

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Автоматические системы пожаротушения

Обучающийся

И.А. Спиридонова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.Н. Москалюк

(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 2024

Аннотация

Тема работы: «Автоматические системы пожаротушения».

В разделе «Исследование актуального уровня развития техники в области автоматического пожаротушения» представлены лучшие технические решения в области автоматического пожаротушения и проведена оценка их эффективности.

В разделе «Анализ работы автоматической системы пожаротушения на избранном объекте» представлена статистика по некорректным срабатываниям пожарных систем и недостатки алгоритмов и компонентов действующей системы пожаротушения.

В разделе «Предложения по совершенствованию работы автоматической системы пожаротушения» предлагаются мероприятия по оптимизации алгоритма работы автоматической системы пожаротушения за счёт применения перспективных управляющих и исполнительных устройств.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объем работы составляет 56 страниц, 14 таблиц, 7 рисунков и 20 источников.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| Термины и определения | 5 |
| Перечень сокращений и обозначений | 7 |
| 1 Исследование актуального уровня развития техники в области автоматического пожаротушения..... | 8 |
| 2 Анализ работы автоматической системы пожаротушения на избранном объекте..... | 15 |
| 3 Предложения по совершенствованию работы автоматической системы пожаротушения..... | 18 |
| 4 Охрана труда | 28 |
| 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность | 35 |
| 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности | 43 |
| Заключение | 50 |
| Список используемых источников | 53 |

Введение

Пожар является серьезной проблемой для современного общества и ежегодно приводит к крупным потерям как в виде погибших при пожарах и раненых, так и в виде утраченных ценностей.

В стремлении создать здания с нулевым уровнем выбросов и энергоэффективные здания внедряются новые технологии. Продолжается стремительное развитие, например, в области солнечных элементов, аккумуляторов и других систем накопления энергии, строительных материалов и строительных решений. Кроме того, новые технологии делают здания «умными» по-разному. Важно, чтобы такие инновационные решения не приводили к увеличению риска возникновения пожара, скорее, они должны приводить к повышению пожарной безопасности.

Цель исследования – предложить к внедрению автоматические системы пожаротушения по обеспечению пожарной безопасности здания.

Задачи:

- представить лучшие технические решения в области автоматического пожаротушения;
- провести оценку эффективности автоматического пожаротушения;
- представить статистика по некорректным срабатываниям пожарных систем;
- идентифицировать недостатки алгоритмов и компонентов действующей системы пожаротушения;
- предложить мероприятия по оптимизации алгоритма работы автоматической системы пожаротушения за счёт применение перспективных управляющих и исполнительных устройств;
- сравнить данные по эффективности системы до и после внедрения предлагаемых улучшений;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Класс конструктивной пожарной опасности – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара» [18].

Класс функциональной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая назначением и особенностями эксплуатации указанных зданий, сооружений и пожарных отсеков, в том числе особенностями осуществления в указанных зданиях, сооружениях и пожарных отсеках технологических процессов производства» [18].

Меры пожарной безопасности – «действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности» [18].

Объект защиты – продукция, в том числе имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях населенных пунктов, а также здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которой установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре» [18].

Охрана труда – «вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [19].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [8].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [19].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [18].

Пожарная опасность веществ и материалов – «состояние веществ и материалов, характеризующее возможность возникновения горения или взрыва веществ и материалов» [18].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [18].

Степень огнестойкости зданий, сооружений – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений и отсеков» [18].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ЗВ – загрязняющее вещество.

ОРО – объект размещения отходов.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

ТД – торговый дом.

ТКО – твёрдые коммунальные отходы.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

НFC – гидрофторуглерод.

1 Исследование актуального уровня развития техники в области автоматического пожаротушения

Объект исследования – системы автоматического пожаротушения на объектах торговли.

Системы водяного пожаротушения предназначены для защиты помещений или оборудования. В случае защиты помещений вода для пожаротушения равномерно распределяется по всей зоне пожарной опасности. Поэтому сопла пожаротушения расположены на равном расстоянии друг от друга на уровне потолка. В случае защиты оборудования, особенно подверженные пожарной опасности, снабжаются водяными завесами для защиты или охлаждения. Таким образом, оросители расположены таким образом, чтобы быть специально направленными на объект. Для высоких объектов оросители устанавливаются на нескольких уровнях. В случае пожара охлаждающий и отражающий лучистое тепло эффект системы водяного пожаротушения также обеспечивает превосходную защиту персонала.

Распределение огнетушащей воды определяется количеством, размером и характеристиками распыления оросителей и подбирается с учетом объектов и зон, подлежащих защите.

Спринклерные системы – это самодействующие системы пожаротушения, имеющие простой и безопасный принцип функционирования. Сеть трубопроводов и спринклерных головок установлена во всех помещениях здания, требующих защиты, и постоянно находится под давлением. В нормальных условиях спринклерная головка закрыта колбой, заполненной жидкостью. Если из-за последствий пожара температура окружающей среды в непосредственной близости повышается примерно на 30 °С выше максимальной температуры, ожидаемой при нормальных условиях, стеклянная колба лопается. Затем вода для тушения под давлением поступает по трубопроводу в головку оросителя, и образующаяся струя воды попадает

на распылительную пластину, которая направляет струю на покрываемые участки. В то же время поток воды в трубопроводной сети отключает системы сигнализации (рисунок 1).



Рисунок 1 – Спринклерный ороситель

Когда пожар потушен, необходимо заменить сработавший ороситель, и система снова готова к работе.

Когда воспламеняются легковоспламеняющиеся жидкости или пластмассы, огонь распространяется очень быстро и выделяются токсичные горючие газы. Это приводит к многомиллионному ущербу, а также к загрязнению окружающей среды. Системы пенного пожаротушения являются наиболее эффективной противопожарной защитой для этой опасной зоны.

Пена для тушения представляет собой высокоэффективную смесь воды, пенообразователя и воздуха. Стабильный процент пенообразователя добавляется к потоку воды с помощью устройств для смешивания. Полученная смесь вспенивается воздухом в последующих пеногенераторах. Степень вспенивания зависит от мощности используемого пеногенератора (рисунок 2), пенообразователя и количества примесей пенообразователя. При недостаточном поступлении воздуха образуется влажная густая пена для тушения (пена низкой кратности). При увеличении процентного содержания воздуха пена становится суше и, следовательно, легче (пена средней и высокой

кратности).



Рисунок 2 – Система пенного тушения

Воздушная пена обладает различными огнетушащими эффектами: охлаждающим, разделяющим, покрывающим, сдерживающим и вытесняющим – каждый из них по отдельности или вместе с другими обеспечивает быстрое тушение.

Системы порошкового пожаротушения представляют собой стационарно установленные системы пожаротушения (рисунок 3). Огнетушащие порошки являются высокоэффективными и быстродействующими огнетушащими веществами. Внезапный трехмерный эффект тушения облаков порошка обусловлен эффектом удушья и антикаталитическим эффектом, химическим вмешательством в процесс горения. Огнетушащие порошки состоят в основном из нетоксичных неорганических солей, которые смешиваются с пропитывающими и заливочными веществами. Огнетушащие порошки используются при пожарах с участием твердых, жидких и газообразных материалов, а также при пожарах

металлов.



Рисунок 3 – Система порошкового тушения

Если несколько помещений и объектов должны быть защищены системами порошкового пожаротушения, рекомендуется использовать одну центральную подачу порошка из специальных стальных резервуаров для всех защищаемых зон. В одном таком резервуаре можно хранить до 4000 кг порошка.

Маломасштабные системы пожаротушения рекомендуются для объектов, требующих ограниченной защиты. Такие системы порошкового пожаротушения были стандартизированы по конструкции и размерам для ряда объектов, что сводит к минимуму затраты. Предпочтительными областями применения являются вытяжные колпаки, вытяжные воздуховоды, лабораторные экспериментальные помещения.

Среди различных систем пожаротушения инертным газом по всему миру наиболее часто используются системы пожаротушения CO_2 . Углекислый газ особенно подходит для пожаров классов пожарной опасности В (жидкости) и С (газы). В дополнение к вытеснению кислорода, CO_2 также обладает

способностью выделять холод. Большим преимуществом огнетушащего вещества является то, что помещение, которое «инертизировано» в случае пожара, требует тщательной вентиляции только после успешного тушения, аналогично другим системам с использованием инертного газа. В отличие от большинства порошковых и огнетушащих веществ на водной основе, CO_2 не обладает электропроводностью. Вот почему он обычно используется для защиты электрических систем. Огнетушащее вещество хранится в сжиженном состоянии под давлением в стальных баллонах высокого давления. В жидкой форме может храниться значительно большее количество огнетушащего вещества, которое может храниться более эффективным в пространственном отношении способом.

Механизм пожаротушения системы газового пожаротушения заключается в подаче инертного вещества в помещение для снижения концентрации кислорода ниже определенного порогового уровня, требуемого для горючего материала (рисунок 4).

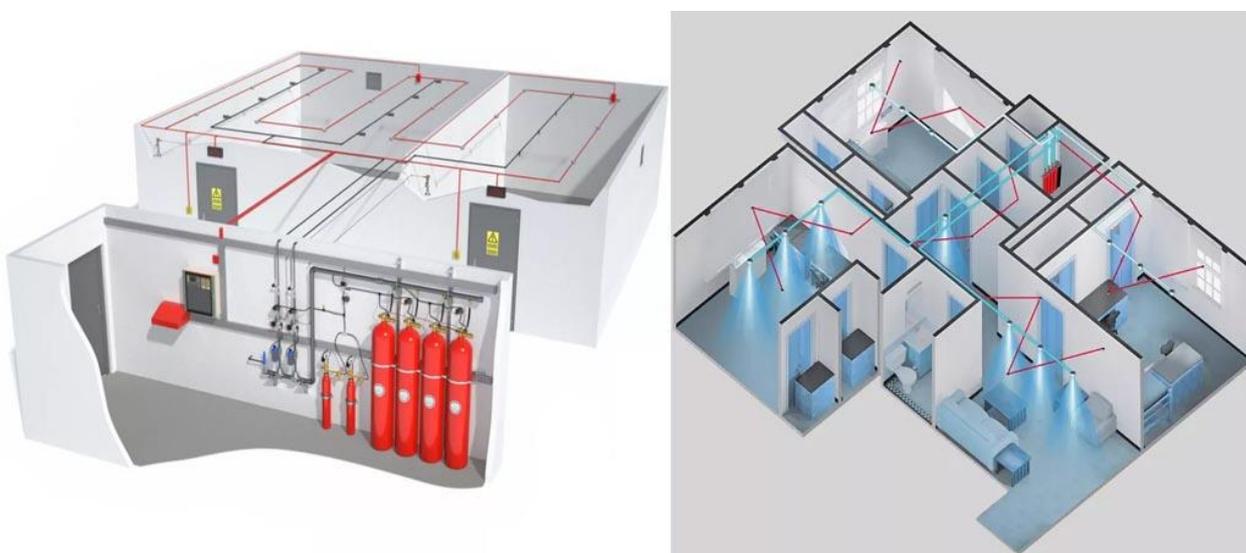


Рисунок 4 – Система газового тушения

Принцип постоянной инертности заключается в постоянном снижении концентрации кислорода в воздухе, чтобы в первую очередь не вспыхнул

пожар. Противопожарная система газового тушения обеспечивает оптимальную противопожарную защиту, когда защищаемые помещения не часто посещаемы людьми и имеют относительно высокую плотность электрооборудования, климата или технологии безопасности. В таких помещениях наилучшей возможной противопожарной защитой является система: активное предотвращение пожара. Благодаря регулируемой подаче азота противопожарная система Permatest поддерживает содержание кислорода в защищаемом воздухе на пониженном уровне. Азот вытесняет расчетную долю кислорода, в результате чего создается огнестойкая атмосфера.

Азот для восстановления содержания кислорода экономично вырабатывается генератором азота непосредственно в противопожарной системе Permatest. Блок мониторинга и управления противопожарной системы Permatest постоянно контролирует содержание кислорода в воздухе.

Хотя в случае пожара люди должны эвакуироваться, некоторые могут оказаться не в состоянии этого сделать. Снижение уровня кислорода повышает опасения за здоровье находящихся в помещении людей. Следовательно, необходимое количество инертного вещества должно быть тщательно рассчитано на случай пожара в закрытом помещении.

Количество агента определяется временем выгрузки и расходом агента. С учетом утечки смеси воздуха и инертного вещества в помещении разработан подход для оценки расхода инертного вещества, необходимого для тушения пожаров за определенное время разряда.

Чистые и безопасные инертные вещества могут тушить пожары, снижая нормальную 21% концентрацию кислорода до уровня не более 10-14% [1]. Выпуск инертного вещества в камеру с небольшим вентиляционным отверстием может снизить концентрацию кислорода. Тем временем смесь агента и воздуха выходит через вентиляционное отверстие. Таким образом, уровень кислорода в основном определяется количеством добавленного инертного агента и количеством смеси, вытекающей из камеры.

В данном исследовании не учитывается кислород, потребляемый при горении, поскольку система пожаротушения тушит пожар на начальной стадии в течение короткого периода времени.

Вывод по разделу.

В разделе представлены лучшие технические решения в области автоматического пожаротушения и проведена оценка их эффективности.

При поиске наилучших решений для стационарных систем пожаротушения наиболее важными факторами являются их эффективность пожаротушения и цена. Если необходимо должным образом защитить объект или помещение, вам часто приходится платить большие затраты на установку и огнетушащий агент. Гибридная система пожаротушения, использующая водяной туман и азот, представленная на рынке, является новинкой среди систем противопожарной защиты.

В разделе определено, что противопожарная система газового тушения обеспечивает оптимальную противопожарную защиту, когда защищаемые помещения не часто посещаемы людьми и имеют относительно высокую плотность электрооборудования, климата или технологии безопасности. В таких помещениях наилучшей возможной противопожарной защитой является система: активное предотвращение пожара.

2 Анализ работы автоматической системы пожаротушения на избранном объекте

Торговый дом «Респект» предназначен для обслуживания населения в сфере торговли продуктами питания и хозяйственными товарами.

Объект расположен по адресу: п.г.т. Пелым, ул. Вокзальная, 11а, до ближайшего подразделения Государственное казенное пожарно-техническое учреждение свердловской области «Отряд противопожарной службы свердловской области № 5» 20 километров 800 метров. Торговый дом занимает площадь 1121,4 м², высотой 6,4 метров. Торговый дом пристроен с южной стороны к жилым домам №1 и №3. Торговый дом представляет собой одноэтажное здание с подвальными помещениями, II степени огнестойкости.

Несущие стены выполнены из кирпича, толщиной 0,5 м, REI 120, отделка фасада выполнена фактурным акриловым покрытием «ЛАЭС» тип «классик корд» цвет бежевый и зеленый. Перекрытия железобетонные REI 60, перегородки кирпичные оштукатуренные толщиной 0,3 м, EI 45. Лестничные марши и площадки бетонные, заводского изготовления R 60. Кровля выполнена из рубероидного-битумного ковра по железобетонному перекрытию, с гравийной засыпкой 10 мм. Полы выложены керамической плиткой. Окна – двухстворчатые пластиковые стеклопакеты, входные двери двухстворчатые раздвижные с микропроцессорным управлением EI 15. Класс по функциональной пожарной опасности Ф3.1 – здания организации торговли, Ф5.2 – складские помещения.

На первом этаже расположен, торговый зал площадью 970 м², приёмочная, помещение кладовщиков, касса, торговый отдел, кабинет директора, охрана, колясочная, грузовые лифты и лестницы ведущие в подвал.

В подвальном этаже расположены технические помещения, склады, помещения подготовки товара к продаже, кладовые, комнаты персонала с душевой, гардеробные, санузлы.

Помещения ТД оборудованы пожарной сигнализацией, пульт приёмный

контрольный охранный пожарный «Сигнал-20», расположен у охраны. Дымовые пожарные извещатели ДИП-212 находятся в каждом помещении не менее двух штук, за исключением моечной, сан. узлов и душевых. Извещатели пожарные ручные ИПР-И находятся возле эвакуационных выходов.

При одновременном срабатывании двух ДИП 212 или одного ИПР-И автоматически включается оповещение и управления эвакуацией людей при пожаре 3-го типа.

Предел огнестойкости, строительной конструкции (минут) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Предел огнестойкости, строительной конструкции

| Конструктивные элементы | Предел огнестойкости, строительной конструкции (минут) |
|-------------------------|--|
| стены | REI 120 |
| перекрытия | REI 60 |
| перегородки | EI 45 |
| двери | EI 15 |
| лестницы | R 60 |

Основным горючими веществами могут явиться мебель, оргтехника, полиэтиленовые пакеты, плёнка, упаковочная бумага, коробки и пластиковые контейнеры. Горючая нагрузка этажей составляет примерно 30-80 кг/м².

Данные о системе противопожарной защиты объекта.

Помещения ТД оборудованы пожарной сигнализацией, пульт приёмный контрольный охранный пожарный «Сигнал-20», расположен у охраны. Дымовые пожарные извещатели ДИП-212 находятся в каждом помещении не менее двух штук, за исключением моечной, сан. узлов и душевых. Извещатели пожарные ручные ИПР-И находятся возле эвакуационных выходов.

При одновременном срабатывании двух ДИП 212 или одного ИПР-И автоматически включается оповещение и управления эвакуацией людей при пожаре 3-го типа. В качестве системы оповещения при пожаре применены речевые оповещатели «Орфей», световые указатели «Выход» типа «Блик-С».

В торговом доме системой водяного пожаротушения спринклерного

типа оборудовано все помещения за исключением моечной, санитарных узлов и душевых.

В торговом доме «Респект» установок дымоудаления нет.

Некорректные срабатывания систем пожаротушения в помещениях торгового дома не зафиксированы.

Вывод по разделу.

В разделе представлена статистика по некорректным срабатываниям пожарных систем и недостатки алгоритмов и компонентов действующей системы пожаротушения.

Установлено, что некорректные срабатывания систем пожаротушения в помещениях торгового дома не зафиксированы.

Ложные срабатывания из-за отказов оборудования легко распознать только при полном отказе, однако, как правило, надежное промышленное оборудование для обнаружения пожара не выходит из строя, таким образом, и для определения причины отказа должен быть проведен тщательный анализ первопричин. Наиболее важными аспектами такой программы являются четкое определение проблемы (никаких предположений) и предотвращение случайного уничтожения доказательств. В любую следственную группу должны быть назначены квалифицированные технические специалисты, разбирающиеся в электронике.

3 Предложения по совершенствованию работы автоматической системы пожаротушения

Некоторые существующие системы пожаротушения работают за счет введения среды, влияющей на скорость пламени, например, за счет отвода тепла от пламени. Исследования с водяным мелкодисперстным потоком (или распылением), при котором используются большие объемы воды для обеспечения полного покрытия капель воды в объеме защищаемого помещения, показали, что поток сжатого газа перед срабатываем превращает эти капли в очень мелкодисперсный туман, способный отводить значительное количество тепла от распространяющегося пламени. Хотя исследования пожаротушения тонкораспыленной водой высокого давления ТРВ ВД продолжаются, известно, что существующие системы работают в ограниченном пространстве.

В другом исследовании изучаются альтернативные методы получения того же самого отводящего тепло водяного мелкодисперсного тумана и подачи его перед фронтом пламени через сеть независимых устройств подавления. В настоящее время инженеры участвуют в изучении эффективности водяного тумана для предотвращения взрывов газа. Мелкодисперсный водяной туман отличается от мелкодисперсного водяного тумана тем, что размеры капель воды находятся в диапазоне 40 микрон или меньше. В данном случае капли образуются охлаждающим паром, образующимся из воды, выпущенной из контейнера, в котором она поддерживается при температуре 160 °С под давлением 10 бар.

Мелкодисперсный водяной туман подходит для различных применений, будь то для защиты помещений или объектов. Технология пожаротушения обеспечивает чрезвычайно эффективное использование физических свойств воды. Вода для тушения подается через специальные форсунки или разбрызгиватели в виде водяного тумана, так что общая площадь поверхности воды для тушения многократно увеличивается за счет образования мелких

капель. Вода особенно эффективно отводит тепло от огня, поэтому основание костра и его окрестности немедленно эффективно охлаждаются.

Кроме того, при испарении воды для тушения пожара выделяется большое количество дополнительного скрытого тепла, и в то же время образующийся пар препятствует поступлению кислорода к очагу пожара: снижение концентрации кислорода в непосредственной близости от зоны пламени приводит к дополнительному эффекту тушения. Расположение форсунок и оптимальное образование капель означают, что очаг возгорания все равно достигается, даже при наличии препятствующих факторов, таких как тепловые потоки или движение воздуха.

Если условия таковы, что можно ожидать чрезвычайно быстрого распространения пожара, то данные системы пожаротушения микродисперсным водяным туманом могут обеспечить максимальную безопасность. Системы пожаротушения работают с открытыми форсунками огнетушителя, которые в случае пожара распределяют воду для пожаротушения по всей защищаемой территории, при этом необходимое количество огнетушащего вещества минимально. При тушении распылением увеличивается площадь поверхности воды для тушения, уносится тепло горения и, следовательно, охлаждается горючее вещество. В дополнение к этому охлаждающему эффекту существует эффект вытеснения окислителя, поскольку образующийся пар препятствует подаче кислорода к очагу возгорания.

В поиске оптимального решения для защиты высокотехнологичного оборудования в сложных условиях окружающей среды при одновременном снижении риска загрязнения и обеспечении безопасности людей в случае пожара является постоянной проблемой, особенно для администрации таких объектов, как торговые объекты с большим количеством товара с высокой стоимостью.

В последние годы технология водяного тумана высокого давления все больше привлекала внимание таких организаций. Это проверенная, надежная

и инновационная технология, используемая для защиты торгового оборудования, различного рода зданий и важных объектов инфраструктуры. AQUASYS, как производитель систем водяного тумана высокого давления, предлагает интеллектуальную систему и индивидуальные инженерные решения с применением технологии водяного тумана высокого давления для нужд пожаротушения.

Выдающийся эффект AQUASYS основан на воде, которая течет под высоким давлением через специально разработанные и изготовленные форсунки. Этот процесс создает чрезвычайно мелкодисперсный водяной туман, расширяющийся в трехмерном пространстве и заполняющий все помещения сооружения в течение нескольких секунд после активации.

Очень мелкий водяной туман с размером капель от 0,050 до 0,300 мм буквально разносится по помещению. Как только капли приближаются к огню, они испаряются благодаря высокой температуре зоны пожара, и их объем увеличивается в 1675 раз.

При таком испарении из источника возгорания извлекается энергия в размере 2,3 МДж на литр воды. В то же время кислород вытесняется большим объемом испаренного водяного тумана. Благодаря эффекту заполнения помещения и постоянной подаче микродисперстного тумана, с одной стороны, это приводит к мощному охлаждающему эффекту, а с другой стороны, к очень хорошей защите от теплового излучения и, следовательно, изоляции огня.

Сочетание разработки продукта, возможности проведения огневых испытаний и моделирования, проектирования под конкретные проекты позволяет AQUASYS предлагать инновационные концепции и решения по всему миру.

Меньшее количество воды, сочетание технологических преимуществ водяного тумана и использования высококачественной нержавеющей стали, особенно для труб и компонентов, контактирующих с водой, являются основными преимуществами системы. Коррозия не возникает, и это приводит

к тому, что противопожарные системы AQUASYS демонстрируют значительно меньший риск отказа при тушении.

Кроме того, использование высококачественной нержавеющей стали увеличивает срок службы системы и позволяет использовать деминерализованную воду.

Система AQUASYS с водяным туманом высокого давления обеспечивает более высокую эффективность, и в то же время более низкое потребление воды по сравнению с обычными спринклерными системами. Это приводит к более эффективной конструкции системы, меньшим требованиям к площади и снижению затрат за счет значительно меньших резервуаров для воды, клапанов, насосных агрегатов и уменьшения размеров трубопроводов с 42 мм до 12 мм.

Давление в системе около 140 бар обеспечивает большую гибкость при проектировании трубопроводной сети по сравнению с другими системами пожаротушения, работающими при более низком давлении. Это позволяет увеличить расстояние между трубами, увеличить количество изгибов и проложить гибкие маршруты трубопроводов, не беспокоясь о потере давления. В частности, если система должна быть расширена и в систему противопожарной защиты должны быть интегрированы новые области тушения, технология AQUASYS демонстрирует большую гибкость в достижении минимального требуемого давления в форсунках.

В зависимости от возможных источников энергии, условий окружающей среды или помещения доступны безмасляные и необслуживаемые насосы с блоком питания электродвигателя, опционально с дизельным или газовым блоком питания.

Индивидуальные инженерные системы – это индивидуально разработанные системы каждого производителя, которые также отличаются от широко используемых спринклерных или дренчерных систем. В то время как инженерные разработки ориентированы на конкретного клиента, функциональный дизайн системы, а также интерфейсы для активации и связи

с центральными системами пожарной сигнализации основаны на общих стандартах, которые сопоставимы и связаны с другими системами пожаротушения.

Предлагая функциональные решения, такие как поставка предварительно собранных сопловых линий, или особые требования для сложных условий эксплуатации (например, специальные опоры, особые требования к материалам высокого качества), система пожаротушения микродисперстным туманом может быть идеально интегрирована в существующие конструкции на объекте и сокращает время монтажа на месте.

Различные окружающие условия (высокие или низкие температуры, агрессивные среды), активная вентиляция, а также всевозможные препятствия также могут влиять на конструкцию системы. Это требует тщательной предварительной координации всех систем здания.

Nero Industry ARES – система пожаротушения оборудования.

Принцип действия системы пожаротушения оборудования Nero Industry ARES:

- возгорание обнаруживается линейным датчиком, и сигнал отправляется на блок управления;
- блок управления анализирует поступающий сигнал и активирует трубку огнетушителя. Одновременно он активирует звуковой сигнал в помещении и предупреждает пользователя с помощью светоголосовой системы оповещения на панели;
- трубка огнетушителя приводится в действие с помощью имеющегося у нее пиротехнического спускового механизма, и происходит выброс огнетушащих веществ. Трубка с давлением 60 бар подает газ HFC 227-ЕА к форсункам в течение 2 секунд с помощью гидравлических линий;
- газ HFC 227-ЕА, выделяющийся из форсунок, равномерно покрывает объём технологического оборудования и тушит пожар в течение 5 секунд.

Преимущества системы:

- благодаря функции охлаждения предотвращает повторное возникновение пожара в течение как минимум 2 минут после включения;
- после активации нет необходимости в очистке;
- не вступает в химическую реакцию с электродвигателем, насосным и моторным оборудованием;
- безопасно для окружающей среды;
- заполняя каждую точку внутри отсека, он тушит любой пожар.

Систему тушения Nero Industry ARES необходимо установить в электрощитовом помещении.

Также необходимо установить системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений.

Были рассмотрены исследования, проведённые путем крупномасштабных противопожарных испытаний способности водяной туманной завесы высокого давления служить активным противопожарным барьером для защиты здания и людей [3].

Испытание проводилось при пожаре в одной комнате с дверью, ведущей в соседнюю целевую комнату, защищенную активным противопожарным барьером в виде водяной завесы высокого давления. Оценка эффективности водяно-туманной завесы высокого давления основана на способности снижать температуру и излучение через дверной проем [3].

Всего было проведено четыре испытания: одно испытание на свободное горение (Test 0) и три испытания (Test 1-3) с разбрызгиванием воды в дверном проеме 7,5; 10,5 и 11,9 л/мин с помощью микронасадок Danfoss типа 1918, 1922 и 1934.

Результаты влияния водяных завес высокого давления на ослабление лучистой энергии от пламени при действии в качестве активного средства защиты от пожара в многоквартирном здании, аналогичном конфигурации

типичной квартиры, представлены на рисунке 5.

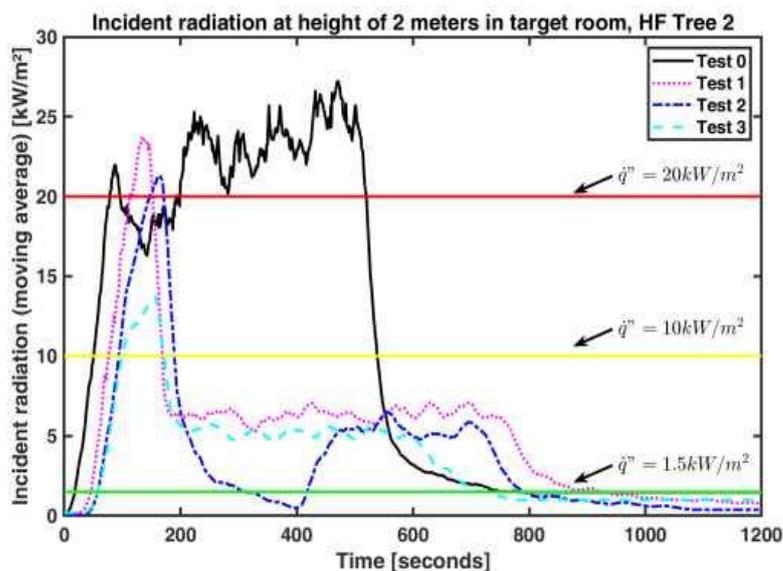


Рисунок 5 – Температура в целевом помещении

Результаты измерения температуры в помещении и на поверхности, а также радиации показали, что водяная завеса высокого давления обладает достаточным эффектом ослабления для устранения риска распространения пожара, обеспечивая тем самым безопасную конструкцию здания. Кроме того, результаты показали значительный эффект ослабления, который может снизить температуру и уровни радиации до такой степени, что обеспечит безопасность людей, тем самым предоставляя возможности для проектирования путей эвакуации.

Общий результат таков, что конструкция здания с водяным туманом высокого давления в качестве активной противопожарной завесы потенциально может обеспечить безопасную конструкцию здания с точки зрения риска распространения огня и безопасности людей [3].

В основном, технологии пожаротушения Pyrogen являются стационарные и переносные конструкции цилиндрических ёмкостей. Стационарные типы (рисунок 6) обычно имеют цилиндрический модуль разных размеров. Портативные типы включают ручные установки и

конфигурации с гранатами. Стационарные модули предназначены для тушения пожаров в больших помещениях, таких как склад. Ручной тип предназначен для тушения небольших пожаров рядом с человеком.

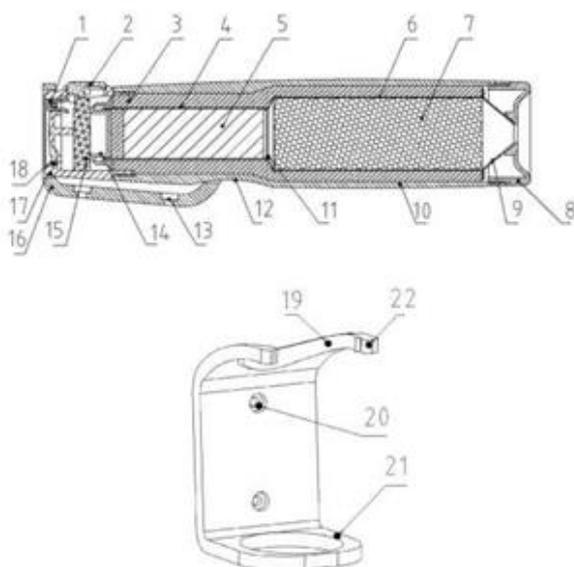


Рисунок 6 – Стационарные типы систем тушения Руген

Портативные или ручные устройства пожаротушения горячим аэрозолем имеют конфигурацию, показанную на рисунке 7. Для обеспечения надежного хранения необходим изолирующий слой, предотвращающий передачу тепла на внешнюю поверхность баллона. Охлаждающая жидкость в баллончике рядом с форсункой также может снизить риск ожога горячим аэрозолем.

Обычно время разряда аэрозоля ручных устройств превышает 15 с, а время разряда стационарных устройств зависит от размеров устройства.

В ручных устройствах время разряда может быть увеличено путем смешивания антипиренов с аэрозолеобразующими веществами, чтобы у оператора было достаточно времени прицелиться в источник возгорания до того, как будут выпущены все аэрозоли.



1 - предохранительный стержень; 2 - кнопка; 3 - теплоизоляционный слой; 4 - корпус картриджа; 5 - химическое средство; 6 - корпус охлаждающего слоя; 7 - охлаждающий материал; 8 - струйное сопло; 9 - коническое струйное отверстие; 10 - корпус устройства; 11 - камера сгорания; 12 - канавка; 13 - установочное отверстие; 14 - заднее крыло; 15 - пьезокерамика; 16 - U-образный держатель; 17 - задняя крышка; 18 - предохранительное кольцо; 19 - губчатая подушка; 20 - крепежное отверстие; 21 - поддон; 22 - стопорное кольцо

Рисунок 7 – Ручной тип Pyrogen

Стационарные типы систем тушения Pyrogen необходимо установить в помещениях склада в подвальном этаже.

Ручные типы систем тушения Pyrogen (гранаты) необходимо закрепить по 2 штуке на каждом рабочем месте.

Выводы по разделу.

В этом разделе рассмотрены механизмы пожаротушения горячим аэрозолем, ингредиенты реагентов, устройства для огнетушителей, технические термины, области применения и охлаждающие жидкости, образующие аэрозоли. Характеристики технологии горячего аэрозольного пожаротушения были сравнены с другими распространенными технологиями пожаротушения, такими как холодный аэрозоль, инертный газ, галон и водяной туман. В принципе, горячие аэрозольные огнетушащие вещества обладают более высокой эффективностью пожаротушения, чем инертный газ,

галон и технология пожаротушения водяным туманом

Как для устройств пожаротушения горячим аэрозолем G2 (K-тип), так и для устройств пожаротушения горячим аэрозолем G3 (S-тип) используются переносные или стационарные конструкции. Стационарные / прикрепленные устройства пожаротушения горячим аэрозолем обычно имеют конфигурацию контейнера.

В разделе определено, что в поиске оптимального решения для защиты высокотехнологичного оборудования в сложных условиях окружающей среды при одновременном снижении риска загрязнения и обеспечении безопасности людей в случае пожара является постоянной проблемой, особенно для администрации таких объектов, как торговые объекты с большим количеством товара с высокой стоимостью.

Если условия таковы, что можно ожидать чрезвычайно быстрого распространения пожара, то данные системы пожаротушения микродисперсным водяным туманом могут обеспечить максимальную безопасность.

Предложено в электрощитовом помещении установить систему тушения Nero Industry ARES – система пожаротушения оборудования.

Принцип действия системы пожаротушения оборудования Nero Industry ARES: возгорание обнаруживается линейным датчиком, и сигнал отправляется на блок управления; газ HFC 227-ЕА, выделяющийся из форсунок, равномерно покрывает объём технологического оборудования и тушит пожар в течение 5 секунд.

Также необходимо установить системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений.

Стационарные типы систем тушения Pyrogen необходимо установить в помещениях склада в подвальном этаже. Ручные типы систем тушения Pyrogen (гранаты) необходимо закрепить по 2 штуке на каждом рабочем месте.

4 Охрана труда

Организация должна планировать свою рабочую деятельность, обеспечивая надлежащий надзор за ней и безопасное выполнение. Планирование включает проведение оценки рисков, выбор рабочего оборудования.

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [8] произведём оценку профессиональных рисков.

Привлечение сотрудников к управлению опасностями является требованием Закона об охране труда. Это также отличный процесс для внедрения мер контроля за опасностями. Этого можно добиться, делегировав обязанности по охране труда персоналу, проанализировав безопасность труда, проведя совещания по инструментарию и избрав представителей по охране труда. Перечень опасностей (классификатор) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень опасностей [8]

| № | Опасность | ID | Опасное событие |
|---|---|-----|---|
| 2 | «Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [8] | 2.1 | «Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ» [8] |
| 3 | «Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности» [8] | 3.1 | «Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам» [8] |
| 3 | «Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м» [8] | 3.2 | «Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности» [8] |
| | | 3.4 | «Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот» [8] |
| | | 3.5 | «Падение с транспортного средства» [8] |

Продолжение таблицы 2

| № | Опасность | ID | Опасное событие |
|----|---|------|---|
| 7 | «Транспортное средство, в том числе погрузчик» [8] | 7.1 | «Наезд транспорта на человека» [8] |
| | | 7.2 | «Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия» [8] |
| | | 7.3 | «Раздавливание человека, находящегося между двумя сближающимися транспортными средствами» [8] |
| | | 7.4 | «Опрокидывание транспортного средства при нарушении способов установки и строповки грузов» [8] |
| | | 7.5 | «Опрокидывание транспортного средства при проведении работ» [8] |
| 8 | «Подвижные части машин и механизмов» [8] | 8.1 | «Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [8] |
| 9 | «Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [8] | 9.1 | «Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [8] |
| | «Воздействие на кожные покровы смазочных масел» [8] | 9.2 | «Заболевания кожи (дерматиты)» [8] |
| | «Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ» [8] | 9.3 | «Заболевания кожи (дерматиты)» [8] |
| | «Контакт с высокоопасными веществами» [8] | 9.4 | «Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ» [8] |
| 10 | «Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву» [8] | 10.1 | «Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва» [8] |
| 12 | «Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)» [8] | 12.1 | «Повреждение органов дыхания частицами пыли» [8] |
| | | 12.2 | «Повреждение глаз и кожных покровов вследствие воздействия пыли» [8] |
| | | 12.3 | «Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ» [8] |
| 12 | «Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)» [8] | 12.5 | «Воздействие на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества» [8] |
| 13 | «Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [8] | 13.1 | «Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [8] |

Продолжение таблицы 2

| № | Опасность | ID | Опасное событие |
|----|--|--|--|
| 13 | «Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [8] | 13.2 | «Ожог от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру» [8] |
| | | 13.3 | «Тепловой удар при длительном нахождении в помещении с высокой температурой воздуха» [8] |
| 15 | «Высокая влажность окружающей среды, в рабочей зоне, в том числе, связанная с климатом (воздействие влажности в виде тумана, росы, атмосферных осадков, конденсата, струй и капель жидкости)» [8] | 15.1 | «Заболевания вследствие переохлаждения организма» [8] |
| 22 | «Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту» [8] | 22.1. | «Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме» [8] |
| 23 | «Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°» [8] | 23.1. | «Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках» [8] |
| 27 | «Электрический ток» [8] | 27.1 | «Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [8] |
| | | 27.2 | Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования |
| | | 27.3 | «Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ» [8] |
| | 27.6 | «Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде» [8] | |

«Вероятность возникновения события должна оцениваться с учетом наличия или отсутствия систем управления» [8].

Оценка вероятности представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка вероятности

| Степень вероятности | | Характеристика | Коэффициент, А |
|---------------------|---------------------|--|----------------|
| 1 | Весьма маловероятно | «Практически исключено» [8] «Зависит от следования инструкции» [8] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [8] | 1 |
| 2 | Маловероятно | «Сложно представить, однако может произойти» [8] «Зависит от следования инструкции» [8] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [8] | 2 |
| 3 | Возможно | «Иногда может произойти» [8] «Зависит от обучения (квалификации)» [8] «Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая» [8] | 3 |
| 4 | Вероятно | «Зависит от случая, высокая степень возможности реализации» [8] «Часто слышим о подобных фактах» [8] «Периодически наблюдаемое событие» [8] | 4 |
| 5 | Весьма вероятно | «Обязательно произойдет» [8] «Практически несомненно» [8] «Регулярно наблюдаемое событие» [8] | 5 |

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка степени тяжести последствий

| Тяжесть последствий | | Потенциальные последствия для людей | Коэффициент, U |
|---------------------|------------------|---|----------------|
| 5 | Катастрофическая | «Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек)» [8] «Несчастный случай на производстве со смертельным исходом» [8] «Авария» [8] «Пожар» [8] | 5 |
| 4 | Крупная | «Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней)» [8] «Профессиональное заболевание» [8] «Инцидент» [8] | 4 |
| 3 | Значительная | «Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней» [8] «Инцидент» [8] | 3 |

Продолжение таблицы 4

| Тяжесть последствий | | Потенциальные последствия для людей | Коэффициент, U |
|---------------------|----------------|--|----------------|
| 2 | Незначительная | «Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь» [8]. «Инцидент» [8] «Быстро потушенное загорание» [8] | 2 |
| 1 | Приемлемая | «Без травмы или заболевания» [8] «Незначительный, быстроустраняемый ущерб» [8] | 1 |

В соответствии с Приказом Минтруда России от 28.12.2021 №926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» по результатам выявления опасностей заполняется Анкета (таблица 5).

Таблица 5 – Анкета

| Рабочее место | Опасность | Опасное событие | Степень вероятности, А | Коэффициент, А | Тяжесть последствий, U | Коэффициент, U | Оценка риска, R | Значимость оценки риска |
|----------------|-----------|-----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Работник кухни | 3 | 3.1 | 4 | 4 | 3 | 3 | 12 | Средний |
| | 8 | 8.1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | Средний |
| | 9 | 9.3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 8 | Низкий |
| | 12.5 | 12.5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | Средний |
| | 13 | 13.1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | Средний |
| | | 13.2 | 4 | 4 | 5 | 5 | 20 | Высокий |
| | | 13.3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | Средний |
| Кладовщик | 3 | 3.1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 6 | Низкий |
| | | 3.2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 6 | Низкий |
| | 7 | 7.4 | 2 | 2 | 5 | 5 | 10 | Средний |
| | 15 | 15.1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | Средний |
| | 22 | 22.1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 6 | Низкий |
| | 27 | 27.6 | 2 | 2 | 5 | 5 | 10 | Средний |
| Грузчик | 2 | 2.1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | Средний |
| | 3 | 3.1 | 4 | 4 | 3 | 3 | 12 | Средний |
| | | 3.4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 8 | Низкий |
| | 7 | 7.1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 12 | Средний |
| | 22 | 22.1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 12 | Средний |
| 23 | 23.1 | 4 | 4 | 3 | 3 | 12 | Средний | |

Количественная оценка профессионального риска рассчитывается по

формуле 1.

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [9].

Теперь необходимо обезопасить работников от выявленных значительных опасностей.

Необходимо выбрать наилучший метод работы для устранения или минимизации потенциального вреда, возникающего в результате значительной опасности (в таком порядке).

Возможно, потребуется использовать комбинацию элементов управления для контроля опасности. Однако устранение опасности – лучший вариант.

Все идентифицированные опасности на рабочих местах имеют риск не выше среднего, соответственно меры для снижения риска не обязательны.

Опасность на исследуемых рабочих местах могут возникнуть в результате возникновения пожара в здании.

При пожаре образуются продукты разложения, которые при вдыхании и контакте с кожей могут привести к хроническим нарушениям здоровья.

В случае пожара необходимо держать зону пожаротушения закрытой, например, не открывать двери в разных пожароопасных зонах.

После пожара сотрудник службы безопасности не должен открывать зону тушения до тех пор, пока не исчезнет опасность повторного возгорания.

Превентивные меры снижения воздействия опасных факторов пожара на работников:

- всегда быть готовым к пожарам и несчастным случаям;
- держать средства оказания первой помощи (аптечку первой помощи, одеяла) и заменяющие их огнетушащие вещества (например, огнетушитель) в исправном рабочем состоянии и в легкодоступном месте;
- ознакомить персонал с оборудованием для предотвращения несчастных случаев, оказания первой помощи и спасения, а также с вариантами ручных первичных средств пожаротушения;
- держать пути доступа свободными для пожарных машин.

Вывод по разделу.

В разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест.

Определено, что все идентифицированные опасности на рабочих местах имеют риск не выше среднего, соответственно меры для снижения риска не обязательны.

Опасность на исследуемых рабочих местах могут возникнуть в результате возникновения пожара в здании.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду (таблица 6).

Таблица 6 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

| Наименование объекта | Подразделение | Воздействие на атмосферный воздух (выбросы, перечислить виды выбросов) | Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов) | Отходы (перечислить виды отходов) |
|--------------------------|-----------------|--|--|-----------------------------------|
| Торговый центр «Респект» | Здание торговое | Газообразные | Бытовые сточные воды | Органические, коммунальные |
| Количество в год | | 0,007 т. | - | 627,093 т. |

«Торговый центр воздействует на атмосферу окружающей среды при нарушениях правил обращении с опасными отходами 1 класса опасности (люминесцентные лампы)» [2].

«Источниками выделения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объекта являются: двигатели машин (место загрузки, открытая автостоянка, контейнерная площадка для сбора отходов), технологическое оборудование. Соответственно в атмосферу будут выбрасываться такие элементы, как оксид и диоксид азота, углерод черный (сажа)» [2].

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты соответствия технологий на производстве [11]

| Структурное подразделение (площадка, цех или другое) | | Наименование технологии | Соответствие наилучшей доступной технологии |
|--|----------------|----------------------------|---|
| Номер | Наименование | | |
| 1 | Торговый центр | Технологии обращения с ТКО | Не соответствует |

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблице 8.

«Загрязняющие вещества будут поступать от двух основных источников: 1) автотранспорта (автомобили, въезжающие на стоянку и грузовые машины до 2-х тонн грузоподъемности для загрузки магазинов питания, ежедневно разгружаются до 15 машин), 2) предприятий общественного питания» [2].

Таблица 8 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

| Номер ЗВ | Наименование загрязняющего вещества |
|----------|-------------------------------------|
| 1 | Азота диоксид |
| 2 | Азот (II) оксид |
| 3 | Углерод оксид |

«Дождевая канализация торгового центра предназначена для отвода атмосферных осадков и талых вод с кровли здания (внутренний водосток). Сооружения и системы канализации в процессе своей работы осадков не выделяют, поэтому не влияют на загрязнения окружающей природной среды и не оказывают вредного воздействия на поверхностные и подземные воды» [2].

В рамках исполнения ст. 67 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» предприятием ежегодно проводится производственно-экологический контроль согласно программе.

Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух представлены в таблице 9.

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов представлены в таблице 10.

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 11.

Таблица 9 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

| № п/п | Структурное подразделение (площадка, цех или другое) | | Источник | | Наименование загрязняющего вещества | Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с | Фактический выброс, г/с | Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7) | Дата отбора проб | Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса | Примечание |
|-------|--|-----------------|----------|--------------|-------------------------------------|--|-------------------------|--|------------------|---|---------------------------------------|
| | номер | наименование | номер | наименование | | | | | | | |
| 2 | 2 | Торговое здание | 2 | Вентиляция | Сера диоксид (Ангидрид сернистый) | 0,000356 | 0,000356 | - | - | - | Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет |
| | | | | | Азота диоксид | 0,0001564 | 0,0001564 | - | - | - | |
| | | | | | Азот (II) оксид | 8.0E-5 | 8.0E-5 | - | - | - | |
| | | | | | Углерод (Сажа) | 0,00092 | 0,00092 | - | - | - | |
| | | | | | Углерод оксид | 0,0070288 | 0,0070288 | - | - | - | |
| Итого | | | | | | 0,007 | 0,007 | - | - | - | - |

Таблица 10 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

| Тип очистного сооружения | Год ввода в эксплуатацию | Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии | Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год | | | Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма | Дата контроля (дата отбора проб) | Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³ | | | Эффективность очистки сточных вод, % | |
|---------------------------------|--------------------------|---|---|---|-------------|--|----------------------------------|---|--|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | Проектный | Допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом | Фактический | | | Проектное | Допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты | Фактическое | Проектная | Фактическая |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 16 | 17 |
| Очистные сооружения отсутствуют | | | | | | | | | | | | |

Таблица 11 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2023 год

| № строки | Наименование видов отходов | Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО | Класс опасности отходов | Наличие отходов на начало года, тонн | | Образовано отходов, тонн | Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн | Утилизировано отходов, тонн | Обезврежено отходов, тонн |
|----------|---|---|-------------------------|--------------------------------------|------------|--------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|
| | | | | хранение | накопление | | | | |
| 1 | «Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные» [10] | 4 71 101 01 52 1 | 1 | 0 | 0 | 0,044 | 0 | 0 | 0,044 |
| 2 | «Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [10] | 7 33 100 01 72 4 | 4 | 0 | 0 | 267,3 | 0 | 267,3 | 0 |
| 3 | «Смет с территории предприятия» [10] | 7 33 390 01 71 4 | 4 | 0 | 0 | 47,895 | 0 | 47,895 | 0 |
| 4 | «Протирочный материал, загрязнённый нефтепродуктами на 15 % и более» [10] | 549 027 00 01 03 3 | 3 | 0 | 0 | 1,31 | 0 | 1,31 | |

Продолжение таблицы 11

| № строки | Наименование видов отходов | Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО | Класс опасности отходов | Наличие отходов на начало года, тонн | | Образовано отходов, тонн | Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн | Утилизировано отходов, тонн | Обезврежено отходов, тонн |
|---|--|---|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|
| | | | | хранение | накопление | | | | |
| 5 | «Картриджи печатающих устройств с содержанием тонера менее 7% отработанные» [10] | 4 81 203 02 52 4 | 4 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,02 | |
| 6 | «Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности» [10] | 4 05 122 02 60 5 | 5 | 0 | 0 | 0,014 | 0 | 0,014 | 0 |
| Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн | | | | | | | | | |
| Всего | для обработки | для утилизации | для обезвреживания | для хранения | для захоронения | | | | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | | | |
| 0,044 | - | 0,044 | - | - | - | | | | |
| 267,3 | - | 267,3 | - | - | - | | | | |
| 47,895 | - | 47,895 | - | - | - | | | | |

Продолжение таблицы 11

| Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Всего | для обработки | для утилизации | для обезвреживания | для хранения | для захоронения | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| 1,31 | - | 1,31 | - | - | | |
| 0,02 | - | 0,02 | - | - | - | |
| 0,014 | - | 0,014 | - | - | - | |
| Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн | | | | | Наличие отходов на конец года, тонн | |
| Всего | Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО | Захоронение на собственных ОРО | Хранение на сторонних ОРО | Захоронение на сторонних ОРО | хранение | накопление |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 0,044 | - | - | - | 0,044 | - | - |
| 267,3 | - | - | - | 267,3 | - | - |
| 47,895 | - | - | - | 47,895 | - | - |
| 1,31 | - | - | - | 1,31 | - | - |
| 0,02 | - | - | - | 0,02 | - | - |
| 0,014 | - | - | - | 0,014 | - | - |

На уровне домашних хозяйств необходимо осуществлять надлежащее разделение отходов и гарантировать, что все органические вещества хранятся отдельно для компостирования, что, несомненно, является наилучшим методом правильной утилизации этого сегмента отходов.

Вывод по разделу.

В разделе определено, проблемы, связанные с утилизацией твердых промышленных отходов, связаны с отсутствием инфраструктурных объектов и халатностью промышленных предприятий по принятию надлежащих мер предосторожности. Крупные и средние предприятия, расположенные в определенных (соответствующих требованиям) промышленных зонах, все еще имеют некоторые механизмы утилизации твердых отходов. Однако проблема сохраняется в небольших производствах.

Для опасных отходов редко принимаются специальные меры; обычно они собираются вместе с другими отходами.

Следовательно, необходимо приложить усилия для борьбы с загрязнением, возникающим в результате удаления отходов, путем преобразования этих нежелательных отходов в пригодное для использования сырье для различных полезных целей.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе предложено в электрощитовом помещении установить систему тушения Nero Industry ARES – система пожаротушения оборудования. Принцип действия системы пожаротушения оборудования Nero Industry ARES: возгорание обнаруживается линейным датчиком, и сигнал отправляется на блок управления; газ HFC 227-ЕА, выделяющийся из форсунок, равномерно покрывает объём технологического оборудования и тушит пожар в течение 5 секунд.

Также необходимо установить системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений.

Стационарные типы систем тушения Pyrogen необходимо установить в помещениях склада в подвальном этаже. Ручные типы систем тушения Pyrogen (гранаты) необходимо закрепить по 2 штуке на каждом рабочем месте.

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 12.

Таблица 12 – План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

| Мероприятия | Срок исполнения |
|--|-----------------|
| Проектирование системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой | 2024 год |
| Проектирование системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений | 2024 год |
| Монтаж системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой | 2024 год |
| Монтаж системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений | 2024 год |
| Закупка систем тушения Pyrogen | 2024 год |

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 2:

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

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

$B_{\text{св}}$ – время свободного горения, мин.» [20].

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (1,5 \cdot 10)^2 = 706,5 \text{ м}^2$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формуле 3.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (3)$$

где $M(\Pi_1)$ – «математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [20]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_{\text{T}} \cdot F'_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1 \quad (4)$$

где J – «вероятность возникновения пожара, 1/м² в год;

F – площадь объекта, м²;

C_{T} – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м²;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м²;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами» [20].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_{\text{T}} \cdot F'_{\text{пож}} + C_{\text{к}}) \cdot 0,52 \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_2 \quad (5)$$

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

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

p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами» [20].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (6)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м².

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot \{1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (7)$$

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 9 \times 10^{-5} \times 4123 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 92516,66 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9 \times 10^{-5} \times 4123 \times (30000 \times 706,5 + 30000) \times 0,52 \times \\ \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,95 = 2148847,20 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_3) = 9 \times 10^{-5} \times 4123 \times (30000 \times 4123 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = 3622202,77 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 9 \times 10^{-5} \times 4123 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = \\ = 92516,66 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9 \times 10^{-5} \times 4123 \times 30000 \times 10 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times \\ \times 0,86 = 52875,03 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 9 \times 10^{-5} \times 4123 \times (30000 \times 706,5 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95 = 590342,64 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_4) = 9 \times 10^{-5} \times 4123 \times (30000 \times 4123 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times \{1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times \\ \times 0,95\} = 205258,16 \text{ руб./год}.$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

- если в помещениях торгового дома отсутствуют системы пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 92516,66 + 2148847,20 + 3622202,77 = 5863566,63 \text{ руб./год};$$

- если в помещениях торгового дома смонтированы системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой, водяные завесы, установлены стационарные и ручные системы тушения Pyrogen:

$$M(\Pi)_2 = 92516,66 + 52875,03 + 590342,64 + 205258,16 = 940992,49 \text{ руб./год}.$$

Стоимость реализация мероприятий представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Стоимость реализации мероприятий

| Виды работ | Стоимость, руб. |
|--|-----------------|
| Проектирование системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой | 50000 |
| Проектирование системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений | 50000 |
| Монтаж системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой | 600000 |
| Монтаж системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений | 200000 |
| Стоимость оборудования | 1100000 |
| Закупка систем тушения Pyrogen | 100000 |
| Итого: | 2100000 |

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы пенного пожаротушения по формуле 8:

$$P = A + C \quad (8)$$

где A – «затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

C – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт), руб./год» [20].

$$P = 105000 + 642000 = 747000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 9:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} \quad (9)$$

где « $C_{т.р.}$ – затраты на текущий ремонт;

$C_{с.о.п.}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [20].

$$C_2 = 2100000 + 432000 = 642000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 10:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (10)$$

«где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %» [20].

$$C_{m.p.} = \frac{2100000 \cdot 5}{100\%} = 105000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 11:

$$C_{c.o.n.} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (11)$$

«где $Ч$ – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

ЗПЛ – заработная плата 1 работника, руб./мес» [20].

$$C_{c.o.n.} = 12 \times 1 \times 36000 = 432000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 12:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (12)$$

«где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

H_a – норма амортизации, %» [20].

$$A = \frac{2100000 \cdot 10}{100\%} = 210000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа системы пожаротушения составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (13)$$

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

t – год осуществления затрат;

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

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

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

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год» [20].

Расчёт денежных потоков от реализации мероприятий представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчёт денежных потоков

| Год осуществления проекта | $M(\Pi1) - M(\Pi2)$ | $P_2 - P_1$ | $1 / (1 + \text{НД})^t$ | $[M(\Pi1) - M(\Pi2) - (C_2 - C_1)] * 1 / (1 + \text{НД})^t$ | $K_2 - K_1$ | Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта) |
|---------------------------|---------------------|-------------|-------------------------|---|-------------|---|
| 1 | 4922574,15 | 747000 | 0,91 | 3799772,47 | 2100000 | 1699772,47 |
| 2 | 4922574,15 | 747000 | 0,83 | 3465726,54 | - | 3465726,54 |
| 3 | 4922574,15 | 747000 | 0,75 | 3131680,61 | - | 3131680,61 |
| 4 | 4922574,15 | 747000 | 0,68 | 2839390,42 | - | 2839390,42 |
| 5 | 4922574,15 | 747000 | 0,62 | 2588855,97 | - | 2588855,97 |
| 6 | 4922574,15 | 747000 | 0,56 | 2338321,52 | - | 2338321,52 |
| 7 | 4922574,15 | 747000 | 0,51 | 2129542,81 | - | 2129542,81 |
| 8 | 4922574,15 | 747000 | 0,47 | 1962519,85 | - | 1962519,85 |
| 9 | 4922574,15 | 747000 | 0,42 | 1753741,14 | - | 1753741,14 |
| 10 | 4922574,15 | 747000 | 0,39 | 1628473,92 | - | 1628473,92 |

Вывод по разделу 6.

В разделе разработан план монтажа системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой, водяные завесы, установлены стационарные и ручные системы тушения Pyrogen и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой, водяные завесы, установлены стационарные и ручные системы тушения Pyrogen за десять лет составит 23538025,25 руб.

Заключение

В первом разделе определено, что при поиске наилучших решений для стационарных систем пожаротушения наиболее важными факторами являются их эффективность пожаротушения и цена. Если необходимо должным образом защитить объект или помещение, вам часто приходится платить большие затраты на установку и огнетушащий агент. Гибридная система пожаротушения, использующая водяной туман и азот, представленная на рынке, является новинкой среди систем противопожарной защиты.

Во втором разделе определено, что противопожарная система газового тушения обеспечивает оптимальную противопожарную защиту, когда защищаемые помещения не часто посещаемы людьми и имеют относительно высокую плотность электрооборудования, климата или технологии безопасности. В таких помещениях наилучшей возможной противопожарной защитой является система: активное предотвращение пожара.

В разделе установлено, что некорректные срабатывания систем пожаротушения в помещениях торгового дома не зафиксированы.

Ложные срабатывания из-за отказов оборудования легко распознать только при полном отказе, однако, как правило, надежное промышленное оборудование для обнаружения пожара не выходит из строя, таким образом, и для определения причины отказа должен быть проведен тщательный анализ первопричин.

В третьем разделе рассмотрены механизмы пожаротушения горячим аэрозолем, ингредиенты реагентов, устройства для огнетушителей, технические термины, области применения и охлаждающие жидкости, образующие аэрозоли. Характеристики технологии горячего аэрозольного пожаротушения были сравнены с другими распространенными технологиями пожаротушения, такими как холодный аэрозоль, инертный газ, галон и водяной туман. В принципе, горячие аэрозольные огнетушащие вещества обладают более высокой эффективностью пожаротушения, чем инертный газ,

технология пожаротушения водяным туманом

Как для устройств пожаротушения горячим аэрозолем G2 (K-тип), так и для устройств пожаротушения горячим аэрозолем G3 (S-тип) используются переносные или стационарные конструкции. Стационарные / прикрепленные устройства пожаротушения горячим аэрозолем обычно имеют конфигурацию контейнера.

В третьем разделе определено, что в поиске оптимального решения для защиты высокотехнологичного оборудования в сложных условиях окружающей среды при одновременном снижении риска загрязнения и обеспечении безопасности людей в случае пожара является постоянной проблемой, особенно для администрации таких объектов, как торговые объекты с большим количеством товара с высокой стоимостью.

Если условия таковы, что можно ожидать чрезвычайно быстрого распространения пожара, то данные системы пожаротушения микродисперсным водяным туманом могут обеспечить максимальную безопасность.

Предложено в электрощитовом помещении установить систему тушения Nero Industry ARES – система пожаротушения оборудования.

Принцип действия системы пожаротушения оборудования Nero Industry ARES: возгорание обнаруживается линейным датчиком, и сигнал отправляется на блок управления; газ HFC 227-ЕА, выделяющийся из форсунок, равномерно покрывает объём технологического оборудования и тушит пожар в течение 5 секунд.

Также необходимо установить системы водяных завес в местах границ зон с различным классом пожарной опасности – разделение торговых залов и производственных помещений.

Стационарные типы систем тушения Pyrogen необходимо установить в помещениях склада в подвальном этаже. Ручные типы систем тушения Pyrogen (гранаты) необходимо закрепить по 2 штуке на каждом рабочем месте.

В четвёртом разделе определено, что все идентифицированные

опасности на рабочих местах имеют риск не выше среднего, соответственно меры для снижения риска не обязательны.

Опасность на исследуемых рабочих местах могут возникнуть в результате возникновения пожара в здании.

В пятом разделе определено, проблемы, связанные с утилизацией твердых промышленных отходов, связаны с отсутствием инфраструктурных объектов и халатностью промышленных предприятий по принятию надлежащих мер предосторожности. Крупные и средние предприятия, расположенные в определенных (соответствующих требованиям) промышленных зонах, все еще имеют некоторые механизмы утилизации твердых отходов. Однако проблема сохраняется в небольших производствах.

Для опасных отходов редко принимаются специальные меры; обычно они собираются вместе с другими отходами.

Следовательно, необходимо приложить усилия для борьбы с загрязнением, возникающим в результате удаления отходов, путем преобразования этих нежелательных отходов в пригодное для использования сырье для различных полезных целей.

В шестом разделе разработан план монтажа системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой, водяные завесы, установлены стационарные и ручные системы тушения Pyrogen и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы тушения Nero Industry ARES в помещениях электрощитовой, водяные завесы, установлены стационарные и ручные системы тушения Pyrogen за десять лет составит 23538025,25 руб.

Список используемых источников

1. Анненков А. П. Системы пожаротушения - эффективность или безопасность? // Территория Нефтегаз. 2013. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-pozharotusheniya-effektivnost-ili-bezopasnost> (дата обращения: 12.02.2024).
2. Васильева Кристина Константиновна Воздействие торгово-бытовых комплексов на окружающую среду // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2010. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-torgovo-bytovyh-kompleksov-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 12.02.2024).
3. Лебедев Игорь Михайлович, Засыпкин Игорь Викторович, Соловьева (Орлина) Кристина Вадимовна Правовые основы установки автоматической системы пожаротушения // Вестник экономической безопасности. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovye-osnovy-ustanovki-avtomaticheskoy-sistemy-pozharotusheniya> (дата обращения: 12.02.2024).
4. Маклецов Андрей Константинович Современные системы порошкового пожаротушения // Современные проблемы гражданской защиты. 2014. №1 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sistemy-poroshkovogo-pozharotusheniya> (дата обращения: 12.02.2024).
5. Мингачев И.Р., Псарев С.А. О автоматических системах пожаротушения // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-avtomaticheskikh-sistemah-pozharotusheniya> (дата обращения: 12.02.2024).
6. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 12.02.2024).
7. Об установлении правил противопожарного режима в Российской Федерации : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 [Электронный ресурс]. URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=443384> (дата обращения: 12.02.2024).

8. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=1d8jр94kat939272210> (дата обращения: 12.02.2024).

9. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 12.02.2024).

10. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 12.02.2024).

11. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377676&ysclid=1dsbgkkxui183890770> (дата обращения: 12.02.2024).

12. Пожарная безопасность торговых центров. Методические рекомендации [Электронный ресурс]. URL: <https://70.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/sily-i-sredstva/sufps8/novosti/3550010?ysclid=lgs5sprkmn853621360> (дата обращения: 12.02.2024).

13. Присадков В. И., Мушлакова С. В., Фадеев В. Е. К вопросу обеспечения пожарной безопасности торгово-развлекательных центров // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. №1 (34). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-obespecheniya-pozharnoy-bezopasnosti-torgovo-razvlekatelnyh-tsentrov> (дата обращения: 24.02.2024).

14. Русских Д.В., Туев В.Е. Альтернативная система пожаротушения // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2011. №1 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnaya-sistema-pozharotusheniya> (дата обращения: 12.02.2024).

15. Рычков А. Д. Импульсная система пожаротушения на основе твердотопливного газогенератора* // ЖВТ. 2008. №S2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/impulsnaya-sistema-pozharotusheniya-na-osnove-tverdotoplivnogo-gazogeneratora> (дата обращения: 12.02.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963?ysclid=17hqwyvw68251196235> (дата обращения: 18.02.2024).

17. Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.230.4-2018. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/69666/?ysclid=1e2drhy8rg837348689> (дата обращения: 10.02.2024).

18. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=444219> (дата обращения: 12.02.2024).

19. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 12.02.2024).

20. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01

«Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.