

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

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

20.04.01 «Техносферная безопасность»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Управление пожарной безопасностью
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Автоматические установки оповещения и пожаротушения

Обучающийся

Д.А. Самединов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

д.т.н., профессор Н.Г. Яговкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ необходимости применения систем оповещения и пожаротушения.....	9
1.1 Нормативно-правовое обеспечение вопросов применения систем оповещения и пожаротушения.....	13
1.2 Анализ современных систем оповещения и пожаротушения.....	14
2 Применение автоматических установок оповещения и пожаротушения...36	
2.1 Обзор существующих автоматических установок оповещения и пожаротушения.....	36
2.2 Анализ системы оповещения и пожаротушения предприятия.....	46
3 Разработка технического решения по совершенствованию системы оповещения и пожаротушения.....	60
3.1 Совершенствование автоматической установки оповещения и пожаротушения.....	60
3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения автоматической установки оповещения и пожаротушения.....	66
Заключение	76
Список используемых источников.....	81

Введение

На сегодняшний день особую роль в жизни и развитии общества играет обеспечение безопасности в техносферном пространстве. Это обусловлено возрастающими рисками возникновения аварийных ситуаций, пожаров, взрывов, как в быту, так и на производственных площадках.

С развитием и появлением усовершенствованных технических устройств в области современного обеспечения пожарной безопасности представляется возможным снизить риски аварийности и возникновения пожара в несколько раз. Таким образом, рассмотрим тему современных устройств противопожарной автоматики как средство предотвращения и недопущения развития пожара и его опасных факторов.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования подтверждается тем, что:

- грамотно разработанная система обеспечения ПБ на объекте снижает риск возникновения пожара до допустимого;
- обеспечение точной локализации для дальнейшего использования портативных или автоматических средств пожаротушения;
- ввиду изменений в законодательстве и появления современных устройств необходимо дополнительное исследование.

Объект исследования – система управления пожарной безопасностью в зданиях и сооружениях.

Предмет исследования – процессы принятия управленческих решений при выборе автоматических установок оповещения и пожаротушения.

Цель исследования – совершенствование методов управления пожарной безопасностью в зданиях и сооружениях.

Гипотеза исследования состоит в том, что совершенствовать автоматические установки оповещения и пожаротушения возможно, если:

- определить основные особенности их применения;
- выявить слабые стороны вопроса;
- выбрать участок на объекте для внедрения АПС, АУПТ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выявить особенности выбора для дальнейшего проектирования автоматических установок;
- определить основные критерии системы оповещения и пожаротушения;
- определить слабые стороны и недостатки систем;
- провести совершенствование системы автоматического пожаротушения и оповещения на конкретном объекте.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: нормативно-правовые источники относительно обеспечения системы пожарной безопасности, тексты научных статей и диссертационных исследования по теме АПС, АУПТ.

Базовыми для настоящего исследования явились также: данные технической документации объекта о работе систем противопожарной защиты, паспорта на выбранные технические устройства.

Методы исследования: системный анализ, теория управления, теория активных систем, теория операций, теория принятия решений.

Опытно-экспериментальная база исследования проводилась на базе 31 ПСО ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Самарской области.

Научная новизна исследования заключается в:

- разработанной методике совершенствования принятия решений при профилактике пожаров;
- выявлении ранее досконально не изученных вопросов АПС, АУПТ;
- поиске путей решения по оптимизации системы обеспечения ПБ;

- разработанных и выбранных методах проведения исследования;
- разработанной модели рациональной организационной структуры системы управления ПБ на объекте.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- анализе необходимости применения систем оповещения и пожаротушения;
- описании и конкретизации особенностей АПС, АУПТ в источниках нормативно-правового обеспечения;
- анализе современных систем оповещения и пожаротушения.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных результатов при формировании новых способов организации системы ПБ на объекте, рациональном распределении ресурса между требованиями законодательства РФ и имеющимися финансами в рамках рабочего или технологического процесса объекта, повышении обеспечения безопасности людей, пребывающих в здании объекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- прямым цитированием отдельных областей в источниках нормативно-правового обеспечения;
- ссылкой на официальные источники по теме исследования.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в описании и изучении объекта с точки зрения защищенности в области ПБ, а также предложении к внедрению определенных организационно-технических мер.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Результаты работы были представлены в публикации: «Автоматические установки оповещения и пожаротушения» [Электронный ресурс] : учебное пособие /Д.А. Самединов, 2022. URL: <https://os-russia.com/SBORNIKI/SN-2022-12-1.pdf> (дата обращения: 03.11.2023).

На защиту выносятся:

- выявленные особенности выбора для дальнейшего проектирования автоматических установок;
- определить основные критерии системы оповещения и пожаротушения;
- определенные слабые стороны и недостатки систем АПС и АУПТ объекта;
- технические меры и организационные методы совершенствования системы автоматического пожаротушения и оповещения на конкретном объекте.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 11 рисунков, 7 таблиц, список использованной литературы (32 источника). Основной текст работы изложен на 85 страницах.

Термины и определения

«Пожар – неконтролируемое горение, которое может повлечь или повлекло за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людям или окружающей среде, а также материальные потери» [8].

«Пожарная безопасность – состояние защищенности людей, окружающей среды и материальных ценностей от пожаров, включающее теоретические основы регламентирующих документов РФ, а также техническую систему профилактики и тушения пожаров» [8].

«Пожарная охрана – совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ» [8]

«Предупреждение чрезвычайных ситуаций – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения» [5].

«Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» [5].

Перечень сокращений и обозначений

АЛ - автолестница

АСР – аварийно-спасательные работы

АЦ – автоцистерна

АСА – аварийно-спасательный автомобиль

ГКУ ПСС СО – Государственное казенное учреждение поисково-спасательная служба Самарской области.

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

АО –акционерное общество

ОТ – охрана труда

ПА – пожарные автомобили

ПБ – пожарная безопасность

ПО – пожарная охрана.

ПСЧ – пожарно-спасательная часть

ПЧ – пожарная часть

ПТВ – пожарно-техническое вооружение

ПТЗ – пожарно-тактические занятия

ПТУ – пожарно-тактические учения

РТП – руководитель тушения пожара

СОУЭ – система оповещения и управлением эвакуации

ТБ – техника безопасности.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

1 Анализ необходимости применения систем оповещения и пожаротушения

Системы раннего обнаружения и автоматические системы пожаротушения используются для минимизации последствий пожара, кроме того, можно ликвидировать его на начальной стадии.

Основными параметрами АПС и АУПТ являются время обнаружения и тушения пожара, коэффициент надежности, стоимость и условия применения. Собственно, эти факторы и определяют эффективность систем раннего обнаружения пожаров [10].

Далее рассмотрим комплекс выполняемых функций установок АПС, стационарных систем пожаротушения, дымоудаления, принудительного подпора чистого воздуха.

«Для сохранения целостности зданий, исключения частичного или полного обрушения строительных конструкций проектировщиками, специалистами пожарной охраны, производителями систем безопасности разработаны, используются специальные материалы – покрытия, огнезащитные штукатурки, лаки, краски, покрытия, а также приемы и способы, методы и технологии для пассивной огнезащиты поверхности несущих элементов строений из древесины, металла, позволяющие эффективно решать эту задачу. В то же время созданы условия для раннего обнаружения очагов возгорания, их своевременной локализации в границах/объемах пожарных отсеков, оперативной ликвидации пожара; сохранения жизни людей, находящихся в качестве посетителей, зрителей, работников/обслуживающего персонала внутри защищаемых объектов путем быстрой эвакуации, используя незадымленные основные/запасные пути, выходы, предназначенные для этого» [22].

Установки АПС, стационарные системы пожаротушения, дымоудаления, принудительного подпора - инженерно-технические

элементы комплекса современной активной огнезащиты, которые рассматриваются в рамках диссертационного исследования.

В рамках деятельности органов надзорной деятельности по обеспечению ПБ на объекте основными нарушениями являются загроможденные и не эвакуационные пути и выходы [2].

Поскольку явление пожара не всегда предсказуемо и ожидаемо, даже работники и сотрудники администрации с наличием соответствующих знаний в области ПБ стоят порой перед непростой задачей – своевременной эвакуацией [15]. Это обусловлено рядом факторов, которые не всегда зависят от одного человека – это место расположения очага пожара, характер его развития и объемно-планировочные решения здания или сооружения. Как правило, такие знания теоретической подготовки подкрепляются тренировками, учениями и занятиями совместно с подразделениями пожарной охраны. Это позволяет отработать действия до автоматизма, а самое важное, сохранить самообладание в стрессовой ситуации и экстремальных условиях.

При рассмотрении систем обнаружения, определим, что такое АПС и СОУЭ – как первичный пункт в общей системе технических устройств противопожарной автоматики [11].

«В комплекс таких установок входят приборы управления СОУЭ, другое специальное техническое оборудование – извещатели, оповещатели, световые табло, указатели направления эвакуации, акустические системы, предназначенные для экстренного, грамотно организованного, в том числе зонального, поэтапного четко сформулированного информирования дежурного или обслуживающего персонала, работников, посетителей, зрителей, других категорий граждан, находящихся в зданиях и сооружениях о возникновении пожара, необходимости, срочности, очередности, направлениях эвакуации, безопасных путях и выходах» [22].

Это означает, что АПС выявляют признаки горения (датчики температурного режима, датчики пламени) и задымления (дымовые

извещатели) в автоматическом режиме, что снижает риски человеческого фактора. А, СОУЭ, в свою очередь, включает комплекс мер и устройств, которые обеспечивают быструю и безопасную эвакуацию людей [2].

«Фактически сегодня СОУЭ – это обязательный элемент комплекса безопасности зданий, сооружений любого назначения с пребыванием людей, предназначенный для автоматического, оперативного, скоординированного оповещения людей о возникшей ЧС, правильно организованным управлением движением потоков эвакуации из помещений, с задымленных, загазованных этажей в безопасные зоны – на улицу или территорию предприятия или внешнее пространство – балконы, эстакады, некоторые виды кровель; а также в ряде случаев – в смежные пожарные отсеки, помещения, отделенные стенами, перегородками и перекрытиями с установленными в них противопожарными дверями, воротами, люками, окнами, где исключено воздействие пожара» [22].

В нормативной литературе определено пять типов СОУЭ, которые различны по своим выполняемым функциям и характеристикам (техническое устройство, способ управления, условия применения, этажность, площадь. зона покрытия) [1].

Далее определим различия между существующими типами СОУЭ.

«Итак, рассмотрены все типы СОУЭ, отличия в составе их технических средств таковы:

- 1 тип – пьезоэлектрические, электромагнитные/динамические сирены/звонки; ревуны, создающие звуковое давление до 110 дБ;
- 2 тип – те же звуковые устройства + световые указатели «Выход»; Электропитание/управление, как и у 1 типа – от прибора АПС, блока питания 12/24 В. Часто используются светозвуковые табло «Выход» со встроенной сиреной, что удобно при установке, снижает стоимость приобретаемого оборудования, монтажных работ;

- 3 тип – прибор управления СОУЭ, являющийся главным элементом системы оповещения, командования всеми исполнительными устройствами, контролирующей целостность шлейфов/соединительных линий оповещения, электропитания, блокировки с приборами АПС, АУПТ. И также в комплект входят блоки резервного питания, световые табло «Выход», различные виды громкоговорителей, акустических устройств/колонок рупорного, настенного, подвесного, потолочного исполнения/вида монтажа;
- 4, 5 типы отличаются значительно большим комплектом оборудования по сравнению с 3 типом СОУЭ, являющимся по отношению к ним базовым вариантом, Кроме стандартного состава – прибор управления, речевые извещатели, указатели «Выход», в их окончательную комплектность по выбору проектной организации входят и другие устройства/приборы» [22].

«В речевых СОУЭ для некоторых помещений и зон оповещения – подвальных, технических этажей, чердаков, вспомогательных помещений без рабочих мест нормами допускается установка звуковых извещателей. А также для оповещения слабо слышащих/видящих посетителей во всех типах СОУЭ необходимо использовать мигающие световые указатели. В заключение можно сказать, что система оповещения и эвакуации людей при пожаре давно стала обязательным элементом комплексных систем безопасности зданий/сооружений общественного, административного назначения с пребыванием людей, производственных, складских предприятий с постоянными рабочими местами, а различные типы систем оповещения о пожаре позволяют выбрать оптимальный комплект оборудования для каждого конкретного объекта защиты» [22].

1.1 Нормативно-правовое обеспечение вопросов применения систем оповещения и пожаротушения

Системы противопожарной защиты (АПС, АУПТ) регламентируются в законодательстве РФ как первоочередные мероприятия по защите людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничению его последствий [3].

«Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий их воздействия обеспечиваются одним или несколькими из следующих способов:

- применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
- устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
- применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;

- применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;
- устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;
- устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;
- применение первичных средств пожаротушения;
- применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения;
- организация деятельности подразделений пожарной охраны» [9].

1.2 Анализ современных систем оповещения и пожаротушения

Обеспечение пожарной безопасности производственных зданий и сооружений является актуальной задачей в связи с участвовавшими случаями крупных пожаров на складах, цехах и других производственных помещениях [7].

«В большинстве случаев пожары в производственных помещениях протекают не только с причинением экономического ущерба, но и с людскими жертвами. Поэтому необходимо уделять большое внимание внедрению новых систем пожарной безопасности на предприятиях. Совершенствование систем пожарной безопасности с внедрением новейших установок и оборудования, материалов, способов и методов производства должно соответствовать современным достижениям науки, технологий и техники» [5].

Средства технического контроля и устройства необходимы для выполнения информативной и управленческой функций. Система

обеспечения пожарной безопасности входит в комплекс предотвращения, который нацелен на минимизацию опасных факторов пожара [12].

«Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности условно можно разделить на три основные группы:

- мероприятия по установлению противопожарного режима;
- мероприятия по определению и поддержанию надлежащего противопожарного состояния в здании, сооружениях, помещениях;
- мероприятия по контролю и надзору за выполнением правил пожарной безопасности при эксплуатации, ремонте, обслуживании здания, сооружений, помещений, коммунальных сетей, оборудования, инвентаря» [5].

В ходе развития технической промышленности были разработаны различные охранные и противопожарные системы [18].

«К ним также относятся автоматические установки пожаротушения, системы сигнализации, оповещатели и техническое оборудование, предназначенное для управления и контроля систем автоматики. Автоматические средства пожаротушения рассчитаны на подачу огнетушащего вещества в случае возникновения пожара независимо от того, находятся в помещении люди или отсутствуют. Одним из перспективных направлений, обеспечивающих пожарную безопасность объекта, является установка противопожарной автоматики — спринклерных и дренчерных установок» [5].

Спринклерная установка представляет собой сеть труб под перекрытием помещения с вмонтированными в неё спринклерными головками [16].

«Одновременно с подачей воды выдаётся сигнал о пожаре. Площадь пола, защищаемая одним спринклером, не должна превышать 12 м². В спринклерных установках в качестве огнегасящего средства может быть использована и воздушно-механическая пена. Водяные спринклерные установки устанавливаются в помещениях, в которых постоянно

поддерживается температура выше 4 °С. Воздушные спринклерные установки устанавливаются в неотапливаемых зданиях. Трубопроводы этой системы до контрольно-сигнального клапана заполнены сжатым воздухом, а после него — водой» [5].

При вскрытии спринклерной головки после выхода воздуха в сеть поступает вода и тушит очаг горения. Дренчерные установки представляет собой сеть труб под перекрытием помещения с вмонтированными в неё дренчерными головками, и предназначены для автоматического и дистанционного тушения пожара водой [13].

«Дренчерные головки (распылители воды) постоянно находятся в открытом состоянии. Дренчерные установки применяются для помещений высокой пожарной опасности, где возможно весьма быстрое распространение огня. Таким образом, если спринклеры в случае пожара вскрываются над местом горения, то при автоматическом включении дренчерной установки вода поступает из всех дренчеров этой установки независимо от размеров очага горения. В последнее время находят широкое применение автоматические установки порошкового пожаротушения» [5].

Указанные установки автоматически срабатывают при превышении контролируемым фактором пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне и подают огнетушащий порошок в зону горения [20].

«В зависимости от марки заряженного огнетушащего порошка установки порошкового пожаротушения могут использоваться для подавления загораний пожаров класса А, В, С и Е. Например, модульное устройство «Буран» предназначено для тушения без участия человека загораний различных горючих веществ и электроустановок с напряжением до 5000 В в производственно-административных и общественных зданиях, бензоколонках, гаражах, офисах, коттеджах, дачах. Оно представляет собой металлическую полусферу, заполненную огнетушащим порошком массой 2 кг» [5].

При температуре окружающей среды 85 ± 5 °С или от электрического импульса модуль раскрывается и происходит импульсный выброс порошка в зону возгорания площадью до 7 м^2 [19].

«Порошок безопасен и легко удаляется с любой поверхности. Модуль не требует технического обслуживания и перезарядки в течение 5 лет. В торговом помещении необходимо устанавливать такие системы пожаротушения, которые гарантировано могли бы защитить посетителей, персонал и материальные ценности. Но, к сожалению, в крупных торговых помещениях с большим потоком посетителей в большинстве случаев пожары не обходятся без человеческих и материальных потерь» [5].

Для улучшения пожарной безопасности в таких учреждениях необходимо внедрять самые современные и надёжные системы пожаротушения. Конечно же, такие системы дорогостоящие, и многие учреждения не могут их себе позволить [14].

«Одним из самых надёжных средств для решения этих задач являются системы автоматического пожаротушения, которые в отличие от систем ручного пожаротушения и систем, управляемых оператором, приводятся в действие пожарной автоматикой по объективным показаниям и обеспечивают оперативное тушение очага возгорания без участия человека. Изучив все типы автоматических установок пожаротушения, был сделан выбор в пользу тонкораспылённой воды» [5].

Её эффективность заключается в том, что данную установку можно применять в помещениях с большим количеством человек – в торговом зале одновременно могут находиться свыше 15 человек. Кроме того, она позволяет беспрепятственно эвакуировать посетителей, так как адсорбирует дым, который способствует отравлению людей угарным газом [3].

«При активации ТРВ нет больших струй воды, которые могли бы вызвать панику посетителей. Эта установка не портит имущество, и персонал может вынести из загоревшегося здания дорогостоящую материальные ценности и документацию. Также при возгорании электроприбора ТРВ

безопасно устраняет пожар, даже если прибор находится под напряжением. Данная установка работает автономно — это значит, что такая система самостоятельно выявляет очаг возгорания и принимает решение об активации рабочего процесса. В состав данной установки также входит устройство ручного управления, то есть установку можно активировать сразу же при обнаружении возгорания. Если сравнить с водной автоматической установкой пожаротушения, то ТРВ использует намного меньше воды (от 1,5 л/м²), что позволяет не беспокоиться о запасах воды в резервуарах» [5].

Также ТРВ не имеет избыточного давления. Данная установка, в отличие от других, не нуждается в строительстве специальных сооружений, таких как водоводы, резервуары, насосные станции, дренажные сооружения и другие. Работает автономно – это значит не нуждается в водоснабжении и энергоснабжении [17].

«Кроме всего перечисленного, монтаж элементов осуществляется непосредственно на объекте, без применения сварочных работ. Существует большое количество моделей автоматической установки пожаротушения ТРВ. Они отличаются по объёму, по площади тушения, по размерам самой системы. По данным более часто используемыми моделями являются МУПТВ «ТРВ- Гарант-160»-40–2, МУПТВ «ТРВ-Гарант-30», «ТРВ-Гарант»-14,5-Г-ВД, МУПТВ-240-Г-ГВ «Тайфун -240» отечественных производителей. АУПТРВ модульного типа, огнетушащее вещество — тонкораспыленная вода» [5].

Исходя из данных о моделях АУПТРВ, был сделан выбор в пользу «Тайфун-240» МУПТВ-240-Г-ГВ, так как она наиболее подходит по техническим характеристикам [8].

«Выбор типа АУПТВ и огнетушащего вещества проведен с учетом следующих особенностей:

- экономичность,
- универсальность (дороже чем порошковое АПТ и дешевле чем газовое АПТ);

– безвредность для людей и хранимых материалов; простота и низкая стоимость обслуживания (после работы достаточно заправить модуль водой 240 л. и баллон с CO₂)» [5].

Благодаря мелкому распылу воды не наносит ущерба защищаемому помещению и оборудованию. Распыляемая в виде тумана вода ложится на поверхность тонким слоем, который затем быстро испаряется [21].

«АУПТРВ выполнена на основе модулей пожаротушения тонкораспыленной водой «Тайфун-240». Все применяемые приборы и устройства имеют сертификат соответствия и пожарной безопасности. Назначение, состав и основные характеристики автоматической установки пожаротушения тонкораспылённой водой АУПТРВ предназначена для автоматического обнаружения и тушения очагов пожара при превышении контролируемых факторов пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне» [5].

АУПТВ выполняет так же функции автоматической пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией. Для заправки модуля используется питьевая вода из источников хозяйственно-бытового назначения [24].

«Аппаратура автоматического обнаружения пожара и запуска модулей на базе ППКУП «С2000-АСПТ» предназначена для построения и контроля состояния шлейфов сигнализации и цепей пуска, формирования сигналов управления индикацией и внешними устройствами, выдачи пусковых импульсов на модули пожаротушения. Прибор приемно-контрольный и управления пожарный С2000-АСПТ предназначен для автономной или централизованной противопожарной защиты объектов промышленного и гражданского назначения по одному направлению порошкового, аэрозольного или газового пожаротушения. При установке данной системы повысится безопасность условий труда на предприятии» [5].

Оборудование компании Schrack Seconet (Австрия)

Для построения АПС в настоящее время активно используется и применяется оборудование компании Schrack Seconet (Австрия), которое имеет Российские сертификаты соответствия.

АПС представляет собой объединение аппаратных и программных средств.

Для подачи сигнала «Пожар» другим инженерным системам применяется интерфейсные модули, а именно на отключение систем вентиляции, управление огнезадерживающими клапанами и противодымной вентиляции [27].

В состав автоматической пожарной сигнализации так же входят:

- извещатель МТD 533Х;
- модуль кольцевых адресных шлейфов X-Line B5-DXI2;
- пульт управления В8-ММI-СIP;
- модуль интерфейсный В8-NET4-485;
- панель индикаторная внешняя на 64 группы В3-ММI-ЕАТ64;
- модуль В8-ВАF;
- извещатель ручной МСР-545Х;
- модули ВХ-ОI3, ВХ-IOM, ВХ-IM4;
- программное обеспечение SecoLOG/ SecoLOG IP.

Извещатели подключаются к кольцевому шлейфу адресной линии.

Питание извещателей осуществляется от линий связи.

Все помещения производственных объектов и здания с массовым пребыванием людей на основании технического регламента подлежат оснащению АПС, кроме помещений:

- с мокрыми процессами (душевые, санузлы, охлаждаемые камеры, помещения мойки);
- венткамер (приточных, а также вытяжных, не обслуживающих производственные помещения категории А или Б), насосных

водоснабжения, бойлерных и других помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы;
– категории В4 и Д по пожарной опасности.

Исходя из характеристик помещений, оборудуемых пожарной сигнализацией, вида пожарной нагрузки, а также с целью раннего обнаружения пожара, проектом предусмотрена защита помещений точечными комбинированными дымовыми и тепловыми пожарными извещателями MTD 533X.

Пространства за подвесными потолками так же защищаются точечными комбинированными дымовыми и тепловыми пожарными извещателями, в связи с объемом горючей кабельной массы свыше 1,5 литров на метр кабельной линии [32]. Площадь, контролируемая одним пожарным извещателем, а также максимальное расстояние от извещателей до стен и между извещателями не превышает нормируемых параметров [28].

Для подачи сигнала о пожаре случае его визуального обнаружения, предусматривается применение ручных пожарных извещателей МСР-545Х, установленных на путях эвакуации. Ручные пожарные извещатели устанавливаются на высоте 1,5 м от уровня чистого пола, и расстояние между ними не превышает 50 м [25].

Модуль ВХ-REL4 обеспечивает формирование информационных сигнала «Пожар» в автоматизированную систему диспетчеризации и управления и систему оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Команда на управление инженерными системами при пожаре в автоматическом режиме осуществляется при срабатывании не менее двух автоматических адресных пожарных извещателей, а также при срабатывании адресного ручного пожарного извещателя.

Алгоритм управления системами автоматической противопожарной защиты обеспечивает их своевременное включение для

обеспечения эвакуации людей до наступления опасных факторов пожара и снижения материальных потерь при пожаре.

На рисунке 1 представлено изображение извещателя МТD 533Х.



Рисунок 1 – Изображение извещателя МТD 533Х

На рисунке 2 представлен извещатель ручной МСР-545Х.



Рисунок 2 - Извещатель ручной МСР-545Х

Извещатель МСР-545Х относится к типу А (прямое включение – разбить стекло), извещатели МСР-545Х выпускаются в корпусах с защитой IP24 и IP67.

На рисунке 3 представлено изображение модуля ВХ-ОІЗ.



Рисунок 3 – Изображение модуля VX-OI3

Модуль содержит 1 реле макс. 220В/2А 60 Вт для управления внешними устройствами и 2 контролируемых входа для опроса контактов с нулевым потенциалом (контроль задвижек, концевых выключателей, реле протока).

«Комплексы АУПТ предназначены для эффективной реализации таких задач, как:

- автономное тушение возгорания при его выявлении на объекте;
 - устранение дыма из помещений;
 - локализация, а, по возможности, и устранение очагов возгорания до момента распространения пожара на большую площадь;
 - устранение огня до момента появления риска сильного повреждения оборудования, размещаемого на объекте;
 - нейтрализация пожара до момента нанесения большого ущерба материальным ценностям, хранящимся в защищаемых помещениях»
- [4].

Спектр применения автоматических установок пожаротушения достаточно широк, поэтому АУПТ могут быть установлены на различных объектах: на производственных предприятиях, в офисах и складских помещениях, в магазинах, торговых центрах, на базах хранения, в архивных

хранилищах, в ремонтных мастерских, в серверных помещениях и центрах обработки данных, в гаражах, на автостоянках и в сервисных центрах.

«Комплекс оборудования АУПТ подключается к системам охранно-пожарных сигнализаций. При появлении факторов возгораний на объекте срабатывают различные датчики, встроенные в систему (извещатели, датчики пожарные, реле сигнальные и др. устройства), которые направляют тревожный сигнал о наличии возгорания на пульт охранной сигнализации» [4].

На АУПТ в автономном режиме поступают команды на включение определенных устройств, которые и обеспечивают ликвидацию очагов возгорания с помощью различных огнетушащих веществ.

«Параллельно с этим включаются системы эвакуации людей из горящего здания, закрываются все вентиляционные отверстия, вытяжки для обеспечения системе полной герметичности» [4].

Автоматические противопожарные установки бывают разнообразных видов и имеют достаточно сложную и разветвленную классификацию, в зависимости от тех или иных характеристик.

«По применяемым огнетушащим веществам, АУПТ подразделяют на:

- установки водяного типа;
- установки пенного типа;
- установки порошкового типа;
- установки газового типа;
- установки аэрозольного типа;
- установки комбинированного типа» [4].

На рисунке 4 приведена классификация установок пожаротушения по виду ОТВ.

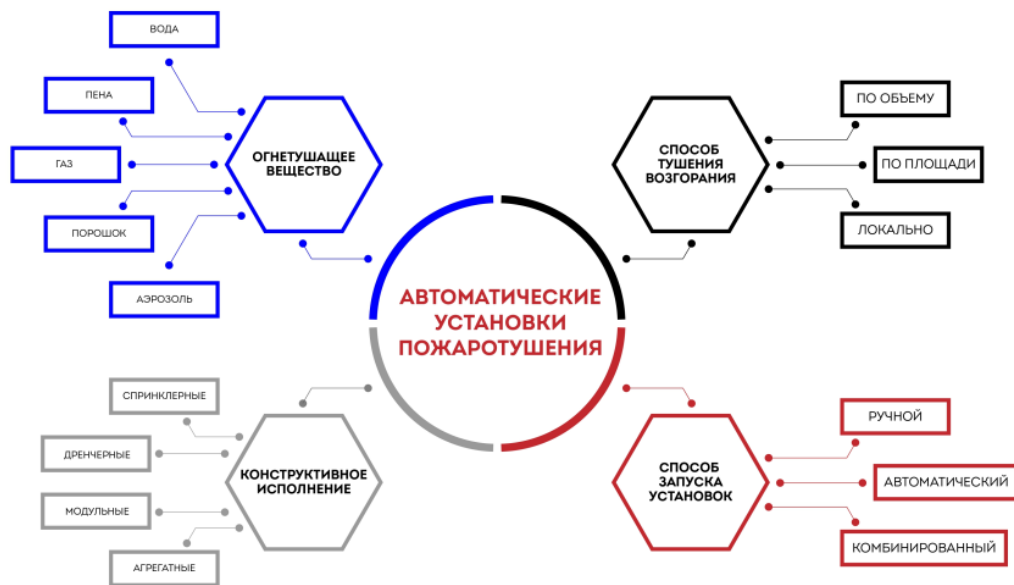


Рисунок 4 - Классификация установок пожаротушения по виду ОТВ

«При всем многообразии факторов, влияющих на определение вида и типа комплексных АУПТ, наиважнейшим фактором, влияющим на выбор соответствующей системы, является тип используемого огнетушащего вещества. Это важно, чтобы ОТВ автоматических противопожарных установок в полной мере соответствовал специфике защищаемого объекта» [4].

Вода –одно из традиционных и наиболее широко распространенных огнетушащих веществ.

«Его неоспоримыми преимуществами является дешевизна, доступность и универсальность. Вода хорошо охлаждает поверхности при возгорании, при нормальных условиях вода обладает высокой теплоемкостью. К другим преимуществам воды в качестве ОТВ относятся высокая скрытая теплота испарения, а также химическая инертность по отношению к большинству веществ и материалов. В настоящее время порядка 90% всех пожаров тушатся именно благодаря установкам водяного типа. Но есть и ряд ограничений при использовании воды в качестве огнетушащего вещества.

Так, воду нельзя применять для тушения веществ, которые бурно реагируют с ней с выделением тепла, горючих, а также токсичных и коррозионно-активных газов: многие виды металлов, металлоорганические соединения, карбиды и гидриды металлов, раскаленные уголь и железо» [4].

Кроме того, воду категорически нельзя применять при тушении нефти и нефтепродуктов, так как это приведет к выбросу или разбрызгиванию горящих продуктов.

«К другим особенностям применения водяных установок АУПТ относятся:

- большие затраты на воду при тушении пожара;
- возможность нанести ущерб зданию и материальным ценностям струей воды под напором;
- необходимость строительства капитальных инженерных сооружений: резервуары для хранения пожарного запаса воды, дренажные сооружения, а также насосные и дренажные станции» [4].

Частично первые два недостатка водяных АУПТ решаются технологией тушения пожаров тонкораспыленной водой. Это позволяет более рационально расходовать запас воды благодаря искусственному уменьшению размера капель воды.

«Водяные установки автоматического пожаротушения подразделяют на спринклерные и дренчерные. Их применение зависит от типа тушения пожара: объемного или локального. Спринклерные системы представляют собой сеть трубопроводов, заполненную огнетушащим веществом, они используются для локального тушения очагов возгорания. В основе технологии применяются спринклеры, специальные насадки, которые автоматически открываются при повышении температуры окружающего пространства до определенного предела» [4].

Дренчерные системы используются для тушения пожаров на всей территории охраняемого объекта и представляют собой комплексную

систему, оборудованную оросителями с открытыми выходными отверстиями.

«Вода, проходя по трубопроводной противопожарной системе, попадает к дренчерам, и распыляется строго над участком с возгоранием. В газовых установках пожаротушения производится автоматический или ручной (в зависимости от принципа работы АУПТ) выпуск газового огнетушащего состава. В качестве ОТВ могут использоваться сжиженные и сжатые газы. Принцип работы АУПТ газового типа: в контролируемую зону через специальное устройство-распылитель запускается огнетушащий газ, который локализует очаги возгорания по всему объему помещения. Газовый огнетушащий состав оперативно заполняет весь объем, проникая при этом в сложноступенные места возгорания, в которых другие вещества пожаротушения могут быть неэффективны» [4].

Наибольшее распространение получил диоксид углерода. Его особенность — способность образовывать при распылении хлопья «сухого снега», который перекрывает доступ кислорода к очагу возгорания и тем самым прекращает процесс горения. При этом значительно снижается температура огнетушащего газового состава (до -72 градусов), за счет чего огнетушащее действие диоксида углерода дополняется охлаждением очага горения.

«У него, однако, существуют ограничения в применении: диоксид углерода нельзя использовать пожаров щелочных и щелочноземельных металлов, развитых пожаров тлеющих материалов. Преимущества газовых установок АУПТ: газ не повреждает имущество в зоне действия ОТВ, а также не требует удаления последствий его применения (достаточно тщательно проветрить помещение после работы установки пожаротушения)» [4].

«По конструктивному исполнению газовые системы АУПТ могут быть двух видов:

- модульные системы газовых установок, в которых огнетушащее вещество находится в сжиженном состоянии в небольшом резервуаре, расположенном непосредственно в защищаемой зоне. При срабатывании системы он под большим давлением распыляется в окружающую среду, воздействуя на очаги возгорания и нейтрализуя их.
- централизованные системы газовых установок, в которых газ подается от общего резервуара по газопроводу, магистрали которого проложены по всему защищаемому объекту» [4].

В порошковых автоматических установках пожаротушения используется огнетушащий порошок. Тушение пожара при помощи таких АУПТ происходит за счет подачи в очаг возгорания мелкодисперсного порошкового состава.

«Порошковые системы пожаротушения применяются для локализации и ликвидации пожаров классов А, В, С и электрооборудования (электроустановок под напряжением). Наибольшее распространение порошковый тип пожаротушения получил на объектах, в помещениях которых хранятся важная документация, в архивах, музеях, в помещениях для технологических и электроустановок, то есть там, где защищаемые от пожара документы, экспонаты и оборудование не подлежат восстановлению и/или их будет трудно быстро эвакуировать в случае опасности» [4].

Установки порошкового типа подразделяются на несколько разновидностей: объемные, локальные по объему, локальные по площади.

«Преимущества порошковых систем пожаротушения:

- нетоксичность огнетушащего порошка;
- низкой стоимость ОТВ;
- удобство эксплуатации;
- бережное воздействие порошка во время пожаротушения на помещение и находящееся в нем оборудование» [4].

После применения достаточно лишь произвести уборку помещения, к недостаткам таких систем можно отнести слеживаемость и ограниченный срок хранения порошковых огнетушащих составов.

Аэрозольная система пожаротушения относится к нестандартным методам и способам борьбы с распространением открытого огня, она представляет собой систему с огнетушащим веществом из негорючих твердых микроскопических частичек, взвешенных в газе.

«Дисперсионная среда с аэрозольным огнетушащим составом создается специальными генераторами, при этом ОТВ образуется в результате процесса горения внутри корпуса генератора, а выходящая смесь имеет высокую температуру в зависимости от типа изделия в диапазоне от 130 до 500°С и выше, и продолжает гореть в объеме защищаемого помещения. Созданная аэрозольная струя содержит твердые частички химических веществ, которые по своим качествам являются сильными ингибиторами тепла и разлитых горючих жидкостей, создают огнепреграждение за счет образования пленки на поверхности, продуктов горения для самозатухания очага возгорания, облака взвеси, вытесняющего кислород» [4].

Таким образом, при тушении очагов возгорания с помощью аэрозольных установок пламя как бы «захлебывается», встречаясь с потоком аэрозоля, инертных частиц, а также вследствие образования области повышенного давления в очагах возгорания.

Как правило, это смеси твердых химических реактивов, способных гореть самостоятельно без воздуха и при этом образовывать дисперсную среду из газа и взвешенных в нем мелких частиц (до 10^7 мм), то есть аэрозоль. В огнетушащую смесь аэрозольных установок входят: окислители, окиси щелочных металлов, связующие флегматизаторы, стабилизаторы горения.

«Сфера применения аэрозольных АУПТ:

- объекты с электрооборудованием (электрощитовые, станции);
- гаражи;

- невзрывоопасные склады, лаборатории, промышленные и производственные объекты;
- транспорт» [4].

Аэрозольное пожаротушение допустимо применять в помещениях с постоянным нахождением людей, но персонал должен покинуть защищаемую зону до начала тушения из-за опасного воздействия ОТВ на здоровье.

«Аэрозольные АУПТ не применяются при тушении взрывоопасных объектов, в помещениях категории А, Б и на складах категории В1 – В2, в зданиях и сооружениях с персоналом более 50 человек, либо там, где эвакуация людей невозможна, на объектах с изменяющейся планировкой, на складах с движущимися стеллажами, в зданиях, где могут пострадать ценные вещи (музеи, библиотеки, архивы). Аэрозоль в качестве ОТВ слабо эффективен для тлеющих, рассыпных, волокнистых, пиррофорных материалов, металлов и их порошков» [4].

В пенных установках пожаротушения применяется пена — наиболее эффективное и широко распространенное огнетушащее вещество изолирующего действия. Пена представляет собой коллоидную систему из жидких пузырьков, наполненных газом.

«Пенные установки пожаротушения используются для тушения легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей в резервуарах, горючих веществ и нефтепродуктов, расположенных внутри и вне зданий. В пенных установках, как и в водяных, используются резервуары для хранения ОТВ, в данном случае — резервуары с пенообразователем и дозирующих устройств при раздельном хранении компонентов огнетушащего вещества» [4].

Также в установках данного типа применяются пенные оросители или генераторы для выработки пенного состава.

«В зависимости от области применения пенообразователи делятся на две группы:

- общего назначения имеют углеводородную основу и предназначены для получения пены или растворов смачивателей для тушения пожаров твердых сгораемых материалов (класс А) и горючих жидкостей (класс В);
- целевого назначения для тушения нефти, нефтепродуктов и полярных органических жидкостей. Состав пены здесь может быть синтетический углеводородный, синтетический фторсодержащий и пленкообразующий, протеиновый» [4].

Преимущества пенных АУПТ:

- не нуждаются в полной герметичности помещения;
- пена является безвредным огнетушащим веществом, необходимость эвакуации людей в момент срабатывания низкая;
- расширенный диапазон классов пожара: А и В и высокая эффективность (по сравнению с водяными установками);
- расход воды на пожаротушение пенными установками сниженный;
- минимальное повреждение предметов, покрытых пеной;
- возможность объемного или поверхностного применения пены при локализации очагов возгорания.

Недостатки пенных АУПТ:

- ограниченное применение ОТВ при температуре окружающей среды ниже +5 °С;
- не подходит для тушения электроустановок и газов;
- дороже стоимость ОТВ, сложнее техобслуживание (по сравнению с водяными установками);
- меньшая эффективность для сыпучих и волокнистых материалов, сложных конструкций (по сравнению с водяными установками).

«Комбинированные установки пожаротушения представляют собой систему, которая обеспечивает ликвидацию очага возгорания или тления с использованием двух или нескольких типов огнетушащих вещества.

Комбинированные АУПТ применяются в тех случаях, когда невозможно эффективно ликвидировать возгорание одним видом огнегасящего вещества. Например, на объекте в силу особенностей технологического процесса производства или порядка хранения материальных ценностей требуется одновременно несколько видов систем пожаротушения, так как материалы на объекте защиты обладают различными физико-химическими свойствами» [4].

Конечно, при разработке комбинированных АУПТ учитывается совместимость огнетушащих веществ между собой.

«В расчет также принимается пожарная нагрузка в том или ином помещении, здании, сооружений, чтобы ликвидация и локализация очагов возгорания проходила наиболее эффективно. Таким образом, при проектировании комбинированных установок пожаротушения чаще всего используют следующие варианты сочетания огнетушащих веществ. При выборе того или иного вида АУПТ следуют обращать внимание на следующие факторы, которые мы перечислили в порядке убывания по степени их важности и приоритетности» [4].

Таким образом, АУПТ различны по следующим выполняемым функциям:

- безопасность систем пожаротушения по отношению к персоналу на защищаемом объекте, и по отношению к оборудованию и материальным ценностям, которые там находятся.
- эффективность борьбы с пожаром (сюда относится эффективность борьбы с пожаром определенного класса на конкретном объекте, а также скорость нейтрализации очагов возгорания того или иного вида);
- простота монтажа, технического АУПТ, техническом обслуживании и поддержании в рабочем состоянии

На все перечисленные выше факторы в огромной степени влияют типы установок пожаротушения и, в первую очередь, именно по виду

огнетушащего состава. Зная особенности применения того или иного типа ОТВ, можно наиболее точно спрогнозировать и безопасность АУПТ, и их эффективность на конкретном объекте, и просчитать простоту монтажа и ТО будущих установок.

Выводы по разделу 1

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности условно можно разделить на три основные группы:

- мероприятия по установлению противопожарного режима;
- мероприятия по определению и поддержанию надлежащего противопожарного состояния в здании, сооружениях, помещениях;
- мероприятия по контролю и надзору за выполнением правил пожарной безопасности при эксплуатации, ремонте, обслуживании здания, сооружений, помещений, коммунальных сетей, оборудования, инвентаря.

Системы раннего обнаружения и автоматические системы пожаротушения используются для минимизации последствий пожара, кроме того, можно ликвидировать его на начальной стадии.

Системы противопожарной защиты (АПС, АУПТ) регламентируются в законодательстве РФ как первоочередные мероприятия по защите людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничению его последствий [3].

Проанализированы современные средства АПС, АУПТ компании Schrack Seconet (Австрия), определены их основные преимущества.

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих пожарную безопасность объекта, является установка противопожарной автоматики — спринклерных и дренчерных установок. Проанализированы их достоинства и рамки применения.

Анализ необходимости применения АПС, АУПТ показал, что:

- системы пожарной сигнализации обычно устанавливаются в зданиях для защиты жизни и имущества;

- наиболее подходящая система будет зависеть от типа здания, безопасного выхода в случае чрезвычайной ситуации и типа помещения;
- также подходящая система будет зависеть от того, какие другие системы защиты имеются, особенно если был использован подход к проектированию с учетом противопожарной безопасности;
- одним из основных принципов защиты при пожаре является его раннее обнаружение;
- системы пожарной сигнализации – технические средства обнаружения пожара и передачи соответствующего сигнала в системы оповещения и пожаротушения;
- своевременное обнаружение, локализация и ликвидация пожара могут спасти жизни людей и свести к минимуму ущерб, связанный с выводом из эксплуатации дорогостоящего оборудования;
- существует несколько типов пожарной сигнализации, различающихся по принципу действия;
- существует несколько типов пожарной сигнализации, различающихся по принципу действия;
- пороговая пожарная сигнализация - система тревожных извещателей с фиксированным порогом чувствительности;
- адресуемая пожарная сигнализация - также состоит из целого ряда устройств, но когда конкретный детектор посылает сигнал тревоги в контур сигнализации, срабатывает протокол обмена, который позволяет определить, какой датчик сработал, и предоставить более точную информацию о территории и типе возникшей опасности;

- аналогово-адресуемые системы пожарной сигнализации – работают по принципу сбора информации с «интеллектуальных» детекторов;
- датчики в такой системе производят непрерывные измерения температуры, задымленности и передают информацию на станцию пожарной сигнализации, которая анализирует характер изменения этих параметров и, при необходимости, генерирует адресную тревогу;
- его отличительной особенностью является возможность устанавливать и изменять порог чувствительности детекторов, индивидуально настраивать и перенастраивать устройства для адаптации к условиям на объекте;
- в дополнение к пожарной сигнализации были включены аспирационные системы для раннего обнаружения пожара.

2 Применение автоматических установок оповещения и пожаротушения

2.1 Обзор существующих автоматических установок оповещения и пожаротушения

Пожар является одним из наиболее часто возникающих и разрушительных стихийных бедствий и представляет чрезвычайно серьезную угрозу для безопасности жизни людей.

За последние несколько лет спрос на системы пожарной безопасности резко возрос из-за осведомленности общественности.

Основной целью данного раздела является обзор существующих систем мониторинга пожаров и пожаротушения в различных вертикалях рабочих областей. Также в нем кратко рассказывается о разработке автоматического оповещения о пожаре на основе датчиков и системы пожаротушения, основанной на искусственном интеллекте и машинном обучении. Система сможет определить местоположение жертвы и направить приглашение различным станциям, которые будут включены в систему пожаротушения при воздействии пожара. Внедряя предлагаемую систему на определенном объекте, можно за короткое время обнаружить пожар и потушить его, не рискуя человеческими жизнями.

Многообразие выбора современных АУПТ на сегодняшний день открывает большие возможности перед руководителями производственных предприятий при организации и обеспечении безопасности на объекте.

Цель АУПТ – автономное тушение начальных стадий возгорания на объекте до приезда профессиональных пожарных, сведя тем самым к минимуму материальный ущерб и исключив человеческие жертвы.

Существует комплекс систем пожаротушения, установленных на объектах различных видов деятельности. Автоматика предназначена для

своевременного обнаружения признаков возгорания, передачи сигнала тревоги, локализации огня на ограниченной площади.

«Технические средства автоматических установок пожарной сигнализации подразделяются на такие категории:

- автоматическая сигнализация, система состоит из дымовых и тепловых датчиков, выведенных по шлейфу на пульт индикации.
- автоматические установки тушения пламени, представляют собой совокупность приборов выявления опасности, пусковых установок и устройств подачи на огонь нейтрализующих его веществ.
- системы удаления дыма, предназначены для отвода из помещений продуктов горения по основным или резервным каналам;
- комплексы оповещения и управления эвакуацией, состоят из резервного освещения, световых индикаторов и громкоговорителей» [1].

В системы закладываются различные по направленности программы. Основным принципом работы электроники является сохранение жизни и здоровья людей. Для этого задействуются все возможности тушения пламени в очаге возгорания, создаются водяные завесы и барьеры на путях эвакуации.

«Автоматические устройства тушения огня классифицируются по следующим критериям:

- режим работы;
- степень автономности;
- уровень сложности и автоматизации;
- конструктивное исполнение;
- способ тушения;
- вид и агрегатное состояние огнетушащих реагентов» [1].

Изготовление, установку, обслуживание и ремонт автоматических систем имеют право осуществлять организации, имеющие лицензию, выданную государственной противопожарной службой.

«К автоматике предъявляются следующие требования:

- самостоятельное обнаружение признаков возгорания на ранней стадии;
- предотвращение распространения пламени в одном или нескольких направлениях;
- высокая скорость выполнения запрограммированных манипуляций;
- устойчивость к внешним факторам, сопровождающим производственный процесс;
- точность обнаружения дыма и пламени;
- простота ремонта, настройки и регулировки;
- длительный срок эксплуатации» [1].

Объекты, где необходимо предусмотреть установки объемного пожаротушения, обязательно должны иметь паспорт уровня защиты, где описана установка огнетушащего средства у каждого распределительного устройства.

«Установки автоматического тушения пожаров подразделяются по назначению, они бывают:

- для профилактики и гашения огня;
- для ликвидации и блокирования пожара» [1].

Также установки могут подразделяться по продолжительности срабатывания.

«Таким образом, они могут быть:

- сверхбыстродействующими, которые срабатывают за 0,1 секунду;

- быстродействующими, которые приводятся в действие за 0,1-0,3 секунды;
- средне инерционными, срабатывающими за 3-30 секунд;
- инерционными, которые начинают работать только спустя более 30 секунд» [1].

Тушение пожара также может происходить определенный период времени - 15, 30 или более 30-ти минут.

«Устройства, предназначенные для непосредственного гашения пожаров, устанавливаются с целью полной ликвидации пожара. В данном случае используются огнетушащие вещества либо создаются специальные условия, при которых горение прекращается. Как правило, такие установки работают до момента приезда работников пожарной службы» [1].

Устройства, блокирующие пожар, используются с целью защиты помещений от влияний высоких температур, которые могут возникнуть в случае пожара.

«С их помощью обеспечивается охлаждение и предотвращается распространение огня на другие объекты. Кроме этого эффективно исключается тепловое влияние на технологическое оборудование, в котором могут находиться легковоспламеняющиеся вещества или газы. Продолжительность работы этих установок по блокированию распространения огня определяется временным интервалом, который требуется для устранения аварийных ситуаций и налаживания работы пожарников» [1].

Автоматические системы, работающие на основе воды (выбраны лучшие производители в своей категории - Simplex, ESMI, Siemens, Satel, Сибирский Арсенал, System Sensor, Рубеж, Bolid, Спектрон НПО, Аргус-Спектр, НПО «Центр-протон», НПО Пожарная Автоматика Сервис.)

Рассматриваются спринклерные и дренчерные системы.

«Также нужно заметить, что они срабатывают только в том месте, где происходит превышение заданных показателей температуры. В любом

случае вода всегда в трубах под определённым давлением. Когда происходит срабатывание системы, активизируются напорные насосы, при этом подача воды осуществляется из резервуаров» [1].

АУПТ состоит из насосных агрегатов, распределительного трубопровода, оснащенного оросителями и устройств электроавтоматики.

«Как правило, дренчерная система активируется от сигнала, поступающего с центрального пульта, она также может срабатывать при ручном воздействии или от сигнала извещателя. Когда срабатывает такая установка, происходит распыление воды изо всех распылителей в одно и то же время. Исходя из такой особенности, данные устройства нужно монтировать в тех местах, где есть необходимость создать водную завесу или орошать большую часть поверхности» [1].

Кроме этого подобные системы устанавливаются для одновременного смачивания большой площади помещения, где предполагается повышенный риск возгорания. Также это необходимо для охлаждения ёмкостей, наполненных легковоспламеняющимися жидкостями.

«В спокойном состоянии водопроводные трубы такой системы содержат воздух или инертный газ. При срабатывании датчика вода поступает не сразу, а спустя некоторое время, это примерно несколько секунд. Для эффективной подачи воды используются специальные насосы высокой мощности» [1].

Достоинства применения:

- высокая надежность и эффективность;
- безвредность для окружающей среды и людей;
- относительно недорогая (даже дешевая) стоимость воды ОТВ;
- высокое качество тушения пожара за счет скрытой теплоты испарения и хорошей теплоемкости воды;
- вода имеет высокую удельную теплоемкость и оказывает мощное механическое воздействие на пламя;

- воду легко подавать на большие расстояния;
- эффективны для локального тушения пожара, их можно подключить к передвижной пожарной технике и объединить с внутренним противопожарным водопроводом;
- эксплуатация водяных автоматических систем для тушения пожара обходится недорого;
- быстрое срабатывание и восстановление.

Существенные минусы систем водяного пожаротушения:

- так как вода является диэлектриком, она не подходит для тушения электроприборов;
- установка будет эффективно работать только, если на объекте есть водоснабжение и вода в трубопроводе не замерзла;
- у водяной системы инерционность срабатывания ниже, чем у аналогов, например, у порошковой систем.

Системы пожаротушения на пенной основе (обзор существующих - Рубеж, Volid, Спектрон НПО, Аргус-Спектр, НПО «Центр-протон», НПО Пожарная Автоматика Сервис)

«По конструктивным признакам такие системы могут напомнить дренчерные устройства, только для гашения пожара используется водорастворимый пенообразователь. Под сжатием, а именно в жидкой фазе вещество напоминает жидкость, которая в процессе распыления во много раз увеличивается в объёме. В результате образовывается эмульсия или, так называемая, пена» [1].

Она покрывает основную площадь горячей поверхности.

Достоинства применения:

- высокая надежность и эффективность;
- возможность подслоного тушения нефтепродуктов в резервуарах;
- существенное сокращение расхода воды;

- возможность тушения пожаров больших площадей;
- возможность объемного тушения;
- возможность организации объемного тушения за счет высокой кратности состава;
- обслуживание крупноразмерной техники;
- регулировка оптимальной кратности пены;
- экологически безопасные составы;
- применение спринклерных оросителей;
- полноценная автоматизация процессов;
- простая организация хранения и распределения рабочей смеси;
- повышенная (по сравнению с водой) смачивающая способность.

Существенные минусы систем пенного пожаротушения:

- невозможность применения для тушения электрооборудования;
- относительно сложный монтаж;
- дорогая стоимость ОТВ;
- необходимость регулярного обслуживания специальной аппаратуры.

Системы на основе газов (обзор существующих - Siemens, Satel, Сибирский Арсенал, System Sensor, Рубеж, Bolid, Спектрон НПО, Аргус-Спектр, НПО «Центр-протон», НПО Пожарная Автоматика Сервис)

«За счёт автоматических установок газового тушения пожаров будет:

- вовремя обнаруживаться пожар, так как быстро срабатывает пожарная сигнализация, которая входит в комплектацию этой автоматической установки;
- задерживаться подача огнетушащего вещества на протяжении некоторого времени, которое должно пройти для нормальной эвакуации людей;
- обеспечиваться выброс огнетушащего вещества в необходимом объёме или над горящим материалом» [1].

Системы на основе порошков (обзор - ОСК проект, Москва; ООО Технос-М+, Нижегородская область; ООО «Инновационные Системы Пожаробезопасности», Тольятти; ООО «Пожгазприбор», Санкт-Петербург; ООО «Пожгазприбор»)

«Исходя из норм проектирования автоматических установок, возможно применение порошковых систем. Так как существует некоторая токсичность многих огнетушащих компонентов, их можно использовать только в помещениях, где нет доступа людям без средств защиты дыхательных органов даже на минимальное количество времени. Используемый газ хранится в баллонах в сжатом или сжиженном виде. Что касается порошка, он хранится под давлением с закачанным газом» [1].

Установки пожаротушения порошкового типа в качестве огнетушащего вещества используют специальный порошок.

«Они применяются для ограничения и ликвидации возгораний А, В и С классов. Их также разрешается использоваться для гашения электроустановок, находящихся под напряжением. Кроме этого порошковые устройства можно применять для ограничения или гашения огня на защищаемых площадях. В данном случае если используются импульсные модули, то показатель пробивного напряжения может не учитываться» [1].

«Как правило, такие устройства не обеспечивают окончательного тушения огня, поэтому их нельзя устанавливать с целью гашения:

- горючих материалов, которые могут самостоятельно возгораться или тлеть внутри опилок, хлопка, бумаги и т.д.;
- веществ химического происхождения, а также пирофорных или полимерных материалов, которые тлеют и горят в условиях без поступления воздуха» [1].

Рамки применения порошковых АУПТ

«Автоматические установки для тушения пожаров, работающие посредством выброса огнетушащего порошка, в основном применяются с целью устранения возгораний классов А, В и С. Также это касается

электрооборудования, работающего под определенным напряжением. Не допускается одновременная работа таких устройств с системами противодымной вентиляции» [1].

«Помимо этого установки нельзя использовать в таких помещениях:

- где предполагается пребывание людей до момента подачи огнетушащего порошка;
- где работают или находятся более 50-ти человек».

«Использование подобных огнетушащих средств может быть причиной некоторых опасных факторов, а именно:

- искажение видимости;
- токсичность веществ, входящих в состав порошка;
- психологического стресса, если внезапно срабатывает импульсное устройство» [1].

Достоинства применения:

- высокая надежность и эффективность;
- сравнительно легкий монтаж, простота конструкции и доступная цена;
- универсальность использования, возможность длительного хранения тушащего вещества;
- отличный температурный диапазон работы и отсутствие требований к герметизации помещения.

Существенные минусы систем порошкового тушения:

- химическая активность пожаротушащего порошка - необходимость быстрого его удаления по окончании тушения;
- экологическая недружественность - невозможность применения порошкового пожаротушения без предварительной эвакуации персонала;
- плохая проходимость в трубопроводах при централизованной подаче порошковых субстанций.

Аэрозольные установки для тушения пожара

«Автоматические системы, работающие посредством распыления аэрозоля, могут использоваться в модульном виде. Их часто устанавливают под автомобилями, а также в электрощитовых помещениях электромеханических отделениях и на прочих объектах повышенной опасности» [1].

«Устройства объемного аэрозольного тушения пожара не способны в полной мере ликвидировать огонь, поэтому их не рекомендуется использовать для гашения:

- волокнистого, пористого или сыпучего материала, в том числе и горючего материала, который может самовозгораться или тлеть внутри дерева, хлопка или травяной муки;
- веществ химического происхождения и полимерных материалов, которые способны постепенно гореть и тлеть без доступа кислорода;
- пиррофорных веществ и гидридов металлов;
- порошкообразного металла, в частности это касается титана, магния и циркония» [1].

«Существуют ограничения, касающиеся места установки аэрозольных устройств для гашения пожаров. Таким образом, их нельзя монтировать:

- на объектах, где люди не успевают покинуть помещение до момента срабатывания генераторов;
- в помещениях или зданиях, где находится большое количество людей;
- в соответствии с соответствующими санитарными нормами и правилами запрещено использование в зданиях третьей и низшей степени огнестойкости» [1].

Аэрозольная система тушения пожаров имеет вид устройств, которые работают посредством образования аэрозоля. В его состав входит карбонат

калия, который по особому принципу взаимодействует с огнём. В результате происходит остановка химической реакции окисления.

«Система начинает распылять аэрозоль за счёт воспламенения термошнуров при температуре 170 градусов, а также за счёт подачи электрических сигналов. Несмотря на это существуют случаи, при которых используются аэрозольные гранаты. Монтажом стационарных установок для тушения пожара должны заниматься только работники специализированных подразделений. Для правильного обслуживания автоматических пожарных сигнализаций нормативные документы должны соответствовать регламенту противопожарных работ конкретно взятого объекта» [1].

2.2 Анализ системы оповещения и пожаротушения предприятия

Согласно рассматриваемой теме исследования, описывающей автоматические установки оповещения и пожаротушения, рассмотрим крупный производственный объект ООО «Аком Индастриал».

Здания объекта расположены в промышленно-коммунальной зоне Автозаводского района по адресу ул. Коммунальная, 16. Соседними объектами являются ЗАО «ВИС-Сервис», ЗАО ЗЖБК и ОАО «Лада Спецоборудование». Площадь территории составляет 12,59 Га.

По своему назначению, предприятие является производственным объектом, предназначенным для производства и реализации металлопроката.

Прием металла, отпуск готовой продукции и ряд других грузов предусматривается с железной дороги. Прием материалов, отпуск готовой продукции предусмотрены с автотранспорта. С западной стороны расположены: цех по переработке металлопроката (участок продольной резки металла со складом готовой продукции), склад металла № 5.

С северной стороны открытая площадка для погрузки/разгрузки металла и хранения труб и рядового проката. С восточной стороны расположены: участки цеха по переработке металлопроката (поперечная

резка металла и изготовление сетки-рабицы); помещения отдела главного механика и энергетика; ряд вспомогательных и складских помещений.

Административно-бытовой корпус (лит. А) представляет собой 4-х этажное здание II степени огнестойкости, с размерами в плане 54,80 м × 16,05 м и с площадью помещений с 1 по 4 этажи 3748,2 м² (внутренний обмер), площадь л/клеток 141,9 м², с сеткой колонн 6 м × 6 м и высотой этажей 3,25 м (без бомбоубежища), общая площадь застроенного участка 1869,8 м².

На рисунке 5 приведена схема производственного объекта.

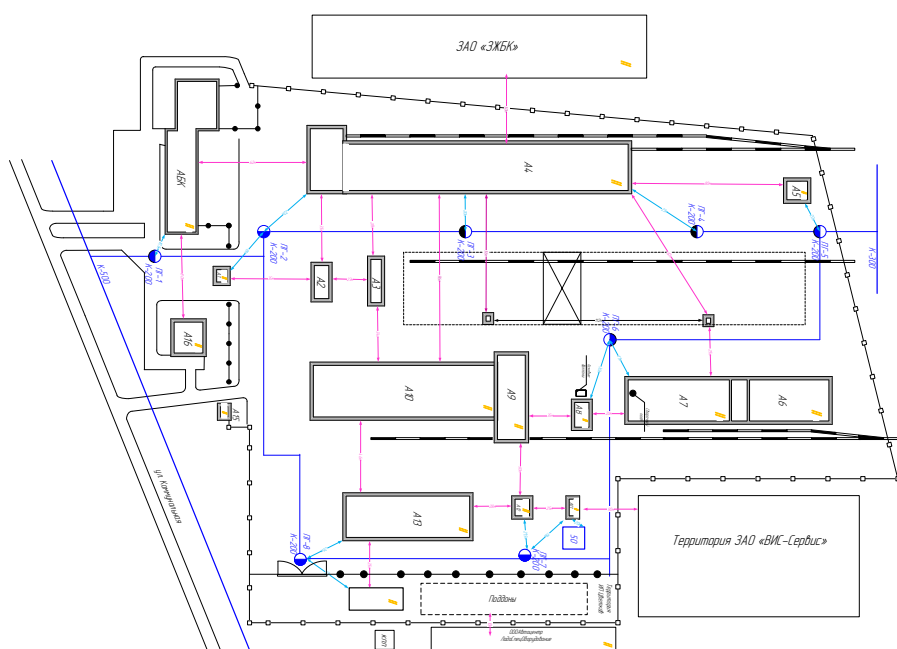


Рисунок 5 – Схема производственного объекта

В цокольном этаже расположено бомбоубежище площадью 249,7 м² (внутренний обмер) и площадью лестничных клеток 15,1 м².

На 1 этаже площадь составляет 1495,5 м² (внутренний обмер) и площадь лестничных клеток 31,5 м², где размещаются: пост охраны, столовая, оздоровительный центр, здравпункт, рабочие кабинеты, женские бытовые помещения.

На 2 этаже площадь составляет 767,5 м² (внутренний обмер) и площадь лестничных клеток 31,7 м², где расположены рабочие кабинеты, мужские бытовые помещения.

На 3 этаже площадь составляет 757,0 м² (внутренний обмер) и площадь лестничных клеток 31,3 м², где расположены кабинеты управления предприятия, женские бытовые помещения и др.

На 4 этаже площадь составляет 728,2 м² (внутренний обмер) и площадь лестничных клеток 47,4 м², где расположены женские бытовые помещения, рабочие кабинеты.

Для связи между этажами проектом предусмотрены 2 лестничные клетки, одна из которых выполнена с выходом на кровлю здания. АБК выполнен в сборном железобетонном каркасе, фундамент под колонны исполнен из монолитного бетона. Стены лестничных клеток – из сборных железобетонных панелей. Наружные и внутренние капитальные стены выполнены из железобетонных панелей и кирпича, перегородки – кирпичные и бетонные.

Перекрытия чердачное, междуэтажное и надподвальное из железобетонных плит. Кровля плоская, рулонная, с внутренним отводом воды, уплотнителем служит газобетон. Полы – плитка и линолеум. Проемы оконные – двустворчатые, дверные – филенчатые.

Внутренняя отделка стен оштукатурены, покрашены либо оклеены обоями.

Центральная проходная (лит. А1) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 9,06 м × 5,55 м с площадью помещений 50,2 м², (внутренний обмер) и общей площадью застроенного участка 120,1 м². Высота здания от пола до потолка – 3,2 м.

Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены, перегородки – кирпичные. Перекрытие чердачное из железобетонных плит. Крыша металлическая. Полы –

линолеум. Проемы оконные – двустворчатые, дверные – филенчатые. Внутренняя отделка стен оштукатурены, оклеены обоями.

Весовая (лит. А2) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 23,70 м × 12,52 м с площадью 239,4 м² (внутренний обмер) и общей площадью застроенного участка 285,0 м². Высота здания разная в помещениях от 2,2 до 2,7 м. Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены, перегородки – кирпичные. Перекрытие чердачное из железобетонных плит. Крыша металлическая. Полы бетонные. Проемы – металлические ворота.

Трансформаторная подстанция (ТП-1) (лит. А3) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 26,28 м × 6,30 м с площадью 138,7 м² (внутренний обмер) и общей площадью застроенного участка 165,6 м². Высота здания от пола до потолка – 3,7 м. Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены - кирпичные. Перекрытие чердачное из железобетонных плит. Крыша металлическая. Полы бетонные. Проемы дверные - металлические. Внутренняя отделка стен - оштукатурены.

Производство продольной резки металла (лит. А4) (участок продольной резки металла цеха по переработке металлопроката и склад № 5) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 229,30 м × 24,40 м, с сеткой колонн 6 м × 6 м, с площадью помещений 5558,1 м² (внутренний обмер) и общей площадью застроенного участка 5892,4 м².

На участке цеха расположены кабинеты и подсобные помещения, где высота здания от пола до потолка 3,0 м², на участке цеха и на складах – 9,7 м.

Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены - железобетонные панели. Перекрытие чердачное из железобетонных плит. Крыша рулонная совмещенная с кровлей [26].

На участке полы бетонные, в кабинетах и подсобных помещениях - линолеум. Проемы оконные – двустворчатые, открывающиеся в кабинетах и глухие на участке и складах, на участке цеха и складах – ворота металлические, в кабинетах и подсобных помещениях – двери филенчатые.

Внутренняя отделка стен (в кабинетах и подсобных помещениях) - оштукатурены, оклеены обоями.

Тепловой узел и мастерская (лит. А5) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 11,90 м × 12,55 м с площадью помещений 126,1 м² (внутренний обмер), из них тепловой узел площадью 67,3 м² и мастерская площадью 58,8 м², общая площадь застроенного участка составляет 149,3 м². Высота здания от пола до потолка – 4,0 м, общая 4,3 м. Фундамент выполнен из железобетонных блоков.

Наружные и внутренние капитальные стены, перегородки - кирпичные.

Перекрытие чердачное из железобетонных плит. Крыша рулонная совмещенная с кровлей. Полы бетонные. Проемы оконные - двустворчатые глухие, дверные - филенчатые.

Складские помещения (лит. А6) представляют собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 62,30 м × 36,20 м, с сеткой колон 6 м × 6 м, с площадью 2178,0 м² (внутренний обмер). Высота помещений 7,0/ 9,0 м. Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены - железобетонные панели, перегородки – железобетонные панели. Перекрытие чердачное из железобетонных плит. Крыша рулонная совмещенная. Полы бетонные. Проемы оконные - двустворчатые глухие, дверные - металлические. Внутренняя отделка стен - оштукатурены, побелены.

Блок вспомогательных служб (лит. А7) (помещения отдела главного механика и энергетика и складские помещения) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 61,50 м ×

36,20 м, с сеткой колон 6 м × 6 м, с площадью помещений 2582,5 м² (внутренний обмер).

Состоит из помещений отдела главного механика и энергетика - бытового назначения, ремонтно-обслуживающих участков и транспортного участка с площадью 2150,3 м² (внутренний обмер), из них площадь 1 этажа – 1589,2 м² (внутренний обмер), 2 этажа – 561,1 м² (воздухозаборные, вентиляционные камеры). Высота здания – 7,0 м (в коридоре 3,5 м).

Наружные и внутренние капитальные стены – из железобетонных панелей и кирпича. Перегородки – кирпичные. Перекрытие чердачное и междуэтажные из железобетонных плит. Крыша рулонная совмещенная. Полы бетонные. Проемы оконные - двустворчатые глухие, дверные - металлические и филенчатые. Внутренняя отделка стен- оштукатурены, окрашены.

Производство поперечной резки металла (лит. А8) (участок поперечной резки металла цеха по переработке металлопроката) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 30,40 м × 12,50 м, с сеткой колонн 6 м × 6 м, с площадью 386,4 м² (внутренний обмер), из них площадь 1 этажа - 352,2 м², 2-го этажа - 34,2 м² и общей площадью застроенного участка 380,0 м². Высота здания на участке 9,7 м, в помещениях 3,5 м. Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены - железобетонные панели, перегородки - кирпичные. Перекрытие чердачное из железобетонных плит.

Крыша рулонная совмещенная. Полы бетонные. Проемы оконные - глухие, дверные - металлические. Внутренняя отделка стен - оштукатурены, окрашены.

Складские помещения (лит. А9 и А10) представляют собой здания II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане:

- А9 - 60,30 м × 24,25 м с площадью 1438,2 м² (внутренний обмер) и с сеткой колон 6 м × 12 м. Высота помещения от пола до потолка 13,5 м;

– А10 - в плане 144,20x36,34 м с площадью 6568,6 м² (внутренний обмер) и с сеткой колон 6x6 м., из них площадь 1 этажа – 4941,6 м², 2-го этажа – 1627,0 м².

На втором этаже расположены кабинеты, бытовые и подсобные помещения. Высота помещения от пола до потолка 3,0/8,0/11,2м. Общая площадь застроенного участка А9 и А10 – 7527,0 м². Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние капитальные стены - металлические оцинкованные, железобетонные колонны. Перекрытие чердачное из железобетонных плит. Крыша рулонная совмещенная. Полы бетонные. Проемы дверные - металлические.

Производство сетки (лит. А12) (участок изготовления сетки-рабицы цеха по переработке металлопроката) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 14,90x12,8 м, с площадью помещений 163,5 м² (внутренний обмер), общая площадь застроенного участка 200,1 м². Высота здания – 5,50/4,0 м. Фундамент выполнен из железобетонных блоков. Наружные и внутренние стены - кирпичные.

Складские помещения (лит. А13) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 98,05 м × 24,37 м с сеткой колон 6x6 м, с площадью 2326,4 м² (внутренний обмер), из них площадь 1 этажа – 2267,2 м², 2-го этажа – 59,2 м². На 1-ом этаже расположены кабинеты, бытовые и подсобные помещения с высотой помещения 2,7/7,2 м, на 2-ом этаже расположена вентиляционная камера, высота от пола до потолка 3,3 м. Общая площадь застроенного участка 3751,4 м².

Складское помещение (лит. А14) представляет собой здание III степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 30,30 м × 15,00 м с площадью 443,2 м² (внутренний обмер), общая площадь застроенного участка 454,5 м² Высота от пола до потолка 6,0 м.

Контрольно-пропускной пункт (лит. А15) представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 6,27 м × 3,80 м с площадью 16,0 м² (внутренний обмер), общая площадь застроенного участка 23,8 м². Высота от пола до потолка 5,3 м.

Кольцевой противопожарный водопровод диаметром 200-250мм питается от двух водоводов, идущих от водозабора 2-го подъема промышленного водоснабжения, на котором установлено 41 ПГ (пожарный гидрант): По расчетным данным воды для целей пожаротушения не достаточно.

Все пожарные гидранты оборудованы указателями. Повышение напора в системе противопожарного водопровода осуществляется с помощью насосов повысителей.

Станция 1 - подъема - 4 насоса 24А18/1 производительностью по 1200 м³ (два рабочих, два резервных); диаметр 500 мм.

Станция 2-подъема 7 насосов: 3- насоса 20Д6 - производительностью 2000м³ час (рабочие насосы), 4 - насоса 14Д6 производительностью 1500м³ диаметр 250 - 300мм. Максимальная производительность насоса 12 атмосфер (фактически 10,4 атм.) Расстояние от 1-го до 2 го подъема 1,5- 2 км.

Расстояние от 2- го подъема 2 км.

На территории имеется 2 подземных резервуара объемом по 80 м³ каждый, общий объем 160 м³. Система дорог обеспечивает противопожарные проезды к сооружениям.

Далее рассмотрим систему АПС и АУПТ на объекте.

Здание оборудовано автоматической пожарной сигнализацией, голосовой системой оповещения и автоматической системой пожаротушения.

Пожарная сигнализация состоит:

– из пульта контроля и управления С2000-М 1шт;

- блока контроля и индикации С2000-БКИ 4 шт;
- контроллера двухпроводной линии связи С2000-КДЛ 12 шт;
- извещатель магнитоконтактный ИО 102-20Б2П 24 шт;
- извещатель пожарный линейный дымовой ИПДЛ 152 28 шт;
- извещатель пожарный дымовой адресный ДИПЗ4А-01-02 408 шт;
- извещатель пожарный тепловой адресный С2000-ИП-02-02 6 шт;
- извещатель пожарный ручной адресный с разделительно-изолирующем устройством ИПР-513-3АМ 45 шт;
- блок контроля и индикации пожаротушения С2000ПТ 4 шт;
- блок индикации С2000-БИ SMD 2 шт.

Проектом предусматривается оповещение людей о пожаре по зонам.

Установлена система оповещения на базе оборудования фирмы «SONAR» устанавливаемое в 19 стойку, данное оборудование имеет сертификаты пожарной безопасности РФ. Громкоговорители подключены к 2-м усилителям SPA-424DPT. Таким образом, имеется запас по мощности. Комбинированная система устанавливается на 1-м этаже – в помещении (Серверная видеонаблюдения) с круглосуточным пребыванием дежурного персонала, куда выводятся сигналы пожарной сигнализации. Количество речевых оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивает требуемую слышимость во всех местах возможного пребывания людей. Оповещатели не имеют регуляторов громкости и подключаются к сети без разъёмных устройств.

В качестве акустических оповещателей для трансляции речевых сообщений, используются громкоговорители:

- рупорные SHS-10TA (10/5 Вт);
- настенные SWS-110W (10/5 Вт);
- настенные SWS-103W (3/1 Вт); PD-LTT- СОУЭ.ПЗ;

– встраиваемые SCS-103 (3/1Вт).

В системе предусмотрена возможность подключения блока центрального запуска системы ГО и ЧС. Для этого системой радиофикации предусматривается прокладка трансляционного провода в помещение охраны к стойке СОУЭ.

Обратная связь зон оповещения с помещением поста пожарной охраны (местом расположения центрального оборудования) для 4-ого типа оповещения осуществляется посредством интерфонной связи.

Питание центрального пульта - от сети 220В (I категория по Правилам устройств электроустановок).

Электропитание системы оповещения о пожаре. Электропитание системы оповещения о пожаре выполнить по 1-й категории надежности согласно ПУЭ. Для электропитания системы оповещения о пожаре предусмотреть в помещении серверной видеонаблюдения щит распределительный с подачей на него ввода мощностью не менее 5,5 кВт, 220 В, 50 Гц, после щита АВР. Щит АВР должен запитываться от 2-х независимых источников переменного тока. В распределительном щите предусмотреть группы в количестве 2-х (отдельных автоматических выключателей) с выходными однофазными фидерами ~220В. Группа № 1 обеспечивает питание следующих потребителей: Стойка оповещения - однофазная 220В 50Гц, мощностью не более 7 кВт, находится в помещении Серверной видеонаблюдения. Группа № 2 обеспечивает питание следующих потребителей: Центральный диспетчерский пульт - однофазная 220В 50Гц, мощностью не более 1,0 кВт, находится в помещении Серверной видеонаблюдения.

В таблице 1 приведены сведения о характеристиках АУПТ.

Таблица 1 - Наличие и характеристика установок пожаротушения

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Все производственные помещения здания, кроме трансформаторной и административного корпуса. Кроме помещений с установками аэрозольного пожаротушения	Спринклерная система, площадь орошения каждого спринклера 12 м ²	Серверная видеонаблюдения	При пожаре разрушается ампула, резко падает давление в трубопроводе, в связи с этим автоматически включается основной насос, если в течение нескольких секунд не срабатывает основной насос, то включается резервный. Если автоматика не сработала, то вода подаётся с помощью ручного пуска
Серверная видеонаблюдения, все помещения щитовых и ИБП, аккумуляторная (зарядная), помещение IT-специалистов, трансформаторная, котельная, тепловой узел, ГРЩ, дизельная генераторная	АУПТ аэрозольная	Серверная видеонаблюдения	Создание горячего потока газовой дисперсной среды для угасания пламени и его гашения. По мере заполнения помещения наблюдается снижение теплового потока, пожар ликвидируется.

Автоматическая установка газового пожаротушения модульного типа. Установка находится в автоматическом режиме, при которой возможен автоматический пуск при срабатывании дымовых пожарных извещателей в защищаемом помещении и ручной пуск системы от внешних кнопок «пуск» на пульте дистанционного пуска ПДП «Posa-2SL» установленных у входа в защищаемое помещение.

Характеристика системы оповещения:

- громкоговоритель рупорный SHS-10TA SONAR шт. 15;
- громкоговоритель настенный 10/5 Вт SWS-110W SONAR шт.91;
- громкоговоритель настенный 3/1.5Вт SWS-103W SONAR шт. 83;
- акустическая система потолочная 3/1.5 Вт SCS-103 SONAR шт. 35.

На объекте имеется три пожарных подземных водоема по 200 м³ каждый.

В таблице 2 приведены данные наличия и характеристики системы дымоудаления и подпора воздуха.

Таблица 2 - Наличие и характеристика системы дымоудаления и подпора воздуха

Наименование помещений, защищаемых АУПТ	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Производство продольной резки металла	Системы противодымной вентиляции с искусственным и естественным побуждением тяги	Автоматический пуск, предусмотрен ручной пуск находится в помещении серверной видео наблюдения	Включение и выключение дымоудаления только по команде РТП
Холлы лифтов, лестничные клетки	Подпор наружного воздуха	Автоматически от пожарных извещателей АПС и вручную	С диспетчерского пункта

В системе предусмотрена возможность подключения блока центрального запуска системы оповещения. Для этого системой радиофикации предусматривается прокладка трансляционного провода в помещении охраны к стойке СОУЭ. Обратная связь зон оповещения с

помещением поста пожарной охраны (местом расположения центрального оборудования) для 4-ого типа оповещения осуществляется посредством интерфонной связи.

Питание центрального пульта - от сети 220В (I категория по Правилам устройств электроустановок. Электропитание системы оповещения о пожаре. Электропитание системы оповещения о пожаре выполнить по 1-й категории надежности согласно ПУЭ. Для электропитания системы оповещения о пожаре предусмотреть в помещении серверной видеонаблюдения щит распределительный с подачей на него ввода мощностью не менее 5,5 кВт.

Для тушения пожара предусмотрена система тушения, состоящая из насосной станции пожаротушения, кольцевой сети пожарного водопровода и резервуаров запаса противопожарной воды.

Производительность системы пожаротушения 40л/с (144м³/час). В насосной пожаротушения установлены насосы Нп-1, Нп-2 марки 1Д200-90а (1 рабочий, 1 резервный).

Восстановление неприкосновенного запаса воды в резервуарах после пожара осуществляется от существующей сети городского водопровода, время восстановления неприкосновенного запаса воды не превышает 96 часов.

Выводы по разделу 2

Выделен обзор существующих систем мониторинга пожаров и пожаротушения. Также в нем кратко рассказывается о разработке автоматического оповещения о пожаре на основе датчиков и системы пожаротушения, основанной на искусственном интеллекте и машинном обучении.

Показан обзор существующих автоматических установок оповещения и пожаротушения, выделены рамки применения, достоинства и недостатки.

Проанализирована система оповещения и пожаротушения предприятия - крупного производственного объекта ООО «Аком Индастриал»,

расположенного по адресу ул. Коммунальная, 16. Площадь территории составляет 12,59 Га. По своему назначению, предприятие является производственным объектом, предназначенным для производства и реализации металлопроката.

Объект оборудован автоматической пожарной сигнализацией, голосовой системой оповещения и автоматической системой пожаротушения. В системе предусмотрена возможность подключения блока центрального запуска системы оповещения. Для этого системой радиофикации предусматривается прокладка трансляционного провода в помещение охраны к стойке СОУЭ. Обратная связь зон оповещения с помещением поста пожарной охраны (местом расположения центрального оборудования) для 4-ого типа оповещения осуществляется посредством интерфонной связи.

В системе предусмотрена возможность подключения блока центрального запуска системы оповещения. Для этого системой радиофикации предусматривается прокладка трансляционного провода в помещение охраны к стойке СОУЭ. Обратная связь зон оповещения с помещением поста пожарной охраны (местом расположения центрального оборудования) для 4-ого типа оповещения осуществляется посредством интерфонной связи.

Блок селектора предназначен для обеспечения двухсторонней речевой связи между постом-диспетчерской и зонами пожарного оповещения.

Для тушения пожара предусмотрена система тушения, состоящая из насосной станции пожаротушения, кольцевой сети пожарного водопровода и резервуаров запаса противопожарной воды.

Производительность системы пожаротушения 40л/с (144м³/час). В насосной пожаротушения установлены насосы Нп-1, Нп-2 марки 1Д200-90а (1 рабочий, 1 резервный).

3 Разработка технического решения по совершенствованию системы оповещения и пожаротушения

3.1 Совершенствование автоматической установки оповещения и пожаротушения

Ввиду капитального ремонта и реновации объекта (проектирование установок фракционирующих), добавим некоторые задачи к выполняемым для АПС (сетевая адресная пожарная сигнализация Simplex, обзор существующих АПС п. 2.1):

- круглосуточный контроль состояния шлейфов пожарной сигнализации;
- обнаружение возгорания и задымления в помещениях;
- ведение протокола событий с возможностью распечатки;
- передачу извещения о пожаре на пожарный пост;
- передачу сигналов в автоматизированную систему диспетчеризации и управления;
- передачу сигналов на разблокировку дверей на путях эвакуации;
- передачу сигналов на включение системы оповещения;
- светодиодную индикацию («тревога», «неисправность»).

В производственном помещении цеха №5 следует предусмотреть световую сигнализацию (НПО «Пожарная Автоматика Сервис», п. 2.1):

- о наличии напряжения на вводах электроснабжения;
- об отсутствии полного открытия (заклинивание) задвижек в режиме подачи команды на их открытие;
- об аварийном уровне в резервуарах запаса воды;
- об отключении автоматического пуска насосов.

В производственном помещении проектирования установок фракционирующих предусмотреть следующие сигналы (НПО Пожарная Автоматика Сервис, п. 2.1):

- об отсутствии открытия задвижек в режиме подачи команды на их открытие;
- об отключении дистанционного пуска насосов;
- об аварийном уровне в резервуарах запаса воды;
- об исчезновении напряжения на вводах электроснабжения установки;
- о падении уровня в напорном водоводе;
- о понижении температуры в резервуарах запаса воды;
- о состоянии электрозадвижек (открыта, закрыта).
- об отсутствии полного открытия (заклинивание) задвижек в режиме подачи команды на их открытие;
- об аварийном уровне в резервуарах запаса воды;
- об отсутствии открытия электрозадвижек в режиме подачи команды на их открытие;
- об аварийном уровне в резервуарах запаса воды;
- об исчезновении напряжения на вводах электроснабжения установки;
- о падении уровня в напорном водоводе.

Предусмотрим автоматическую систему пожаротушения, которая основана на модулях порошкового пожаротушения типа МПП (Н)-100-КД2-ГЭ-УХЛ кат. 2 ТУ 4854-002-02070464-97 «ОПАН-100».

В тепловом узле, мастерской и трансформаторной подстанции предусмотрим автоматическую установку газового пожаротушения модульного типа, которая находится в автоматическом режиме, при которой возможен автоматический пуск при срабатывании дымовых пожарных извещателей в защищаемом помещении и ручной пуск системы от внешних

кнопок «пуск» на пульте дистанционного пуска ПДП «Posa-2SL» установленных у входа в защищаемое помещение.

Таким образом, внедряемые установки АПС способны выявить признаки горения (датчики температурного режима, датчики пламени) и задымления (дымовые извещатели) в автоматическом режиме, что снижает риски человеческого фактора.

С учетом анализа современных систем оповещения и пожаротушения внесены изменения в существующий объект на рисунке 6.

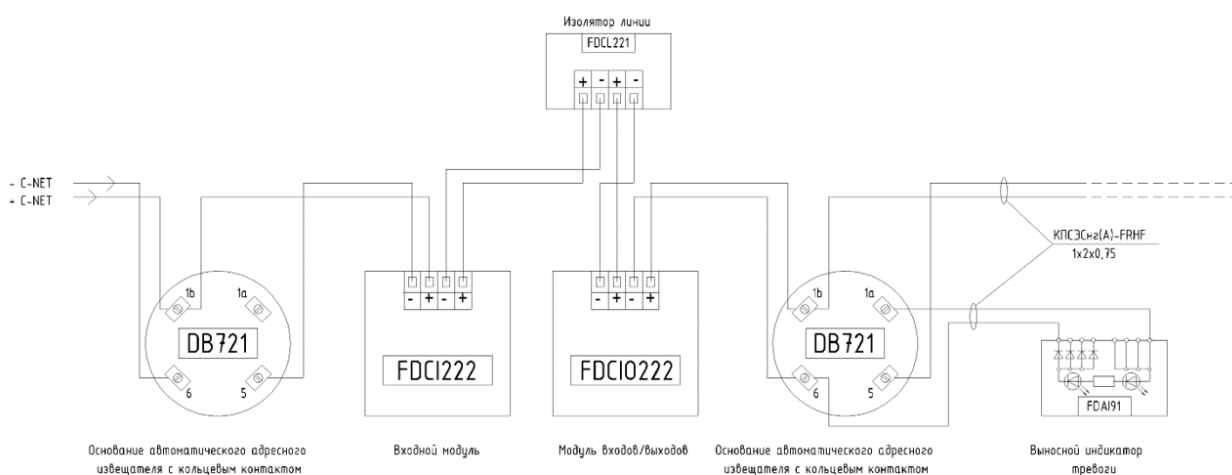


Рисунок 6 – Структурная схема подключения оборудования АПС

Производство поперечной резки металла – участок поперечной резки металла цеха по переработке металлопроката представляет собой здание II степени огнестойкости прямоугольной формы с размерами в плане 30,40 м × 12,50 м. Наружные и внутренние капитальные стены – железобетонные панели, перегородки – кирпичные. Перекрытие чердачное из железобетонных плит.

Системы пожаротушения, предусмотренные на технологической установке

На каждой из технологических установок следует предусмотреть собственные в основном одинаковые системы пожаротушения, за

исключением наличия индивидуальных систем пожаротушения на отдельных стадиях технологического процесса данных установок.

Регламентные работы по техническому обслуживанию автоматических установок пожаротушения должны выполняться специально обученным обслуживающим персоналом или специализированной организацией, имеющей лицензию, на договорной основе. Техническое обслуживание систем пожаротушения на установке осуществляется двумя рабочими: слесарем по ремонту технологических установок и электромонтером не ниже четвертого разряда.

На промплощадке установки № 3/1 необходимо проложить по кольцевому типу водопровод, соединяющие колодцы с пожарными гидрантами для обеспечения пресной водой нужд пожаротушения объектов промплощадки с помощью пожарных машин, а также для подачи воды по сухотрубам к кольцам орошения резервуаров в целях их охлаждения при возникновении пожара. Кроме того, при пожаре на резервуарах предусмотрена возможность подачи по сухотрубам к пеногенераторам водного раствора пенообразователя, приготавливаемого с помощью пожарных машин из самого пенообразователя, находящегося на борту машины и пресной воды, берущейся из системы противопожарного водоснабжения через пожарные гидранты.

Кольцевой водовод с пожарными гидрантами заполнен водой и находится под давлением. Вода подается из системы городского водоснабжения пресной водой хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. В запорном узле пожарных гидрантов, находящихся в колодцах, для предотвращения опасных гидравлических ударов используется затвор обтекаемой формы. Сухотрубы, подведенные к кольцам орошения и пеногенераторам резервуаров, имеют на своих концах, находящихся за пределами обваловки, смонтированные соединительные головки для подключения пожарных машин с помощью пожарных рукавов. Пеногенераторы типа ГПСС-2000 в количестве не менее двух штук

размещаются равномерно по периметру в верхней части стенки верхнего пояса на всех резервуарах установки. Кольца орошения также размещены по периметру в верхней части стенки верхнего пояса резервуаров над пеногенераторами.

Также следует предусмотреть систему пожаротушения с помощью водяного пара, подаваемого под давлением в помещение насосной в случае возникновения пожара. Пар подается на установку по трубопроводам от котельной на технологические нужды. Также подведен паровой трубопровод, который имеет продолжение в самом помещении и проходит вдоль стены над насосными агрегатами. Напротив каждого агрегата в паропроводе имеются отверстия для выхода пара. Водяной пар поступает при открытии задвижки, находящейся снаружи вне помещения.

Предусмотренная автоматическая система пожаротушения основана на модулях порошкового пожаротушения типа МПП (Н)-100-КД2-ГЭ-УХЛ кат. 2 ТУ 4854-002-02070464-97 «ОПАН-100». В помещениях, а именно в блоке измерения показателей качества и блоке измерительных линий предусмотренная автоматическая система пожаротушения основана на модулях порошкового пожаротушения типа МПП (Р)-8Вв-И-ГЭ-УХЛ кат. 3.1 ТУ 4854-006-52459334-2001 «БУРАН-8Вв». Установки предназначены для локализации и ликвидации пожара на защищаемой площади, на которой размещено оборудование и ведутся технологические процессы, не допускающие применения воды для тушения пожара [31].

В состав модуля порошкового пожаротушения входит:

- цилиндрический корпус с предохранительным клапаном, заполненный огнетушащим порошком и газогенерирующий элемент АОС – источник рабочего газа, расположенный внутри корпуса в толще порошка;
- система электрозапуска, состоящая из электроинициатора типа УДП-2 с уплотнительным кольцом;

– система подачи порошка через направляющий трубопровод объемным распылением.

В таблице 3 представлены предлагаемые изменения на объекте по внедрению АУПТ.

Таблица 3 – Предлагаемые изменения на объекте по внедрению АУПТ

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Тепловой узел и мастерская	Автоматическая установка газового пожаротушения модульного типа	Установка находится в автоматическом режиме, при которой возможен автоматический пуск при срабатывании дымовых пожарных извещателей в защищаемом помещении и ручной пуск системы от внешних кнопок «пуск» на пульте дистанционного пуска ПДП «Posa-2SL» установленных у входа в защищаемое помещение	При возникновении загорания в защищаемом помещении при срабатывании 1 пожарного извещателя на ППК поступает сигнал «внимание», после срабатывания 2 пожарного извещателя сигнал «пожар». Включаются пожарные оповещатели «ГАЗ УХОДИ», с задержкой 30 секунд подается сигнал на подрыв пиропатрона и подача огнетушащего состава Хладон 125 из баллонов модулей. После подачи газа подается сигнал на пожарный оповещатель «ГАЗ НЕ ВХОДИ»
Трансформаторная подстанция			
Производственный цех			

Управление запуском МПП осуществляется с прибора «С2000 – АСПТ». Прибор разместим в помещении операторной на стене с электропитанием от сети 220 В и резервным – от встроенного источника. Управляющий импульс от прибора на включение МПП формируется при одновременном срабатывании автоматических тепловых пожарных извещателей ИП 101-07е в двух шлейфах сигнализации.

Автоматическая установка пожаротушения может эксплуатироваться в трех режимах пуска огнетушащего вещества:

- режим ручного пуска № 1 (пуск огнетушащего вещества осуществляется от кнопок, установленных у входов в защищаемое помещение, при этом тушится вся площадь защищаемого помещения);
- режим ручного пуска № 2 (пуск огнетушащего вещества осуществляется от сигнально – пусковых устройств по каждому баллону отдельно, при этом тушится часть защищаемого помещения);
- автоматический режим (при срабатывании двух тепловых пожарных извещателей в шлейфе происходит запуск всех модулей пожаротушения) [30].

В помещении предусмотрим два пожарных крана диаметром 50 мм с подводкой воды по линиям от кольцевого водопровода. Расход воды на внутреннее пожаротушение составляет 5 л/с (две струи по 2,5 л/с) при давлении 4,5 кгс/см². Для обеспечения необходимого давления в линии предусмотрен регулятор давления D06F-1/2.

3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения автоматической установки оповещения и пожаротушения

Согласно рассматриваемой теме исследования, описывающей автоматические установки оповещения и пожаротушения, рассмотрим крупный производственный объект ООО «Аком Индастриал».

Здания объекта расположены в промышленно-коммунальной зоне Автозаводского района по адресу ул. Коммунальная, 16. Соседними объектами являются ЗАО «ВИС-Сервис», ЗАО ЗЖБК и ОАО «Лада Спецоборудование». Площадь территории составляет 12,59 Га.

По своему назначению, предприятие является производственным объектом, предназначенным для производства и реализации металлопроката.

Прием металла, отпуск готовой продукции и ряд других грузов предусматривается с железной дороги. Прием материалов, отпуск готовой продукции предусмотрены с автотранспорта. С западной стороны расположены: цех по переработке металлопроката (участок продольной резки металла со складом готовой продукции), склад металла № 5.

С северной стороны открытая площадка для погрузки/разгрузки металла и хранения труб и рядового проката. С восточной стороны расположены: участки цеха по переработке металлопроката (поперечная резка металла и изготовление сетки-рабицы); помещения отдела главного механика и энергетика; ряд вспомогательных и складских помещений.

Корпус представляет собой 4-х этажное здание II степени огнестойкости, с размерами в плане 54,80 м × 16,05 м и с площадью помещений с 1 по 4 этажи 3748,2 м² (внутренний обмер), площадь л/клеток 141,9 м², с сеткой колонн 6 м × 6 м и высотой этажей 3,25 м (без бомбоубежища), общая площадь застроенного участка 1869,8 м².

Прием металла, отпуск готовой продукции и ряд других грузов предусматривается с железной дороги. Прием материалов, отпуск готовой продукции предусмотрены с автотранспорта. С западной стороны расположены: цех по переработке металлопроката (участок продольной резки металла со складом готовой продукции), склад металла № 5.

«Наружные и внутренние стены здания – кирпичные, перекрытия – железобетонные. Здание отвечает требованиям II степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85*. В здании размещается другое технологическое оборудование. Категория пожарной опасности здания - В.

Объемно-планировочные и конструктивные решения, отраженные в проекте, отвечают требованиям СНиП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы» и СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания» [6].

Здание оборудовано первичными средствами пожаротушения. Расстояние до ближайшей пожарной части в пределах 2 километров.

«Функциональная пожарная опасность строительного объекта оценивалась вероятностью возникновения пожара и величиной пожарной нагрузки. Вероятность возникновения пожара принята $3,1 \times 10^{-6}$. На основе данных обследования составлена сводная таблица с указанием величины функциональной пожарной нагрузки в основных помещениях» [6].

Для расчета показателей экономической эффективности предлагаемых мероприятий необходимо предварительно составить план финансового обеспечения и смету. Образцы представлены в таблице 4 и 5.

Таблица 4 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Система пожаротушения основана на модулях порошкового пожаротушения типа МПП (Н)-100-КД2-ГЭ-УХЛ	План мероприятий по улучшению условий труда на 2023-2024г.	667 000	4 кв. 2023.	Главный инженер

Таблица 5 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	МПП (Н)-100-КД2	МПП (Н)- ГЭ-УХЛ	ИТОГО
Стоимость оборудования, руб.	153000	265000	418000
Стоимость проектирования, руб.	54000	80000	134000
Стоимость монтажных работ, руб.	26000	39000	65000
Итоговая стоимость оснащения, руб.	233000	384000	617000

«Для оценки возможных потерь прогнозировались условия протекания пожара при различных его сценариях:

- существующее состояние объекта при отсутствии системы пожаротушения;
- на объекте выполнена реконструкция, здание оборудовано автоматическими установками пожаротушения» [6].

«Определяем составляющие математического ожидания годовых потерь от пожаров при возникновении пожаров в наиболее пожароопасных помещениях.

При прибытии подразделений пожарной охраны при отсутствии автоматической пожарной сигнализации за время до 30 мин принимаем условие, что развитие пожара происходит по помещению складирования в пределах размещения пожарной нагрузки. Площадь пожара в этом случае определяется линейной скоростью распространения горения и временем до начала тушения» [6]:

$$F_{\text{пoж.}} = n \times (v_{\text{лин}} \times B_{\text{св.г.}}), \quad (1)$$

где v – скорость распространения горения;

$B_{\text{св.г.}}$ – время свободного развития горения.

$$F_{\text{пoж.}} = 3,14 \times (0,5 \times 30) = 707 \text{ м}^2$$

«Исходя из экспертной оценки, учитывая однородность вида горючих веществ и материалов, наихудшим вариантом развития пожара принимается пожар в одном из помещений, в котором содержится наибольшее количество пожарной нагрузки - 1800 МДж/м²» [6].

Далее проведем расчёт показателя ожидаемых потерь от пожаров:

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

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [6]:

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

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

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [6].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \times \\ \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (4)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_K – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

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

[6].

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

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

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - \\ - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (6)$$

Расчет первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 3,1 \times 10^{-6} \times 707 \times 50000 \times 10 \times (1+1,63) \times 0,79 = 1256 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 3,1 \times 10^{-6} \times 707 \times (50000 \times 452 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,95 = \\ = 325622 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 3,1 \times 10^{-6} \times 707 \times (50000 \times 6500 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79-(1-0,79) \times 0,95] = \\ = 1256363 \text{ руб./год.}$$

Расчет второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 3,1 \times 10^{-6} \times 707 \times 50000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 1236 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 3,1 \times 10^{-5} \times 707 \times 50000 \times 2 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 2156 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 3,1 \times 10^{-6} \times 707 \times (30000 \times 452 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79-(1-0,79) \times 0,86] \times \\ \times 0,95 = 123632 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_4) = 3,1 \times 10^{-6} \times 707 \times (50000 \times 6500 + 30000) \times (1+1,63) \times \{1-0,79-(1- \\ 0,79) \times 0,86 - [1-0,79-(1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 125632 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

– если отсутствует система пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 1256 + 325622 + 1256363 = 1583241 \text{ руб./год};$$

– если смонтирована система пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 1236 + 2156 + 12632 + 665236,2 + 125632 = 681230 \text{ руб./год.}$$

Таким образом, если отсутствует система пожаротушения потери в два раза больше, чем при ее наличии.

Экономический эффект измеряется разностью между денежным доходом от реализации мероприятия (предотвращенный ущербом) и денежными расходами на осуществление мероприятия:

$$\mathcal{E}_r = 3600000 - 617000 = 2983000, \quad (7)$$

где \mathcal{E}_r – годовой экономический эффект, руб.;

П – величина полученного дохода (прибыли) от реализации мероприятия, руб.;

З – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

Эффективность, стоит реализовывать мероприятие или нет, повлияет ли оно позитивно на обеспечение безопасности в организации:

$$\mathcal{E} = \frac{\text{П}}{\text{З}} \quad (8)$$

$$\mathcal{E} = \frac{3600000}{617000} = 5,83$$

где Э – экономическая эффективность мероприятия.

Показатели, используемые для расчетов, оформлены в виде таблицы 6 с исходными данными:

Таблица 6 – Исходные данные для расчета эффективности

Наименование показателя	Условные обозначения	Единицы измерения	Данные	
			Базовый вариант	Проектный вариант
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	235	250
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Чнс	чел.	5	0
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн	38	0
Ставка рабочего	Т _{чс}	руб/час	360	400
Коэффициент доплат	k _{допл.}	%	1,2	1,2
Продолжительность рабочей смены	T	час	12	12
Количество рабочих смен	S	шт	14	14
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ	-	3,5	1,5
Единовременные затраты	Зед	руб.	250000	200000

Чистый экономический эффект:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \Delta_t - Z_t, \quad (9)$$

$$\text{ЧЭЭ} = 2000000 - 617000 = 1383000,$$

где Δ_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

Z_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД (другие названия - ЧДД, интегральный эффект, Net Present Value, NPV), это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\Delta_t - Z_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (10)$$

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (2000000 - 617000 + 25000) \frac{1}{(1 + 1,12)^t} = 457640$$

где Δ_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

Z_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

A_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. При отрицательном значении ЧДД проект неэффективен.

Срок окупаемости:

$$T_{ок} = T - \frac{ЧДД_T}{ЧДД_{T+1} - ЧДД_T}, \quad (11)$$

$$T_{ок} = 1 - \frac{457640}{567000 - 457640} = 2,5,$$

где T – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

$ЧДД_T$ – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени T ;

$ЧДД_{T+1}$ – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

Расчет ЧЭЭ, ЧДД и срок окупаемости мероприятия представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	3500000	3000000	2500000	2000000	1500000
Ежегодные затраты	617000	120000	120000	120000	120000
Амортизация	0,98	0,95	0,85	0,75	0,65
Эффект	1,8	1,6	1,5	1,2	1,1
ЧЭЭ	1383000	1396000	1412000	1432000	1450000
Коэффициент дисконтирования	1,89	1,78	1,68	1,54	1,47
ЧДД с нарастающим итогом	457640	483526	490250	512000	541230
Ток	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95
Дисконтированные капитальные вложения	147 214,2	112 512,3	102 256,3	98 541,2	93 142,2
Дисконтированный доход	3250000	2200000	1560000	950000	830000
Индекс доходности	5,63				

Индекс доходности ИД, или индекс рентабельности капвложений, рассчитывается как:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (Э_t + A_t)(1+E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{t-1}}, \quad (12)$$

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (2000000 + 250000)(1 + 1,12)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t (1 + 1,12)^{t-1}} = 5,64$$

Таким образом, $\text{ИД} > 1$, то программа мероприятий в пределах горизонта планирования окупается, и соответственно, проект принимается.

Выводы по разделу 3

Ввиду капитального ремонта и реновации объекта (проектирование установок фракционирующих), добавим некоторые задачи к выполняемым для АПС:

- круглосуточный контроль состояния шлейфов пожарной сигнализации;
- обнаружение возгорания и задымления в помещениях;
- ведение протокола событий с возможностью распечатки [29].

В производственном помещении проектирования установок фракционирующих предусмотреть следующие сигналы:

- об отсутствии открытия задвижек в режиме команды на их открытие;
- об исчезновении напряжения на вводах электроснабжения установки;
- об аварийном уровне в резервуарах запаса воды;
- об исчезновении напряжения на вводах электроснабжения установки;
- о падении уровня в напорном водоводе.

По результатам расчетов сделаны выводы об эффективности:

- рассчитанный показатель ЧДД (457640) показывает высокую эффективность;
- расширенный диапазон классов пожара: А и В и высокая эффективность (по сравнению с водяными установками);
- расход воды на пожаротушение пенными установками сниженный;
- возможность объемного или поверхностного применения пены при локализации очагов возгорания [23].

Заключение

В ходе проделанной работы были изложены литературный обзор по теме магистерской диссертации, структура и ее содержание.

Был проведен анализ необходимости применения систем оповещения и пожаротушения, описано применение автоматических установок оповещения и пожаротушения и разработано техническое решение по совершенствованию системы оповещения и пожаротушения.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности условно можно разделить на три основные группы:

- мероприятия по установлению противопожарного режима;
- мероприятия по определению и поддержанию надлежащего противопожарного состояния в здании, сооружениях, помещениях;
- мероприятия по контролю и надзору за выполнением правил пожарной безопасности при эксплуатации, ремонте, обслуживании здания, сооружений, помещений, коммунальных сетей, оборудования, инвентаря.

Системы раннего обнаружения и автоматические системы пожаротушения используются для минимизации последствий пожара, кроме того, можно ликвидировать его на начальной стадии.

Системы противопожарной защиты (АПС, АУПТ) регламентируются в законодательстве РФ как первоочередные мероприятия по защите людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничению его последствий [3].

Проанализированы современные средства АПС, АУПТ компании Schrack Seconet (Австрия), определены их основные преимущества.

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих пожарную безопасность объекта, является установка противопожарной автоматики — спринклерных и дренчерных установок. Проанализированы их достоинства и рамки применения.

Анализ необходимости применения АПС, АУПТ показал, что:

- системы пожарной сигнализации обычно устанавливаются в зданиях для защиты жизни и имущества;
- наиболее подходящая система будет зависеть от типа здания, безопасного выхода в случае чрезвычайной ситуации и типа помещения;
- также подходящая система будет зависеть от того, какие другие системы защиты имеются, особенно если был использован подход к проектированию с учетом противопожарной безопасности;
- одним из основных принципов защиты при пожаре является его раннее обнаружение;
- системы пожарной сигнализации – технические средства обнаружения пожара и передачи соответствующего сигнала в системы оповещения и пожаротушения;
- своевременное обнаружение, локализация и ликвидация пожара могут спасти жизни людей и свести к минимуму ущерб, связанный с выводом из эксплуатации дорогостоящего оборудования;
- существует несколько типов пожарной сигнализации, различающихся по принципу действия;
- существует несколько типов пожарной сигнализации, различающихся по принципу действия;
- пороговая пожарная сигнализация - система тревожных извещателей с фиксированным порогом чувствительности;
- адресуемая пожарная сигнализация - также состоит из целого ряда устройств, но когда конкретный детектор посылает сигнал тревоги в контур сигнализации, срабатывает протокол обмена, который позволяет определить, какой датчик сработал, и

предоставить более точную информацию о территории и типе возникшей опасности;

- аналогово-адресуемые системы пожарной сигнализации – работают по принципу сбора информации с «интеллектуальных» детекторов;
- датчики в такой системе производят непрерывные измерения температуры, задымленности и передают информацию на станцию пожарной сигнализации, которая анализирует характер изменения этих параметров и, при необходимости, генерирует адресную тревогу;
- его отличительной особенностью является возможность устанавливать и изменять порог чувствительности детекторов, индивидуально настраивать и перенастраивать устройства для адаптации к условиям на объекте;
- в дополнение к пожарной сигнализации были включены аспирационные системы для раннего обнаружения пожара;
- системы аспирационного обнаружения дыма позволяют обнаружить пожар за минимальное время и принять все необходимые меры для локализации источника возгорания, это значительно снижает уровень угрозы для сотрудников, а также сводит к минимуму материальный ущерб от пожара;
- использование аспирационных систем для раннего обнаружения пожара предпочтительно на ряде объектов, где важно выиграть время и/или минимизировать потери от простоев и повреждений оборудования.

Выделен обзор существующих систем мониторинга пожаров и пожаротушения. Также в нем кратко рассказывается о разработке автоматического оповещения о пожаре на основе датчиков и системы

пожаротушения, основанной на искусственном интеллекте и машинном обучении.

Показан обзор существующих автоматических установок оповещения и пожаротушения, выделены рамки применения, достоинства и недостатки.

Проанализирована система оповещения и пожаротушения предприятия - крупного производственного объекта ООО «Аком Индастриал», расположенного по адресу ул. Коммунальная, 16. Площадь территории составляет 12,59 Га. По своему назначению, предприятие является производственным объектом, предназначенным для производства и реализации металлопроката.

Объект оборудован автоматической пожарной сигнализацией, голосовой системой оповещения и автоматической системой пожаротушения. В системе предусмотрена возможность подключения блока центрального запуска системы оповещения. Для этого системой радиофикации предусматривается прокладка трансляционного провода в помещение охраны к стойке СОУЭ. Обратная связь зон оповещения с помещением поста пожарной охраны (местом расположения центрального оборудования) для 4-ого типа оповещения осуществляется посредством интерфонной связи.

Блок селектора предназначен для обеспечения двухсторонней речевой связи между постом-диспетчерской и зонами пожарного оповещения.

Для тушения пожара предусмотрена система тушения, состоящая из насосной станции пожаротушения, кольцевой сети пожарного водопровода и резервуаров запаса противопожарной воды.

Производительность системы пожаротушения 40л/с (144м³/час). В насосной пожаротушения установлены насосы Нп-1, Нп-2 марки 1Д200-90а (1 рабочий, 1 резервный).

Ввиду капитального ремонта и реновации объекта (проектирование установок фракционирующих), добавим некоторые задачи к выполняемым для АПС:

- круглосуточный контроль состояния шлейфов пожарной сигнализации;
- обнаружение возгорания и задымления в помещениях;
- ведение протокола событий с возможностью распечатки;
- передачу извещения о пожаре на пожарный пост;
- передачу сигналов в автоматизированную систему диспетчеризации и управления;
- передачу сигналов на разблокировку дверей на путях эвакуации;
- передачу сигналов на включение системы оповещения;
- светодиодную индикацию («тревога», «неисправность»).

В производственном помещении проектирования установок фракционирующих предусмотреть следующие сигналы:

- об отсутствии открытия задвижек в режиме подачи команды на их открытие;
- об исчезновении напряжения на вводах электроснабжения установки;
- об аварийном уровне в резервуарах запаса воды;
- об исчезновении напряжения на вводах электроснабжения установки;
- о падении уровня в напорном водоводе.

По результатам расчетов сделаны выводы об эффективности:

- рассчитанный показатель ЧДД (457640) показывает высокую эффективность;
- расширенный диапазон классов пожара: А и В и высокая эффективность (по сравнению с водяными установками);
- расход воды на пожаротушение пенными установками сниженный;
- возможность объемного или поверхностного применения пены при локализации очагов возгорания.

Список используемых источников

1. Автоматические установки обнаружения и тушения пожаров [Электронный ресурс] — URL: <https://helyxmsk.ru/instruktsii/avtomaticheskie-ustanovki-obnaruzheniya-i-tusheniya-pozharov.html> (дата обращения: 24.03.2023).
2. Баратов А.Н. Горение. Пожар -Взрыв-Безопасность. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России. 2004. 188 с.
3. Боровик С.И. Пожарная безопасность: учебное пособие /— Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. 160 с.
4. Виды и классификация установок пожаротушения. [Электронный ресурс] — URL: https://flamax.shop/news/na_chno_obratit_vnimanie_pri_vybore_aupt_vidy_i_klasifikatsiya_ustanovok_pozharotusheniya/ (дата обращения: 02.04.2022).
5. Кашапова, Л. М. Современные автоматические системы противопожарной защиты / Л. М. Кашапова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 48 (338). — С. 607-610. — URL: <https://moluch.ru/archive/338/75840/> (дата обращения: 17.03.2023).
6. МДС 21-3.2001 (Пособие к СНиПу 21-01-97*) Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений ОАО “ЦНИИПРОМЗДАНИЙ”. [Электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/pLVqP> (дата обращения: 02.05.2023).
7. О защите населения и территории от ЧС [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 11.11.1994 № 68-ФЗ (ред. от 08.12.2020)URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 02.04.2022).
8. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019)URL: <https://63.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya->

zashchita/6-operativnoe-planirovanie/1-normativnye-pravovye-akty/6-federalnyy-zakon-n-69-fz-o-pozharnoy-bezopasnosti (дата обращения: 02.09.2022).

9. О порядке получения, использования и предоставления геопространственной информации (с изменениями и дополнениями) (утратило силу) [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019) URL: <https://63.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya-zashchita/6-operativnoe-planirovanie/1-normativnye-pravovye-akty/6-federalnyy-zakon-n-69-fz-o-pozharnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 02.09.2022).

10. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 23.03.2022).

11. Об утверждении положения о пожарно-спасательных гарнизонах [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-25.10.2017-N-467/> (дата обращения: 23.04.2022).

12. Об утверждении порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 05.05.2008 № 240. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-05.05.2008-N-240/> (дата обращения: 02.04.2022).

13. Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608501243> (дата обращения: 23.02.2023).

14. Оборудование. 12 лучших производителей систем пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: Источник: <https://expertology.ru/12-luchshikh-proizvoditeley-sistem-pozharotusheniya/> (дата обращения: 23.03.2021).

15. Основы действий подразделений федеральной противопожарной службы по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ от 26.05.2010 № 43-2007-18 URL: <https://rulaws.ru/acts/Methodicheskie-rekomendatsii-po-deystviyam-podrazdeleniy-federalnoy-protivopozharnoy-sluzhby-pri-tushenii/> (дата обращения: 02.04.2022).

16. Пат. 97642 Российская Федерация, МПК А62С 35/02 (2006.01). Устройство для тушения пожара / Димов В. А. и др.; заявитель и патентообладатель Димов В. А. и др. – № 2010101147/22; заявл. 11.01.2010; опубл. 20.09.2010 – 6 с. [Электронный ресурс] — URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU97642U1_20100920 (дата обращения: 06.03.2022).

17. Пат. 2 682 505 Спринклерный ороситель и модульная установка пожаротушения, содержащая такой спринклерный ороситель [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2659996C2_20180704 (дата обращения: 12.03.2022).

18. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров [Электронный ресурс] : Рекомендации МЧС России от 27.08.2007 URL: <https://rulaws.ru/acts/Poryadok-primeneniya-penoobrazovateley-dlya-tusheniya-pozharov.-Rekomendatsii/> (дата обращения: 02.04.2022).

19. Проблемы эффективного тушения пожаров вертикальных стальных резервуаров в слой горючего [Электронный ресурс] : Корольченко В.В., Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС

России, г. Екатеринбург - 2006 URL:
<https://www.himstalcon.ru/articles/problemyi-effektivnogo-tusheniya-pozharov-vertikalnyih-stalnyih-rezervuarov-v-sloy-goryuchego> (дата обращения: 02.04.2022).

20. Разработка способов пожаротушения резервуаров [Электронный ресурс] : Писаная Е.А., Студенческий научный форум - 2018 URL:
<https://scienceforum.ru/2018/article/2018003807/> (дата обращения: 02.04.2022).

21. Системы оповещения и управления эвакуацией: СОУЭ 1, 2, 3, 4, 5 типа. [Электронный ресурс] : 2022 - URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/sistemyi-opoveshheniya-i-upravleniya-evakuatsiey-soue-1-2-3-4-5-tipa/> (дата обращения: 02.04.2022).

22. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности : Свод правил СП 8.13130.2020. Введ. 2020–03–30. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2020. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2022 - URL:
<https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/5035> (дата обращения: 29.03.2022).

23. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям : Свод правил СП 4.13130.2013 Введ. 2013–06–24. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2013. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2022 - URL
<https://beta.docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 29.03.2022).

24. Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические нормы и правила проектирования. Свод правил СП 5.13130.2009. Введ. 2209-05-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2011. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2022 - URL <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/676> (дата обращения: 29.03.2022).

25. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования СП 484.1311500.2020. Введ. 2021-03-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2021. – 27 с. [Электронный ресурс] : 2022 - URL https://ogneborec.su/files/uploads/files/SP_484_1311500_2020.pdf (дата обращения: 29.03.2022).

26. Средства пожаротушения: чем и как тушат пожары [Электронный ресурс]. URL: <https://zarya.one/blog/sredstva-pozharotusheniya/> (дата обращения: 15.03.2022).

27. Холщевников В.В. [и др.]. Пожарная безопасность: учеб. пособие /– М.: Академия ГПС МЧС России, 2019 М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 85 с.

28. Fire alarm system design with Safety Systems Designer. – URL: <https://www.boschsecurity.com/xc/en/solutions/fire-alarm-systems/fire-alarm-system-design/> (дата обращения: 20.01.2022).

29. Fire Protection Technology. – URL: <https://www.usfa.fema.gov/prevention/technology/> (дата обращения: 20.01.2022).

30. Public Fire Information Websites. – URL: <https://www.fs.usda.gov/science-technology/fire/information> (дата обращения: 20.01.2022).

31. Sutfert H.K. Industrial accident risks // Journal of the Institute of Production. – 2022 – № 11. – P. 45–52.

32. Fire technology news & articles. – URL: <https://www.firerescue1.com/fire-products/technology/articles/> (дата обращения: 20.01.2022).