

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 Пожарная безопасность в технологии окраски продукции

Обучающийся

И.С. Глумов

(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)

Аннотация

Тема работы: «Пожарная безопасность в технологии окраски продукции».

В разделе «Анализ нормативных требований в области обеспечения пожарной безопасности производств с применением ЛВЖ» представлено исследование специфики нанесения лако-красочных покрытий и виды материалов, применяемых в окрасочных производствах.

В разделе «Исследование действующей технологии окраски продукции» выполнен анализ факторов риска и статистики инцидентов; исследована эффективность применяемых методов противопожарной защиты.

В разделе «Предложения по обеспечению безопасности окрасочных работ» предложены организационно-технические мероприятия и автоматические системы пожаротушения в окрасочном производстве.

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 62 страниц, 26 таблиц, 2 рисунка.

Содержание

Введение	4
Термины и определения	5
Перечень сокращений и обозначений	7
1 Анализ нормативных требований в области обеспечения пожарной безопасности производств с применением ЛВЖ.....	8
2 Исследование действующей технологии окраски продукции	19
3 Предложения по обеспечению безопасности окрасочных работ.....	27
4 Охрана труда	35
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	43
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	49
Заключение	57
Список используемых источников	59

Введение

Усложнение и интенсификация технологических процессов одновременным требованием улучшения условий их безопасности труда вызывают необходимость дальнейшего повышения уровня автоматической защиты таких производств и профилактической работы пожарной охраны.

Пожар может распространяться: по поверхности разлившейся жидкости; по парогазовоздушному облаку; по трубопроводам промышленной канализации; по трубопроводам, освобожденным от продукта до их продувки; по системам вентиляции и аспирации; через технологические проемы.

Цель исследования – предложить к внедрению организационно-технические мероприятия и автоматические системы пожаротушения в окрасочном производстве.

Задачи:

- описать специфику нанесения лакокрасочных покрытий и виды материалов, применяемых в окрасочных производствах;
- провести анализ факторов риска и статистики инцидентов;
- исследовать эффективность применяемых методов противопожарной защиты;
- рассмотреть возможные организационно-технические мероприятия и автоматические системы пожаротушения в окрасочном производстве;
- произвести оценку уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия;
- оформить результаты производственного экологического контроля по предприятию;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Нормативные документы по пожарной безопасности – «национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности» [5].

Опасность – «источник, ситуация или действие, которые потенциально могут нанести вред человеку или привести к ухудшению здоровья или сочетание перечисленного» [18].

Источник зажигания – средство энергетического воздействия, инициирующее возникновение горения данной горючей среды.

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» [21].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [2].

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» [4].

Оценка риска – «обобщенный процесс идентификации оценки и определения уровня риска» [2].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [24].

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [12].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [12].

Происшествие – «событие, связанное с работой, в результате которого возникает или могла возникнуть травма или ухудшение здоровья (независимо от тяжести), или смерть» [21].

Профессиональный риск – «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при выполнении работником трудовых обязанностей или в иных случаях, установленных Трудовым кодексом Российской Федерации № 197-ФЗ (2001 г.), другими федеральными законами» [2].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [20].

Системная безопасность – это использование комбинации методов управления и системной инженерии, которая интегрирована в оценку и снижение рисков в системе, эксплуатации или процессе.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АППЗ – автоматика противопожарной защиты.

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ГГ – горючий газ.

ГЖ – горючая жидкость.

ГПС – государственная противопожарная служба.

ЗВ – загрязняющие вещества.

ИП – извещатель пламени.

КПУУ – контрольно-пусковой узел управления.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

НД – нормативный документ.

ОРО – объект размещения отходов.

ОТВ – огнетушащее вещество.

ОТМ – организационно-технические мероприятия.

ПКП – приёмно-контрольный прибор.

ПО – пенообразователь.

ППР – правила противопожарного режима.

СГГ – сжиженный горючий газ.

СДУ – сигнализатор давления.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

ТРoТПБ – технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

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

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЭМК – электро-механический клапан.

1 Анализ нормативных требований в области обеспечения пожарной безопасности производств с применением ЛВЖ

В различных отраслях промышленности используется широкий спектр лакокрасочных материалов. Это связано со сложными и разнообразными условиями эксплуатации металлических конструкций и технических средств, а также с разнообразием агрессивной среды и другими факторами.

Материалы для покрытия можно разделить на несколько категорий:

- по типу;
- по районам преимущественного назначения;
- по типу пленкообразующих веществ.

По типу лакокрасочных материалов лакокрасочные материалы подразделяются на лаки, краски, порошковые покрытия, грунтовки, шпаклевки и эмали.

В зависимости от цели использования лакокрасочные материалы можно разделить на 9 групп:

- устойчивость к атмосферным воздействиям;
- ограниченная устойчивость к атмосферным воздействиям;
- консервирующий материал;
- водостойкие;
- специальные;
- маслостойкие;
- химически стойкие материалы;
- термостойкие;
- электроизоляционные, электропроводящие материалы.

По типу пленкообразующего вещества лакокрасочные материалы делятся более чем на 40 групп, из которых в антикоррозионной практике используются только следующие материалы:

- ЕР – эпоксидная смола;

- PUR – полиуретан;
- АК – алкидный;
- ДА – акрил;
- ПВХ – поливинилхлорид;
- CR – хлорированный каучук;
- ESI – этилсиликат;
- БИТ – битум.

Многие производители пишут свои обозначения материалов в следующем порядке:

- тип лакокрасочного материала;
- обозначение пленкообразующего вещества;
- определение преобладающей группы назначения;
- порядковый номер, присвоенный данному покрытию;
- словесная или цифровая идентификация цвета.

После грунтования и шпаклевки (если последнее предусмотрено в системе нанесения покрытий) наносятся последующие слои покрытия. Верхние слои покрытия выбираются в зависимости от условий эксплуатации и желаемого дизайна изделия с учетом характера материала нижних слоев. В соответствии с назначением покрытий используются различные по типу и химической природе краски и эмали.

Четкого различия между эмалями и красками не существует. Эмалями обычно называют суспензию пигментов или их смесей в растворе синтетического пленкообразующего вещества, которое после высыхания создает непрозрачную сплошную пленку с различным блеском и текстурой поверхности. Если в качестве пленкообразующих веществ используются масляные лаки или дисперсии, такой материал относят к краскам.

Разнообразие внешних факторов, влияющих на покрытие, и их комбинации приводят к необходимости использования множества систем нанесения покрытий, отвечающих конкретным условиям.

Более 90% промышленных красок и лаков содержат растворители.

Следовательно, образование пленки из растворов, связанное с удалением растворителей из их состава, широко распространено в области лакокрасочного производства. Растворители обычно удаляются испарением.

С кинетической точки зрения испарение растворителей можно разделить на две стадии:

- испарение с пленки жидкости, скорость которого пропорциональна разнице парциального давления паров над раствором в окружающей среде;
- испарение образующейся пленки, скорость которого регулируется диффузией растворителя внутри пленки.

Скорость выполнения первого этапа увеличивается с понижением температуры и относительной влажности воздуха. На втором этапе скорость увеличивается в случае увеличения скорости воздуха вблизи окрашиваемой поверхности и повышения температуры.

«На производственном предприятии, которое занимается изготовлением различных деталей и узлов для автомобилей, есть помещение, в котором находятся резервуары с ацетоном. По трубопроводу данные резервуары соединены с линией промывки деталей, которая находится в соседнем цеху. Помещение требуется оборудовать автоматической системой противопожарной защиты в случае пожара» [22].

«Технологический процесс окраски деталей автомобилей протекает в окрасочном цехе. В данном цехе производится обезжиривание, окраска и сушка деталей машин. Так же в краскоприготовительном отделении цеха путём растворения полуфабриката растворителем готовится необходимое количество лакокрасочного материала. Нанесение окрасочных составов на поверхности изделий производится с целью увеличения срока их службы и придания им соответствующего внешнего вида» [22].

«Для окрашивания поверхностей применяется эмаль различных цветов. Полуфабрикат эмали представляет собой суспензию двуокиси титана рутильной формы и других пигментов и наполнителей в пентафталевом лаке

с добавлением растворителя» [22].

Схема технологического процесса окраски деталей представлена на рисунке 1.

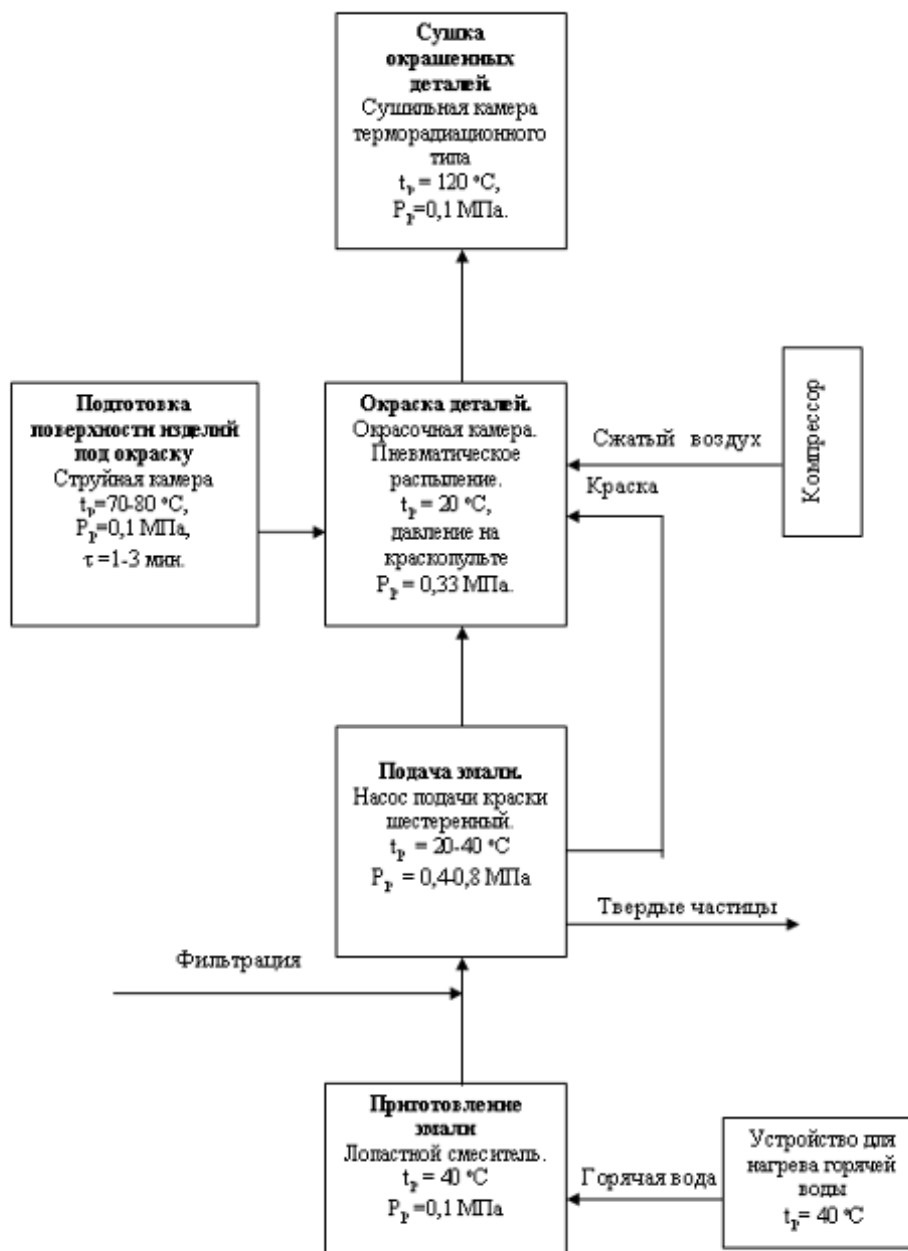


Рисунок 1 – Схема технологического процесса окраски деталей

«Стадия 1. Подготовка поверхности изделий под окраску. В процессе механической обработки, сборки и транспортировки поверхность металла изделия загрязняется жирами. Для обезжиривания в рассматриваемом

технологическом процессе применяется щелочной раствор, являющийся пожаробезопасным моющим средством» [22].

«Для щелочного обезжиривания поверхностей применяется раствор, содержащий в 1 л воды 5-10 г кальцинированной соды и 3-5 г тринатрий фосфата. Обработка таким раствором, нагретым до 70-80°C, продолжается 1-3 мин в струйных камерах. Для очистки сильно загрязненных поверхностей содержание тринатрий фосфата в 1 л воды доводится до 20-30 г и добавляется 5-10 г эмульгатора ОП-7. После щелочного обезжиривания поверхность изделий необходимо тщательно промывается водой, так как остатки щелочей могут разрушать лакокрасочные покрытия. Толстые слои жировых загрязнений предварительно удаляются промывкой горячей водой струйным методом» [22].

«При обезжиривании щелочной раствор удаляет жиры растительного и животного происхождения – стеарин, сало, олеиновая кислота. Под действием щелочей образуются растворимые соли жирных кислот – мыла, а жиры минерального происхождения – смазочные масла, вазелин, парафин – образуют эмульсии. Мыла и эмульсии с поверхности легко удаляются водой» [22].

«Стадия 2. Приготовление эмали ПФ-115 к применению. Суть стадии – растворение полуфабриката краски до требуемого готового состава путем смешивания с растворителем. Полуфабрикат эмали ПФ-115 подается из бункера в смеситель-растворитель со скоростью 0,007 м³/с. Одновременно из расходной емкости в смеситель-растворитель центробежным насосом подаётся необходимое количество растворителя (уайт-спирита) со скоростью 0,014 м³/с. В смесителе размешивание полуфабриката с растворителем происходит непрерывно» [22].

«Растворение до требуемого готового состава краски происходит при температуре 40 °С, которая поддерживается за счет подогрева горячей водой. Из смесителя готовая эмаль перекачивается шестеренным насосом в бак готовой эмали, проходя через фильтр, в котором очищается от твёрдых

частичек» [22].

«Стадия 3. Подача эмали в окрасочную камеру. Транспортировка приготовленной эмали производится по трубопроводам диаметром 100 мм с требуемым расходом. Из бака эмаль подается и непрерывно циркулирует за счёт центробежного насоса по кольцевой линии до окрасочной камеры и обратно» [22].

«Стадия 4 – Окраска деталей. Окраска осуществляется методом воздушного распыления. Эмаль наносится на поверхность деталей с помощью автоматических пистолетообразных краскораспылителей (пульверизаторов) КРУ-2. Эмаль с температурой до 40-85 °С распыляется под давлением 0,33 МПа. К каждому пульверизатору по гибкому рукаву подводится краска от циркуляционного кольца, а по отдельному рукаву – сжатый воздух. Детали поступают в окрасочную камеру после обезжиривания и сушки через открытые проемы в торцовых стенах» [22].

«Стадия 5. Сушка окрашенных деталей. Сушка окрашенных деталей осуществляется в сушильной камере терморadiационного типа. Окрашенные детали перемещаются на конвейере и облучаются со всех сторон ламовыми излучателями с температурой нагрева 350-400 °С. В окрасочной камере температура достигает 120 °С» [22].

«В качестве насоса подачи растворителя – используется центробежный насос нормального давления. Подачу растворителя осуществляет под необходимым напором и заданной производительностью. Состоит из корпуса, крышки корпуса, вала с консольное закрепленным рабочим колесом, а так же уплотнительных сальников, устойчивых к действию толуола» [22].

«Мерник растворителя представляет собой закрытый аппарат, выполненный в форме цилиндра с дозирующим устройством. Оборудован дыхательным клапаном и устройством для измерения уровня жидкости» [22].

«Смеситель растворителя представляет собой закрытый аппарат, состоящий из корпуса с крышкой, смесительного устройства (рабочего колеса). Работает от электродвигателя переменного тока. Приготовление

нужного состава и консистенции краски происходит за счет вращения рабочего колеса в смесительной камере. Рабочее колесо представляет собой спаренный диск с лопастями. Смеситель оборудован так же рубашкой охлаждения» [22].

«Бункер полуфабриката. В качестве данного аппарата используется емкость выполненная из нержавеющей стали, оборудованная дыхательной арматурой, датчиками температуры и давления, боковыми щёками, препятствующими сползанию полуфабриката с волнов» [22].

«Насос подачи краски представлен диафрагменным насосом. Данный насос состоит из плунжера, цилиндра, мембраны и системы впускных и выпускных клапанов. Плунжер возвратно поступательным движением создает перепады давления по одну сторону мембраны, следовательно по другую сторону происходит перекачивание краски с помощью системы клапанов» [22].

«Бак готовой краски представляет собой ёмкостный аппарат закрытого типа, оборудованный дыхательными клапанами, датчиками температуры и давления, соединительной и распределительной арматурой» [22].

«Циркуляционный насос имеет схожее строение с насосом подачи растворителя. Особенностью циркуляционного насоса является его бесперебойное функционирование и поддержание циркуляции краски по кольцевой линии в течение процесса окраски» [22].

«Краскораспылитель. Основными деталями являются корпус с ручкой, распылительная головка с соплом, запорная игла, пусковой крючок, запорный винт, прокладка и др. При нажатии на пусковой крючок вначале подается воздух в распылительную головку, а затем отводится запорная игла и краска, попадая в поток сжатого воздуха, дробится и образует факел» [22].

«Расходная ёмкость растворителя – ёмкостный аппарат закрытого типа, оборудованный дыхательными устройствами, датчиками давления и температуры, а так же имеющий устройство аварийного слива» [22].

«Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем

обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно» [20].

«Объекты должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений на требуемом уровне» [20].

Обеспечение объекта техническими системами и средствами противопожарной защиты регламентировано НД:

- «мероприятия по организации противопожарного режима» [5] – Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правила противопожарного режима в Российской Федерации» [5];
- «технические особенности организации пожарной безопасности и противопожарного состояния объекта защиты» [20] – Федеральный закон № 123-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117-ФЗ, от 02.07.2013 № 185-ФЗ, от 23.06.2014 № 160-ФЗ, №538-ФЗ от 27.12.2018, № 276-ФЗ от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [20];
- «технические мероприятия по оборудованию объекта защиты системами оповещения о пожаре и организационные мероприятия по их содержанию в должном состоянии» [14] – Свод правил СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [14];

- «технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности электрооборудования» [17] – Свод правил СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование» [17];
- «технические мероприятия по оборудованию объекта защиты системой наружного противопожарного водоснабжения и его обслуживанию» [3] – Свод правил СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения» [3];
- «технические мероприятия по оборудованию объекта защиты огнетушителями» [19] – Свод правил СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» [19];
- «технические мероприятия по оборудованию объекта защиты внутренней системой противопожарного водоснабжения и организации его обслуживания» [1] – Свод правил СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод Нормы и правила проектирования» [1];
- «технические мероприятия по оборудованию объекта защиты системой пожарной сигнализации и её автоматизации» [15] – Свод правил СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [15];
- «перечень объектов, которые подлежат защите системами пожаротушения и пожарообнаружения» [13] – Свод правил СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности» [13];
- «технические мероприятия по оборудованию объекта защиты системами противодымной защиты» [14] – Свод правил СП

7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [14];

- «правила проектирования на объектах систем автоматического пожаротушения» [16] – Свод правил СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [16].

Режимные требования обеспечению пожарной безопасности представлены в Постановлении Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [15].

При расчете критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих паровоздушных смесей участвует наибольшее количество паров, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать горючие паровоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

- происходит расчетная авария одного из аппаратов, содержащего наибольшее количество самого пожароопасного вещества;
- все содержимое аппарата поступает в помещение;
- происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяют в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

- времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;
- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;
- 300 с при ручном отключении;
- происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных), исходя из расчета, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей – на 1 м² пола помещения;
- происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеекрашенных поверхностей;
- длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80 % геометрического объема помещения.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться всеми системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

2 Исследование действующей технологии окраски продукции

В соответствии СП 485.1311500.2020 [5] приложения Б группа защищаемого помещения – 2. Удельная пожарная нагрузка 181-1400 МДж/м². Помещения деревообрабатывающего, текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного, табачного, обувного, кожевенного, мехового, целлюлозно-бумажного и печатного производств; окрасочных, пропиточных, малярных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервации и расконсервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ГЖ; производства ваты, искусственных и пленочных мате риалов; швейной промышленности; производств с применением резинотехнических изделий; предприятий по обслуживанию автомобилей; гаражи и стоянки, помещения категории ВЗ обеспечиваются системой автоматического пожаротушения.

Промышленное здание 1 этажное.

Здание запроектировано сборным. Конструктивная схема состоит из железобетонных колонн, металлических ферм и балок, на которые опирается металлический несущий профилированный лист. На сборные железобетонные колонны опираются железобетонные балки, на которые устанавливаются многотустотные панели покрытия.

Наружные стены запроектированы из металлических стеновых панелей, толщиной 150 мм.

Для повышения предела огнестойкости железобетонной плиты перекрытия применена конструктивная огнезащита в виде оштукатуривания цементно-песчаным раствором, толщиной не менее 30 мм плиты перекрытия. Дополнительный слой штукатурки отнесен к толщине плиты.

Цоколь из трехслойных железобетонных панелей толщиной 320 мм.

Противопожарная безопасность объекта достигается применением конструкций и материалов, имеющих необходимый предел огнестойкости и обеспечивающих нужную степень огнестойкости.

Освещение естественное и искусственное 220 В и 380 В. Полное

отключение электроэнергии производится на подстанции, расположенной во дворе объекта, дежурным электриком. Дежурная смена электриков находится на объекте круглосуточно.

Система вентиляции зданий приточно-вытяжная естественная и с механическим побуждением. Приточные и приточно-вытяжные машины расположены в вентиляционных камерах. Вентиляция выполнена из огнестойких воздуховодов (с применением негорючих материалов) с огнезадерживающими устройствами (клапанами).

На объекте смонтирована система автоматической пожарной сигнализации с установкой дымовых извещателей по всем помещениям, выведена на пост наблюдения с круглосуточным пребыванием охраны.

С системой АПС заблокирована система оповещения и управления эвакуацией звукового типа, включаемая в работу при срабатывании пожарной сигнализации.

Распределительная сеть АПС состоит из трёх контроллеров «С2000-КДЛ», установленных в помещение службы безопасности, извещателей пожарных устанавливаемых в защищаемых помещениях и шлейфов пожарной сигнализации.

В здании предусмотрена диспетчеризация и автоматизация систем противопожарной защиты. Системы противопожарной защиты объединены в единую интегрированную систему защиты.

Во всех помещениях здания система оповещения людей о пожаре СОУЭ обеспечивает:

- подачу звуковых сигналов в случае пожара;
- информирование посредством световых указателей о наличии эвакуационных выходов.

Включение СОУЭ осуществляется при поступлении сигнала «Пожар» от извещателей пожарных.

Наружное пожаротушение предусмотрено от двух существующих гидрантов, расположенного на кольцевой сети совмещенного городского

водопровода диаметром 150 мм на расстоянии до 0 м от производственного здания.

Места установки пожарных гидрантов обозначены указателями (в том числе на фасаде здания), выполненными из светоотражающих материалов в соответствии с требованиями п. 48 ППР РФ.

Водоотдача кольцевой сети диаметром 100 мм при напоре 20 м составляет 30 л/с. Продолжительность тушения пожара согласно п.5.17 СП 8.13130.2020 принято 3 часа.

Источниками водоснабжения являются городская водопроводная сеть и собственная артезианская скважина. Вся сточная вода поступает в канализацию.

Водопроводная вода используется для производственных, хозяйственно-бытовых и вспомогательных нужд.

«В производстве применяется ацетон – легковоспламеняющаяся жидкость. Концентрационные пределы распространения плавления – нижний 2,9 %, верхний 12,6 %. Температура вспышки ацетона в воздухе: $-17,778\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$). Температура самовоспламенения ацетона на воздухе: $465\text{ }^{\circ}\text{C}$ » [22].

«Ацетон обладает всеми химическими свойствами, характерными для алифатических кетонов. Образует кристаллические соединения с гидросульфитами щелочных металлов. Как все органические соединения ацетон горит, причем температура его пламени не высока, температура горения ацетона меньше температуры воспламенения хлопчатобумажной ткани. При взаимодействии с перекисью ацетон переходит во взрывоопасное состояние для которого характерно:

- взрывная волна;
- разлетающиеся осколки;
- действие высоких температур» [22].

Анализ пожарной безопасности окрасочного цеха представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ пожарной безопасности окрасочного цеха

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
Какое условие соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности или их сочетание (далее - условие соответствия) выбрано собственником объекта защиты или лицом, владеющим объектом защиты на праве хозяйственного ведения, оперативного управления либо ином законном основании, для обеспечения пожарной безопасности:				
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРОТПБ и нормативными документами по пожарной безопасности?	Статья 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее - ТРОТПБ), статья 15	+	-	-
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРОТПБ, и результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 статьи 6 ТРОТПБ?	Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», глава 4	+	-	-
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРОТПБ, и специальных технических условий, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности?	Федерального закона от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»	+	-	-
выполнены ли в полном объеме решения, предусмотренные проектной документацией, разработанной и утвержденной в установленном порядке?		+	-	-
Обеспечивается ли пожарная безопасность объекта защиты путем выполнения выбранного условия соответствия в части:				
защиты зданий, сооружений, помещений и оборудования автоматической установкой пожаротушения и (или) автоматической пожарной сигнализацией?	Статьи 4, 6, 54, 61, 78, 81, 82, 83, 91, 103, 104, глава 26 ТРОТПБ	+	-	-
соответствия алгоритма работы технических систем (средств) противопожарной защиты?	Статьи 4, 6, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86 ТРОТПБ	+	-	-

Продолжение таблицы 2

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
реализации организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта защиты, предусмотренных проектной документацией (при ее наличии, за исключением требований, предусмотренных ППР) и (или) специальными техническими условиями и (или) рекомендациями по результатам расчетов пожарных рисков, исследованиях, расчетах и (или) испытаниях, подтверждающих обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 статьи 6 ТР о ТПБ?	Статьи 4, 6, 51 78, ТР о ТПБ, статья 20 ФЗоПБ	+	-	-

«Внутри оборудования с жидкостью горючая среда может образоваться только при наличии в оборудовании свободного от жидкости объема (газового пространства), который сообщается с атмосферой и в той или иной степени насыщается парами жидкости. При анализе возможности образования пожаровзрывоопасных концентраций в оборудовании с жидкостью необходимо различать оборудование с подвижным и не подвижным уровнями жидкости. Для оборудования с подвижным уровнем жидкости наличие пожаровзрывоопасной паровоздушной смеси в оборудовании» [22] определяется по следующей зависимости (формула 1):

$$t_{\text{раб}} \geq t_{\text{НПВ}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{раб}}$ – «рабочая температура в производственном оборудовании, °С;
 $t_{\text{НПВ}}$ – нижний температурный предел распространения пламени по смеси горючего вещества с воздухом, °С» [22].

Условие выполняется. Определяем давление насыщенных паров (формула 2):

$$P_n = 0,133 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_{ж} + C_A}\right)}, \quad (3)$$

где P_n – давление насыщенных паров, кПа;

$t_{ж} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ – рабочая температура,

константы уравнения Антуана: $A = 8.22777$, $B = 1660.454$, $C_A = 245.818$.

$$P_{n.n} = 0,133 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_A}\right)} = 0,133 \cdot 10^{\left(8.22777 - \frac{1660,454}{245,818 + 27}\right)} = 20,13 \text{ кПа}$$

$$\varphi_{раб} = \frac{P_n}{P_o} = \frac{20,13}{101,3} = 0,199$$

$$0,40 > 0,199$$

Значит, внутри аппарата горючая среда образовываться будет.

«Произведём определение возможности выхода горючих веществ в объем помещения (на открытую площадку) из поврежденного производственного оборудования. Возможные причины повреждения технологического оборудования» [22] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Возможные причины повреждения оборудования

Причины повреждения	Наименование оборудования										
	Вентилятор центробежный	Подогреватель	Адсорбер угольный	Линия выброса воздуха	Линия подачи водяного пара	Конденсатор кожухотрубчатый	Сепаратор-отстойник	Насос растворителя	Ёмкость для растворителя	Адсорбер угольный	Линия подачи ПВС
Гидравлические удары	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-

Продолжение таблицы 2

Причины повреждения	Наименование оборудования										
	Вентилятор центробежный	Подогреватель	Адсорбер угольный	Линия выброса воздуха	Линия подачи водяного пара	Конденсатор кожухотрубчатый	Сепаратор-отстойник	Насос растворителя	Ёмкость для растворителя	Адсорбер угольный	Линия подачи ПВС
Опасные вибрации	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
Нарушение материального баланса	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
Коррозия	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Появление температурных напряжений стенок аппарата	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+

«Производственное оборудование и осуществляемые в нем технологические процессы разрабатываются таким образом, чтобы при нормальных условиях эксплуатации опасность не возникала. Однако аварийные ситуации имеют место» [22].

Потребность в быстром обнаружении и тушении пожара приобрела первостепенное значение и подтолкнула пожарную промышленность к разработке систем пожаротушения, которые будут принимать меры при возникновении пожара на ранней стадии его развития.

Вывод по разделу.

В разделе выполнен анализ факторов риска и статистики инцидентов; исследована эффективность применяемых методов противопожарной защиты.

Вопросы обеспечения объекта защиты системами и первичными средствами пожаротушения регламентированы в следующих документах:

- Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [30];

- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [18].

Определено, что все помещения деревообрабатывающего, текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного, табачного, обувного, кожевенного, мехового, целлюлозно-бумажного и печатного производств; окрасочных, пропиточных, малярных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервации и расконсервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ГЖ; производства ваты, искусственных и пленочных материалов; швейной промышленности; производств с применением резинотехнических изделий; предприятий по обслуживанию автомобилей; гаражи и стоянки, помещения категории ВЗ обеспечиваются системой автоматического пожаротушения.

3 Предложения по обеспечению безопасности окрасочных работ

Пожарная безопасность требует не только относительно полного механизма управления, но также конфигурации и применения объектов и оборудования, такого как огнетушители и системы автоматического пожаротушения.

Во-вторых, средства и оборудование пожарной безопасности нуждаются в регулярной проверке и своевременной замене, но в некоторых организациях нет специального персонала, ответственного за своевременную проверку и техническое обслуживание средств пожарной безопасности, что приводит к устареванию оборудования и значительному снижению его полезного использования.

Это делает невозможным своевременную ликвидацию очага возгорания при возникновении аварийной ситуации с безопасностью, а потенциальные угрозы безопасности очень серьезны.

Собственники и арендаторы объекта защиты несут ответственность за проверку объектов недвижимости на соответствие противопожарным нормам и исполнение предписанных мероприятий надзорной службой МЧС России, также обязаны проводить техническое обслуживание противопожарных систем, для этого руководители издают приказ, требующий внесения изменений для приведения здания в соответствие с предписанными нормами.

Необходимая огнестойкость здания достигается за счёт толщины защитного слоя бетона, измеряемая от оси арматуры до нагреваемой грани бетона, и для R60 составляет 35 мм; поскольку материал НГ, класс пожарной опасности К0. Предприятие может иметь несколько систем пожаротушения, в зависимости от возможных сценариев возникновения пожара.

Здания, сооружения и строения должны быть оснащены автоматическими установками пожаротушения в случаях, когда ликвидация пожара первичными средствами пожаротушения невозможна, а также в случаях, когда обслуживающий персонал находится в защищаемых зданиях,

сооружениях и строениях не круглосуточно.

Автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать достижение одной или нескольких из следующих целей:

- ликвидация пожара в помещении (здании) до возникновения критических значений опасных факторов пожара;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до наступления пределов огнестойкости строительных конструкций;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до причинения максимально допустимого ущерба защищаемому имуществу;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до наступления опасности разрушения технологических установок.

Тип автоматической установки пожаротушения, вид огнетушащего вещества и способ его подачи в очаг пожара определяются в зависимости от вида горючего материала, объемно-планировочных решений здания, сооружения, строения и параметров окружающей среды [3].

«Следовательно, пожаротушение можно обеспечить:

- охлаждением очага горения до определенных температур, в результате чего понижается энергия активизации молекул горючего вещества и окислителя до величины, при которой реакция горения прерывается;
- интенсивным торможением скорости химической реакции в пламени;
- механическим срывом пламени сильной струей газа или воды. В качестве средств тушения применяют воду с добавками (смачивателями, добавками против замерзания, добавками скольжения);
- пены (воздушно-механическую, химическую);
- инертные газовые разбавители (CO_2 , хладоны)» [23].

«Рассмотрим физико-химические и пожароопасные свойства красок и растворителей, как наиболее опасной в пожарном отношении» [23].

Краска, легковоспламеняющаяся жидкость:

- температура вспышки 31-41 °С;
- температура воспламенения 37-41 °С;
- температура самовоспламенения 420-550 °С;
- температура предела распространения пламени: нижний 21 °С, верхний 56 °С.

Растворители, легковоспламеняющаяся жидкость:

- температура вспышки 3-29 °С;
- температура воспламенения 6-29 °С;
- температура самовоспламенения 247-550 °С;
- температура предела распространения пламени: нижний 1 °С, верхний 50 °С.

«Средства тушения: пена, порошок» [23].

В соответствии с СП 485.1311500.2020 по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов помещение относится к группе 4.1, окрасочные и сушильные камеры.

Выбираем спринклерную водозаполненную систему тушения при помощи водопенного состава низкократной пены.

Параметры установок водяного пожаротушения сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Технические показатели установки пожаротушения

Наименование пожароопасного помещения	Наименование опасного материала	Принятое огнетушащее вещество	Выбранный способ тушения пожара	Принятый тип системы пожаротушения	Выбранный способ срабатывания системы пожаротушения
Помещение промывки деталей	Ацетон	Водопенный раствор	Локальная по площади	Спринклерная	Автоматический

«С учетом того, что пожарная нагрузка в помещении 5 кг/м², свидетельствует о том, что концентрация ацетона и растворителей не высокая

и сосредоточена не равномерно по своей площади помещения» [22].

Показатели установки пожаротушения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели установки пожаротушения

Интенсивность орошения, л/(с·м ²)	Расход, л/с	Расчетная тушения, м ²	Продолжительность тушения, мин	Расстояние между оросителями, м	Защищаемая площадь, м ²	Количество оросителей, n
0,08	30	120	60	4	144	9

Количество оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_f АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной, должно быть не менее (формула 3);

$$n \geq \frac{S}{L}, \text{ шт.} \quad (3)$$

где n – минимальное количество оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_f всех типов АУПТ с интенсивностью орошения не менее нормативной;

S – фактическая площадь орошения.

$$144/4^2 \geq 9 \text{ шт.}$$

Технические расчетные показатели установки пожаротушения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические расчетные показатели установки пожаротушения

Интенсивность орошения, i (л/с·м ²)	Тип оросителя	Тип пускового оборудования	Первичные признаки пожара	Нормативное время тушения, t , (в мин.)	Расчетный расход воды, Σq^b , (л/с)	Выбранный объем воды V , (м ³)
0,08	СПУ-15	«Спринт»	Высокая температура	60	35,727	257,238

Схема разработанной системы автоматического пожаротушения представлена на рисунке 2.

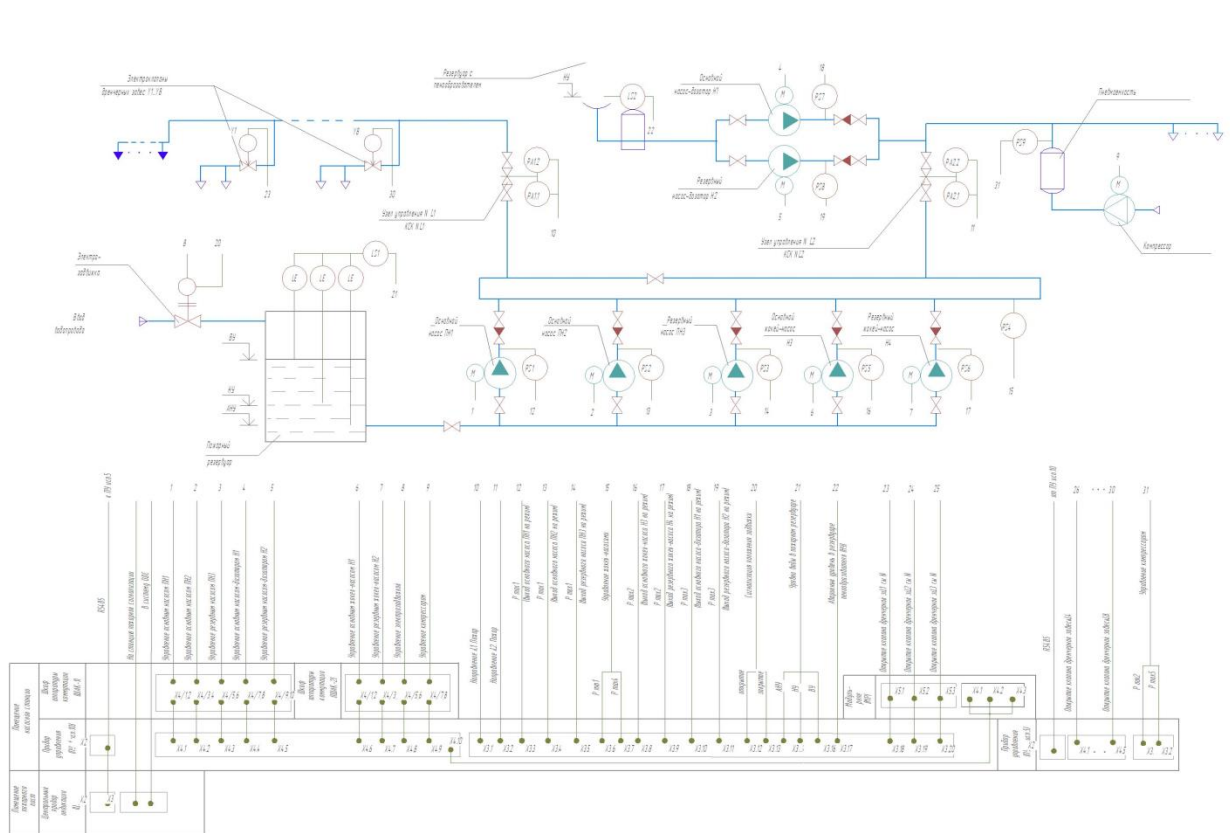


Рисунок 2 – Схема разработанной системы автоматического пожаротушения

При проектировании зданий и сооружений специалистам приходится решать задачи по обеспечению безопасности жизнедеятельности людей.

Наиболее важной из них является необходимость защиты здания и находящихся в нем людей от негативных последствий пожара. С этой целью используются различные средства, приспособления, сооружения для выявления, локализации и прекращения горения.

Эффективность использования ПК зависит от того, насколько разумно подобрано основное оборудование. Проанализированы требования к системам противопожарного оборудования, сделан вывод о необходимости внесения корректив в нормативные документы с учетом особенностей современного строительства.

Для обеспечения надежной противопожарной защиты и ликвидации пожара с минимальными потерями необходимо четко сформулировать требования к оборудованию ПК, учитывая специфические особенности конкретного здания.

Время работы пожарных кранов принято по СП10.13130.2009 и внесено в таблицу 6.

Таблица 6 – Технические расчетные показатели установки пожаротушения

Выбранное количество пожарных кранов	Количество струй пожарного крана	Время работы пожарных кранов	Расход воды для работы пожарных кранов, $q_{ПК}^{ПК}$, (л/с)
2	2	60 мин	$2 \times 2,5 = 5$

Пожарные краны должны быть оборудованы рукавами диаметром 51 мм, длиной 20 м, стволами с диаметром spryska наконечника ствола 16 мм, их установка выполнена на высоте 1,35 м от уровня пола.

В качестве основных элементов пожарной сигнализации применены:

- ДИП 34А – извещатели пожарные адресно-аналоговые. Максимальное расстояние между извещателями составляет 9 метров, извещателем и стеной 4,5 метра при высоте установки извещателей до 3,5 м;
- ИПР 513-3А – извещатели пожарные ручные адресные. Извещатели установлены у выходов из здания, на лестничных площадках, на путях эвакуации людей;
- С2000-АР2 исп. 01 – адресный двухзонный расширитель, к шлейфам которого подключены контакты огнезадерживающих и дымовых клапанов, обеспечивающие контроль положения заслонки.

Все «С2000-КДЛ» включены в линию интерфейса RS-485. Команды на запуск инженерных систем и оповещения о пожаре передаются по средствам промежуточного реле «УК-ВК» включенного в линии «С2000-КПБ».

При сработке пожарного извещателя, формируется сигнал «Пожар»,

который передается по линии ДПЛС к контроллеру двухпроводной линии «С2000-КДЛ», после чего по интерфейсу RS-485 поступает на ПКУ «С2000-М». ПКУ, анализируя полученные от контроллеров данные о состоянии в защищаемых помещениях, выдает команды на запуск системы.

Резервированные источники питания подключены через автоматический выключатель ВА 47 к силовому щиту. Питание приборов системы пожарной сигнализации, оповещения, автоматики управления противодымной защиты предусмотрено от резервных источников питания.

Выводы по разделу.

В разделе определено, что одним из элементов противопожарной защиты здания является внутреннее противопожарное водоснабжение и для повышения эффективности пожаротушения в зданиях независимо от их назначения предусмотрена установка комплектов пожарных кранов.

Оборудование предназначено для самостоятельной локализации пожара арендатором или сотрудником до прибытия пожарных подразделений. В этом случае предполагается значительное сокращение времени локализации возгорания, уменьшение материальных и человеческих потерь при возникших пожарах. Следовательно, можно сделать вывод, что использование внутреннего противопожарного водопровода с характеристиками оборудования, которое не обеспечивает достаточного расхода воды, неэффективна. К преимуществам ПК относятся простота конструкции, ремонтпригодность. Он подключен к внутреннему водопроводу, который должен обеспечивать необходимое давление и расход воды. Нормативными документами установлено, что расход воды для эффективного тушения пожара должен превышать 0,5 л/с. Соблюдение этого условия обеспечит отвод количества тепла, выделяющегося при пожаре.

Предложена и рассчитана пенонаполненная спринклерная установка пожаротушения.

4 Охрана труда

Работодатели обязаны проводить оценку рисков и принимать меры для защиты работников от рисков.

Очевидно, что оценка рисков и контроль над ними важны, поскольку они вносят существенный вклад в управление безопасностью и гигиеной труда на рабочем месте. Эффективная оценка рисков позволяет выявить потенциальные опасности на рабочих местах и вероятность каждой опасности, следовательно, может рекомендовать и принимать решения о методах или средствах контроля для предотвращения травматизма работников.

Анализ и оценка опасностей, возникающих в рабочих процессах, выполняются командами, в которых обычно присутствует один представитель персонала, как воплощение активного участия сотрудников в оценке профессиональных рисков. Знания и осведомленность сотрудников о профессиональных опасностях в их рабочей среде также могут быть использованы для идентификации опасностей, и эта информационная база позволяет измерить значимость опасностей, воспринимаемых людьми, работающими в различных местах.

Методология управления рисками начинается с оценки рисков, которая выявляет опасности и характеризует вероятность. Далее проводится оценка воздействия опасностей, за которой следуют мероприятия по снижению рисков. Эти шаги необходимо время от времени пересматривать для поддержания эффективности управления рисками. После получения оценки уровня риска должно быть вынесено решение относительно приемлемости этого риска. Учитывая приведенное выше уравнение, события с тяжелыми последствиями должны происходить очень редко, а очень частые события должны иметь незначительные последствия. Частые события с тяжелыми последствиями представляют «неприемлемый» риск. Возможно, имеет смысл работать с «вероятностью», а не с «тяжестью», поскольку тяжесть вреда является измерением риска, то есть вероятности воздействия определенного

типа опасности, приводящего к негативному результату. Учитывая трудности работы на индивидуальном уровне, их можно рассчитать для конкретной рабочей силы, на групповом или организационном уровне.

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [4] произведём оценку профессиональных рисков [11] для рабочих мест исследуемого предприятия:

- маляра;
- краскоподготовителя;
- контролёра.

Реестр рисков на рабочем месте маляра представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Реестр рисков на рабочем месте маляра

№	Опасность	ID	Опасное событие
9	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
	Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	9.3	Заболевания кожи (дерматиты)
	Воздействие химических веществ на кожу	9.6	Заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ, не указанных в пунктах 9.2 - 9.6
	Воздействие химических веществ на глаза	9.7	Травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ, не указанных в пунктах 9.2 - 9.6
12	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.1	Повреждение органов дыхания частицами пыли
		12.2	Повреждение глаз и кожных покровов вследствие воздействия пыли
		12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
		12.5	Воздействие на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества

Реестр рисков на рабочем месте краскоподготовителя представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Реестр рисков на рабочем месте краскоподготовителя

№	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	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
9	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
	Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	9.3	Заболевания кожи (дерматиты)
	Контакт с высокоопасными веществами	9.4	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ
	Воздействие химических веществ на кожу	9.6	Заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ, не указанных в пунктах 9.2 - 9.6
	Воздействие химических веществ на глаза	9.7	Травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ, не указанных в пунктах 9.2 - 9.6
10	Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	10.1	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва

Реестр рисков на рабочем месте контролёра представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Реестр рисков на рабочем месте контролёра

№	Опасность	ID	Опасное событие
24	Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1.	Психоэмоциональные перегрузки

В соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 [12] заполним анкеты уровня профессиональных рисков.

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте маляра

представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Анкета на рабочем месте маляра

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Маляр	9	9.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
		9.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.6	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
		9.7	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	12	12.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
		12.2	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
		12.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		12.5	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте краскоподготовителя отражена в таблице 12.

Таблица 12 – Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте краскоподготовителя

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Краскоподготовитель	2	2.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	9	9.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.4	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
		9.6	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Продолжение таблицы 12

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Краскоподготовитель	9	9.7	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	10	10.1	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте контролёра отражена в таблице 13.

Таблица 13 – Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте контролёра

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Контролёр	24	24.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		24.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Оценка вероятности представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	Практически исключено. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	1
2	Маловероятно	Сложно представить, однако может произойти. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	2

Продолжение таблицы 14

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
3	Возможно	Иногда может произойти. Зависит от обучения (квалификации). Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая.	3
4	Вероятно	Зависит от случая, высокая степень возможности реализации. Часто слышим о подобных фактах. Периодически наблюдаемое событие.	4
5	Весьма вероятно	Обязательно произойдет. Практически несомненно. Регулярно наблюдаемое событие.	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 15.

Таблица 15 – 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). Несчастный случай на производстве со смертельным исходом. Авария. Пожар.	5
4	Крупная	Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней). Профессиональное заболевание. Инцидент.	4
3	Значительная	Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней. Инцидент.	3
2	Незначительная	Незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. Инцидент. Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	Без травмы или заболевания. Незначительный, быстроустраняемый ущерб.	1

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 6.

$$R=A \cdot U, \quad (6)$$

где A – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

Уровень риска оценивается на основе тяжести и частоты, оцененных в процессе RA , и подразделяется на возможные комбинации, такие как высокий, средний или низкий. Зная это, оценочный риск опасностей может использоваться для принятия надежных решений по повышению безопасности. Риски можно снизить за счет уменьшения тяжести последствий, частоты / вероятности аварий / инцидентов или сочетания того и другого.

«Оценка риска, R :

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [11].

Далее необходимо принять решение о том, какие дополнительные меры контроля, системы или процедуры необходимы для минимизации риска до приемлемого уровня. Чтобы решить, был ли риск сведен к минимуму, насколько это разумно осуществимо, необходимо учитывать вероятность причинения вреда персоналу, имуществу или окружающей среде, а также серьезность ущерба. В обстоятельствах, когда рассчитать или оценить уровень риска практически невозможно, оценка риска должна проводиться с учетом надлежащей отраслевой практики и соответствовать признанным стандартам. При применении мер по контролю рисков следует учитывать относительные затраты, выгоды от снижения риска и надежность доступных вариантов. После выбора соответствующих новых мер контроля следует повторить процесс ранжирования рисков, чтобы оценить, удалось ли снизить риск до более низкого уровня.

Мероприятия по контролю профессиональных рисков представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Мероприятия по контролю профессиональных рисков

Опасность	Опасное событие	Мероприятие
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешьюми вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Удаление воздуха из помещений системами вентиляции способом, исключающим прохождение его через зону дыхания работающих на постоянных рабочих местах
Воздействие химических веществ на глаза	Травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ	
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	Повреждение органов дыхания частицами пыли	Оснащение устройствами местной вытяжной вентиляции промышленного оборудования, характеризующегося выделением пыли, эксплуатация которого приводит к превышению гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны с постоянными рабочими местами
	Повреждение глаз и кожных покровов вследствие воздействия пыли	
Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва	Применение знаков безопасности, исключение источников искрообразования во взрывопожароопасной среде

Вывод по разделу.

В разделе определено, что процесс оценки риска включает в себя расчет факторов риска для персонала в целом, идентификацию групп высокого риска и отдельных лиц, понимание связей между воздействием и последствиями, а также оценку приемлемости выявленных рисков.

В разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска на рабочих местах до значимости «Низкий риск».

Для эффективного выявления опасностей необходимо следить за тем, как хранится ацетон и как с ним обращаются. Система хранения или обращения с ними означает любую систему, используемую в связи с хранением или обращением с опасными грузами. Она включает, но не ограничивается следующим: системы локализации разливов; трубопроводы, шланги и связанные с ними клапаны и шланги.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду (таблица 17).

Таблица 17 – 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)
Производственное предприятие	Цех окраски	Газообразные	Бытовые сточные воды	Органические, коммунальные
Количество в год		0,00045 т.	-	49,03 т.

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты соответствия технологий на производстве [9]

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Цех окраски	Очистка сточных вод	Не соответствует

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Номер ЗВ	Наименование загрязняющего вещества
1	Уайт-спирит
2	Фториды газообразные
3	Этенилбензол (Винилбензол, Стирол)

Результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды представлены в таблицах 20-22.

Таблица 20 – 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	Уайт-спирит	0,0003	0,0002	-	-	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
					Фториды газообразные	0,0002	0,0002	-	-	-	
					Этенилбензол (Винилбензол, Стирол)	0,0001	0,00005	-	-	-	
Итого						0,00051	0,00045	-	-	-	-

Таблица 21 – 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 22 – 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» [8]	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,03	0	0	0,03
2	Отходы очистки окрасочных камер	363 518 31 33 3	3	0	0	2,5	0	2,5	0
3	«Смет с территории предприятия» [8]	7 33 390 01 71 4	4	0	0	45,00	0	45,00	0
4	«Отходы зачистки вентиляционных систем окрасочных камер» [8]	363 518 12 41 3	3	0	0	1,00	0	1,00	
5	«Ткань фильтровальная из полимерных волокон, загрязненная лакокрасочными материалами» [8]	443 229 11 60 4	4	0	0	0,5	0	0,5	

Продолжение таблицы 22

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	
0,03	-	0,03	-	-	-	
2,5	-	2,5	-	-	-	
45,00	-	45,00	-	-	-	
1,00	-	1,00	-	-	-	
0,5	-	0,5	-	-	-	
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
0,03	-	-	-	0,03	-	-
2,5	-	-	-	2,5	-	-
45,00	-	-	-	45,00	-	-
1,00	-	-	-	1,00	-	-
0,5	-	-	-	0,5	-	-

Мероприятия, которые могут быть предприняты для предотвращения воздействия опасных отходов на окружающую среду:

- уменьшить количество отходов;
- содействие внедрению процессов, которые сводят к минимуму образование отходов;
- увеличить количество операций по переработке материалов;
- продвижение использования идентификационных кодов и этикеток для вторичной переработки пластика, чтобы упростить сортировку и переработку пластиковой упаковки;
- повысить уровень образования работников, работающих с отходами;
- использованию менее опасными химическими веществами;
- сбор опасных отходов в специальных пунктах сбора.

Вывод по разделу.

В разделе определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду.

Заправка техники горюче-смазочными материалами на площадке не предусматривается. Не допускается сжигание на производственной площадке отходов.

Все машины и транспортные средства оборудуются средствами тушения пожара в связи с возможностью возгорания горюче-смазочных материалов.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и грунтовых вод окружающей местности и водоемов сохранен сложившийся режим стока поверхностных вод и исключение попадания в них лакокрасочных материалов.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе определено, что все помещения окрасочных, пропиточных, малярных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервации и расконсервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ГЖ обеспечиваются системой автоматического пожаротушения.

Пожаро- и взрывопожароопасность окрасочного цеха характеризуются высокой степенью возникновения загораний и их дальнейшему развитию в пожара из-за нахождения в объёме этих помещений ацетон содержащих жидкостей и лакокрасочных материалов.

В работе предложена и рассчитана пенонаполненная спринклерная установка пожаротушения.

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 23.

Таблица 23 – План реализации мероприятий

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы пожаротушения	Сентябрь 2024 г
Закупка оборудования и материалов для монтажа спринклерной установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска	Сентябрь 2024 г
Монтаж системы спринклерной установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска	Октябрь 2024 г
Пуско-наладочные работы	Ноябрь 2024 г

Варианты расчёта ожидаемых потерь окрасочного цеха производственного здания от пожаров:

- 1 вариант – в окрасочном цехе производственного здания системы пожаротушения отсутствуют;
- 2 вариант – в окрасочном цехе производственного здания смонтирована спринклерная установка водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [22]	м ²	F	6286	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [22]	руб./м ²	C _т	30000	30000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C _к	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [22]	м ²	F'' _{пож}	6286	
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [22]	м ²	F* _{пож}	-	2
«Вероятность возникновения пожара» [22]	1/м ² в год	J	9·10 ⁻⁵	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [22]	м ²	F _{пож}	4	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [22]	-	p ₁	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [22]	-	p ₂	0,95	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [22]	-	p ₃	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [22]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [22]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [22]	м/мин	V _л	1,5	
«Время свободного горения» [22]	мин	B _{свг}	12	
«Норма текущего ремонта» [22]	%	H _{т.р.}	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [22]	%	H _а	-	10
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	36000
«Период реализации мероприятия» [22]	лет	T	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 2:

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

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

$B_{свг}$ – время свободного горения, мин.» [22].

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \cdot (1 \cdot 12)^2 = 452 \text{ м}^2$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формулам 3-7.

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

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;
 $M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;
 $M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [22]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F'_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1; \quad (4)$$

«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» [22].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_{\kappa}) \cdot 0.52 \cdot (1+k) \times \\ \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (5)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_{κ} – стоимость поврежденных частей здания, руб./м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [22].

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

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

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

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 9 \times 10^{-5} \times 6286 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 141052,56 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9 \times 10^{-5} \times 6286 \times (30000 \times 452 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,95 = \\ = 2097675,64 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_3) = 9 \times 10^{-5} \times 6286 \times (30000 \times 6286 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = 2946637,07 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 9 \times 10^{-5} \times 6286 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 141052,56 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9 \times 10^{-5} \times 6286 \times 30000 \times 2 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 16122,84 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 9 \times 10^{-5} \times 6286 \times (30000 \times 452 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times \\ \times 0,95 = 564758,83 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_4) = 9 \times 10^{-5} \times 6286 \times (30000 \times 6286 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times \{1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 412529,19 \text{ руб./год}.$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

– если в окрасочном цехе производственного здания системы пожаротушения отсутствуют:

$$M(\Pi)_1 = 141052,56 + 2097675,64 + 2946637,07 = 5185365,27 \text{ руб./год};$$

- если в окрасочном цехе производственного здания смонтирована спринклерная установка водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска:

$$M(\Pi)_2 = 141052,56 + 16122,84 + 564758,83 + 412529,19 = 1134463,42 \text{ руб./год}.$$

Стоимость монтажа установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска в окрасочном цехе производственного здания представлена в таблице 25.

Таблица 25 – Стоимость реализации предложенного плана монтажа установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска в окрасочном цехе производственного здания

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы пожаротушения	150000
Монтаж системы пожаротушения	300000
Стоимость оборудования	800000
Пуско-наладочные работы	150000
Итого:	1400000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы пожаротушения окрасочного помещения по формуле 8:

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

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

С – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт), руб./год» [22].

$$P = 140000 + 502000 = 642000 \text{ руб.}$$

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» [22].

$$C_2 = 70000 + 432000 = 502000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 10:

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

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

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %» [22].

$$C_{m.p.} = \frac{1400000 \cdot 5}{100\%} = 70000 \text{ руб.}$$

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» [22].

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

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, %» [22].

$$A = \frac{1400000 \cdot 10}{100\%} = 140000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа автоматической установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска в окрасочном цехе производственного здания рассчитаем по формуле 13:

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

«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» [22].

Расчёт денежных потоков от монтажа наполненной автоматической установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска тушения в окрасочном цехе производственного здания представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	$M(\Pi1)-M(\Pi2)$	P_2-P_1	$\frac{1}{(1+НД)^t}$	$\frac{[M(\Pi1)-M(\Pi2)-(C_2-C_1)]^*}{1/(1+НД)^t}$	K_2-K_1	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
1	4050901,85	747000	0,91	3006550,68	1400000	1606550,68
2	4050901,85	747000	0,83	2742238,54	-	2742238,54
3	4050901,85	747000	0,75	2477926,39	-	2477926,39
4	4050901,85	747000	0,68	2246653,26	-	2246653,26
5	4050901,85	747000	0,62	2048419,15	-	2048419,15
6	4050901,85	747000	0,56	1850185,04	-	1850185,04
7	4050901,85	747000	0,51	1684989,94	-	1684989,94
8	4050901,85	747000	0,47	1552833,87	-	1552833,87
9	4050901,85	747000	0,42	1387638,78	-	1387638,78
10	4050901,85	747000	0,39	1288521,72	-	1288521,72

Вывод по разделу.

В разделе установлено, что интегральный экономический эффект от монтажа установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска в окрасочном цехе производственного здания за десять лет составит 18885957,37 рублей.

Заключение

В первом разделе определено, что пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться всеми системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Во втором разделе выполнен анализ факторов риска и статистики инцидентов; исследована эффективность применяемых методов противопожарной защиты.

В третьем разделе определено, что одним из элементов противопожарной защиты здания является внутреннее противопожарное водоснабжение и для повышения эффективности пожаротушения в зданиях независимо от их назначения предусмотрена установка комплектов пожарных кранов.

Оборудование предназначено для самостоятельной локализации пожара арендатором или сотрудником до прибытия пожарных подразделений. В этом случае предполагается значительное сокращение времени локализации возгорания, уменьшение материальных и человеческих потерь при возникших пожарах.

Следовательно, можно сделать вывод, что использование внутреннего противопожарного водопровода с характеристиками оборудования, которое не обеспечивает достаточного расхода воды, неэффективно. К преимуществам ПК относятся простота конструкции, ремонтпригодность. Он подключен к внутреннему водопроводу, который должен обеспечивать необходимое давление и расход воды.

Нормативными документами установлено, что расход воды для эффективного тушения пожара должен превышать 0,5 л/с. Соблюдение этого условия обеспечит отвод количества тепла, выделяющегося при пожаре.

Предложена и рассчитана пенонаполненная спринклерная установка пожаротушения.

В четвёртом разделе определено, что процесс оценки риска включает в себя расчет факторов риска для персонала в целом, идентификацию групп высокого риска и отдельных лиц, понимание связей между воздействием и последствиями, а также оценку приемлемости выявленных рисков.

В разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска на рабочих местах до значимости «Низкий риск».

Для эффективного выявления опасностей необходимо следить за тем, как хранится ацетон и как с ним обращаются. Система хранения или обращения с ними означает любую систему, используемую в связи с хранением или обращением с опасными грузами. Она включает, но не ограничивается следующим: системы локализации разливов; трубопроводы, шланги и связанные с ними клапаны и шланги.

В пятом разделе определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду.

Заправка техники горюче-смазочными материалами на строительной площадке не предусматривается. Не допускается сжигание на производственной площадке отходов.

Все машины и транспортные средства оборудуются средствами тушения пожара в связи с возможностью возгорания горюче-смазочных материалов.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и грунтовых вод окружающей местности и водоемов сохранен сложившийся режим стока поверхностных вод и исключение попадания в них лакокрасочных материалов.

В шестом разделе разработан план монтажа установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска в окрасочном цехе производственного здания, а интегральный экономический эффект от монтажа установки водопенного пожаротушения с контролем автоматического пуска в окрасочном цехе производственного здания за десять лет составит 18885957,37 рублей.

Список используемых источников

1. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684> (дата обращения: 17.03.2024).
2. 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).
3. Об установлении правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=443384> (дата обращения: 12.02.2024).
4. 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=1d8jr94kat939272210> (дата обращения: 12.02.2024).
5. 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).
6. 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).
7. Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований),

применяемых должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России при осуществлении федерального государственного пожарного надзора [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 9 февраля 2022 года № 78. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728305630?marker=7DK0K9> (дата обращения: 22.01.2024).

8. 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=ldsbgkkxui183890770> (дата обращения: 12.02.2024).

9. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 7.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833?ysclid=ln8txb4qir762347675> (дата обращения: 10.02.2024).

10. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/3254/?ysclid=lga9r9fn5z366382597> (дата обращения: 12.02.2024).

11. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.044-2018. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/69902> (дата обращения: 12.02.2024).

12. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 12.02.2024).

13. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/565248963?ysclid=17hqwyvw68251196235> (дата обращения: 18.11.2022).

14. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 486.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 10.02.2024).

15. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 12.02.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 12.02.2024).

17. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280?ysclid=16kc9vem4v317416032> (дата обращения: 18.01.2024).

18. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 6.13130.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603668016> (дата обращения: 05.02.2023).

19. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс] : СП 9.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения: 11.03.2024).

20. 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).

21. 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).

22. 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.

23. Jing Xin, Chongfu Huang, Fire risk analysis of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management, Fire Safety Journal 62 (2013) 72-78.

24. Wan K. Chow, A study on relationship between burning rate and flame height of internal fire whirls in a vertical shaft model, Journal of Fire Sciences, 014, Vol 32 (I) 72-83.