекте происходит срабатывание большого количества устройств пожарной автоматики например оповещение, дымоудаления, выключение приточной вентиляции, открытие дверей и т.д. Программное обеспечение системы выполнит отображение всех событий с объекта с учетом приоритетности сообщения о пожаре. Система выполнит фильтрацию информации событий с объекта и отобразит их на пульте монитора.

Вся детализированная информация о состоянии систем сигнализации поступает в центр технического мониторинга. Это освобождает оператора от передачи лишних данных и в то же время обеспечивает службу ремонта и профилактики всей подробной информацией.

Особенность системы в том, что сигнал о пожаре в автоматическом режиме передается на пульт пожарной части, полностью исключен человеческий фактор, а в случае иных чрезвычайных ситуациях оповещает всех жителей города через громкоговорители, установленные табло «Бегущая

строка», вплоть до домофонов в жилых домах. Защищенный радиоканал, используемый системой «Стрелец-Мониторинг», обеспечивает надежную трансляцию сигналов оповещения в условиях ЧС.

3.4 ПАК «Стрелец-Мониторинг» – единая технология

Прежде всего, необходимо понимать, что ПАК «Стрелец-Мониторинг» – это не просто пультовое оборудование с программным обеспечением для приема сигналов о пожаре. Это комплекс, который был разработан за счет средств федерального бюджета при выполнении поручения президента и правительства об обеспечении автоматической передачи сигнала о пожаре без участия человеческого фактора. Он служит технологической основой практической деятельности МЧС по обеспечению безопасности населения. А значит, обладает всеми признаками единой технологии.

Свободная реализация единой технологии запрещена, и является она интеллектуальной собственностью Российской Федерации. Безусловно, Российская Федерация принимает меры по охране своей интеллектуальной собственности. Поэтому МЧС и требует соблюдения технических условий этого комплекса и настаивает на передаче информации к ПАК «Стрелец-Мониторинг» по специально выделенному криптозащищенному радиоканалу. Да и логично это, ведь речь идет о необходимости обеспечения обороны страны и безопасности государства. По сетям, выделенным для работы ПАК «Стрелец-Мониторинг» Министерством обороны, поступают извещения о пожарах с критически важных для национальной безопасности страны объектов, а также проводится оповещение населения о чрезвычайных ситуациях в условиях мирного и военного времени. Обладание криптозащищенными протоколами дает возможность подключиться к радиоканалу и разрушить систему, перехватить передаваемую информацию или внедрить ложную.

3.5 Совместимость ПАК «Стрелец-Мониторинг» с различным оборудованием

Важно подчеркнуть, что в системе МЧС России принят на снабжение программно-аппаратный комплекс системы мониторинга, обработки и передачи данных о параметрах возгорания, угрозах и рисках развития крупных пожаров в сложных зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в высотных зданиях с условным наименованием ПАК «Стрелец-Мониторинг». А с 1.01.2014 г. вступил в силу ГОСТ 53325-2012, разделом 9 которого четко регламентировано, что система передачи извещения о пожаре (СПИ) включает в себя приборы объектовые оконечные, ретрансляторы и приборы пультовые оконечные. Прохождение процедуры сертификации на соответствие вступившему в силу ГОСТу подтверждается сертификатом соответствия. Из этого следует вывод, что СПИ одного производителя не может являться промежуточным звеном, обеспечивающим передачу извещения о пожаре от объекта защиты на пультовое оборудование СПИ другого производителя.

Все это означает, что любая система передачи извещения любого производителя может быть принята на снабжение в системе МЧС России при выполнении технических условий единой технологии «Стрелец-Мониторинг» и наличии сертификата соответствия требованиям ГОСТ 53325-2012.

Таким образом, «Стрелец-Мониторинг» – это единая технология сбора, передачи и обработки сигналов о ЧС и оповещения спасателей и населения. Этот интеллектуальный продукт оформлен в виде технических требований, на основании которых любой производитель, выбрав любую информационную технологию, может разработать и выпускать свои программно-аппаратные комплексы для ФПС МЧС. При организации же мониторинга на объекте следует узнать, каким пультовым оборудованием оснащена пожарная часть, в которую надлежит передавать сигнал, и в какую СПИ, сертифицированную по ГОСТ 53325-2012, этот пульт входит. Исходя из этого, будет понятно, какой станцией следует оборудовать сам объект.

Основным каналом передачи извещений в ПАК «Стрелец-Мониторинг» является радиоканал на выделенных для МЧС частотах. Кроме того, каналами передачи извещений могут быть: проводной канал (ТЛФ), канал операторов сотовой связи (GSM) и интернет-канал (для передачи сигнала между объектом и пультом).

Пультовое оборудование системы передачи извещений (СПИ), сертифицированной согласно части 9 ГОСТ 53325-2012, и размещенное в пожарной части может быть подключено к ПАК «Стрелец-Мониторинг» по протоколу «СМ-интегратор».

Применение современных систем оповещения на промышленных объектах, в торговых, гостиничных комплексах и других зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей обеспечит значительное сокращение времени эвакуации и позволит спасти жизни. Это время особенно важно, в случаях когда из объектов быстрая эвакуация затруднена: дома престарелых, больницы, школы, детские сады, объекты с массовым пребыванием людей.

С технической точки зрения одним из самых эффективных решений является построение таких систем на базе радиоканального оборудования. Динамическая маршрутизация в радиосистеме позволяет добиться максимальной надежности, скорости развертывания и гибкости системы. Отсутствие проводных линий связи не только обеспечивает значительную экономию при инсталляции системы, но и позволяет легко изменять ее конфигурацию и наращивать систему.

Пожарная безопасность – это не просто совокупность знаний о тушении и предотвращении возгорания. Это сложная система, регулирующая все составные части триады: предотвращение – пожар – ликвидация. Развитая государственная система противопожарной безопасности в современном мире – это пример решения гуманистических проблем организационными, воспитательными и техническими средствами [44].

Таким образом, ПАК «Стрелец-Мониторинг» – это единая технология, которая является интеллектуальной собственностью Российской Федерации в лице МЧС России. Это набор технических требований, формулировка того, чего надо достичь. Производители СПИ могут самостоятельно выбирать способы реализации этих требований. При организации мониторинга на объекте важно помнить, что СПИ одного производителя не может являться промежуточным звеном, обеспечивающим передачу извещения о пожаре от объекта защиты на пультовое оборудование СПИ другого производителя. Применяемая СПИ должна соответствовать части 9 ГОСТ 53325-2012. Выбор канала связи о передаче извещения о пожаре находится в компетенции МЧС России. Основным каналом пожарного мониторинга для городских поселений определен бесплатный радиоканал на выделенных частотах МЧС. В некоторых случаях для подключения удаленных объектов защиты к пожарному мониторингу допускается использовать общественные каналы связи. Благодаря повсеместному внедрению ПАК "Стрелец-Мониторинг" станет возможным в несколько раз снизить число пострадавших при пожарах, техногенных авариях и стихийных бедствиях за счет автоматического вызова за 1 мин. сил реагирования по радиоканалу МЧС. Оповещение населения будет проводиться максимально эффективно [46].

4 СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ И УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ

4.1 Основные механизмы пожаротушения

Рассмотрим основные четыре механизма пожаротушения:

Охлаждение очага горения. Основные огнетушащие вещества вода, водные растворы солей, твердый диоксид углерода. Охлаждающее действие воды обусловлено ее высокой теплоемкостью. При попадании на разогретую поверхность происходит процесс испарения воды, из 1л образуется 1700л пара, благодаря этому кислород вытесняется из зоны пожара. Такие процессы являются наиболее энергоемкими, причем испарение воды имеет один из самых высоких показателей теплового эффекта парообразования. Таким образом, испарение воды при попадании в очаг горения является мощным охлаждающим фактором. Помимо этого вода обладает хорошей термической стойкостью.

Изоляция очага горения. К веществам изоляции относятся пена, порошки, сыпучие вещества. Принцип тушения заключается в изоляции очага горения на некоторое время. До тех пор, пока не произойдет размывание этого слоя в результате газообмена с окружающей средой, изоляционный слой будет работать.

Разбавление реагирующих продуктов. Огнетушащие вещества разбавления понижают концентрацию ниже пределов необходимых для горения. В результате чего уменьшается скорость реакции горения, выделения тепла и снижается температура горения. Основными участниками реакции горения является кислород воздуха, продукты испарения горящего вещества и первичные продукты горения. При тушении разбавляют кислород воздуха, продукты испарения горящего вещества и первичные продукты горения. Что приводит к снижению реакции горения.

Ингибирование. Ингибирование — это химическая реакция, в результате которой основная реакция замедляется. Основными веществами являются

огнетушащие порошки, галоидоуглеводороды. При горении лавинообразно растёт количество активных частиц — радикалов. На рисунке 4 показана только одна из множества реакций, развивающихся при горении[54].

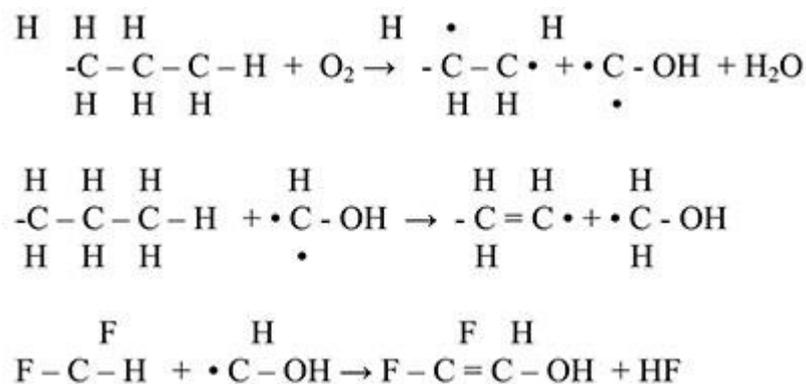


Рисунок 4 - Химическая реакция при горении

4.2 Анализ существующих систем противопожарной защиты

4.2.1 Автоматические установки пожаротушения, экспертное ранжирование

Установки пожаротушения как одно из технических средств системы противопожарной защиты применяются там, где пожар может получить интенсивное развитие уже на начальной стадии. Автоматическими установками пожаротушения (АУПТ) считаются установки пожаротушения, которые могут самостоятельно срабатывать при превышении контролируемым фактором (или факторами) пожара — температурой, дымом и др. — установленных пороговых значений для защищаемой зоны[20]. Автоматические установки пожаротушения одно из технических мер системы противопожарной защиты используются там, где пожар может получить интенсивное развитие уже на начальной стадии горения.

Не менее важна установка автоматических систем пожаротушения в театрах, где имеет место быть большее скопление людей и любое промедление может стоить жизни. Но для спасения жизней важна не только немедленная эвакуация, но и эффективность используемых средств пожаротушения. Основными огнегосительными веществами являются вода в жидком и

парообразном состоянии, химическая и воздушно-механическая пена, водные растворы солей, инертные газы, галоидированные огнегасительные составы и сухие огнегасительные порошки.

На рисунке 5 представлена обобщенная классификация АУП.



Рисунок 5 - Классификация АУПТ

Разберем как АУПТ классифицируются по виду используемых в установках огнетушащих составов, методу их подачи. Установки подразделяются на поверхностное тушение, когда подача огнетушащих веществ производится непосредственно на очаг горения, и объемное тушение, создание в зоне пожара среды, не поддерживающей горение. При использовании поверхностного тушения применяют составы, которые можно подавать в очаг пожара на расстоянии это - жидкостные, пены, порошки, для объемного тушения – вещества, которые могут распределяться в атмосфере защищаемого объема и создавать необходимую для этого концентрацию это - газовые и порошковые составы.

Также АУПТ классифицируются по способу приведения в действие установки пожаротушения и подразделяются на ручные с ручным способом приведения в действие и автоматические, а по виду огнетушащего вещества АУПТ бывают — водяные, пенные, газовые, аэрозольные, порошковые, паровые и комбинированные. Модульные установки автоматического

пожаротушения состоят из одного или нескольких модулей, способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения, которые размещены в защищаемом помещении или рядом с ним характерной чертой этих установок является объединение единой системой обнаружения пожара и запуска.

4.2.2 Установки пенного пожаротушения

Наибольшее распространение установки пенного пожаротушения получили в сфере энергетики и таких отраслях промышленности, как нефтедобывающая, химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая и металлургическая. Основное отличие установки пенного пожаротушения от водяной наличие устройства для получения пены - оросители, пеногенераторы. Также наличия в системе установки пенообразователя и устройства его дозирования. Остальные элементы и узлы по устройству аналогичны установкам водяного пожаротушения.

В зависимости от конкретных условий, особенностей объекта, системы водоснабжения осуществляется и выбор дозирующего устройства. На сегодняшний день системы дозирования пенообразователя проектируют по двум основным схемам: с заранее приготовленным раствором пенообразователя и с дозированием пенообразователя в поток воды с помощью насоса-дозатора с дозирующей шайбой или с помощью эжектора-смесителя. Принцип работы пенной АУП с заранее приготовленным раствором пенообразователя заключается в следующем. От щита управления электрический импульс подает сигнал на включение двигателя насоса подачи раствора и узла управления. Насос забирает раствор из резервуара, подает его в напорную сеть трубопровода и далее в распределительную сеть. Для периодического перемешивания раствора служит линия с нормально закрытой задвижкой. Пенные АУП с заранее приготовленным раствором пенообразователя и заполненными им трубопроводами менее инерционны, но между тем имеют ряд существенных недостатков:

- срок хранения раствора пенообразователя значительно ограничен срока хранения концентрированного пенообразователя;

- строительство резервуара для хранения пенообразователя является нерентабельным, если есть пожарный водопровод, который может обеспечить необходимый для пожаротушения расход воды;
- при использовании резервуаров большой емкости утилизация раствора пенообразователя значительно усложняется;
- активное свойство пенообразователя, а именно не должен контактировать с бетоном, требует покрытия внутренней поверхности железобетонных резервуаров эпоксидными мастиками. Что ведет к удорожанию проекта и усложнению строительных и монтажных работ [50].

По выше указанным причинам можно сделать следующий вывод; в установках, требующих небольших объемов раствора пенообразователя, рационально иметь емкость с готовым раствором пенообразователя. А в установках, с большим расходом огнетушащего вещества, более целесообразно хранить концентрированный пенообразователь и воду отдельно и применять для их смешения дозирующие устройства.

4.2.3 Установки порошкового пожаротушения

Рассмотрим установки порошкового пожаротушения качестве огнетушащего состава в них используют в специальный порошок. Установка может работать как в автономном режиме работают так и по команде пожарной сигнализации. В во втором случае время подачи огнетушащего вещества на всю защищаемую территорию не превышает 30-35 секунд после обнаружения опасности. Особенностью автономной установки является то что чаще всего он выбрасывает разовый заряд порошка и тушит пожар на начальной стадии в локальной зоне, для срабатывания им нужно «дождаться» повышения температуры окружающей среды.

Современные порошки используемые в установках тушения не токсичны, мало агрессивны, достаточно дешевы и удобны в обращении, допускается хранить и применять их при температурах до -50 градусов С. Единственный минус порошков — слеживаемость и в связи с этим ограниченный срок хранения. Кроме того, при подаче порошка в зону пожара не исключена полная

потеря видимости, поэтому люди из помещения должны быть заблаговременно эвакуированы.

Возможные способы пожаротушения: объемный локальный и поверхностный способ пожаротушения.

Применение установки оправданно: при ликвидации пожаров классов А, В, С, D, при тушении проливов горючей жидкости или утечке газов из установок, расположенных на открытом воздухе или в помещении, а также нефтеналивных и перекачивающих сооружений, авиационных ангаров и т.п. Эффективны порошковые установки при тушении электроустановок под напряжением и при загораниях щелочных металлов.

Использование установки неэффективно: не применяют для тушения материалов, способных гореть без доступа воздуха, а также горючих материалов, склонных к самовозгоранию или тлению внутри слоя, изделий из древесины при высоких значениях пожарной нагрузки, водорода.

Основным недостатком порошковых систем пожаротушения они обладают прямым ингаляционным воздействием на организм человека, и поэтому запрещена работа автоматических установок порошкового пожаротушения в помещениях с системами противодымной вентиляции.

4.2.4 Установки водяного пожаротушения

Установки водяного пожаротушения на сегодняшний день самые распространенные и широко используемые для защиты от огня самых различных гражданских, промышленных, технических и других объектов. По конструктивному исполнению установки водяного пожаротушения можно разделить на спринклерные (СУВП), предназначенные для локального тушения пожаров, и дренчерные (ДУВП) — для тушения по всей территории объекта или ее части. Они получили свое название от английских слов sprinckle (брызгать, моросить) и drench (мочить, орошать). Конструктивно ДУВП отличается от СУВП видом оросителя, типом клапана, установленного в узле управления, и наличием самостоятельной побудительной системы для дистанционного и местного включений. Оросители (спринклерные и

дренчерные) предназначены для распыления воды, распределения ее по защищаемой площади и создания водяных завес. Основным минус данных установок водяного пожаротушения— большой поток воды, который обеспечивает недостаточно эффективное тушение и, воздействуя на материалы, ценности или оборудование, причиняет им значительный ущерб.

Спринклерные установки срабатывают при повышении температуры на защищаемой территории, при этом струя распыленной воды подается в непосредственной близости от очага пожара или очаг пожара. Узлы управления этих установок бывают «сухого» типа — для неотапливаемых объектов, и «мокрого» — для помещений, температура в которых в течение года не опускается ниже 0 градусов С.

Спринклерные установки в силу своей специфики — низкой чувствительности и независимости от пожарной сигнализации — более эффективны для защиты помещений, пожар в которых, скорее всего, будет развиваться быстро, с интенсивным тепловыделением (деревянное помещение и т.д.). Внешне конструкция оросителей весьма разнообразна, это позволяет использовать их в различных интерьерах на разных объектах.

Дренчерные системы «работают» по команде от извещателя, что позволяет ликвидировать пожар на более ранней стадии развития.

Возможные способы пожаротушения: поверхностный (объемный — только для установок пожаротушения тонкораспыленной водой).

Применение установки оправданно: для ликвидации пожаров классов А и В. Защита складов, универмагов, помещений производства горючих натуральных и синтетических смол, пластмасс, резиновых технических изделий, кабельных каналов, гостиниц и т.д.

Использование установки неэффективно: воду нельзя использовать для тушения щелочных металлов и металлоорганических соединений, карбидов и гидриды металлов, горячего угля и железа, горючие, токсичные или коррозионно-активные газы. Также водяные установки неэффективны для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

4.2.5 Установки аэрозольного пожаротушения

В качестве огнетушащих веществ, альтернативных хладонам, достаточно широкое распространение в России получила новая разновидность средств объемного пожаротушения — твердотопливные аэрозолеобразующие огнетушащие составы (АОС) и автоматические установки аэрозольного пожаротушения (АУАП) на их основе. АУАП — установки пожаротушения, в которых в качестве огнетушащего вещества (ОВ) используется аэрозоль, получаемый при горении АОС.

В качестве огнетушащего вещества применяется тонкодисперсный порошок, образуется который в результате горения аэрозолеобразующего состава. По понятным причинам нельзя применять в помещениях взрывоопасных категорий. Из-за ряда факторов, а именно повышения температуры, давления газовой среды и резкого уменьшения видимости люди должны заблаговременно, еще до включения генератора аэрозоля, покинуть помещение. Сам по себе аэрозоль вредного воздействия на организм человека и его одежду не оказывает, а его огнетушащая способность велика.

В состав аэрозоля входят инертные газы и высокодисперсные твердые частицы с величиной дисперсности, не превышающей 10 мкм. Основным элементом АУАП являются генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) различных модификаций. В их корпусе размещается заряд специального состава, выделяющий при горении аэрозолеобразующий огнетушащий состав, и пусковое устройство, служащее для приведения генератора в действие.

По способу приведения в действие ГОА подразделяются на генераторы с автономным действием и электрическим пуском. В АУАП применяется только электрический пуск, местный пуск АУАП не допускается. При проектировании установок ГОА должны быть приняты меры, исключающие возможность возникновения загораний от их применения. В последнее время были разработаны и приняты в производство модификации генераторов так называемого холодного аэрозоля.

Возможные способы пожаротушения: ликвидация пожаров класса А2 и класса В, а также локализации пожаров подкласса А1 по ГОСТ 27331. Чаще всего применяют для тушения пожаров электротехнического оборудования и других энергетических объектов, для защиты транспортных средств, маслохозяйств, транспортных отсеков судов и т.д.

Использование установки неэффективно: не обеспечивают полного прекращения горения волокнистых, пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и (или) тлению внутри слоя; технических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха; гидридов металлов и пирофорных веществ; порошков металлов (магний, титан, цирконий и т.д.).

4.2.6 Автономные установки пожаротушения

Первоначально давайте разберем, в чем различаются автономные и автоматические установки пожаротушения. Во втором разделе НПБ 88-2001* автоматическая установка пожаротушения определяется как «установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне». Аналогичное определение приводится в п. 3.1.1.1 ГОСТ Р 51091-97. В п. 3.5 ГОСТ Р 50969-96 этот же термин определяется как «совокупность стационарных технических средств для тушения очагов пожара за счет автоматического выпуска ГОС (газового огнетушащего состава)».

Автономная установка пожаротушения, согласно НПБ 88-2001, установка пожаротушения, автоматически осуществляющая функции обнаружения и тушения пожара независимо от внешних источников питания и систем управления». Аналогичные определения приводятся в НПБ 67-98 с уточнением, что установки порошковые. Из вышеизложенного следует, что автономная установка пожаротушения сама обнаруживает пожар и «принимает решение» о его тушении, не имея, в отличие от автоматической установки пожаротушения, внешних источников энергоснабжения и аппаратуры управления [16].

Наибольшее распространение получили автономные порошковые установки, в которых используются модули порошкового пожаротушения(МПП). Зачастую и сами МПП считаются автономными установками пожаротушения. Так, в разделе 3 НПБ 67-98 сказано: «Единичный модуль, который имеет дополнительные функции обнаружения пожара и запуска, является автономной установкой...» Эта формулировка распространяется только на порошковые модули. Рассмотрим основные составляющие автономных установок:

1. Это устройство для обнаружения и пуска огнетушащего вещества, оно реагирует на контролируемый параметр и подает сигнал на запуск. В основном во всех современных установках пусковое устройство реагирует на тепловые проявления пожара. К этим устройствам относятся: тепловой замок, огнепроводный шнур, пожарные извещатели.

2. Непосредственно само пожаротушения, предназначено для хранения и подачи огнетушащего вещества. В качестве источника энергии для доставки огнетушащего вещества использована энергия газообразующего вещества или применяется сжатый газ.

При изменении или достижении определенных критических параметров в защищаемом объеме происходит срабатывание автоматического устройства запуска которое посредством импульса дает команду на запуск одного или нескольких модулей пожаротушения. При необходимости автоматически мощность импульса автоматического устройства запуска повышается для запуска необходимого количества модулей пожаротушения.

4.3 Сравнительная стоимость систем пожаротушения

Система обеспечения пожарной безопасности объекта считается приоритетной задачей каждого руководителя. Она состоит из следующих подсистем.

1. Система предотвращения пожара, исключая условия возникновения пожара.

2. Система противопожарной защиты – защита людей и имущества от ОФП.

3. Система организационно-технических мероприятий.

Для снижения динамики и нарастания ОФП необходимо применение автоматических систем пожаротушения.

Вопрос, который не меньше волнует заказчика при выборе автоматических систем пожаротушения, это вопрос цены. Важно помнить, что это плата не за эксплуатацию объекта, а за реальное оборудование, от которого в случае пожара потребуются максимальная отдача, для ликвидации пожара минимизации вреда материальным ценностям.

Для этого проведем анализ стоимости автоматических систем пожаротушения и рассмотрим положительные тенденции и отрицательные факты систем пожаротушения.

Автоматические установки пожаротушения распределились следующим образом в порядке убывания стоимости:

- порошковые системы пожаротушения.
- газовые системы пожаротушения;
- системы тонкодисперсной воды (системы тонкораспыленной воды);
- пенные системы пожаротушения и водопенные системы;
- водяные системы пожаротушения;
- аэрозольные системы пожаротушения;

Так же следует отметить и тот факт, что при срабатывании систем автоматического пожаротушения приблизительно в таком же порядке возрастает степень их вредного воздействия на материальные ценности.

И так самые дешевые системы пожаротушения – порошковые и аэрозольные имеют один весомый недостаток, а именно распыляемый в помещении порошок, являясь химически активным, что приводит к коррозии металла и различным видам деструкции пластика, резины, бумаги и других материалов. Оказывая вредное воздействие при попадании порошка на кожу или в дыхательные пути человека. Этот фактор накладывает существенные

ограничения на объекты применения этих систем и предъявляет повышенные требования к их надежности и защите от ложного срабатывания. Что, несомненно влечет за собой дополнительные расходы. Нель не назвать и плюсы данных систем является простота в инсталляции, так как они автономны. Область применения носит рекомендательный характер и сводится к необслуживаемых или малообслуживаемых помещениях, где расположено энергетическое оборудование (подстанции, трансформаторные и т. п.).

Следующим пунктом рассмотрим системы газового тушения, к положительным достоинством можно считать; минимизация вреда материальным ценностям. Однако и цена этих установок выше, так как определяется специальными требованиями. Основная область применения для защиты библиотек, музеев, банков, электронно-вычислительных центров.

Автоматические системы водяного пожаротушения, которые находятся в ценовом интервале между системами газового и порошкового пожаротушения, в настоящее время получили большее распространение. Основная область их применения на объектах с наличием больших площадей; так же их широко используют для защиты складов, торговых и бизнес-центров, административных зданий, спортивных комплексов, гостиниц, предприятий, гаражей и автостоянок, банков, объектов энергетики, военных объектов и объектов специального назначения, жилых домов и коттеджей. Главным «минусом» может являться наличие ущерба при ложном срабатывании системы.

Если сравнить ценовую политику системы пенного пожаротушения и систем водяного пожаротушения, то первые дороже по причине необходимости дополнительного оборудования (пеногенераторы, сосуды для пенообразователя и т. д.). Основная область применения, объекты для хранения и переработке нефти и нефтепродуктов, спиртов, химических и других веществ, материалов и изделий.

Нет ограничений по тушению материалов у газовых, пенных, водопенных систем. Исключения составляют лишь системы водяного пожаротушения, имеющие ряд ограничений при тушении определенных веществ и материалов.

Положительным фактором аэрозольных систем пожаротушения и системы тонкораспыленной воды является их автономность. В то время когда для других установок пожаротушения необходимы дополнительные коммуникации и энергоресурсы, например газовые системы пожаротушения нуждаются в системах дымоудаления а также определенные требования к автоматике и оповещению; для пенных, водяных и водопенных систем пожаротушения требуется определенный запас воды, электропитание насосов-повысителей.

Тот факт, что при использовании систем газового, пенного пожаротушения и аэрозольного автоматического пожаротушения эвакуация персонала обязательна, это требование сокращает область использования в отличие от автоматических систем водяного пожаротушения и систем тонкодисперсной воды.

4.4 Преимущества технологии пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды

Множество различных способов пожаротушения позволяют наиболее эффективно использовать тот или иной из них в каждом конкретном случае. Выдвинем ряд требований и попробуем руководствуясь этими требованиями подобрать оптимальную автоматическую систему пожаротушения:

1. Высокая эффективность пожаротушения.
2. Минимально воздействие на материалы.
3. Безопасность для человека.
4. Экологическая чистота.
5. Относительная дешевизна огнетушащего вещества.
6. Удобство и простота обслуживания.
7. Отсутствие жестких требований к защищаемому объекту.

8. Оптимальность системы для ее проектирования и монтажа.

Ни один из традиционных установок пожаротушения не отвечает большинству основных требований к системам пожаротушения приведенным выше [48].

По этой причине в последние годы инженерами интенсивно разрабатываются новые технологии пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды (ТРВ) (по англоязычной терминологии «Hi-Fog»). В этой системе заложен иной принцип тушения водой: он заключается в не создание на материале слоя воды, а ввод мелких капель непосредственно в пламя и на поверхность с последующим полным испарением их и тем самым равномерное охлаждение поверхности.

Преимущества ТРВ становятся очевидными при диаметре капель менее 300 мкм, когда, кроме съема тепла от пламени и поверхности горящего материала, при испарении мелких капель выделяется большое количество пара, что уменьшает объемную концентрацию кислорода O_2 ; и тем самым дополнительно подавляет горение. Мелкие капли сильно экранируют тепловое излучение пожара и не позволяют развиваться новым очагам. Это позволяет локализовать очаг, что не достигается ни одним другим способом пожаротушения. Необходимо также отметить ряд важных преимуществ ТРВ перед традиционными водяными системами:

1) возможность эффективного применения при тушении ЛВЖ, что невозможно для традиционных водяных систем из-за разбрызгивания ЛВЖ при их использовании и тем самым увеличения площади пожара;

2) возможность тушения электроустановок под напряжением 36000 В с расстояния 1 м.

Большое положительное преимущество ТРВ не свойственное другим огнетушащим веществам, заключается в способности облака тонкораспыленной воды адсорбировать сажу, продукты горения и даже маленькие частички. Это дает возможность людям находиться в зоне

использования установки ТРВ и проводить работы по спасению людей и эвакуации материальных ценностей.

Автоматические установки водяного пожаротушения имеют один существенный недостаток – неэффективное использование струи воды, направленной в очаг горения.

Воды затрачивается гораздо больше, чем требуется непосредственно на тушение, так как часть струи стекает с горящих предметов, вследствие чего происходят пролив воды, порча материальных ценностей и другие неприятные последствия. Одним из простых и надежных путей устранения этого недостатка, а также повышения огнетушащей способности воды является применение при пожаротушении тонкораспыленной воды (ТРВ).

Применяются установки пожаротушения ТРВ как модульного, так и централизованного типа.

Область использования установок пожаротушения ТРВ модульного типа ограничена небольшими помещениями из-за их высокой стоимости. Наиболее перспективным является применение централизованных установок пожаротушения ТРВ.

Их отличает высокая эффективность тушения и локализации пожара, что подтверждено огневыми испытаниями на модельных очагах пожара, время работы – 30 минут, низкий расход воды, абсолютная безопасность для людей и автомобилей при тушении или ложном срабатывании, конкурентная стоимость.

Мельчайшие частички воды обладают высокой проникающей и дымоосаждающей способностью, что усиливает огнетушащий эффект. Получают тонкораспыленную воду за счет значительного повышения давления на распылителях, перегрева воды и других способов.

Тонкораспыленной называется вода, со среднеарифметическим диаметром до 150 мкм полученная в результате дробления водяной струи на капли. Автоматические установки пожаротушения тонкораспыленной водой подразделяются на стационарные, и модульные. Основная область

применяются для поверхностного и локального тушения очагов пожара классов А и В.

Усовершенствование технологий в последние годы дало возможность применения установок пожаротушения тонкораспыленной водой, диаметр большинства капель которой составляет не менее 100 мкм. Они значительно эффективнее для тушения загораний водонерастворимых нефтепродуктов с температурой кипения ниже 100 °С. Применяются установки для пожаротушения в помещениях по всей расчетной площади, если их не герметичность не превышает 3%. В ряде случаев с помощью тонкораспыленной воды (диаметр капель от 50 до 70 мкм) можно осуществлять пожаротушение и объемным способом [51].

Возможные способы пожаротушения: поверхностный и объемный.

Применение установки оправданно: для ликвидации пожаров классов А и В. Защита складов, универмагов, помещений производства горючих натуральных и синтетических смол, пластмасс, резиновых технических изделий, кабельных каналов, гостиниц и т.д. Тонкораспыленная вода может применяться для тушения загораний водонерастворимых нефтепродуктов с температурой кипения ниже 100°С.

Использование установки неэффективно: нельзя использовать воду при тушении горючих, токсичных или коррозионно-активных газов. Например к данным веществам относятся некоторые металлы и металлоорганические соединения, карбиды и гидриды металлов, горячие уголь и железо. А также установки неэффективны для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с температурой вспышки менее 90°С.

Итак, рассмотрим на рисунке 6 основные системы пожаротушения, их недостатки и преимущества, по следующим критериям выбора.

Наименование критерия	Газовая (инертные газы)	Газовая (чистые газы)	Пенная	Порошковая	Вода (спринклерная)	Вода (ТРВ)
Опасность для людей	5	1	3	4	2	0
Опасность для имущества	0	0	5	5	5*	1
Основные затраты	5	5	5	1	2	3
Доп. затраты	0	0	2	0	5	0
Эксплуатационные затраты	1	1	3	1	4	1
Суммарная оценка	11	7	16	11	18	5

* опасность возрастает пропорционально количеству нижележащих этажей

Таблица 1 – Сравнительный анализ АУПТ

Проведем сравнительный анализ по пятибалльной системе. Максимальная оценка соответствует максимальному вкладу данного критерия в суммарную оценку системы. Привлекательность системы обратно пропорциональна суммарной оценке. Разберем пояснения по оценке каждого критерия [55].

И так 1 пункт опасность для людей. Как видно из табличных данных самые опасны газовые системы с инертными газами. Для людей нахождение в помещении, где сработала такая установка пожаротушения, смертельно. Порошок вызывает раздражения кожных покровов и респираторные заболевания у людей. Основная опасность для человека захлебнуться на объектах где сработала водяная или пенная установки пожаротушения. Чистые газы используемые в газовых установках пожаротушения не оказывают каких либо отрицательных воздействий на организм человека, ТРВ — неопасна.

Далее опасность для имущества. Максимальную угрозу создают спринклерные и порошковые системы пожаротушения. Газовые установки для имущества безопасны, ТРВ — практически безопасна.

Основные затраты. В этот раздел входят затраты на оборудование и монтажные работы, оборудование и пуско-наладочные работы. Газовые системы требуют максимальных затрат, меньше всего - порошковые

Дополнительные затраты. В соответствии с табличными данными доп.затраты необходимы для спринклерных установок тушения, для устройства резервуаров, водопровода, водоотвода и т.д. Остальные системы дополнительных затрат не требуют.

Эксплуатационные затраты. Здесь заложены водо- и электропотребление, необходимые для нормального функционирования спринклерных систем пожаротушения, а также затраты на обслуживание, необходимые для всех систем.

Если принять приведенные оценки за основу, то ТРВ является наиболее предпочтительной системой для большинства защищаемых объектов.

Сравнительный анализ приведенный выше подчеркивает значительную перспективность автоматических систем пожаротушения ТРВ.

4.5 Система пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды "Hi-Fog"

Преимущества ТРВ становятся очевидными при диаметре капель менее 300 мкм, когда, кроме съема тепла от пламени и поверхности горящего материала, при испарении мелких капель выделяется большое количество пара, что уменьшает объемную концентрацию кислорода O_2 ; и тем самым дополнительно подавляет горение. Мелкие капли сильно экранируют тепловое излучение пожара и не позволяют развиваться новым очагам. Это позволяет локализовать очаг, что не достигается ни одним другим способом пожаротушения.

В настоящее время в числе наиболее перспективных направлений по противопожарной защите объектов различного назначения является применение средств тушения пожаров тонкораспыленной воды. Особенно актуально применение тонкораспыленной воды на объектах, где требуется высокая эффективность тушения, имеются ограничения по водоснабжению и актуальна минимизация ущерба от проливов воды.

С каждым годом спрос на оборудование тонкораспыленной воды растет и постепенно начинает превышать возможности существующих производителей. Широкое применение нашли модульные установки тонкораспыленной воды, водные и воздушно-эмульсионные ранцевые огнетушители тонкораспыленной воды. Все больше применение при тушения пожаров находят автоматические установки тонкораспыленной водой.

Преимущества тонкораспыленной воды:

- возможность тушения практически всех веществ и материалов, в том числе пирофорных, за исключением веществ, реагирующих с водой с выделением тепловой энергии и горючих газов;

- высокая эффективность тушения, обусловленная повышенным охлаждающим эффектом за счет высокой удельной поверхности капель, равномерного действия воды непосредственно на очаг горения, снижением концентрации кислорода и разбавления горючих паров в зоне горения в результате образования пара;

- защитный эффект от воздействия лучистого тепла на людей, несущие и ограждающие конструкции и на соседствующие горючие материалы;

- поглощение и удаление токсичных газов и дыма в помещениях;

- незначительный ущерб от пролитой воды;

- экологическая чистота и безопасность для людей;

- минимальное потребление воды, что особенно важно для мест с ограниченным потреблением воды;

- простота монтажа АУП тонкораспыленной воды;

- возможность применять для тушения пожаров архивов, музеев, серверных, оборудования, находящегося под напряжением (при соблюдении правил техники безопасности).

Вместе с тем, имеются условия, при которых применение тонкораспыленной воды неэффективно из-за отсутствия необходимого оборудования для ее доставки в зону горения.

Согласно СП 5.13130.2009, тонкораспыленной водой считается водяной поток, в котором среднеарифметический диаметр + капле составляет 150 мкм и менее.

Стационарные системы пожаротушения могут быть реализованы как централизованные, чаще всего спринклерные (Hi-Fog Marion), либо как автономные, модульные системы. К мобильным средствам пожаротушения ТРВ относятся установки, используемые подразделениями пожарной охраны, дежурным персоналом и просто гражданами [58].

4.6 HI-FOG® технология пожаротушения тонкораспыленной водой

Богатый опыт корпорации «Мариофф» в области разработки систем тонко-распыленной воды (ТРВ) под маркой HI-FOG® (в англоязычной терминологии HI-FOG®) для защиты самых разных объектов – от круизных лайнеров до памятников деревянного зодчества, от кабельных тоннелей до гостиниц класса люкс, от газотурбинных силовых установок до библиотек – позволяет кратко суммировать преимущества использования ТРВ.

Система пожаротушения HI-FOG ® ликвидирует возгорание путем рассеивания микрокапель водяного тумана на большой скорости. При активации, система выталкивает воду под высоким давлением через специальные микроскопические отверстия в форсунках спринклеров HI-FOG ®. Водяной туман HI-FOG ® быстро проникает в очаг возгорания, охлаждая воздух, блокируя пламя и предотвращая распространение огня.

HI-FOG® – это самая современная и наиболее эффективная система в мире, обеспечивающая противопожарную защиту тонкораспыленной водой. Данная система позволяет образовать тонкораспыленную воду дисперсностью около 50 мкм под высоким давлением (свыше 2,5МПа). Она служит надежной защитой для ценнейших объектов мирового наследия, которые не подлежат восстановлению, и способствует их сохранению для будущих поколений. В случае пожара система контролирует и подавляет огонь, защищая сами здания, их ценное содержимое и человеческие жизни. HI-FOG® представляет собой технологию защиты от пожара, при которой из небольшого количества чистой

воды под высоким давлением образуется водяной туман HI-FOG®, который эффективно подавляет огонь.

HI-FOG ® может заменить традиционные спринклерные, дренчерные, пенные, порошковые и другие системы пожаротушения. Система может использоваться для тушения практически любого типа пожара, в то время как большинство противопожарных систем, использующих воду, не могут быть использованы для борьбы с возгоранием жидкометаллического горючего или материалов, которые могут вступить в химическую реакцию с водой. HI-FOG ® использует три метода борьбы с огнем: охлаждение, блокировка пламени и вытеснение кислорода.

Традиционные распылительные системы также защищают от огня, но всё же существуют веские доказательства того, что именно HI-FOG® является лучшей системой противопожарной безопасности в мире для защиты зданий, составляющих мировое культурное наследие. Обычные распылительные системы тоже работают. Они подавляют огонь и спасают жизни. Однако нередко в конечном итоге последствия тушения пожара при помощи обычных распылительных систем являются дополнительной проблемой для собственников, т.к. при тушении, как правило, сопутствует сильное намокание и разбухание мебели и обивки, а также другие повреждения, вызванные большим количеством воды, а особенно т.н. "черной" воды. Однако основную задачу, по ликвидации возгорания, они, без сомнения, выполняют. Но в зданиях, имеющих историческое значение, сопутствующие повреждения являются не дополнительной, а первостепенной проблемой. Именно по этой причине HI-FOG® является наилучшим решением для такого вида зданий. При абсолютном минимуме сопутствующих повреждений для самого здания и его содержимого.

Водяной туман HI-FOG® состоит из множества микроскопических капель воды с большой площадью удельной поверхности. Он не имеет аналогов в отношении воздействия на два из трех факторов, которые способствуют распространению огня - тепловое излучение и кислород (третьим фактором

являются легковоспламеняющиеся материалы), оставаясь абсолютно безвредным для людей и окружающей среды.

4.6.1 Общие сведения об установках HI-FOG

Установки пожаротушения тонкораспыленной водой HI-FOG®, производства компании Magioff, обеспечивают локализацию и тушение пожара (в зависимости от требований, предъявляемых к объекту) путем подачи струй мелкодисперсной воды. В рабочем режиме установки HI-FOG® чистая, питьевая вода распыляется при помощи патентованных сертифицированных оросителей. При помощи насосов высокого давления обеспечивается высокая скорость распыляемых струй, что позволяет им легко проникать в факел пламени, одновременно охлаждать защищаемое пространство. Такие установки являются альтернативой традиционным спринклерным, газовым, пенным, порошковым установкам пожаротушения и могут применяться для тушения пожаров классов А и В. Область, не применения установки HI-FOG® ограничена в основном пожарами щелочных металлов и других материалов, способных бурно реагировать с водой. Тонкораспыленная вода HI-FOG® ликвидирует горение путем охлаждения зоны горения, блокирования теплового излучения пожара и вытеснения кислорода из факела пламени парами воды, в то время как традиционные водяные установки обеспечивают только смачивание пожарной нагрузки, что требует большого расхода воды. Кроме того, HI-FOG® использует на 90% меньше воды, имеет более короткое время активации и задействует только одну распылительную форсунку. В обычной системе одновременно работает две форсунки.

Эффективность установок пожаротушения тонкораспыленной водой зависит от многих факторов, включая размер капель, скорость струи, конструкцию оросителя, распределение частиц в потоке, природу пожарной нагрузки, скорость движения воздуха, высоту защищаемого помещения, и т.д., что наглядно показано в таблице 2.

Таблица -2 Характеристики воды при подаче с помощью АУПТ и ТРВ

Обычная капля	Капля HI-FOG® микроскопического размера
<p>Традиционные спринклерные системы, работающие под низким давлением, в основном тушат пожар методом заливания поверхностей, на которых произошло возгорание. Они распыляют воду в виде струй из капель, которые подавляют пламя, постепенно заливая горящий материал и окружающую обстановку. К сожалению, такие системы часто причиняют серьезный дополнительный ущерб, который может превысить объем ущерба, причиненного пламенем.</p>	<p>Водяной туман HI-FOG® состоит из крошечных микро-капель, которые являются наиболее эффективным методом пожаротушения. При активации система HI-FOG® моментально начинает борьбу с огнем при помощи высокоскоростного тумана, который проникает к очагу возгорания. Пространство вокруг пламени остывает очень быстро по мере того, как оно заполняется каплями микроскопического размера. Капли блокируют и рассеивают излучаемую пламенем теплоту. При помощи очень малого количества воды система подавляет огонь до начала его распространения.</p>
	

HI-FOG® использует воду эффективным образом - на 90% меньше, чем традиционная система для той же области применения, демонстрируя более высокую эффективность тушения, что отражено на рисунке 7.



Обычный размер капель (мм)	Количество капель на литр воды	Площадь поверхности (м ²)
1...5	15000-2млн.	1...6
0,2...1	2млн.-250млн.	6...30
0,025....0,2	250млн.- 150млрд.	30...250

Рисунок 7 - Сравнительные показатели

4.6.2 Технология пожаротушения HI-FOG ®

Система пожаротушения HI-FOG ® ликвидирует возгорание путем рассеивания микрокапель водяного тумана под давлением на большой скорости. При активации, система выталкивает воду под высоким давлением через специальные микроскопические отверстия в форсунках спринклеров HI-FOG ®. Водяной туман HI-FOG ® быстро проникает в очаг возгорания, охлаждая воздух, блокируя пламя и предотвращая распространение огня. HI-FOG ® может заменить традиционные пенные, порошковые и другие системы пожаротушения. Система практически универсальна, может использоваться для тушения практически любого типа пожара, в тоже время большинство автоматических установок пожаротушения, использующих воду, не могут быть использованы для борьбы с возгоранием жидкометаллического горючего или материалов, которые могут вступить в химическую реакцию с водой. HI-FOG ® использует три метода борьбы с огнем: охлаждение, блокировка пламени и вытеснение кислорода.

4.6.3 Огнетушащая эффективность установок HI-FOG®

В зависимости от вида пожарной нагрузки установки HI-FOG® рассчитаны на тушение (пожары класса В) или локализации (пожары класса А).

Тонкораспыленная вода, получаемая распылением под высоким давлением (80-140 бар) имеет малый размер капель: распылители HI-FOG® обеспечивают распыл воды в пределах 50-150 микрон. Распыляемая вода имеет

большую площадь удельной поверхности, за счет чего очень интенсивно испаряется в зоне горения. При испарении вода увеличивается в объеме в 1760 раз, вытесняя кислород из зоны горения; высокая охлаждающая способность воды обусловлена ее физическими свойствами: при испарении вода поглощает 2 МДж энергии на 1 литр. Средняя температура воздуха в помещении резко падает в течение первых секунд подачи тонкораспыленной воды, при этом пламя обволакивается плотной взвесью водяных капель. Тепловое излучение блокируется настолько эффективно, что даже при большом очаге пожара на расстоянии нескольких метров тепло пламени не чувствуется. При этом конструкции помещения надежно защищены от теплового воздействия в процессе тушения пожара.

Локализация и тушение пожара происходит при пониженных расходах воды, в 5...20 раз меньших, чем для обычных спринклерных систем. Тонкораспыленная вода HI-FOG® обладает высокой проникающей способностью, так эффективная дальность струи настенного оросителя достигает 8 м, для потолочного оросителя до 15 м. При этом поток тонкораспыленной воды позволяет до некоторой степени доставлять воду в "мертвые" (затененные) зоны помещения. Это позволяет рассматривать HI-FOG® как альтернативу не только водяным спринклерным и пенным дренчерным, но и газовым установкам пожаротушения. Установки HI-FOG® эффективно охлаждают, снижают концентрацию кислорода и экранируют тепловое излучение. Туман состоит из микроскопических капель, которые эффективно проникают в ядро очага пожара, охлаждают само пламя и окружающий воздух, блокируют тепловое излучение и снижают доступ кислорода. Таким образом происходит подавление огня до начала его распространения, а уровень повреждений, которые могут быть вызваны дымом, теплом или влагой, сводится до минимума.

Важным свойством ТРВ высокого давления, направленным на максимальное снижение ущерба от возникшего пожара, является эффект частичного дымоосаждения. Дым – наиболее опасный для людей и быстрее

всего распространяющийся фактор пожара. Осаждение дыма на внутренней отделке помещений может нанести материальный ущерб, значительно превышающий ущерб от огня как такового. Мелкие капли воды, взвешенные в воздухе защищаемого помещения, осаждают значительную часть дыма, увеличивая безопасность в ходе эвакуации и уменьшая масштаб материального ущерба.

Быстрота срабатывания системы пожаротушения чрезвычайно важна, так как локализовать пожар на ранней стадии – значит не только сократить размеры ущерба, но и не допустить опасности для людей. В спринклерах HI-FOG® применяются термочувствительные колбы, показатель быстроты срабатывания которых - RTI (Response Time Index) - равен 25. Для сравнения, RTI обычных спринклеров составляет, как правило, от 200 до 300. К тому же эффект поглощения теплового излучения каплями тонкораспыленной воды приводит к срабатыванию только тех спринклеров, которые находятся непосредственно в зоне пожара - тонкораспыленная вода расходуется только там, где необходимо.

Современная конструкция оросителей HI-FOG®, защищенная многочисленными патентами, позволяет сократить общее количество оросителей на объекте (площадь, защищаемая одним оросителем – 12...25 м², в зависимости от типа оросителя и высоты его установки). Это преимущество в сочетании с небольшим диаметром трубопроводов (диаметр распределительного трубопровода систем HI-FOG® - 12 мм) позволяет легко вписать систему пожаротушения в любой интерьер и упростить ее монтаж. Применение высоконадежных резьбовых соединений сокращает трудозатраты при монтаже и избавляет от сварочных работ, что делает возможным монтаж системы пожаротушения на реконструируемых объектах без вывода их из эксплуатации.

Пример HI-FOG® показывает, что установки пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления – шаг вперед в области активной противопожарной защиты.

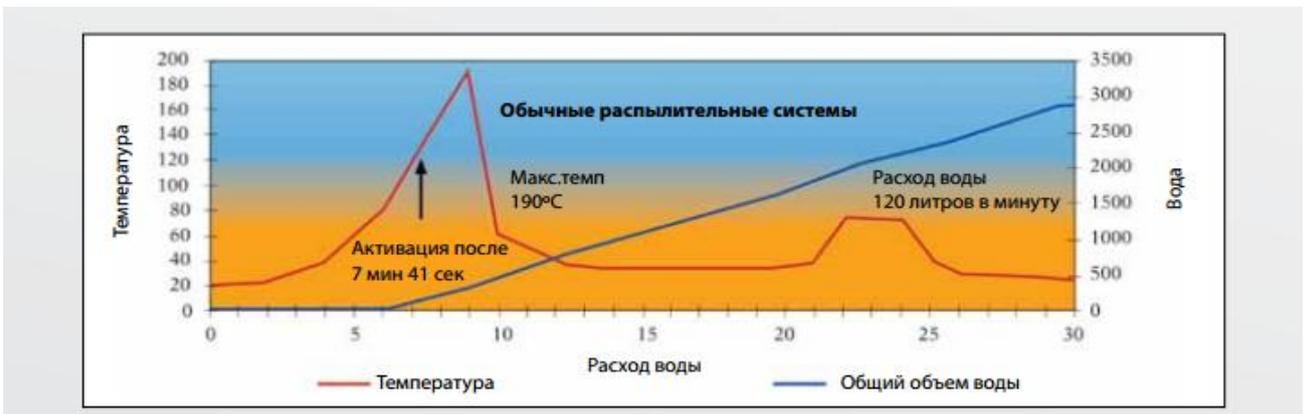


Рисунок 8 - Диаграмма работы обычной АУПТ



Рисунок 9 - Диаграмма работы АУПТ HI-FOG®

Результаты проведенных двух идентичных тестирований противопожарных систем. Способность подавления огня, продемонстрированная системой HI-FOG®, оказалась намного лучше, нежели аналогичная способность, продемонстрированная обычной спринклерной системой.

4.6.4 Устройство HI-FOG®

Типовая установка HI-FOG® состоит из:

- Водосточника
- Насосов высокого давления
- Трубопроводной сети
- Спринклерных или дренчерных узлов управления секциями
- Спринклерных или дренчерных оросителей

Стволы для внутреннего противопожарного водопровода, сигнальные панели, устройства дистанционного или местного пуска, компрессоры и другое

оборудование также может поставляться в составе установки, например, как изображено на рисунке 10.



Рисунок 10 - Схема построения установки HI-FOG®

Весь трубопровод высоконапорной части установки HI-FOG® выполняется из нержавеющей стали. Диаметр трубопровода значительно меньше диаметра труб применяемых в водяных установках низкого давления. Трубы из нержавеющей стали легко гнутся, позволяя проводить монтаж в труднодоступных местах, что является огромным преимуществом при защите помещений со сложными интерьерами (исторических объектов, нетиповых проектов и т.п.). Трубы диаметром до 38 мм включительно соединяются с помощью муфтовых резьбовых соединений. Трубы диаметром свыше 38 мм собираются с помощью специальных фланцевых соединений. Все трубы и фитинги рассчитаны на высокое давление и испытаны на давление разрыва, которое в 4 раза выше максимального рабочего давления. В процессе сдачи установки в эксплуатацию трубопровод подвергается гидравлическим испытаниям. Установки HI-FOG® включают в себя подводящий трубопровод (может быть закольцован для повышении надежности и снижения потерь давления), подающий воду к узлам управления, которые делят систему на секции. От узлов управления питающий трубопровод (диаметром 30...16 мм) снабжает водой распределительные трубопроводы секции (диаметром 12 мм), на которых установлены оросители. На практике около 2/3 трубопровода HI-FOG® на объекте выполнено трубами диаметром 12 мм.

4.6.5 Защита объектов

Установки пожаротушения тонкораспыленной водой HI-FOG® - являются наиболее современной и эффективной технологией

противопожарной защиты объектов культурно-зрелищного, исторического направления. В случае пожара HI-FOG® быстро локализует пожар, защищая от ущерба здание, его бесценное содержимое и человеческие жизни.

Первостепенное значение для культурно-зрелищных объектов, вторичный ущерб от пролива воды. Здесь технология пожаротушения тонкораспыленной водой незаменима. HI-FOG® использует в 5...10 раз меньше воды, чем традиционные спринклерные установки, обеспечивая при этом равноценную или более высокую эффективность тушения.

4.6.6 Область применения

Установки HI-FOG® защищают:

- Музеи и картинные галереи
- Соборы и церкви
- Театры и дома музыки
- Библиотеки и архивы
- Исторические и туристические объекты

HI-FOG® может защитить все здание целиком:

- Купола, чердаки, конструкции крыши
- Выставочные залы
- Хранилища и архивы
- Вестибюли и коридоры
- Аудитории и конференц-залы
- Офисы, магазины, рестораны
- Технические помещения, кабельные каналы, дизель-генераторы.
- Подземные парковки

Таким образом, можно сделать вывод, что

1. Система эффективна при любом количестве источников возгорания.
2. Система эффективна вне зависимости от, того в каком месте защищаемого объема находится источник возгорания.

3. Система производит тушение до конца и эффективна при тлении и повторных загораниях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертационной работе изложены статистические и исторические данные произошедших пожаров в театрах. Также исследованы основные виды и конструктивные характеристики культурно-зрелищных учреждений, которые позволяют понять всю опасность возникновения пожара в культурно-зрелищных учреждениях и предложен ряд технических предложений, направленных на улучшение эффективности системы противопожарной защиты культурно-зрелищных учреждений.

1. Детально рассмотрена конструктивная особенность культурно-зрелищных зданий.
2. Проведён анализ возникновения и распространения пожаров в культурно-зрелищных учреждениях. Приведены основные факторы пожара негативно влияющие на эвакуацию зрителей.
3. Изучен порядок организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ в культурно-зрелищных учреждениях.
4. Проведена оценка существующих систем автоматической пожарной сигнализации. Предложено внедрение комплекса ПАК «Стрелец-Мониторинг».
5. Рассмотрены существующие автоматические установки пожаротушения тушения пожара. На основании сравнительного анализа автоматических установок пожаротушения предложена к внедрению автоматическая установка пожаротушения тонкораспыленной водой (HI-FOG), превосходящая все имеющиеся аналоги.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. №69 - ФЗ "О пожарной безопасности" [Текст] / <http://www.consultant.ru>.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. №123 - "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [Текст] / <http://www.consultant.ru>.
3. Федеральный закон от 10.07.2012 РФ №117-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (№123-ФЗ) [Текст] / <http://www.consultant.ru>.
4. Поручение Президента РФ от 13 ноября 2009 г. № ПР-3021. «О необходимости вывода сигнала о срабатывании автоматической пожарной сигнализации на пульт государственной противопожарной службы «01» с объектов с массовым пребыванием людей». / <http://www.consultant.ru>.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012г. № 390 «О противопожарном режиме». / <http://www.consultant.ru>.
6. ГОСТ 12.1.004 - 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. / <http://www.consultant.ru>.
7. ГОСТ 12.1.033 - 81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. / <http://www.consultant.ru>.
8. ГОСТ 12.2.047 - 86 ССБТ. Пожарная техника. Термины и определения. / <http://www.consultant.ru>.
9. ГОСТ Р 12.4.026 - 2001. Требования к планам эвакуации. / <http://www.consultant.ru>.
10. ГОСТ 25772 - 83. Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Общие технические условия. / <http://www.consultant.ru>.
11. ГОСТ 30247.2 - 97. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Двери и ворота. / <http://www.consultant.ru>.

12. ГОСТ 54043-2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний. / <http://www.consultant.ru>.

13. ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации и другие нормативные правовые акты. / <http://www.consultant.ru>.

14. НПБ 104 - 95. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях. / <http://www.consultant.ru>.

15. НПБ 110 - 99. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. / <http://www.consultant.ru>.

16. НПБ 88-2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования». / <http://www.consultant.ru>.

17. НПБ 110-2003 «Перечень зданий и сооружений помещений и оборудования подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации». / <http://www.consultant.ru>.

18. СП 3.13130 2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». / <http://www.consultant.ru>.

19. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования». / <http://www.consultant.ru>.

20. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. / <http://www.consultant.ru>.

21. СП 10.13.130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности». / <http://www.consultant.ru>.

22. СНиП 2.08.02 - 89. Общественные здания и сооружения. / <http://www.consultant.ru>.
23. СНиП 23 - 05 - 95. Естественное и искусственное освещение. / <http://www.consultant.ru>.
24. СНиП 2.2.1/2.2.1.1278 - 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. / <http://www.consultant.ru>.
25. СНиП 10-01-94 Система нормативных документов в строительстве. Основные положения. / <http://www.consultant.ru>.
26. ВППБ 13-01-94. Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации. / <http://www.consultant.ru>.
27. ВСН 45-86 Культурно-зрелищные учреждения. Нормы проектирования. / <http://www.consultant.ru>.
28. ТСН 31-317-99. Культурно-зрелищные учреждения г. Москва. / <http://www.consultant.ru>.
29. РД 009-01-96 "Установки пожарной автоматики. Правила технического содержания". / <http://www.consultant.ru>.
30. Рекомендации об особенностях ведения боевых действий и проведения ПАРС, связанных с тушением пожаров на различных объектах ГУГПС МВД России, [Текст] 2 июня 2000.
31. Организация тренировок по эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре [Текст] : методические рекомендации / под общ. ред. Г.Н. Кириллова. - М. : Институт риска и безопасности, 2007. - 44 с.
32. Пожарная безопасность [Текст] : научно - технический журнал. – М. : ООО "Информост", 2001 - 2002. - 74 с.
33. Пособие по пожарной безопасности. [Текст] - М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. - 64с.
34. Петрова, М.С. Охрана труда на производстве и в учебном процессе [Текст]: учебное пособие / М.С. Петрова, С.В. Петров, С.Н. Вольхин. - М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. - 175 с.

35. Холщевников, В.В., Самошин, Д.А. Эвакуация людей при пожаре [Текст]: учебное пособие / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин. - М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. - 184 с.
36. Каталог "Пожарная безопасность" - 2004 www.securpress.ru.
37. Собурь, С.В. Справочник «Пожарная безопасность предприятия» [Текст] / 7-е издание, Москва, 2003. - 447с.
38. Иванников, В.П., Ключ, П.П. Справочник руководителя пожара тушения [Текст] / Москва, Стройиздат, 1987. - 287 с.
39. Зайцев, А. В. Системы передачи извещений: в противопожарной защите объектов [Электронный источник] / Системы безопасности, № 6, 2011. – 54-58с.
40. Зыков, В.И. Пожарный мониторинг: взгляд МЧС России [Электронный источник] / Системы безопасности, № 5, 2013. – 25-29с.
41. Кривошонок, В. В. Благотворительность и МЧС России [Электронный источник] / Системы безопасности, № 6, 2013. – 32-39с.
42. Кривошонок, В.В. Конфликт интересов в ходе построения и развития пожарного мониторинга в Российской Федерации [Электронный источник] / Системы безопасности, № 3, 2013. – 12-18с.
43. Жизнь без пожаров: [Электронный источник] / Системы безопасности, № 5, 2012. – 21-25с.
44. Синещук, И.Н., Филиппов, Ф.П. Пожарная безопасность [Электронный источник], 2015. – 33-35с.
45. Начальник кафедры связи Академии ГПС МЧС России, д.т.н., профессор - Зыков В. И. www.securpress.ru.
46. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС (ПАК) «СТРЕЛЕЦ–МОНИТОРИНГ» Руководство по эксплуатации СПНК.425628.003 РЭ. [Электронный источник]

47. Рыженков, Ю.Ф., Ландышев, Н.В. Крупные пожары: предупреждение и тушение материалы хvi научно-практической конференции [Электронный источник], Москва 2001.
48. Состояние и перспективы разработок изделий для тушения пожаров тонкораспыленной водой [Электронный источник]. / www.securpress.ru.
49. Правила пожарной безопасности для театрально-зрелищных предприятий и культурно-просветительных учреждений [Текст] - М. : Стройиздат, 1971. – 53с.
50. Мешман, Л. М., Цариченко, С. Г., Былинкин, В. А. и др. Оросители водяных и пенных автоматических установок пожаротушения [Текст] / Под общ. ред. Н. П. Копылова. — М. : ВНИИПО, 2002. – 152 с.
51. Дауэнгауэр, С.А. Пожаротушение тонкораспыленной водой: механизмы, особенности, перспективы [Текст] / «Пожаровзрывобезопасность», № 6, 2004. — 78-81 с.
52. Дауэнгауэр, С.А. ТРВ - перспективный способ борьбы с пожарами. [Электронный источник] / Системы безопасности, №4, 2006 –130-132 с.
53. Дауэнгауэр, С.А. Системы автоматического пожаротушения. Критерии выбора [Электронный источник] / Алгоритм безопасности. — М. : 2001. —38 с.
54. Техника и технология сцены [Электронный источник], Л., «Искусство», 1976.
55. Верлизин, М.М., Повзик, Я.С. Пожарная тактика [Электронный источник]: М. : ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА НПО», 2007. – 423с.
56. Гнедовский, Ю. Театр и город [Электронный источник] / «Старый Архангельск», 09.2012.
57. Карнаухов, И. Анализ современных театральных объектов [Электронный источник] / 2009, [http:// www.adaptik-a.com](http://www.adaptik-a.com).
58. Информация HI-FOG пожаротушение тонкораспыленной водой [Электронный источник] / <http://www.hifog.ru>.

59. Случаи пожаров в театрах России в 2007-2013 годах: Новости.0-1.ru
[Электронный источник] / <http://www.0-1.ru>.