

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 Обеспечение пожарной безопасности при выполнении окрасочных работ

Обучающийся

М.В. Абрамова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Е.В. Полякова

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2023

Аннотация

Тема ВКР: «Обеспечение пожарной безопасности при выполнении окрасочных работ».

В разделе «Анализ обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты» представлена общая характеристика объекта защиты и проводится анализ обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты.

В разделе «Обеспечение пожарной безопасности процессов окраски на объекте защиты» рассматриваются основные способы обеспечения пожарной безопасности процессов окраски и расчет времени эвакуации с объекта защиты.

В разделе «Охрана труда» составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест, произведена идентификация опасностей и определены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочих местах.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду и оформлены результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 69 страниц, 18 таблиц, 1 рисунок.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты	9
1.1 Общая характеристика объекта защиты	9
1.2 Пожарная опасность объекта защиты	10
1.3 Типовые отступления от требований противопожарных норм и правил при эксплуатации объекта защиты.....	16
2 Обеспечение пожарной безопасности процессов окраски на объекте защиты.....	20
2.1 Основные способы обеспечения пожарной безопасности процессов окраски	20
2.2 Расчет времени эвакуации с объекта защиты	33
3 Охрана труда.....	38
4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	46
5 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	53
Заключение	63
Список используемых источников.....	66

Введение

Процессы окраски широко используются в промышленности и быту, при определенных условиях они могут представлять серьезную пожароопасность.

Требование эффективного управления пожарной безопасностью распространяется на все частные и государственные предприятия и организации.

Ответственность за обеспечение безопасности распространяется на все организации, начиная с руководителя и заканчивая работником.

Профилактика является ключом к устранению условий, которые могут способствовать возникновению любого пожара или гибели людей.

При анализе пожароопасности технологических процессов выявлять те единицы оборудования, участки трубопроводов, производственные и складские помещения, которые представляют угрозу пожара или взрыва. При пожарном техническом осмотре технологических процессов определяют наличие и эффективность пожарной охраны и технических средств противопожарной защиты.

Цель исследования – разработать мероприятия по совершенствованию противопожарной защиты объекта защиты.

Задачи работы:

- описать общую характеристику объекта защиты;
- провести анализ пожарной опасности объекта защиты;
- рассмотреть типовые отступления от требований противопожарных норм и правил при эксплуатации объекта защиты;
- выполнить анализ помещений, в которых вероятнее всего может возникнуть пожар (с большим количеством электроприборов), помещений с наиболее опасными веществами, при горении в которых выделяются опасные токсичные продукты, а также

- возможные причины возникновения пожара (нарушение технологического процесса, правил техники безопасности и др.);
- представить характеристику лакокрасочных материалов (ЛКМ), их пожарная опасность;
 - выполнить анализ пожарной опасности процессов окраски и меры профилактики;
 - произвести расчет времени эвакуации с объекта защиты;
 - предложить к внедрению на объекте конкретные методы, оборудование, устройства по совершенствованию противопожарной защиты объекта защиты;
 - составить реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения (3-5);
 - провести идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах;
 - посчитать по формуле количественную оценку риска;
 - определить мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте;
 - определить антропогенную нагрузку организации, технологического процесса на окружающую среду;
 - определить соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным;
 - оформить результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами;
 - выполнить расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Идентификация риска – процесс выявления, распознавания и регистрации рисков.

Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду [4].

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» [19].

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 [10].

Опасность – источник, ситуация или действие, которые потенциально могут нанести вред человеку или привести к ухудшению здоровья или сочетание перечисленного [1].

Оценка профессиональных рисков – это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий [3].

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» [1].

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.

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [19].

Профилактические меры – «заблаговременные меры (мероприятия) по устранению причины/причин потенциально возможного возникновения случаев воздействия опасных и /или вредных производственных факторов на работающего или другой нежелательной, но потенциально возможной, неблагоприятной ситуации» [1].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [19].

Уровень риска – комбинация вероятности появления риска и тяжести его последствий.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ДСП – древесно-стружечная плита.

ЛКМ – лакокрасочные материалы.

НКПР – нижний предел концентрации распространения пламени.

НПВ – нижний предел взрываемости.

ОРО – объект размещения отходов.

ОТВ – огнетушащие вещества.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ППКиУ – пожарный приемно-контрольный прибор.

ПЭК – производственный экологический контроль.

ПУЭ Правилами устройства электроустановок

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

1 Анализ обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты

1.1 Общая характеристика объекта защиты

Объект исследования – покрасочная камера окрасочного цеха АО «РКЦ «Прогресс».

АО «РКЦ «Прогресс» расположено в городе Самара.

Строение цеха представляет собой двухэтажное здание с кабельным подвалом. Все помещения имеют выход в коридор, который ведёт непосредственно к выходу из здания.

Стены здания кирпичные. Перекрытия бетонные и металлоконструкции. Подвесные потолки в отдельных помещениях. Категория помещений по взрывопожарной и пожарной опасности – В4 и В3, по ПУЭ – не превышает П-Па [11].

В здании существует адресная система пожарной сигнализации на базе ППК Радуга-2А. Существующая система пожарной сигнализации не совместима с приборами для управления пожаротушением. В соответствии с СП 484.1311500.2020 (помещения контрольно-диспетчерского пункта без автоматической системы), существующая система пожарной сигнализации не должна быть демонтирована и должна работать одновременно с проектируемой системами пожаротушения объекта [13].

Согласно Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ степень огнестойкости здания II. Класс функциональной пожарной опасности Ф 5.1. Класс конструктивной пожарной опасности С0.

Категория взрывопожароопасности защищаемых помещений основного здания не превышает «В3». Категория взрывопожароопасности малярного цеха составляет «А».

В соответствии с СП 484.1311500.2020, оборудованию системой автоматической пожарной сигнализацией (АПС), которая, соответственно, выполняет функции пожарной сигнализации, подлежат все помещения,

кроме помещений с мокрыми процессами.

Малярные «работы выполняются в цехе и часто включают участки с техническими линиями. На этих линиях происходят такие операции, как подготовка рабочей поверхности, грунтовка, покраска, сушка, охлаждение, шпаклевка, шлифовка и т.д. В окрасочном цехе также имеется вспомогательный участок по изготовлению картин, где выполняются следующие работы:

- приготовление и слив растворов;
- чистка подвески;
- подготовка и распределение краски;
- утилизация отходов и очистка контейнеров;
- централизованная система очистки воды для распылительной камеры;
- опреснение воды» [21].

«Имеется вспомогательное оборудование, такое как электрофорез, катодный электрофорез, автофорез, погружение, струйное литье» [21].

«Во вспомогательной зоне расположены:

- центральный пульт управления;
- склад;
- аналитические лаборатории» [21].

Покрасочный цех специально предназначен для окраски и сушки металлических изделий. Перед покраской все поверхности очищаются от ржавчины и обезжиривается поверхность уже окрашенных деталей.

1.2 Пожарная опасность объекта защиты

Метод анализа пожароопасности и охраны производственного процесса заключается в выявлении причины возникновения пожароопасных сред, источника возгорания и пути распространения пожара в производственных условиях, при незнании которых пожары не могут возникать – техническое

освидетельствование инженерные материалы, объекты пожарно-технического осмотра и другие.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 [15] анализ пожарной опасности и технологическую защиту проводят поэтапно по следующей схеме:

- анализ пожарной опасности веществ и материалов, циркулирующих в процессе;
- оценить возможность образования воспламеняющейся атмосферы внутри технологического оборудования;
- оценить вероятность образования горючей среды при утечке вещества из технологического оборудования;
- анализ возможных причин и условий пожара;
- выявить возможные причины и условия распространения пожара.

Хотя процессы окраски широко используются в промышленности и быту, при определенных условиях они могут представлять серьезную пожароопасность.

Пожарная опасность окрасочных процессов зависит от многих факторов: вида и состава поверхностных лакокрасочных материалов.

Известно, что по ГОСТ 12.3.046-91 [18] не рассчитываются условия, при которых происходит горение в режиме принудительного зажигания. Их оценивают по стандартной температуре самовоспламенения. При этом опасной считается температура, равная 0,8-кратной стандартной температуре самовоспламенения: $373 \text{ }^{\circ}\text{C} < 416 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Следовательно, можно сделать вывод, что перегрев подшипников оборудования из-за нарушения режима смазки не может быть источником воспламенения.

В малярном цехе возникающий пожар может быстро распространяться и развиваться. Этому помогает:

- наличие большого количества легковоспламеняющихся лакокрасочных материалов;

- воспламеняемость самой окрашенной детали, по которой может распространяться горение;
- система вентиляции, по которой пламя может распространяться на соседние производственные помещения.

В лакокрасочном отделении цеха возможны аварийные разливы ЛВЖ из дозаторов, смесителей растворителей, бункеров с лакокрасочными полуфабрикатами, емкостей расходных материалов.

По статистике основными причинами пожаров в покрасочных отделениях производств:

- в 57 % случаев возникновения пожаров – выход из строя электрического оборудования;
- в 30 % – возгорание отходов ЛКМ;
- в 6 % – перегрев трущихся деталей;
- в 4 % – нарушение правил пожарной безопасности при огневых работах;
- в 3% – разряд статического электричества.

В покрасочных камерах сухого режима воздействие лучистого тепла может привести к самовозгоранию материала или развитию термического процесса самовозгорания, приводящего к отходам и горючим отложениям.

Огонь может распространяться в разных направлениях.

Пожары и взрывы могут распространяться по производственным коммуникациям, если горючая среда образуется внутри труб, воздухопроводов и откладывается на поверхности труб.

Горючие вещества, окислители и источники воспламенения появляются в пространстве одновременно, и в определенной пропорции это приводит к возникновению и развитию пожара.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ, используемых в цехе, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели пожаровзрывоопасности веществ, используемых в цехе

Наименование вещества	Показатели пожарной опасности							
	Группа горючести	Твсп, °С	Твос, °С	Тсв, °С	фн, % об	фв, % об	И, °С	Тв, °С
Эмаль МС-17	ЛВЖ	28	47	509	-	-	23	59
Лак ПФ-283	ЛВЖ	33	43	272	-	-	31	51
Растворитель (сольвент)	ЛВЖ	21-34	83	520	1,0	8,0	21	56
Грунтовка ФЛ-03К	ЛВЖ	23	24	416	-	-	29	59

Поэтому анализ характеристик пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве, показывает, что в покрасочных цехах используется большое количество горючих жидкостей. Так, например, у эмали МС-17 температура вспышки 28 °С, у масляного растворителя температура вспышки 21 °С, а у грунтовки ФЛ-03К температура вспышки 23 °С. Как видно из таблицы, большинство веществ горючи, так как классифицируется как легковоспламеняющаяся жидкость. Кроме того, такие вещества, как грунтовка ФЛ-03К, эмаль МС-17, растворители и др., составляют группу веществ повышенной опасности по классификации ГОСТ 12.1.044-89, в связи с чем, реальная опасность возникает при использовании их внутри технологического оборудования и на производственной площадке окрасочного цеха образует пожароопасную среду.

С учетом этого важно знать не только пожаровзрывоопасные свойства лакокрасочных материалов и их разложение, но и количество, находящееся в «цветной дымке», при оценке возможности образования пожароопасной атмосферы. Объем покрасочной камеры. Согласно техническим условиям, рабочая концентрация в покрасочной камере составляет 0,3968 г/м³ в пересчете на растворитель.

В рабочих емкостях лакокрасочных цехов лакокрасочных цехов горючие среды могут образовывать жидкости в замкнутом объеме установки.

В производственных условиях при соударениях твердых тел, трении поверхностей при взаимном движении предметов друг относительно друга наблюдаются изменения температуры тела с опасностью возгорания

вследствие механической работы.

В лакокрасочной промышленности тепловые проявления механической энергии возможны при нагреве подшипников на валах насосов и технических установок; при работе смесителей (в раствор различных примесей); вентиляции; при работе системы (попадание примесей) искры при скоплении отходов краски). Тепловые характеристики электрической энергии. Опасные ситуации в связи с пожаром и взрывом на производстве могут возникнуть при несоответствии электрооборудования (двигателей, сетей, пускорегулирующих аппаратов) характеру технической среды и несоблюдении правил эксплуатации этого электрооборудования. Короткое замыкание в линии, перегрев двигателя в течение длительного времени, пробой изоляции, вызванный старением изоляции двигателя, высокое переходное сопротивление в месте соединения провода с оборудованием и между ними. При транспортировке жидкостей возникают электростатические разряды. Статический искровой разряд может воспламенить парогазовую смесь в покрасочной камере.

Отложения краски и отходы производства на воздуховодах, полах и стенах покрасочных камер могут самовозгораться открытым огнем.

Таким образом, в резервуарах для подготовки краски и резервуарах под давлением краски образуется легковоспламеняющаяся концентрация, если присутствуют воздушные полости.

Оборудование и трубопроводы с пожаровзрывоопасными веществами, используемые в различных технологических процессах, при определенных условиях могут стать очагами возгорания или взрыва. Для выявления возможности возгорания внутри технологического оборудования в первую очередь необходимо оценить возможность образования в нем горючей среды.

При удалении летучих растворителей с поверхностей изделий пожароопасность в сушильном помещении зависит от возможности образования взрывоопасных паровоздушных концентраций. При нормальных условиях эксплуатации в объеме сушильной камеры не образуются

легковоспламеняющиеся концентрации паров воздуха, поскольку система всасывания рассчитана на работу при безопасных концентрациях. При серьезных нарушениях режима работы сушилки и неисправностях в большом объеме сушильной камеры могут образовываться легковоспламеняющиеся паровоздушные концентрации.

При распылении воздушным распылением ЛКМ распыляется сжатым воздухом на частицы, которые доставляются на поверхность для окрашивания ровным слоем. Однако он имеет ряд существенных недостатков:

- большой расход краски и лака из-за образования тумана и неполного проникновения краски в окрашиваемую поверхность;
- процесс представляет повышенную пожароопасность из-за возможного образования облака взрывопожароопасных смесей ЛКМ с воздухом в покрасочной камере, воздуховодах и смежных помещениях.

Таким образом, можно сделать вывод, что горючие среды могут образовываться в баках-дозаторах растворителей, смесителях растворителей, бункерах для полуфабрикатов, баках подачи готовой краски и окрасочных камерах при покрасочных работах и сухой режим. При наличии источника воспламенения в этих условиях среда внутри технологического оборудования может стать взрывоопасной.

Для «создания нормальных санитарно-гигиенических условий в процессе покраски и удаления паров легковоспламеняющихся растворителей покраску производят в специальных покрасочных камерах. Эти камеры оснащены вентиляционными отверстиями и фильтрами для улавливания частиц краски и очистки воздуха» [21]. Пожароопасность в процессе окраски обусловлена особенностями окрашиваемых лакокрасочных материалов, которые содержат 50...60% или даже 70...80% легковоспламеняющихся растворителей, при улетучивании которых образуется большое количество паров процесс, а уже начавшийся пожар распространяется «Наличие

источников воспламенения и ответвляющихся путей. Распыление сжатым воздухом является наиболее взрывопожароопасным способом, при котором из мельчайших частиц лака или краски в воздухе создается взрывопожароопасная смесь» [21]. Важнейшей мерой по предотвращению образования легковоспламеняющейся атмосферы является вентиляция для отвода паров от места окрашивания изделия.

Значительную опасность в этом производстве представляют пожарно-ремонтные и монтажные работы. Пожароопасность огневых работ возникает не только от открытого пламени, но и от горячего расплавленного металла, искр в виде летящих капель горящего металла, раскаленной электродной золы и нагретых частей оборудования, труб или других элементов конструкций, обработанных пламенем.

Конкретными источниками воспламенения при покраске являются искры и возгорание отходов, в том числе нитролака, льняного масла, эмалей, а также самовозгорание отложений лакокрасочных материалов в воздуховодах. В малярном цехе возникающий пожар может быстро распространяться и развиваться. Этому способствуют: наличие большого количества горючих лакокрасочных материалов; воспламеняемость самого окрашиваемого изделия, по которому может распространяться горение; возможность распространения пламени на соседние цеха (этажи) через систему вентиляции).

1.3 Типовые отступления от требований противопожарных норм и правил при эксплуатации объекта защиты

Как правило, здания покрасочных цехов должны проектироваться с классом огнестойкости I или II. Согласно Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ строительные конструкции, применяемые в этих зданиях, должны иметь класс конструктивной пожарной опасности С0 или С1.

«В помещениях категорий А и Б взрывопожароопасных и взрывопожароопасных наружные ограждающие конструкции должны предусматриваться в соответствии со ГОСТ 12.1.004-91. В случаях, когда этого требуют общая планировка здания и наиболее рациональная объемная планировка, допускается предусматривать решение по устройству покрасочных цехов в производственных помещениях, не вплотную к наружным стенам. В этом случае отступления от требований противопожарных норм и правил должны компенсироваться организационно-техническими решениями по предотвращению взрывов и распространения огня. Эффективность этих мероприятий должна быть подтверждена расчетами» [21].

«Малярный цех (площадка) должен быть обособлен от других производственных площадок» [21].

«Если малярный цех (площадка) не относится к категории А или категории В по взрывопожароопасности, при высоте от земли цеха покраски до низа фермы более 8 м, основные балки, балки допускаются выполнять на высоте не менее 5 м в окружении стен. При этом расстояние от верха стены до проема покрасочной камеры или установки должно быть не менее 5 м» [21].

«Оборудование, расположенное в общей технологической цепочке, а также рабочие и аварийно-вытяжные системы вентиляции, допускается не экранировать, при этом должна соблюдаться пожарная безопасность (использование системной местной аспирации) и исключаться вредное воздействие на персонал, участвующий в других операциях» [21].

«Работы, связанные с применением открытого огня (сварочные работы и другие), разрешаются на расстоянии до 15 м от проемов покрасочных камер (краев колосников с нижним всасыванием) и выходов систем вентиляции и местной вытяжки или согласно ППР 1479 [10], при установке защитных экранов из негорючего материала на расстоянии не менее 5 м,

исключающем проникновение через эти экраны искр и лучистого тепла, и только при закрытой системе вытяжной вентиляции» [21].

Установлено, что при работе технологического оборудования в лакировочном цехе могут возникать протечки, а также выброс наружу большого количества горючих веществ. Поэтому необходимо проверить наличие и эффективность технических средств предотвращения образования пожароопасной среды в помещениях малярного участка.

Согласно СП 485.1311500.2020 [14] независимо от площади участка помещения, в которых проводятся малярные работы, должны быть оборудованы автоматическими устройствами пожаротушения (АУПТ).

Также следует «учитывать, что если площадь, которую необходимо оборудовать автоматическими системами пожаротушения, занимает 40% и более общей площади здания, то эти системы должны быть предусмотрены для установки всего здания, за исключением участков, указанных в СП 485.1311500.2020» [21].

Выбор типа АУПТ осуществляется по СП 485.1311500.2020 [14].

При проверке соответствия оборудования в лакокрасочном цехе требованиям стандарта установлено отсутствие бортового лотка для розлива краски на переливе. При наличии этих бортов они должны быть изготовлены из цветного металла для предотвращения образования искр при соприкосновении контейнеров с лакокрасочным материалом с бортами.

Вывод по 1 разделу.

В разделе представлена общая характеристика объекта защиты и проводится анализ обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты.

Технические средства представляют наибольшую пожароопасность при нарушении их нормальной работы и повреждении оборудования и коммуникаций.

При нормальных условиях эксплуатации установки в технической зоне возможно образование горючих сред, если по техническим условиям применяются установки с открытыми испарительными поверхностями,

установки с дыхательными аппаратами, установки периодического действия и герметичные установки, работающие при избыточном давлении. Устройства с дыхательным аппаратом представляют собой герметичные емкости. К такому оборудованию в этой технологии относятся емкости-дозаторы, емкости. Оборудование с дыхательным аппаратом выделяет легковоспламеняющиеся пары при повышении температуры газового пространства (малое дыхание) и при заполнении (большое дыхание). В дыхательном оборудовании может образоваться легковоспламеняющаяся атмосфера, если рабочая температура жидкости в оборудовании больше или равна нижнему пределу распространения пламени. Не допускается хранение лакокрасочных материалов на промышленных предприятиях.

При проверке соответствия оборудования и помещений окрасочного цеха требованиям нормативных документов по предотвращению быстрого развития и распространения пожара были обнаружены серьезные отступления от нормативов, которые могут привести к быстрому распространению огня.

Покрасочно-сушильные помещения, в которых применяются легковоспламеняющиеся и горючие лакокрасочные материалы, должны быть оборудованы автоматическими устройствами пожаротушения.

При выявлении возможных очагов возгорания проверялось соответствие технологического оборудования и помещений цеха требованиям нормативных документов по предотвращению возникновения очагов возгорания. Выявлены следующие отклонения от спецификации:

- помещения, не оборудованные металлическими лотками из цветных металлов для настаивания лакокрасочных материалов.
- отсутствует система пожаротушения.

2 Обеспечение пожарной безопасности процессов окраски на объекте защиты

2.1 Основные способы обеспечения пожарной безопасности процессов окраски

К противопожарным мероприятиям относятся:

- ограничить количество горючих материалов и веществ, находящихся непосредственно в окрасочном цеху;
- вентиляционные каналы, ведущие непосредственно наружу или к очистному оборудованию по кратчайшему пути;
- установка пламегасителей и противопожарных клапанов, особенно на ответвлениях отсеков и агрегатов.

«Требования пожарной безопасности к объемно-планировочным и конструктивным решениям покрасочных цехов, участков и вспомогательных помещений устанавливаются в соответствии с требованиями действующих нормативных и технических документов с учетом следующих исходных данных:

- функциональное использование мест и зданий;
- категории помещений и зданий;
- показатели огнестойкости зданий и сооружений, показатели строительной пожарной опасности зданий;
- класс площади в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)» [21].

«Помещениям покрасочного цеха, а также вспомогательных помещений (лакокрасочных складов, помещений подготовки красок и др.) и наружного технологического оборудования категорию взрывопожарной опасности следует определять по СП 12.13130.2009 [11], а также категории площадей по ПУЭ в зависимости от количества (утилизируемых) веществ и

материалов в помещениях и свойств пожаровзрывоопасности с учетом особенностей технологического процесса» [21].

«Помещения и наружные установки классифицируют в целях установления требований пожарной безопасности к их планировке и застройке, этажности, площади, устройству помещений и наружных установок, конструктивным решениям, инженерному оборудованию, устройствам пожарной автоматики» [21].

Участок приготовления и раздачи краски должен располагаться в отдельном помещении с окнами вплотную к наружной стене. «Площадь окна должна составлять не менее 0,05% от объема помещения. Эти помещения должны иметь независимые эвакуационные выходы, ведущие непосредственно наружу» [21].

«При устройстве лакокрасочного (краскораздаточного) участка в отдельно стоящем здании трубопроводы подачи краски следует устраивать в коридорах между зданиями, тоннелях (водосборных трубах), полупроходных переходах и наружных поверхностях стен зданий типов С0 и С1 с учетом требований противопожарной безопасности» [21].

«В цокольных и цокольных этажах покрасочных цехов допускается размещение только помещений категории В4-Д. Запрещается размещать малярные цеха в подвальных и подвальных помещениях» [21].

Несущие конструкции под индивидуальное емкостное оборудование над землей, содержащие ЛКМ на основе легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, должны иметь класс огнестойкости не ниже К60.

«Покрасочные работы должны производиться необходимыми и имеющимися механизированными средствами, инструментом, а также защитными приспособлениями и предохранительными устройствами» [21].

«Запрещается эксплуатация оборудования, если оно не соответствует требованиям паспорта изготовителя, конструкции, технологии, действующих норм и технической документации» [21].

«Под тарой типа технологического оборудования и расходных материалов (малярных емкостей) следует устанавливать поддоны из негорючих искробезопасных материалов для ограничения разлива ЛКМ в аварийных ситуациях. Объем поддона должен превышать максимальный объем краски, содержащейся в технической или расходной цистерне» [21].

«Конструкция оборудования, работающего под давлением, должна соответствовать требованиям «Правил проектирования и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Оборудование, использующее электрический нагрев или индукционный нагрев, должно соответствовать требованиям ПУЭ» [21].

«Технические средства для хранения лакокрасочных материалов должны быть герметичными. В обоснованных случаях для оборудования, в котором возможны указанные утечки лакокрасочных материалов по паспортным данным, в проектно-технической документации должны быть указаны допустимые значения этих утечек в режиме эксплуатации и указаны необходимые меры по устранению из работы площадь и утилизация» [21].

«Насосное оборудование для перекачивания лакокрасочных материалов должно быть спроектировано таким образом, чтобы не допускать повышения (снижения) давления выше (ниже) допустимых значений» [21].

«Максимальный уровень жидкости в указанном оборудовании и накопительной емкости должен определяться расчетом по условиям и времени работы привода и системы предотвращения перелива с учетом теплового расширения жидкости при хранении» [21].

В этом случае должны быть предусмотрены средства дистанционного измерения уровня ЛКМ в цистерне.

«Размещение технологического оборудования, трубопроводной арматуры и др на промышленных предприятиях и открытых площадках должно обеспечивать удобство и безопасность их эксплуатации, облегчать техническое обслуживание и принимать своевременные меры по предотвращению аварийных ситуаций или аварий при размещении» [21].

«Не допускается применение труб из стекла и других хрупких материалов, а также горючих материалов (группы горючести Г1 - Г4) для подачи ЛКМ в покрасочную камеру (участок)» [21].

«Технологические трубопроводы не должны иметь фланцев и других разъёмных соединений, за исключением мест, где установлена арматура или соединения трубопроводов с оборудованием, а также участков, где трубопроводы регулярно разбираются для очистки и обслуживания в соответствии с требованиями технологии» [21].

«Технические регламенты работы по хранению и перемещению лакокрасочных материалов, наливу и опорожнению цистерн, параметры, определяющие пожарную безопасность этих работ (давление, скорость движения, допустимые максимальные и минимальные уровни, способы вакуумирования и др.) должны устанавливаться и регламентироваться с учетом физико-химических свойств продукта» [21].

«Приготовление и разведение различных красок следует производить в изолированном помещении с окнами у наружной стены или на открытой площадке. Во всех случаях лакокрасочные материалы необходимо смешивать и разводить в лотках, ограничивающих их доступ. ЛКМ следует представлять централизованно на рабочую площадку в заполненном виде. Лакокрасочные материалы могут размещаться на складе цеха в количествах, не превышающих объёма использования за одну смену» [21].

«В малярном цеху не допускаются работы, связанные с применением открытого огня и искр (сварка, работа на наждачных шлифовальных станках и т.п.)» [21].

«Помещения цеха окраски и подготовки к окраске должны быть оборудованы автономными системами механической приточно-вытяжной вентиляции, а также местными вытяжными системами из покрасочных камер, погружных ванн, окрасочных установок, ручных окрасочных станций, сушильных камер» [12].

«Не допускаются малярные работы при выключенной системе

вентиляции» [21].

«Безопасный рабочий воздухообмен рассчитывается и определяется в соответствии с технологическим регламентом. Лица, непосредственно не занятые такими работами, не должны допускаться в помещения, где производятся малярные работы» [21].

«Система вентиляции малярного цеха (помещения) должна поддерживать избыточное давление в смежных помещениях для предотвращения попадания горючих газов и/или паров из покрасочного цеха. В помещениях с пожаро- и взрывоопасностью должно поддерживаться меньшее давление относительно взрывозащищенных помещений (зон)» [21].

Открытые помещения обеспечивают естественную вентиляцию.

«Вентиляционные помещения, обслуживающие помещения категорий А и Б, должны располагаться в отдельных изолированных помещениях с самостоятельным внешним доступом. Доступ в эти помещения разрешен из помещений категорий В4 и Д» [21].

Противопожарные клапаны должны быть установлены внутри барьера или непосредственно с любой стороны преграды или снаружи преграды, чтобы обеспечить класс огнестойкости, равный классу преграды для части воздуховода до клапана.

«Противопожарные клапаны должны активироваться автоматически системой обнаружения пожара или при нарушении теплового замка» [21].

«Воздухозаборник должен располагаться за пределами взрывоопасной зоны, на расстоянии не менее 5 м от любого выхода системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Розетка должна находиться за пределами опасной зоны» [21].

«Забор воздуха приточной вентиляции электропомещения должен производиться на высоте, исключающей попадание горючих газов и/или паров в систему вентиляции» [21]. Впускное отверстие для подачи воздуха в электрическую комнату должно быть оборудовано устройством сигнализации предвзрывной концентрации, и подача воздуха будет закрыта в

соответствии с сигналом тревоги, а запорный клапан воздухозаборника будет автоматически закрыт.

«Производственно-складские помещения классов А и Б должны быть оборудованы системой вентиляции с резервным вентилятором, автоматически включаемым при остановке основного вентилятора, кратность воздухообмена которого должна обеспечивать сохранение взрывоопасного газо- и паросодержания воздуха при нормальной работе не 10) выше нижнего предела концентрации распространения пламени (НКПР)» [21].

«На промышленных предприятиях категорий А и В должна быть предусмотрена система аварийной вентиляции, автоматически включающая вентиляторы по сигналам тревоги ДВК» [21].

«Помимо автоматического включения аварийной вентиляции, должно быть предусмотрено ручное и дистанционное включение, при этом устройство включения располагается на входе вне помещения» [21].

«Норма воздухообмена для аварийной вентиляции помещений, в которые в аварийной ситуации могут попасть (или образоваться) горючие газы и/или пары, должна рассчитываться и определяться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов» [21].

«Системы вентиляции для площадок со взрывоопасными зонами должны иметь ручной привод и обеспечивать воздухообмен по всей площадке, в местах где возможна утечка горючих газов и паров, и зон, где присутствуют пары и газы, которые могут скапливаться. При этом, учитывая высоту помещения, плотность горючих газов и паров, наличие или отсутствие стабильного воздуха, 1/3 часть организованного забора воздуха должна быть обеспечена с верхней площадки, а 2/3 – тепловой поток воздуха из нижней части. В нерабочее время (при отсутствии в оборудовании ТГ и ЛВЖ) приточно-вытяжные системы вентиляции должны иметь 3-кратный воздухообмен в час» [21].

«Прокладка воздуховодов, проходящих через другие помещения посередине, в воздуховодах помещений категорий А и Б и местных систем

отвода взрывоопасных смесей допускается при соблюдении требований действующих норм и правил» [21].

«Воздуховод, подающий воздух к дверному замку, не должен прокладываться в местах возможного возникновения пожаров и образования зон загазованности» [21].

«Класс огнестойкости воздуховода определяют в соответствии с требованиями действующих норм» [21].

«Вытяжные установки (шкафы, малярные, сушильные и др.), арматура и трубопроводы должны быть спроектированы так, чтобы не допускать накопления пожароопасных отложений и обеспечивать возможность их очистки огнезащитными методами. Работы по очистке должны проводиться в соответствии с технологическим регламентом и регистрироваться в журнале. Воздухоотводящие устройства для систем общей и аварийной вытяжной вентиляции должны обеспечивать эффективное рассеивание и исключать возможность воспламенения горючих газов и паров в зоне отвода, а также возможность их смешения с воздухом с образованием взрывоопасных концентраций выше товарных и транспортные газы Территория предприятия, в том числе потенциальные источники возгорания» [21].

«В помещениях с взрывопожароопасными технологическими процессами рекомендуется предусматривать воздушное отопление и вентиляцию. Допускается использование водяного или парового обогрева помещений при условии, что циркулирующие в процессе вещества не образуют с водой взрывоопасных продуктов.

«Температура излучающей поверхности элемента системы отопления не должна превышать 80,5 % температуры самовоспламенения внутренней циркуляции и наличия горючих веществ и материалов» [21].

«Вентиляционное оборудование систем окрасочного цеха (кроме систем, устанавливаемых на технологическом оборудовании) должно размещаться в вентиляционном помещении, закрытом противопожарной перегородкой 1 класса и перекрытием 3 класса» [21].

«В покрасочных цехах в пределах 5 м от пожаровзрывоопасной зоны необходимо установить автоматические газоанализаторы для исключения возможности образования в воздухе взрывоопасных концентраций (не более 10% НПВ)» [21].

«Краски и лаки должны поступать на рабочее место готовыми к использованию» [21].

«Пролитую на пол краску и растворитель следует немедленно убрать опилками и водой. Запрещается мыть полы, стены и оборудование легковоспламеняющимися растворителями» [12].

«Инвентарь для уборки, ветошь и ветошь после использования должны быть сложены в стальной ящик, закрыты стальной крышкой, в нерабочее время доставлены на предприятие и уничтожены за пределами производственного предприятия» [21].

«Цеху подготовки краски запрещается заниматься какой-либо другой работой, кроме подготовки краски» [21].

«Все операции по приготовлению многокомпонентных лакокрасочных материалов (полиэфиров, эпоксидных смол, полиуретанов и др.) и их разбавлению растворителями необходимо проводить в специально отведенном помещении лакокрасочного цеха с работающей системой местной вытяжной вентиляции, либо в вытяжной шкаф. Исключениями являются случаи, когда используются специальные методы распыления (например, пистолеты-распылители с двумя форсунками) и смешивание компонентов происходит непосредственно во время нанесения» [21].

«Там, где хранятся краски и лаки, их следует размещать на полках в подходящей таре и упаковке» [21].

«При хранении лакокрасочных материалов и материалов на складах (местах) следует учитывать их пожарную опасность, физико-химические свойства, марки совместимости и однородность средств пожаротушения» [21].

Тара с лакокрасочными материалами, а также аэрозольная упаковка

должны быть защищены от солнечного света и других термических воздействий.

Аэрозольную упаковку на многоэтажном складе допускается хранить только в противопожарном отделении на верхнем этаже, а количество аэрозольной упаковки в складском помещении не должно превышать 150 000 штук.

Работники малярного цеха, участка и лакокрасочного отдела могут приступить к работе только после прохождения обучения и оценки специальной квалификационной комиссией знаний техники безопасности и пожарной безопасности. «Спецодежда для работы в малярном цехе должна храниться на производстве в специальных металлических шкафах. Запрещается выносить рабочую одежду за пределы учреждения. Пропитанную растворителями рабочую одежду необходимо заменить чистой. Промасленные комбинезоны не допускаются» [21].

Важным направлением снижения пожароопасности в процессе нанесения покрытий является замена легковоспламеняющихся и горючих растворителей, пленкообразователей, лаков на огнестойкие. Например, олифы можно заменить разбавителями эмульсий (вода и эмульгатор – мыло), использовать водорастворимые бакелитовые лаки и негорючие хлоруглеводородные растворители (трихлорэтан, четыреххлористый углерод).

Также к профилактическим мероприятиям относятся: удаление из помещения лакокрасочных отходов, очистка воздуховодов от лакокрасочных отложений, контроль ремонтпригодности оборудования, отсутствие ударных и трущихся искр при работе вентиляторов и использовании инструментов.

В качестве средств пожаротушения применены модули порошкового пожаротушения «Тунгус», которые включаются в пусковую цепь ППКиУ через релейный усилитель УК-ВК.

Количество модулей, необходимое для пожаротушения по площади

защищаемого помещения, определяется по формуле 1:

$$N = \frac{S_y}{S_H} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \quad (1)$$

где N – количество модулей, шт.;

S_y – площадь защищаемого помещения, ограниченная ограждающими конструкциями, стенами, м²;

S_H – площадь, защищаемая одним модулем, определяется по документации на модуль, м²;

S_z – площадь затенения – определяется как площадь части защищаемого участка, где возможно образование очага возгорания, к которому движение порошка от насадка-распылителя по прямой линии преграждается непроницаемыми для порошка элементами конструкции.

При 0,15 рекомендуется установка дополнительных модулей непосредственно в затененной зоне или в положении, устраняющем затенение; при выполнении этого условия k_2 принимается равным 1;

k_1 – коэффициент неравномерности распыления порошка;

k_2 – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания;

k_3 – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнению с бензином А-76;

k_4 – коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения.

Данные для расчета количества модулей необходимых для тушения сушильной камеры: $S_y=10,5$ м²; $S_H=25$ м²; $k_1=1$; $k_2=1$; $k_3=1$; $k_4=1,2$.

Подставив данные значения в формулу (1) получим:

$$N = \frac{10,5}{25} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 0,504.$$

Следовательно, для тушения сушильной камеры необходим один модуль МПП-6 «Тунгус».

Расчет количества модулей необходимых для тушения окрасочной камеры: $S_3 = 10,7$; $S_y = 35,8 \text{ м}^2$; $S_H = 25 \text{ м}^2$; $k_1 = 1,2$; $k_2 = 1$; $k_3 = 1,2$; $k_4 = 1,2$.

$$\frac{S_3}{S_y} = 0,299.$$

Следовательно необходимо устанавливать дополнительные модули непосредственно в затененной зоне.

Подставив данные значения в формулу (1) получим:

$$N = \frac{35,8}{25} \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 2,47.$$

Следовательно, для тушения окрасочной камеры необходимо три модуля МПП-6 «Тунгус».

С учетом установки дополнительных модулей в затененной зоне количество модулей должно быть увеличено на два, следовательно, для тушения окрасочной камеры необходимо пять модулей пожаротушения «Тунгус».

Для оповещения людей о начале работы установки пожаротушения используются световые табло «Порошок. Уходи!» и «Порошок. Не входи!», устанавливаемый на выходе и входе в защищаемую зону соответственно.

Для запуска пожаротушения в ручном режиме, у входа в защищаемую зону устанавливаются кнопки ручного пуска ИПР-К (ск) с крышкой.

Схемы размещения световых табло и устройств ручного пуска системы пожаротушения приведены на рисунке 1.

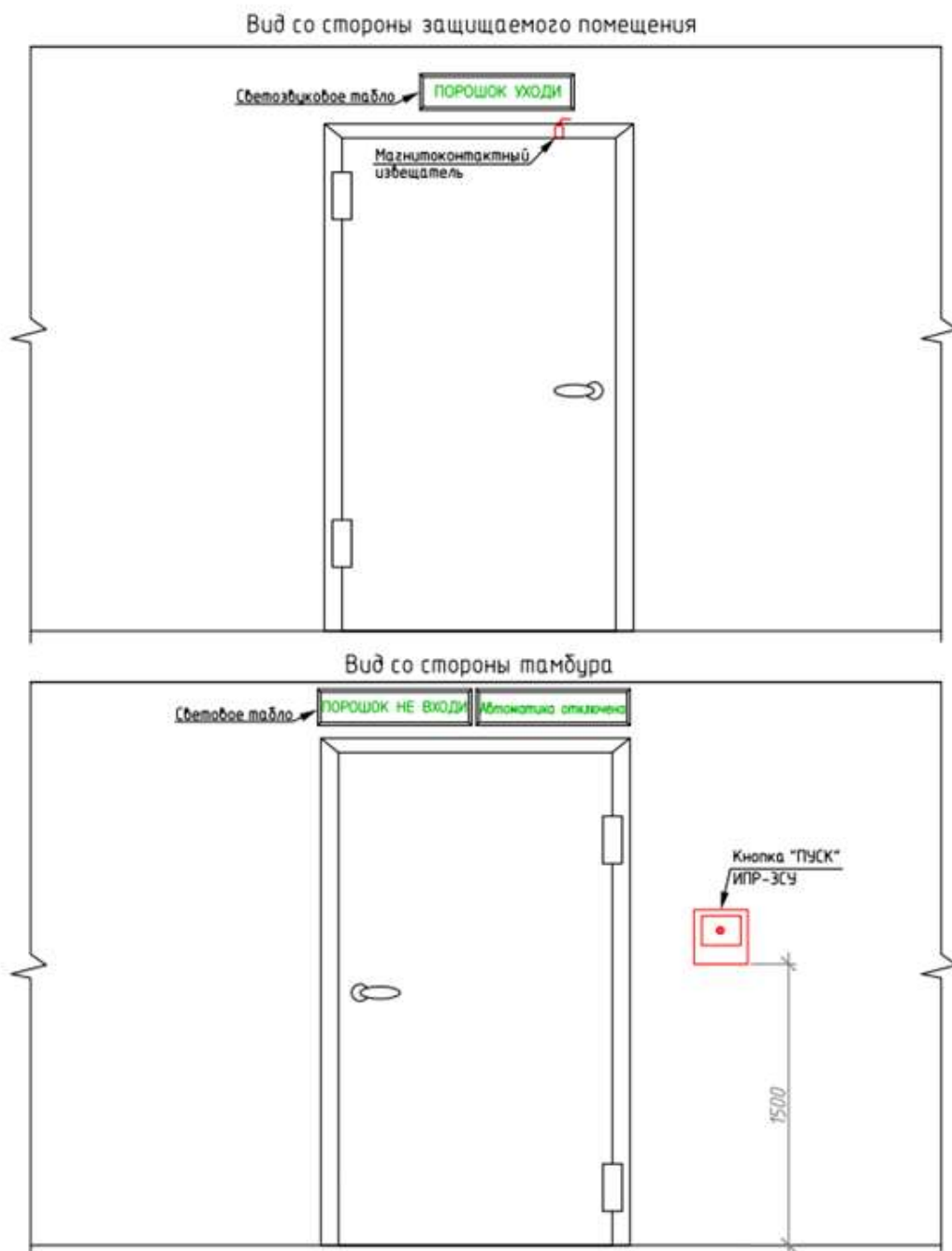


Рисунок 1 – Схемы размещения световых табло и устройств ручного пуска системы пожаротушения

В дежурном режиме работы автоматической установки порошкового пожаротушения ППКиУ осуществляет постоянный контроль за появлением факторов пожара в защищаемых помещениях и исправностью шлейфов с пожарными извещателями, цепей пуска пожаротушения и линий оповещения.

В начальной стадии пожара, при появлении дыма и тепла, происходит

срабатывание автоматического пожарного извещателя. Сигнал о срабатывании извещателя передается по проводным линиям связи на ППКиУ.

Прибор производит сброс напряжения и переходит в режим «Внимание» после получения повторного сигнала.

При повторном получении сигнала о пожаре прибор переходит в режим «Пожар».

При этом:

- на самом приборе включается светозвуковая сигнализация о пожаре;
- включаются звуковые оповещатели «Свирель»;
- в защищаемой зоне загораются световые табло «Порошок. Уходи!»; при входе в защищаемую зону загорается световое табло «Порошок. Не входи!»;
- начинается отсчет предпусковой задержки не менее 10 с (устанавливается при пуско-наладке);
- по окончании предпусковой задержки производится запуск модулей порошкового пожаротушения соответствующего направления импульсом электрического тока силой 4 А и длительностью не менее 10 с (гарантируется предприятием-изготовителем);
- происходит вскрытие клапана запорно-пускового устройства модуля порошкового пожаротушения и ОТВ начинает поступать в защищаемое помещение.

При обрыве шлейфов сигнализации, обрыве линии запуска модулей пожаротушения на приборе включается светозвуковая сигнализация «Неисправность».

При отключении напряжения питания основной сети 220 В ППКиУ автоматически переходит на питание от встроенной герметизированной аккумуляторной батареи 12 В.

2.2 Расчет времени эвакуации с объекта защиты

Согласно СПЗ.13130.2009, для реализации оповещения людей в проекте применена СОУЭ 2 типа:

- световое оповещение: световые указатели «Молния-220 РИП» с надписью «Выход»; знаки безопасности в виде наклеек на стены, указывающие направление движения при эвакуации людей при пожаре. Указатели «Молния-220 РИП» имеют встроенный аккумулятор для подсветки надписи «Выход» при отключении сети 220В;
- звуковое оповещение: сирены «ООПЗ-24» (АС-24) – работают непосредственно от модулей управления пожаротушением [16].

Световые оповещатели с надписью «Выход» устанавливаются на путях эвакуации и работают круглосуточно.

Кроме того, в помещениях с автоматическим пожаротушением применяются специальные оповещатели «Порошок не входи», «Порошок уходи».

Для помещений малярного цеха предусмотрены взрывозащищенные варианты оборудования и искробезопасные линии оповещения:

- оповещатели взрывозащищенные категории IP54 «Филин-Т» с соответствующей маской-надписью;
- световой знак безопасности «Выход» ТС ОЕхiаПСТ6 из комплекта УПКОП135-1-2П;
- взрывозащищенный звуковой оповещатель «Шмель-12» из комплекта УПКОП135-1-2П.

Для того, чтобы определить время работоспособности соединительных линий, относящихся к СОУЭ при пожаре, рассчитаем максимальное время эвакуации персонала из производственного здания.

Время, необходимое для эвакуации людей из здания при пожаре по ГОСТ 12.1.004 определяется по формуле 2:

$$\tau = \frac{l}{v}, \quad (2)$$

где l – приведенная длина пути, м;

v – скорость движения, м/мин.

При известном числе эвакуирующихся людей и площади прохода, приняв среднюю площадь горизонтальной проекции взрослого человека в зимней одежде $0,125 \text{ м}^2$, определяем плотность людского потока по формуле 3.

$$D_l = \frac{Nf}{l \cdot b}, \quad (3)$$

где N – количество людей;

f – средняя площадь, занимаемая одним человеком;

l – длина пути эвакуации;

b – ширина пути эвакуации.

В данном случае максимальное расстояние необходимо преодолеть персоналу, находящемуся в помещении мастеров – 25 м.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки длиной l_i и шириной b_i . По таблице 2 приложения 2 к ГОСТ 12.1.004-91, в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, определяем скорость движения людского потока – 100 м/мин.

$$D_1 = \frac{2 \cdot 0,125}{25 \cdot 1} = 0,01$$
$$\tau = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ мин}$$

Для монтажа линий оповещения СОУЭ выбираем кабель серии КПСЭнг-FRLS, не нуждающийся в защите от открытого пламени (письмо департамента надзорной деятельности МЧС России №19-2-5-4376 от

16.12.2008г.). Время работоспособности этого кабеля в открытом пламени не менее 3 часов. Кабель имеет сертификаты пожарной безопасности ССПБ.RU.УП001.Н00551 и С-RU.ПБ22.В.22131.

Размещение пожарных звуковых оповещателей должно обеспечивает общий уровень звука не менее 75 дБ на расстоянии 3 метра от оповещателя, но не более 120 дБ в любой точке защищаемого помещения. Оповещатели не имеют регуляторов громкости и подключены к линии оповещения без разъемных устройств.

Затухание звука в зависимости от расстояния до источника звука определяем в соответствии с ГОСТ 31295.2-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности» [20] и вычисляем по формуле 4.

$$A = 20 \cdot Lg L, \quad (4)$$

где А (дБ) – затухание звука в воздухе;

L (м) – расстояние до оповещателя.

Отраженный от стен сигнал уменьшает затухание, его не учитываем.

Покажем, что при максимальном расстоянии между оповещателем и самой удаленной от него точкой на высоте 1,5м от пола, будут выполняться требования 4 раздела СП 3.13130.2009.

Уровень шумового фона во всех помещениях, не превышает $F=55$ дБ в диапазоне 800Гц-2кГц (В этом диапазоне работает звуковой оповещатель ООПЗ-24). Расстояние от максимально удаленной точки до ближайшего оповещателя составляет 8 м. Для этой дистанции затухание:

$$A = 20 \cdot Lg 8 = 18,0 \text{ дБ}$$

Для смежных помещений рассчитаем уровень звука с учетом поглощения в перегородках (дверях):

Стандартная дверь из ДСП имеет подавление уровня звука в диапазоне 400Гц – 2 кГц $TL=20$ дБ. Уровень шума в служебных помещениях $F=55$ дБ.

$$A = 20.Lg5 = 14,0 \text{ дБ}$$

Превышение уровня звука над фоном, согласно СП 3.13130, должно быть не менее 15 дБ.

Тогда, для обеспечения надлежащего уровня звука в соседнем от оповещателя помещении, уровень звука оповещателя должен быть не менее:

$$S = TL + A + F + D = 20 + 18,0 + 55 + 15 = 108 \text{ дБ.}$$

Этим параметрам удовлетворяют оповещатели ООПЗ-24.

Шлейфы ПС выполняются самостоятельными линиями. Шлейфы пожарной сигнализации и оповещения выполнены сертифицированными кабелями типа КПСЭнг-FRLS с пределом огнестойкости 180 мин.

Все шлейфы прокладываются в кабельных трубах или каналах из негорючего ПВХ производства завода «Экопласт». Указанные трубы также выполняют декоративные функции, и не предназначены для защиты кабелей КПСЭнг-FRLS от действия открытого пламени, т.к. кабели серии КПСЭнг-FRLS в такой защите не нуждаются (в соответствии с письмом Департамента надзорной деятельности МЧС России №19-2-5-4376 от 16.12.2008г. «Об использовании огнестойких кабелей») [17].

Таким образом, линии питания и связи выполняются:

- для питания приборов – КВнг (А)-FRLS 3×1,0;
- системы пожарной сигнализации – КПСЭнг-FRLS 1×2×0,75;
- питания световых табло и звуковых оповещателей – КПСЭнг-FRLS 1×2×0,75.

Вывод по второму разделу.

В разделе рассматриваются основные способы обеспечения пожарной

безопасности процессов окраски и расчет времени эвакуации с объекта защиты.

Для тушения окрасочной камеры необходимо три модуля МПП-6 «Тунгус». С учетом установки дополнительных модулей в затененной зоне количество модулей должно быть увеличено на два, следовательно, для тушения окрасочной камеры необходимо пять модулей «Тунгус».

Для оповещения людей о начале работы установки пожаротушения используются световые табло «Порошок. Уходи!» и «Порошок. Не входи!», устанавливаемый на выходе и входе в защищаемую зону соответственно.

Для помещений малярного цеха предусмотрены взрывозащищенные варианты оборудования и искробезопасные линии оповещения:

- оповещатели взрывозащищенные категории IP54 «Филин-Т» с соответствующей маской-надписью;
- световой знак безопасности «Выход» ТС ОЕхiaIICT6 из комплекта УПКОП135-1-2П;
- взрывозащищенный звуковой оповещатель «Шмель-12» из комплекта УПКОП135-1-2П.

Все помещения (кроме помещений с мокрыми процессами) школы оснащены дымовыми и тепловыми пожарными извещателями, предназначенные для распознавания, тлеющего, разрастающегося и открытого пожара с выделением дыма и тепла на ранней стадии развития.

3 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения, и проведём идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций на рассматриваемом объекте [5].

Приоритетом при определении уровня профессионального риска является оценка условий на рабочем месте.

Профессиональный риск рассматривается как риск для жизни или здоровья работника, связанный с трудовой деятельностью. Оценка профессионального риска – это оценка риска получения травм в результате воздействия опасных и вредных производственных факторов и рабочей нагрузки на основе вероятности нарушений здоровья, основанных на их интенсивности.

Не существует единого окончательного метода идентификации опасности. Используемые методы зависят от цели анализа опасности и имеющейся на данный момент информации.

Следует использовать систематический, прозрачный и всеобъемлющий процесс идентификации опасности, основанный на подробном и точном описании условий труда. Идентификация опасности должна учитывать все режимы работы и все ожидаемые виды деятельности [7].

Источники информации об опасностях на рабочих местах:

- данные специальной оценки условий труда и производственного контроля;
- обзор происшествий, травм, отчетов по оказанию первой помощи;
- опрос сотрудников;
- статистические данные по травмам, обращениям за медицинской помощью, использование аптечек первой помощи;

– оценка рисков, проведенная другими предприятиями отрасли.

Перечень опасностей (классификатор) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень опасностей [5]

№	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
3	Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
7	Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.1	Наезд транспорта на человека
		7.2	Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия
		7.3	Раздавливание человека, находящегося между двумя сближающимися транспортными средствами
		7.4	Опрокидывание транспортного средства при нарушении способов установки и строповки грузов
		7.5	Опрокидывание транспортного средства при проведении работ
8	Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
9	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
	Воздействие на кожные покровы смазочных масел	9.2	Заболевания кожи (дерматиты)
	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
	Образование токсичных паров при нагревании	9.5	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ

Продолжение таблицы 2

№	Опасность	ID	Опасное событие
	Воздействие химических веществ на кожу	9.6	Заболевания кожи (дерматиты) 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
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
		12.4	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей, содержащих смазочные масла
		12.5	Воздействие на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества
27	Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	27.6	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды

Опасности, связанные с вредными факторами, которые могут привести к возникновению профессиональных заболеваний, а также результаты оценки, которые относятся к таким опасностям, должны быть представлены в материалах специальной оценки условий труда. В обязательном порядке проводится идентификация опасностей и оценка профессиональных рисков для тех работников, которые имеют непостоянные рабочие места, а также нарушителей трудовой дисциплины.

Методика проведения оценки профессиональных рисков является рекомендованной, так что необходимо самостоятельно определить и утвердить ее [6].

Оценка вероятности представлена в таблице 3.

Таблица 3 – 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
3	Возможно	Иногда может произойти. Зависит от обучения (квалификации). Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастливого 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

Из рабочих мест с идентичным характером выполняемых работ и аналогичными условиями труда выбирается одно-два рабочих места.

Дополнительно следует учитывать присущие рабочему месту опасности возникновения профессиональных заболеваний, которые по каким-либо причинам отсутствуют в карте специальной оценки условий труда.

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). Несчастный случай на производстве со смертельным исходом. Авария. Пожар.	5

Продолжение таблицы 4

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
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

Для оценки уровня эскалации риска травмирования работника на основании вероятности наступления опасного события и возможных последствий реализации риска используется матрица, рекомендуемая Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» [6].

Количественная оценка профессионального риска рассчитывается по формуле 5.

$$R=A \cdot U, \quad (5)$$

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

Матрица профессиональных рисков с двумя переменными представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица рисков с двумя переменными

Риск			Вероятность				
			1	2	3	4	5
			Весьма маловероятно	Маловероятно	Возможно	Вероятно	Весьма вероятно
Тяжесть	1	Приемлемая	1	2	3	4	5
	2	Незначительная	2	4	6	8	10
	3	Значительная	3	6	9	12	15
	4	Крупная	4	8	12	16	20
	5	Катастрофическая	5	10	15	20	25

Оценка значимости рисков представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка значимости рисков

Интервал значений риска	$1 < R < 8$	$9 < R < 17$	$18 < R < 25$
Значимость риска	Низкий (незначительный)	Средний	Высокий

По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняется Анкета (таблица 7) в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

Таблица 7 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Маляр	2	2.1	4	4	4	4	16	Высокий
	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
	9	9.1	3	3	4	4	12	Средний
	9	9.3	3	3	4	4	12	Средний
	9	9.4	3	3	5	5	15	Средний
	10	10.1	3	3	5	5	15	Средний

Продолжение таблицы 7

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
-	12	12.3	3	3	4	4	12	Средний
	12	12.5	3	3	4	4	12	Средний
	20	20.2	3	3	5	5	15	Средний
Подсобный рабочий	2	2.1	3	3	4	4	12	Высокий
	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
	9	9.1	2	2	4	4	8	Низкий
	9	9.3	3	3	4	4	12	Высокий
	9	9.5	2	2	4	4	8	Низкий
	10	10.1	2	2	5	5	10	Средний
	12	12.3	2	2	5	5	10	Средний
Слесарь-ремонтник	2	2.1	3	3	4	4	12	Средний
	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
	3	3.2	4	4	4	4	16	Средний
	3	3.4	4	4	3	3	12	Средний
	9	9.2	3	3	3	3	9	Средний
	9	9.3	2	2	3	3	6	Низкий

Рабочие места выбираются таким образом, чтобы получить максимально достоверное представление об опасностях, существующих на данном рабочем месте.

После завершения процедуры оценки уровней профессиональных рисков в организации необходимо вести постоянную работу по контролю уровней рисков, установленных по результатам внедрения защитных мер [8].

Меры управления рисками представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Меры управления рисками

Опасность	Выполняемая работа	Источник опасности	Меры управления риском
Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ	При любых работах при отсутствии СИЗ	Отсутствие СИЗ и присутствие опасностей	Выдача СИЗ по результатам оценки профрисков и специальной оценки условий труда

Продолжение таблицы 8

Опасность	Выполняемая работа	Источник опасности	Меры управления риском
Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности	Работа на высоте	Высота рабочего места	Установка ограждений на площадках и знаков безопасности на площадках
Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ	Покрасочные работы и работы по обезжириванию поверхностей	ЛКМ и обезжиривающие средства	Использование средств защиты органов дыхания, глаз
Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва	Любые работы при возникновении пожара	Высокая температура от пожара	Установка системы пожаробнаружения и пожаротушения
События, связанные с возможностью не услышать звуковой сигнал об опасности	Любые работы при возникновении пожара или аварии	Высокий шум на рабочем месте	Установка и поддержание в исправном состоянии системы оповещения о пожаре и аварии

В случае если у работников с одинаковой должностью отличается уровень контроля над риском (отличаются меры управления риском, присутствуют дополнительные опасности и прочее) на такие рабочие места оформляется самостоятельная карта оценки профессионального риска.

После завершения процедуры оценки уровней профессиональных рисков в организации необходимо вести постоянную работу по контролю уровней рисков, установленных по результатам внедрения защитных мер.

Вывод по разделу.

В разделе проведена оценка профессионального риска работников. Составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения, проведена идентификация опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах, определены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочих местах.

4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки АО «РКЦ «Прогресс» г. Самара на окружающую среду (таблица 9).

Таблица 9 – 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)
АО «РКЦ «Прогресс»	Окрасочный цех	Газообразные	Бытовые сточные воды	Производственные, коммунальные
Количество в год		0,149215 т	-	3,605 т

АО «РКЦ «Прогресс» воздействует на окружающую среду при неправильном обращении с коммунальными отходами.

Определим, соответствуют ли технологии 29 ПСЧ 1 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Забайкальскому краю наилучшим доступным. Результаты анализа представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты соответствия технологий на производстве [8]

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Окрасочный цех	Окраска изделий	Не соответствует

В организованных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу необходимо рассмотреть системы очистки, так как существующие работают не эффективно.

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

№ вещества	Наименование загрязняющего вещества
1	Диметилбензол (Ксилол)
2	Метилбензол (Толуол)
3	Бутилацетат
4	Ацетон
5	Уайт-спирит

Инструментальный контроль за состоянием природных сред от воздействия на атмосферу осуществляется 1 раз в 5 лет.

В рамках исполнения ст. 67 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [7], а также в целях соответствия процедурам системы менеджмента предприятием ежегодно проводится производственно-экологический контроль (далее – ПЭК) согласно программе.

Инструментальный контроль за состоянием природных сред от воздействия отходов производства, необходимо проводить только в случае технологических отказов по результатам технического мониторинга объекта.

Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух представлены в таблице 12.

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов представлены в таблице 13.

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 14.

Вся информация о фактах превышения ПДК направлялась в адрес надзорных органов.

Таблица 12 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

№ площадки	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							
1	1	Цех	1	Вытяжное устройство покрасочной камеры	Диметилбензол (Ксилол)	0,000149	0.000149	-	18.02.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
					Метилбензол (Толуол)	0.000149	0.000149	-	18.02.2022	-	
					Бутилацетат	0,000149	0,000119	-	18.02.2022	-	
					Ацетон	0,000149	0,000149	-	18.02.2022	-	
					Уайт-спирит	0,148649	0,148649	-	18.02.2022	-	
Итого						0,149215	0,149215	-	-	-	-

Таблица 13 – 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 и 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 14 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 г.

№ 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, утратившие потребительские свойства)	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,005	0	0	0,005
2	Ткань фильтровальная из полимерных волокон, загрязненная лакокрасочными материалами	44322911604	4	0	0	0,10	0	0,10	0

Продолжение таблицы 14

№ 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				
3	Смет с территории предприятия [9]	7 33 390 01 71 4	4	0	0	3,50	0	3,50	0
Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн									
Всего	для обработки		для утилизации	для обезвреживания		для хранения		для захоронения	
0,005	-		-	0,005		-		-	
0,10	-		0,10	-		-		-	
3,5	-		-	-		-		3,5	
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	0

Отходы, образующиеся на исследуемом предприятии, подлежат утилизации на территории предприятия-изготовителя или вывозу на полигоны промышленных отходов и организованному обезвреживанию в специальных, отведенных для этой цели местах.

Вывод по разделу.

В разделе определена оценка антропогенной нагрузки АО «РКЦ «Прогресс» на окружающую среду и оформлены результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды.

АО «РКЦ «Прогресс» воздействует на окружающую среду при неправильном обращении с коммунальными отходами.

В организованных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу необходимо рассмотреть системы очистки, так как существующие работают не эффективно.

Инструментальный контроль за состоянием природных сред от воздействия на атмосферу осуществляется 1 раз в 5 лет.

В рамках исполнения ст. 67 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и Приказа Минприроды России от 28.02.2018 № 74 «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и результатах осуществления производственного экологического контроля», а также в целях соответствия процедурам системы менеджмента предприятием ежегодно проводится производственно-экологический контроль согласно утверждённой программе.

5 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

С целью уменьшения утечек циркулирующих веществ для снижения пожароопасности в проекте предлагается использовать двойные торцовые уплотнения в насосе, подающем жидкость под давлением для заполнения полости торцового уплотнения. Использование механического уплотнения вместо сальниковой набивки помогает:

- защита от повреждения насосного оборудования;
- предотвратить загрязнение помещения токсичными веществами;
- предотвратить утечку перекачиваемого продукта через сальник;
- защита от взрыва и огневого поражения объектов, расположенных в технических цепях с насосным оборудованием (трубопроводы, резервуары, печи, здания).

Для предотвращения аварийных ситуаций, связанных с выбросом большого количества горючих веществ из оборудования и коммуникаций, необходимо знать возможные причины повреждения технических средств и исключать их возникновение в процессе эксплуатации. Все возможные причины повреждения технологического оборудования можно сгруппировать в три широкие категории:

- механические воздействия (накопление высокого или низкого давления, воздействие динамических нагрузок, агрессивный износ);
- воздействию высоких и низких температур.
- химические воздействия (химическая коррозия, гальваническая коррозия).

Оборудование и трубопроводы, используемые в процессе, могут быть повреждены:

- образование повышенного избыточного давления, указанного в технических регламентах;
- образование высокотемпературных напряжений в материале стен;

- изменение прочностных свойств материала вследствие воздействия высокая температура;
- уменьшение толщины стенок оборудования и трубопроводов из-за коррозии или эрозии.

В исследуемой технологии объекта уровень ЛКМ в ёмкостях контролируется вручную, и нельзя исключать возможность влияния субъективных факторов. В качестве технических средств обеспечения пожарной безопасности предлагается установить автоматическую систему контроля уровня при наполнении оборудования.

Повреждение технологического оборудования часто является результатом химического износа. Вещества, циркулирующие в технологических процессах, химически взаимодействуют с материалами, из которых изготовлены технологические устройства, вызывая их повреждение. Это производство характеризуется электрохимической коррозией.

Поэтому по мере уменьшения толщины стенки трубы из-за коррозии давление в системе возрастает, и вытекание жидкости на пол производственного помещения может ее разрушить.

Поэтому, чтобы исключить возможность повреждения оборудования по перечисленным причинам, рекомендуются следующие меры:

- изготавливать трубы и оборудование из коррозионно-стойких металлов или изолировать металлы от агрессивных сред защитными покрытиями (лаками, нитролаками и т.п.);
- очищать материал от взвешенных веществ и солей, предотвращать образование отложений, строго придерживаясь установленного температурного режима;
- своевременное удаление отложений с труб и оборудования механическими и химическими средствами.

В работе определено, что для тушения окрасочной камеры необходимо три модуля МПП-6 «Тунгус». С учетом установки дополнительных модулей в затененной зоне количество модулей должно быть увеличено на два,

следовательно, для тушения окрасочной камеры необходимо пять модулей «Тунгус».

Для оповещения людей о начале работы установки пожаротушения используются световые табло «Порошок. Уходи!» и «Порошок. Не входи!», устанавливаемый на выходе и входе в защищаемую зону соответственно.

Для монтажа линий оповещения СОУЭ выбраны оповещатели ООПЗ-24 и кабель серии КПСЭнг-FRLS, не нуждающийся в защите от открытого пламени.

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 15.

Таблица 15 – План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы порошкового пожаротушения в помещениях покрасочного цеха	2023 год
Проектирование системы оповещения о пожаре	2023 год
Проектирование системы контроля уровня при наполнении оборудования	2023 год
Монтаж системы порошкового пожаротушения в помещениях покрасочного цеха	2023 год
Монтаж системы оповещения о пожаре	2023 год
Монтаж системы контроля уровня при наполнении оборудования	2023 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Предложенные мероприятия позволят объекту соответствовать требованиям пожарной безопасности.

Расчёт ожидаемых потерь объекта от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- в помещении окрасочного цеха отсутствует система пожаротушения;
- в помещении окрасочного цеха смонтирована модульная система порошкового пожаротушения.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обозначения	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [2]	м ²	F	4484	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [2]	руб./м ²	Ст	30000	30000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	Ск	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [2]	м ²	F'' пожар	4484	
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [2]	м ²	F*пож	-	2
«Вероятность возникновения пожара» [2]	1/м ² в год	J	5·10 ⁻⁵	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [2]	м ²	Fпож	4	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [2]	-	p1	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [2]	-	p2	0,95	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [2]	-	p3	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [2]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [2]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [2]	м/мин	υл	1,5	
«Время свободного горения» [2]	мин	Всвг	12	
«Норма текущего ремонта» [2]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [2]	%	На	-	10
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	36000
«Период реализации мероприятия» [2]	лет	T	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 6:

$$F'_{пож} = \pi \times (\vartheta_l \cdot B_{св})^2, \text{ м}^2, \quad (6)$$

«где ϑ_l – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$V_{св}$ – время свободного горения, мин.» [2].

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

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формуле 7.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (7)$$

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения
 $M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения
 $M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения
 $M(\Pi_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [2]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F'_{пож} \cdot (1+k) \cdot p_1; \quad (8)$$

«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 ;

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [2].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{пож} + C_k) \cdot 0.52 \cdot (1+k) \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] / p_2 \quad (9)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

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

[2].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (10)$$

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

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot \{1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (11)$$

Для первого варианта:

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 55898,44 \text{ руб./год;} \\ M(\Pi_2) &= 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 452 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,95 = \\ &= 831298,62 \text{ руб./год.} \\ M(\Pi_3) &= 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 4484 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ &\times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = 2380106,08 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Для второго варианта:

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times 30000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 55898,44 \text{ руб./год;} \\ M(\Pi_2) &= 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times 30000 \times 2 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ &= 6389,40 \text{ руб./год;} \\ M(\Pi_3) &= 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 452 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times \\ &\times 0,95 = 228378,74 \text{ руб./год.} \\ M(\Pi_4) &= 5 \times 10^{-5} \times 4484 \times (30000 \times 4484 + 30000) \times (1+1,63) \times \{1-0,79 - \\ &- (1-0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 134872,68 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

– если в помещении окрасочного цеха отсутствует система пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 55898,44 + 831298,62 + 2380106,08 = 3267303,14 \text{ руб./год.}$$

- если в помещении окрасочного цеха смонтирована модульная система порошкового пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 55898,44 + 6389,40 + 228378,74 + 134872,68 = 425539,26 \text{ руб./год.}$$

Стоимость монтажа модульной системы порошкового пожаротушения представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Стоимость монтажа модульной системы порошкового пожаротушения

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы порошкового пожаротушения в помещениях покрасочного цеха	30000
Проектирование системы оповещения о пожаре	20000
Проектирование системы контроля уровня при наполнении оборудования	20000
Монтаж системы порошкового пожаротушения в помещениях покрасочного цеха	200000
Монтаж системы оповещения о пожаре	100000
Монтаж системы контроля уровня при наполнении оборудования	80000
Стоимость оборудования	900000
Пуско-наладочные работы	50000
Итого:	1400000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы пенного пожаротушения по формуле 12:

$$P = A + C \quad (12)$$

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

С – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт), руб./год» [2].

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

Текущие затраты рассчитаем по формуле 13:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} \quad (13)$$

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

$C_{с.о.п.}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [2].

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

Затраты на текущий ремонт систем пожаротушения рассчитывается по формуле 14:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (14)$$

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

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %» [2].

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

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 15:

$$C_{c.o.n.} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (15)$$

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

$ЗПЛ$ – заработная плата 1 работника, руб./мес» [2].

$$C_{с.о.п.} = 12 \times 1 \times 36000 = 432000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения в помещении окрасочного цеха АО «РКЦ «Прогресс» рассчитываются по формуле 16:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (16)$$

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

H_a – норма амортизации, %» [2].

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

Экономический эффект от монтажа модульной системы порошкового пожаротушения в помещении окрасочного цеха АО «РКЦ «Прогресс» составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (17)$$

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

t – год осуществления затрат;

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

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год;

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

K_1 , K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.» [2].

Расчёт денежных потоков от монтажа модульной системы порошкового пожаротушения в помещении окрасочного цеха АО «РКЦ

«Прогресс» представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	$M(\Pi1)-M(\Pi2)$	P_2-P_1	$1/(1+НД)^t$	$[M(\Pi1)-M(\Pi2)-(C_2-C_1)]^*1/(1+НД)^t$	K_2-K_1	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
1	2841763,88	642000	0,91	2001785,13	1400000	601785,13
2	2841763,88	642000	0,83	1825804,02	-	1825804,02
3	2841763,88	642000	0,75	1649822,91	-	1649822,91
4	2841763,88	642000	0,68	1495839,44	-	1495839,44
5	2841763,88	642000	0,62	1363853,61	-	1363853,61
6	2841763,88	642000	0,56	1231867,77	-	1231867,77
7	2841763,88	642000	0,51	1121879,58	-	1121879,58
8	2841763,88	642000	0,47	1033889,02	-	1033889,02
9	2841763,88	642000	0,42	923900,83	-	923900,83
10	2841763,88	642000	0,39	857907,91	-	857907,91

Вывод по разделу.

В разделе разработан план монтажа модульной системы порошкового пожаротушения, системы оповещения о пожаре и системы контроля уровня при наполнении оборудования в помещении окрасочного цеха и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа модульной системы порошкового пожаротушения в помещении окрасочного цеха за десять лет составит 12106550,22 рублей.

Заключение

В первом разделе представлена общая характеристика объекта защиты и проводится анализ обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты.

Технические средства представляют наибольшую пожароопасность при нарушении их нормальной работы и повреждении оборудования и коммуникаций. В этом случае горючие вещества будут вытекать в больших количествах, распространяться и образовывать явные участки загазованности.

При нормальных условиях эксплуатации установки в технической зоне возможно образование горючих сред, если по техническим условиям применяются установки с открытыми испарительными поверхностями, установки с дыхательными аппаратами, установки периодического действия и герметичные установки, работающие при избыточном давлении. В дыхательном оборудовании может образоваться легковоспламеняющаяся атмосфера, если рабочая температура жидкости в оборудовании больше или равна нижнему пределу распространения пламени.

Не допускается хранение лакокрасочных материалов на промышленных предприятиях. На производстве можно использовать только готовые лакокрасочные материалы в количествах, не превышающих вместимость баллонов под давлением или стандартных фляг (40 литров), при этом емкости должны быть плотно закрыты.

При проверке соответствия оборудования и помещений окрасочного цеха требованиям нормативных документов по предотвращению быстрого развития и распространения пожара были обнаружены серьезные отступления от нормативов, которые могут привести к быстрому распространению огня.

Покрасочно-сушильные помещения, в которых применяются легковоспламеняющиеся и горючие лакокрасочные материалы, должны быть оборудованы автоматическими устройствами пожаротушения.

При выявлении возможных очагов возгорания проверялось соответствие технологического оборудования и помещений цеха требованиям нормативных документов по предотвращению возникновения очагов возгорания. Выявлены следующие отклонения от спецификации:

- помещения, не оборудованные металлическими лотками из цветных металлов для настаивания лакокрасочных материалов.
- отсутствует система пожаротушения.

Во втором разделе рассматриваются основные способы обеспечения пожарной безопасности процессов окраски и расчет времени эвакуации с объекта защиты.

Для тушения окрасочной камеры необходимо три модуля МПП-6 «Тунгус». С учетом установки дополнительных модулей в затененной зоне количество модулей должно быть увеличено на два, следовательно, для тушения окрасочной камеры необходимо пять модулей «Тунгус».

Для оповещения людей о начале работы установки пожаротушения используются световые табло «Порошок. Уходи!» и «Порошок. Не входи!», устанавливаемый на выходе и входе в защищаемую зону соответственно.

Для помещений малярного цеха предусмотрены взрывозащищенные варианты оборудования и искробезопасные линии оповещения:

- оповещатели взрывозащищенные категории IP54 «Филин-Т» с соответствующей маской-надписью;
- световой знак безопасности «Выход» ТС ОЕхIаIСТ6 из комплекта УПКОП135-1-2П;
- взрывозащищенный звуковой оповещатель «Шмель-12» из комплекта УПКОП135-1-2П.

В третьем разделе проведена оценка профессионального риска работников.

Составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения, проведена идентификация опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах, определены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочих местах.

В четвёртом разделе определена оценка антропогенной нагрузки АО «РКЦ «Прогресс» на окружающую среду и оформлены результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды.

АО «РКЦ «Прогресс» воздействует на окружающую среду при неправильном обращении с коммунальными отходами.

В организованных источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу необходимо рассмотреть системы очистки, так как существующие работают не эффективно.

Инструментальный контроль за состоянием природных сред от воздействия на атмосферу осуществляется 1 раз в 5 лет.

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

В пятом разделе разработан план монтажа модульной системы порошкового пожаротушения, системы оповещения о пожаре и системы контроля уровня при наполнении оборудования в помещении окрасочного цеха и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа модульной системы порошкового пожаротушения в помещении окрасочного цеха за десять лет составит 12106550,22 рублей.

Список используемых источников

1. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. 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=le2drhy8rg837348689> (дата обращения: 10.04.2023).

2. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 10.03.2023).

3. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Реестр риска. Общие положения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 51901.21-2012. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/54073/?ysclid=le2dn4qknc405806336> (дата обращения: 10.04.2023).

4. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 10.04.2023).

5. 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: 10.04.2023).

6. 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: 10.04.2023).

7. Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 31.01.2022 № 36. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=414162&ysclid=1d8mh9t1uh805514136> (дата обращения: 10.04.2023).

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=1dsbgkkxui183890770> (дата обращения: 10.04.2023).

9. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 10.04.2023).

10. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263 (дата обращения: 17.01.2023).

11. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 17.01.2023).

12. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 7.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833?ysclid=lewc0hc1ur492221039> (дата обращения: 19.01.2023).

13. 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: 17.01.2023).

14. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280?ysclid=l6kc9vem4v317416032> (дата обращения: 18.01.2023).

15. 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: 10.01.2023).

16. 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: 07.02.2023).

17. 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).

18. Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.3.046-91. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/10537/?ysclid=lfgfrhjge0947897150> (дата обращения: 18.01.2023).

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 19.01.2023).

20. Шум. Затухание звука при распространении на местности [Электронный ресурс] : ГОСТ 31295.2-2005. URL: <https://internet->

law.ru/gosts/gost/3274/?ysclid=lga9vo0liw362308003 (дата обращения: 10.04.2023).

21. Фаскиев Р.С. Мониторинг режимов вентиляции окрасочно-сушильных камер для ремонтной окраски автомобилей // Вестник ОГУ. 2014. №10 (171). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-rezhimov-ventilyatsii-okrasochno-sushilnyh-kamer-dlya-remontnoy-okraski-avtomobiley> (дата обращения: 01.05.2023).