

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 Анализ и совершенствование системы обеспечения пожарной
безопасности объекта защиты

Обучающийся

В.Л. Горбунов

(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)

О.В. Мурдускина

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

Тольятти 2023

Аннотация

В рассматриваемой ВКР описаны данные оперативной характеристики выбранного объекта АО «Аркиник СМЗ», расположенного в г. Самара, ул. Алма-Атинская, 29. Объект предназначен для изготовления бурильных труб и ирригационных труб. Приведен анализ пожарной безопасности на участке, описано наличие взрывопожароопасных веществ и материалов, обоснованы возможные места развития пожара, а также пути возможного распространения пожара и места возможных обрушений строительных конструкций; возможные параметры пожара.

Необходимо провести анализ системы обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты. Проанализировать мероприятия, направленные на обеспечение безопасности граждан при возникновении ЧС. Провести анализ автоматических систем пожаротушения и огнетушащих средств. Представлено описание разработанных мероприятий, предложено техническое решение по совершенствованию данного процесса.

Кроме того, приведены данные охраны труда, охраны окружающей среды и оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Сделаны соответствующие выводы.

Цель ВКР – совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты посредством внедрения средств противопожарной автоматики.

Задачи ВКР:

- анализ системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты;
- разработка мероприятий по совершенствованию ПБ объекта;
- расчет оценки эффективности противопожарных мероприятий.

ВКР содержит введение, 6 разделов, заключение (51 страница, 2 рисунка, 19 таблиц).

ABSTRACT

This graduation work deals with analysis and improvement of the fire safety system of the object of protection.

The aim of the work is to give some information for fire protection of fire-hazardous buildings.

The object of the graduation work is a production company .

The subject of the graduation work is: « Analysis and improvement of the fire safety system of the object of protection»»».

The issues of fire and explosive properties of substances and materials, fire hazard of buildings in company, industrial safety and ecology are highlighted in the project's general part.

The special part of the project gives details about the fire processes and fire-explosive properties of substances and materials, develops fire protection measures for the facility, summarizes information about the organization of the evacuation process at the facility. Moreover, the special part describes a procedure for organizing occupational safety training, develops a procedure for setting up production facilities that have a negative impact on state accounting and carrying out calculations on the effectiveness of measures in the field of safety.

The final qualifying work consists of an introduction, 6 sections, a conclusion, 4 figures, 15 tables, a list of references (27 sources). The main text of the work is presented on 58 pages.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	5
Перечень сокращений и обозначений.....	6
1 Общая характеристика объекта	7
2 Анализ системы обеспечения пожарной безопасности объекта	11
3 Совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты.....	17
4 Охрана труда.....	25
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	30
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	37
Список используемых источников.....	46

Введение

В России наблюдается рост городской инфраструктуры. Это объясняется быстрым темпом развития рыночной экономики. В последние годы особый интерес уделяется обеспечению пожарной безопасности различных зданий и сооружений. Очевидно, что актуальность данной тематики обоснована тем, явление пожара часто влечет за собой немалое количество человеческих жертв, материальные потери, а также ущерб окружающей среде. А возникновение пожаров на производственных объектах вызывает сильный резонанс в обществе, вследствие возможной гибели людей, ущерба окружающей среде и значительных материальных потерь [9].

Если говорить о технологиях управления, то они строятся на принципах единоначалия, принципе оправданного риска и принципе бесперебойной работы. Организация управления спасательными формированиями сводится на выполнении основной задачи – спасении жизни людей и снижении опасных факторов на здоровье людей [14].

Организация тушения пожаров и ликвидация ЧС на объекте начинается с момента их обнаружения. Очевидно, что этот параметр – время обнаружения значительно и прямо пропорционально влияет на продолжительность, ликвидацию пожара или ЧС [25].

Чем раньше будет обнаружено загорание, задымление, приводящее к пожару или ЧС, тем раньше будет объявлена ликвидация пожара и наименьший ущерб принесет эта ситуация объекту. Далее после обнаружения факта пожара или нарушения технологического процесса, естественно, что важным параметром процесса является время сообщения о ЧС в пожарную охрану. Согласно статистическим данным многолетних исследований часть развившихся пожаров происходит в результате позднего сообщения персоналом объекта в пожарную охрану [23]. Актуальность заключается в ряду проблемных вопросов, это:

- увеличение техногенных и природных пожаров, в связи с этим необходимость совершенствования системы ПБ на объекте [10];
- переход на новый уровень унифицированных технических средств противопожарной автоматики [12];
- сложность технического оснащения в прогнозировании ЧС, следовательно пожар лучше предотвращать, чем бороться с его последствиями.

Цель ВКР – совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты посредством внедрения средств противопожарной автоматики.

Задачи ВКР:

- анализ системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты;
- разработка мероприятий по совершенствованию ПБ объекта;
- расчет оценки эффективности противопожарных мероприятий.

Современное состояние пожарной безопасности производственных объектов четко регламентируется нормативами и требованиями ПБ российского законодательства. Также четко регламентирована область действия органов надзорной деятельности пожарной охраны со стороны проведения проверок для производственных предприятий, особенно, если они попадают под критерии ОПО.

Основными документами нормативно-правовой базы являются федеральные законы, постановления Правительства (о функции РСЧС), приказы МЧС России относительно тактики тушения пожаров и основ караульной и гарнизонной служб подразделений пожарной охраны, также научные статьи по теме исследования [4].

Термины и определения

«Безопасная зона – зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют либо не превышают предельно допустимых значений» [14].

«Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности» [3].

«Необходимое время эвакуации – время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда жизни и здоровью людей в результате воздействия опасных факторов пожара [14]»

«Опасные факторы пожара – факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу» [14].

«Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства» [3].

«Спасатель – гражданин, прошедший соответствующую подготовку и аттестованный на проведение аварийно-спасательных работ» [4].

«Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными документами по пожарной безопасности» [3].

Перечень сокращений и обозначений

АПС – автоматическая система пожарной сигнализации

АХОВ – аварийно-химические опасные вещества

АУПТ – автоматическая система пожаротушения

АСР – аварийно-спасательные работы

ВМП – воздушно-механическая пена

ГДЗС – газодымозащитная служба

ГПС – Государственная противопожарная служба

КТП – карточка тушения пожара

ОВ – огнетушащее вещество

ОПО – опасный производственный объект

ОТ – охрана труда

ОТВ – огнетушащее вещество

ПБ – пожарная безопасность

ПВ – противопожарный водоем

ПГ – пожарный гидрант

ПО – пожарная охрана

ПСП – пожарно-строевая подготовка

ПТП – план тушения пожара

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

ТБ – техника безопасности

ФПС – Федеральная противопожарная служба

ЧС – чрезвычайная ситуация

1 Общая характеристика объекта

Производственное предприятие АО «Арконик СМЗ», расположенное в г. Самара, ул. Алма-Атинская, 29. Объект предназначен для изготовления бурильных труб, ирригационных труб и для покрытия консервной ленты пищевым лаком.

В таблице 1 приведены данные пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава.

Таблица 1 – Пожарная опасность веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава

Наименование помещения	Наименование горючих (взрывчатых) веществ и материалов	Количество (объем) в помещении, (кг×л, м ³)	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
В цехах	Пищевой лак, кабельные каналы.	450 кг/м ² , 3091 кг/м ²	Горючие	ВМП	Работать в СИЗОД
В офисах	Бытовые электроприборы, деревянная мебель, орг. техника, бумага. Взрывчатые вещества отсутствуют	10-15 кг/м ²	Горючие	Распыленной струей воды [9]	Работать в СИЗОД

«Трубы перед приваркой к ним бурильных замков проходят чистовую торцовку на станках RT-180 для обеспечения условий сварки (удаление окалины с торцов) и направляются на линию приварки замков к бурильным трубам, состоящей из следующего последовательно расположенного в потоке оборудования» [15].

В здании корпуса № 55 имеются средства пожаротушения – для защиты кабин линии лакирования и кабельных каналов имеется газовая система пожаротушения.

«Электроустановки зданий и сооружений должны соответствовать классу пожаровзрывоопасной зоны, в которой они установлены, а также категории и группе горючей смеси. Для обеспечения бесперебойного энергоснабжения систем противопожарной защиты, установленных в зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 с круглосуточным пребыванием людей, должны предусматриваться автономные резервные источники электроснабжения» [14].

Связь телефонная, извещатели ИДР, комбинированные извещатели КИ-1. Освещение электрическое, отопление центральное и калориферное.

«Конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения зданий и сооружений должны обеспечивать в случае пожара:

- эвакуацию людей в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность проведения мероприятий по спасению людей;
- возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения в любое помещение зданий и сооружений;
- возможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара;
- нераспространение пожара на соседние здания и сооружения» [14].

«Каждое здание или сооружение должно иметь объемно-планировочное решение и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре. При невозможности безопасной эвакуации людей должна быть обеспечена их защита посредством применения систем коллективной защиты» [14].

В таблице 2 приведены сведения о наличии и характеристиках установок пожаротушения.

Таблица 2 – Наличие и характеристика установок пожаротушения

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Комплекс лакирования ленты	Установка углекислотного пожаротушения «Тоталь» и «Пройсаг»	Срабатывает как автоматически, так и при пожаре. Ручной пуск также предусмотрен и находится при входе в каждую зону.	Нажать на кнопку, плотно закрыть дверь
Кабельные каналы линии лакирования	Установка углекислотного пожаротушения БАЭ 1 и БАЭ 2	Автоматический пуск имеется. Ручной пуск на входах в каждую зону.	Нажать на кнопку, плотно закрыть дверь

Из производственной зоны – 10 ворот.

«Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

- установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;
- обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;
- организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых указателей, звукового и речевого оповещения)» [14].

«Безопасная эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре» [14].

В таблице 3 приведены данные о наличии и характеристиках систем дымоудаления и подпора воздуха.

Таблица 3 – Наличие и характеристика систем дымоудаления

Наличие и характеристика систем дымоудаления и подпора воздуха	Вид и характеристика системы	Наличие и места автоматического и ручного пуска	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Вытяжная вентиляция	Принудительная система вентиляции, вентилирование производится по коробам, проходящих по всему объему здания	Щит управления около каждой установки	Не предназначена для использования во время пожара
Приточно-калориферная (у всех ворот)	Предназначена для нагнетания теплого воздуха (тепловая завеса ворот)		

Пути эвакуации из АБК – 3 шт. В цехе зафиксировано наличие большого количества пищевого лака, кабельных каналов. В АБК – наличие большого количества бумажной документации, деревянная мебель и офисной техники. Горючие отделочные материалы офисов и служебных помещений. Помещения с наличием газовых баллонов, радиоактивных, химических веществ, веществ, вступающих в реакцию с водой, отсутствуют.

Выводы к разделу 1

Объектом выбран производственный объект АО «Аркиник СМЗ», расположенный в г. Самара, ул. Алма-Атинская, 29.

Приведены данные пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава, сведения о наличии и характеристиках установок пожаротушения. Описаны данные о наличии и характеристиках систем дымоудаления и подпора воздуха [9].

Объект предназначен для изготовления бурильных труб, ирригационных труб и для покрытия консервной ленты пищевым лаком. Изучены и описаны организация.

2 Анализ системы обеспечения пожарной безопасности объекта

В таблице 4 приведен анализ соответствия объекта требованиям ПБ.

Таблица 4 – Анализ соответствия объекта защиты требованиям ПБ

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Оценка соответствия, анализ недочетов
«Проводятся ли технологические процессы в соответствии с регламентами, правилами технической эксплуатации и другой утвержденной в установленном порядке технической и эксплуатационной документацией?» [8].	Пункт 121 Правил противопожарного режима в Российской Федерации от 16.09.2020 №1479	Полностью соответствует
«Соответствует ли оборудование, предназначенное для использования пожароопасных и пожаровзрывоопасных веществ и материалов, технической документации изготовителя?» [8].	Пункт 121 ППР	Соответствует частично, подлежит замене или частичному ремонту 1,2%
«Соблюдаются ли при работе с пожароопасными и пожаровзрывоопасными веществами и материалами требования маркировки и предупредительных надписей, указанных на упаковках или в сопроводительных документах?» [8].	Пункт 122 ППР	Полностью соответствует
«Исключено ли совместное применение, хранение и транспортировка веществ и материалов, которые при взаимодействии друг с другом способны воспламеняться, взрываться или образовывать горючие и токсичные газы (смеси)?» [8].	Пункт 122 ППР	Полностью соответствует
«Применяются ли для мойки и обезжиривания оборудования, изделий и деталей негорючие технические моющие средства?» [8].	Пункт 122 ППР	Полностью соответствует
«Выполняются ли работы по очистке вытяжных устройств, аппаратов и трубопроводов от пожароопасных отложений в соответствии с регламентом с внесением информации в электронный журнал?» [8].	Пункт 124 ППР	Полностью соответствует

Продолжение таблицы 2

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Оценка соответствия, анализ недочетов
«Проводятся ли своевременно работы по удалению горючих отходов, находящихся в пылесборных камерах и циклонах?» [8].	Пункт 129 ППР	Полностью соответствует
«Закрыты ли двери и люки пылесборных камер и циклонов при их эксплуатации?» [8].	Пункт 129 ППР	Частично соответствует
«Исключено ли использование для проживания людей производственных и складских зданий и сооружений, расположенных на территориях предприятий?» [8].	Пункт 130 ППР	Полностью соответствует
«Применяется ли во взрывоопасных зонах участков, цехов и помещений инструмент из безыскровых материалов или в соответствующем взрывобезопасном исполнении?» [8].	Пункт 131 ППР	Частично соответствует
«Проводятся ли работы по очистке стен, потолков, пола, конструкций и оборудования помещений от пыли, стружек и горючих отходов?» [8].	Пункт 132 ППР	Частично соответствует, требуется уборка помещений
«Установлена ли руководителем организации периодичность уборки стен, потолков, пола, конструкций и оборудования помещений от пыли, стружек и горючих отходов?» [8].	Пункт 132 ППР	Полностью соответствует
«Удовлетворяет ли требованиям АУПТ, АПС и есть необходимость во внедрении новых?» [8].	Пункт 132 ППР	Полностью соответствует

«Исключение воздействия опасных и вредных факторов, возникающих в результате взрыва, и сохранение материальных ценностей обеспечиваются:

- применением огнепреградителей, гидрозатворов, водяных и пылевых заслонов, инертных (не поддерживающих горение) газовых или паровых завес;
- обваловкой и бункеровкой взрывоопасных участков;
- защитой оборудования от разрушения при взрыве при помощи устройств аварийного сброса давления (предохранительные мембраны и клапаны);
- применением быстродействующих отсечных и обратных клапанов;
- применением систем активного подавления взрыва;
- применением средств предупредительной сигнализации» [6].

В цеху наличие большого количества пищевого лака, кабельных каналов. В АБК, наличие большого количества бумажной документации, деревянная мебель и офисной техники. Горючие отделочные материалы офисов и служебных помещений [18]. «Разработка технологического оборудования и связанных с ним технологических процессов, разделение технологической схемы на отдельные технологические блоки, ее аппаратное оформление, выбор типа отключающих устройств и мест их установки, средств контроля, управления и противоаварийной защиты должны обеспечивать с учетом элементов системы обеспечения пожарной безопасности не превышение значений допустимого пожарного риска для производственных объектов» [14]. Местом возможного пожара также может быть 1 этаж производственного цеха в результате замыкания электронагревательного прибора, оставленного без присмотра.

Также пожар может произойти в первой зоне кабельных каналов линии лакирования в результате короткого замыкания силового кабеля на 380 В, например между линиями лакирования №1 и №4 [6]. Таким образом, необходимо привлечение профессиональных подразделений пожарной охраны, причем незамедлительно с момента обнаружения пожара [18].

«Боевая подготовка личного состава караулов должна проводиться в целях приобретения и поддержания личным составом караулов на необходимом уровне знаний, умений и навыков, реализуемых посредством теоретической и практической подготовки личного состава караулов к проведению боевых действий по тушению пожаров и ликвидации ЧС» [7].

Быстрое развитие пожаров происходит в термических цехах, этому способствует наличие большого количества горючих жидкостей (масел) в закалочных ваннах, их вскипание и выброс, а также высокая температура горения [6].

«Для предупреждения взрыва на месте пожара предусматривается исключение:

- образования взрывоопасной среды, возникающей путем смеси веществ (газов, паров, пыли) с воздухом и другими окислителями и веществами, склонными к взрывному превращению;
- возникновения источника инициирования взрыва (открытое пламя, горящие и раскаленные частицы, электрические разряды, тепловые проявления химических реакций и механических воздействий, искры от удара и трения, ударные волны, электромагнитные и другие излучения)» [6].

Местами возможных обрушений строительных конструкций могут быть несущие строительные конструкции производственного цеха, находящиеся в непосредственной близости от очага пожара [18].

«При наличии в технологическом оборудовании пожароопасных, пожаровзрывоопасных и взрывоопасных технологических сред или возможности их образования должны разрабатываться мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Технологическое оборудование и связанные с ним технологические процессы должны разрабатываться так, чтобы предотвратить возможность взрыва и (или) пожара в технологическом оборудовании при регламентированных значениях их параметров при нормальном режиме работы. Регламентированные значения параметров,

определяющих пожарную и взрывопожарную опасность технологического оборудования и связанных с ним технологических процессов, допустимый диапазон их изменений должны устанавливаться разработчиком указанного оборудования на основании данных о предельно допустимых значениях параметров или их совокупности для участвующих в технологических процессах технологических сред» [14]. Степень угрозы жизни и здоровья людям достаточно высока вследствие влияния опасных факторов пожара [12].

«Исключение образования взрывоопасной среды должно достигаться:

- применением рабочей и аварийной вентиляции;
- отводом, удалением взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию;
- контролем состава воздушной среды и отложений взрывоопасной пыли;
- герметизацией технологического оборудования;
- поддержанием состава и параметров среды вне области их воспламенения;
- применением ингибирующих (химически активных) и флегматизирующих (инертных) добавок;
- конструктивными и технологическими решениями, принятыми при проектировании производственного оборудования и процессов» [6].

Выводы к разделу 2

Приведен анализ соответствия объекта защиты требованиям ПБ.

«Конструкция технологического оборудования и условия ведения связанных с ним технологических процессов должны предусматривать необходимые режимы и соответствующие им технические средства, предназначенные для своевременного обнаружения возникновения пожароопасных аварийных ситуаций, ограничения их дальнейшего развития,

а также для ограничения поступления горючих веществ и материалов из технологического оборудования в очаг возможного пожара» [14].

Анализ мероприятий, направленных на обеспечение безопасности граждан при возникновении ЧС:

- важность первоочередного проведения эвакуации в случае задымления, пожара или другой аварийной ситуации на рассматриваемом объекте [17];
- качественное обучение работников предприятия мерам ПБ (своевременность, специфика и целенаправленность);
- контроль со стороны руководства над качественным проведением инструктажей на рабочем месте, а также в сфере обучения по ПБ с принятием зачетов [11];
- важность разделения обязанностей по проведению профилактических мероприятий в сфере обеспечения ПБ;
- важность создания системы АПС и АУПТ на объекте защиты;
- контроль наличия эвакуационных путей и знаков безопасности.

Анализ автоматических систем пожаротушения и огнетушащих средств:

- целесообразно применение углекислотной АУПТ, поскольку в помещениях нет людей;
- возможность тушения пожара классов А, В, С и электрооборудования;
- эффективность способа за счет быстрого поглощения кислорода и затухания огня;
- возможность охлаждения объекта или вещества пожара;
- недорогая стоимость;
- безопасность применения для производственного оборудования.

3 Совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты

Согласно анализу системы обеспечения пожарной безопасности внедрять новые установки АПС и пожаротушения нет необходимости, но в качестве доработки и совершенствования предложим следующее.

Предлагается ко внедрению газоанализаторы и дымовые пожарные извещатели в совокупности с существующей АУПТ для осуществления комбинированного способа обработки и передачи сигналов оптическим промышленным газоанализатором в установку пожарной сигнализации.

Поскольку производственная мощность линии лакирования составляет около 60 тыс. т продукции в год (что, несомненно, определяет производство лидирующим в области производства машин и нанесения покрытий), следовательно в качестве обеспечения ПБ необходимо решение по фиксации газового контроля [11].

Технологический процесс включает в себя: обработку рулонов алюминиевых сплавов, нанесение лакокрасочного покрытия и дальнейшего контроля качества. Технологический процесс полностью автоматизирован, существует система приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей смену воздушной среды [10].

В качестве АПС выступает система, состоящая из извещателей ИДР, комбинированных извещателей КИ-1 [31]. В качестве средства пожаротушения используют для защиты кабин линии лакирования и кабельных каналов газовую (углекислотную) систему пожаротушения «Тоталь» и «Пройсаг». В кабельных каналах и на линии лакирования есть установка углекислотного пожаротушения БАЭ 1 и БАЭ 2[13].

Результаты анализа АПС, предпосылки для внедрения нового способа:

- эффективность применения по причине раннего выявления пожара [19];

- незначительные затраты на обслуживание (проектирование и установка один раз, далее – регулярное обслуживание);
- функция параметров контроля над блоками АПС;
- оперативное оповещение об опасности;
- размещение датчиков с чувствительностью и срабатыванием при задымлении, возникновении пламени или резким повышении температуры;
- обработка сигнала и дальнейшая его трансляция на приемно-контрольный прибор [20].

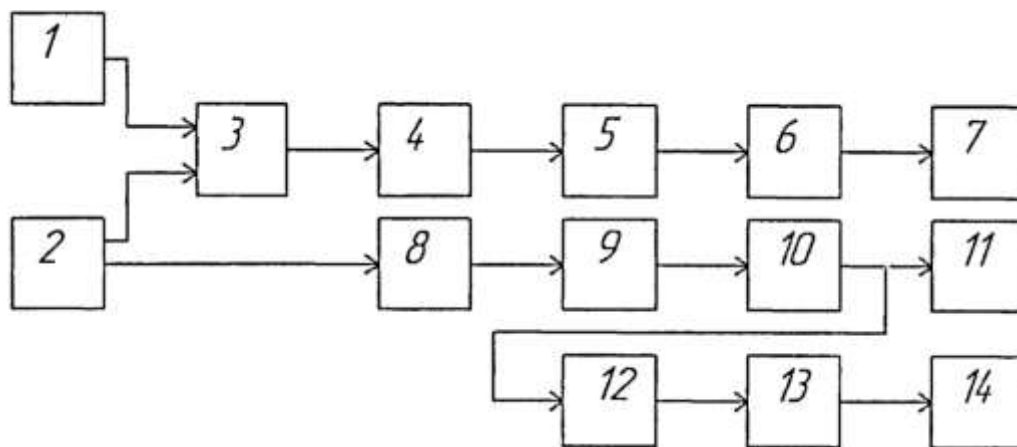
Рассмотрим внедрение способа обработки сигналов при помощи газоанализатора в установку пожарной сигнализации. Необходимо использовать комбинированный оптико-электронный дымовой газоанализатор и дымовой пожарный извещатель совместно с существующей АУПТ [16].

Также в устройстве есть и другие газоанализаторы, которые могут зафиксировать концентрацию газов в воздухе, плотность которых отличается от плотности воздуха. Принцип действия газоанализаторов основан на поглощении молекул светового потока и дальнейшего определения концентрации газа по измерительным сигналам.

Предполагается использовать газоперекачивающие блоки в модульном исполнении.

Газоанализаторы предусмотрены для выполнения автоматического контроля состояния объекта, контроль уровня загазованности в помещениях и передача сигнала на включение вентиляции.

«На рисунке 1 приведен блок-схема комбинированного способа обработки и передачи сигналов комбинированным газоанализатором/извещателем» [1].



«1 - определение амплитуды измерительного сигнала от приемника; 2 - определение амплитуды опорного сигнала от приемника; 3 - вычисление амплитуд оцифрованных измерительного и опорного сигналов; 4 - цифровая фильтрация вычисленного отношения; 5 - температурная корректировка отфильтрованного отношения; 6 – вычисление концентрации газа; 7 - передача информации о вычисленной через порты комбинированного газоанализатора; 8 - цифровая фильтрация оцифрованной амплитуды опорного сигнала; 9 - температурная корректировка опорного сигнала; 10 - вычисление удельной оптической плотности контролируемой среды; 11 - передача информации о текущей удельной оптической; 12 - сравнение вычисленной удельной оптической плотности контролируемой среды; 13 - переход комбинированного газоанализатора в тревожный режим по пожару; 14 - передача через порты дискретного тревожного сообщения» [1]

Рисунок 1 – «Блок-схема комбинированного способа обработки и передачи сигналов комбинированным газоанализатором» [1]

«Можно сделать вывод, что на работу инфракрасного газоанализатора могут влиять продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра» [1].

Также отличительной особенностью предлагаемого решения является то, что инфракрасный газоанализатор горючих газов позволяет реализовать контроль загазованности и задымленности одним техническим устройством.

«В качестве прототипа комбинированного способа обработки и передачи сигналов оптическим промышленным газоанализатором выбран стандартный способ обработки и передачи сигналов газоанализатором в систему безопасности» [1].

В устройстве оптического блока имеется газоанализатор с каналом излучения, а также блоком управления, который выполняет функцию обработки излучения. В приемнике излучения внутри содержится измерительный фотогальванический приемник.

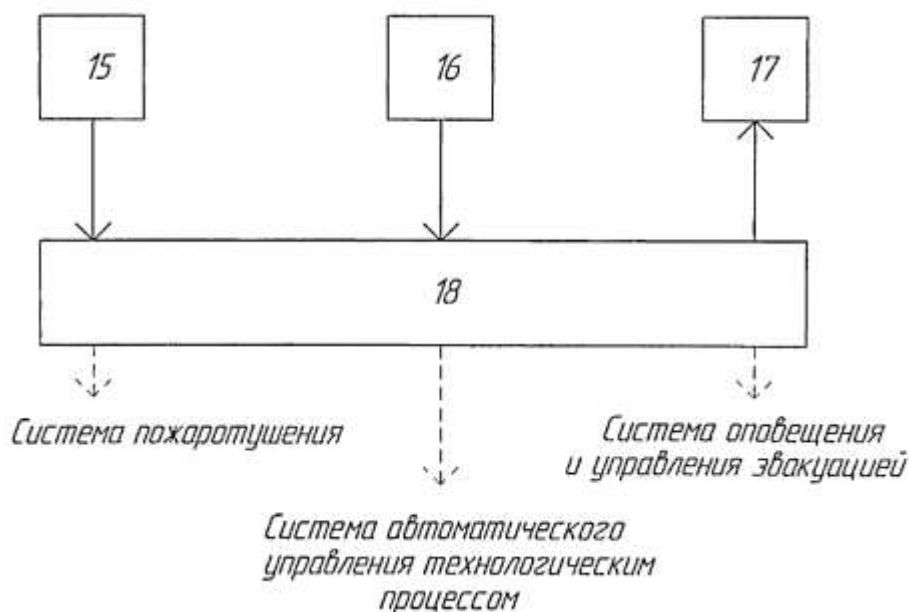
«Блок управления проводит оцифровку и определение амплитуды оцифрованных сигналов быстродействующих фотогальванических приемников, вычисление отношения амплитуд измерительного и опорного сигналов быстродействующих фотогальванических приемников, цифровое накопление с целью увеличения отношения сигнал/шум (цифровую фильтрацию от шумов), а также производит температурную корректировку (компенсацию) вычисленного и накопленного (отфильтрованного от шумов) отношения и, главное, производит вычисление концентрации измеряемого газа» [1].

«Таким образом, на блок управления подается информация о количестве концентрации газа в систему безопасности через аналоговые датчики и приборы» [1].

То есть эта информация может подаваться для СОУЭ, управления аварийной вентиляцией, остановки технологического процесса и оборудования [19].

То есть система газоанализатора предусмотрена контролем блока управления, отдельная обработка концентрации газа не производится.

На рисунке 2 приведена схема комплекса пожарной сигнализации и газового контроля.



«15 - стандартные пожарные извещатели, контролируемые защищаемый опасный промышленный объект (кроме дымовых пожарных извещателей); 16 - комбинированные газоанализаторы; 17 - выносные средства для местной индикации дежурного режима и режима передачи тревожного извещения комбинированных газоанализаторов; 18 - прибор приемо-контрольный пожарный» [1]

Рисунок 2 – Схема комплекса сигнализации и газового контроля

«А вот наличие у ИК газоанализаторов горючих газов дополнительной функции обработки и передачи ППКП информации об УОПКС позволяет АПЗ использовать такие ИК газоанализаторы горючих газов в качестве извещателей пожарных оптико-электронных дымовых, что позволит повысить надежность обнаружения пожара (за счет контроля дополнительного фактора пожара – задымленности, причем задымленность возможна до появления открытого пламени, на которое среагируют другие пожарные извещатели) и снизить количество стандартных пожарных извещателей» [1].

Таким образом, необходимо использовать комбинированный оптико-электронный дымовой газоанализатор и дымовой пожарный извещатель.

Оптические промышленные газоанализаторы для обнаружения газов, е могут одновременно использоваться для контроля изменения сигнала для обнаружения задымления.

Решение задачи по совершенствованию системы обеспечения ПБ осуществляется за счет:

- комплексной обработки сигналов от промышленного газоанализатора и дымового пожарного извещателя, где вычисляется повышенная концентрация газовой смеси в воздухе рабочей зоны;
- для обработки и передачи информации используется блок управления ИК газоанализатора с цифровым накоплением опорного сигнала с целью температурной корректировки опорного сигнала [11];
- наличии пожарного шлейфа, позволяющего передать информацию, которая определяется газоанализатором/извещателем по поглощению опорного оптического излучения [17].

«Использование оптических промышленных газоанализаторов в качестве специальных дымовых оптико-электронных пожарных извещателей позволит повысить надежность обнаружения пожара и снизить количество стандартных пожарных извещателей» [1].

В устройство способа входит комплекс пожарной сигнализации и контроля загазованности, прибор приемо-контрольный пожарный, пожарные извещатели и оптические промышленные газоанализаторы для обнаружения газов.

Рассмотрим работу системы в разных режимах, первый – дежурный режим.

«Прибор приемо-контрольный пожарный 18 отслеживает сигналы стандартных пожарных извещателей 15 и комбинированных газоанализаторов 16, предназначенных для обнаружения задымленности и

загазованности в контролируемой зоне. Комбинированные газоанализаторы 16 формируют как стандартные технологические аналоговые сигналы загазованности, так и специальные пожарные аналоговые сигналы, содержащие данные об удельной оптической плотности контролируемой воздушной среды» [1].

Данные об удельной оптической плотности контролируемой воздушной среды прибор приемо-контрольный пожарный сравнивает с заранее запрограммированным пороговыми значениями.

«Технологические сигналы о загазованности прибор приемо-контрольный пожарный 18 сравнивает с заранее запрограммированными пороговыми значениями (10% от нижнего предела взрываемости – предупредительный порог, а 20% от нижнего предела взрываемости – аварийный порог). В дежурном режиме значения загазованности не должны превышать пороговые значения» [1]. В дежурном режиме контролируемые параметры не должны превышать пороговые значения.

В предупредительном контроле загазованности включение оповещения описано ниже. «При превышении предупредительного или аварийного пороговых значений загазованности прибор приемо-контрольный пожарный 18 формирует соответствующие предупредительные (на включение оповещения и вентиляции) или аварийные (на включение оповещения и останов технологического оборудования со стравливанием газа) команды в систему автоматического управления технологическим процессом и систему оповещения и управления эвакуацией» [1].

Далее рассмотрим тревожный режим АПС, где оптическая плотность контролируемой воздушной среды превысила запрограммированное пороговое значение. В данном случае прибор контрольный пожарный переходит в тревожный режим и одновременно переводит в тревожный режим средство для местной индикации.

«В тревожный режим прибор приемо-контрольный пожарный 18 также переходит, если получил сигнал о срабатывании одного из контролируемых

зону стандартных пожарных извещателей 15 (другие стандартные пожарные извещатели 15 и комбинированные газоанализаторы/извещатели 16 при этом должны продолжать функционировать в дежурном режиме)» [1].

«В режиме «Пожар» прибор приемо-контрольный пожарный 18 переходит при получении сигнала о двух срабатываниях извещателей 15 в зоне контроля, а также если получил сигнал об обнаружении задымления комбинированного извещателя 16 в зоне контроля, так и сигнал о переходе в тревожный режим стандартного пожарного извещателя 15 в контролируемой зоне» [1]. «Для такого объекта использование комбинированных газоанализаторов для контроля пожарной обстановки в загроможденных оборудованном зонах позволит с минимальными издержками повысить надежность обнаружения пожара на ранней стадии (за счет контроля дополнительного фактора пожара - задымленности, причем задымленность возможна до появления открытого пламени, на которое среагируют пожарные извещатели пламени) и оптимизировать количество пожарных извещателей пламени» [1].

«Комбинированный способ построен использовании технических средств для передачи об оптической плотности воздушной среды и организации местной индикации дежурного режима и режима передачи тревожного извещения о задымлении» [1].

Выводы к разделу 3

Поскольку производственная мощность линии лакирования составляет около 60 тыс. т продукции в год (что, несомненно, определяет производство лидирующим в области производства машин и нанесения покрытий), следовательно в качестве обеспечения ПБ необходимо решение по фиксации газового контроля. Рассмотрен способ обработки сигналов при помощи газоанализатора в установку пожарной сигнализации. Необходимо использовать комбинированный оптико-электронный дымовой газоанализатор и дымовой пожарный извещатель совместно с существующей АУПТ [16].

4 Охрана труда

Профессии, рассматриваемые для разработки реестра профессиональных рисков: работник производства изготовления бурильных труб – слесарь-ремонтник, слесарь по обслуживанию ирригационных труб и рабочий-маляр покрытия консервной ленты пищевым лаком.

В таблице 5 представлен реестр рисков.

Таблица 5 – Реестр рисков

Опасность	ID	Опасное событие
Опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или проскальзывании	3	Получение травмы
Опасность падения из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот	3	Получение травмы
Опасность удара (головой)	3	Получение травмы
Опасность натекания на неподвижную колющую поверхность (острие)	3	Получение травмы
Опасность запутаться в растянутых по полу проводах	3	Получение травмы
Опасность пореза частей тела, в том числе кромкой листа бумаги, канцелярским ножом, ножницами, острыми кромками	3	Получение травмы
Опасность травмирования, в том числе в результате выброса подвижной детали	1	Получение травмы
Опасность поражения током вследствие прямого контакта с токоведущими частями из-за касания незащищёнными частями тела деталей, находящихся под напряжением	3	Получение электротравмы
Опасность травмирования, в том числе в результате выброса подвижной детали	1	Получение травмы
Опасность поражения током вследствие прямого контакта с токоведущими частями	1	Получение электротравмы

В таблице 6 приведем данные анкеты по результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте (для трех рабочих мест - работник производства изготовления бурильных труб – слесарь-ремонтник, слесарь по обслуживанию ирригационных труб и рабочий-маляр покрытия консервной ленты пищевым лаком.)

Таблица 6 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Слесарь-ремонтник	«Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ» [8]	«Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ» [8]	Маловероятно	2	Маловероятно	2	4	Низкий
	«Скользкие, за жиренные, мокрые опорные поверхности» [8]	«Падение при спотыкании или проскальзывании, при передвижении по скользким поверхностям» [8]	Возможно	3	Маловероятно	2	6	Низкий
	«Обрушение наземных конструкций» [8]	«Травма в результате заваливания» [8]	Возможно	3	Весьма маловероятно	1	3	Низкий
	«Транспортное средство, в том числе погрузчик» [8]	«Наезд транспорта на человека» [8]	Возможно	3	Маловероятно	2	6	Низкий
	«Подвижные части машин и механизмов» [8]	«Удары, порезы, проколы, наматывания» [8]	Возможно	3	Маловероятно	2	6	Низкий
	«Вредные вещества в воздухе рабочей зоны» [8]	«Отравление вредными веществами в воздухе» [8]	Вероятно	4	Возможно	3	12	Средний
	«Воздействие на кожные покровы масел» [8]	«Заболевания кожи (дерматиты)» [8]	Вероятно	4	Маловероятно	2	8	Низкий

Продолжение таблицы 6

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Слесарь по обслуживанию ирригационных труб	«Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ» [8]	«Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ» [8]	Маловероятно	2	Маловероятно	2	4	Низкий
	«Повышенный уровень шума» [8]	«Снижение остроты слуха» [8]	Вероятно	4	Возможно	3	12	Средний
	«Монотонность труда» [8]	«Психоэмоциональные перегрузки» [8]	Вероятно	4	Маловероятно	2	8	Низкий
	«Наведенное напряжение» [8]	«Поражение электрическим током» [8]	Возможно	3	Маловероятно	2	6	Низкий
Рабочий-маляр покрытия консервной ленты пищевым лаком	«Монотонность труда» [8]	«Наезд транспорта на человека» [8]	Возможно	3	Маловероятно	2	6	Низкий
	«Неприменение СИЗ» [8]	«Удары, порезы, проколы, наматывания» [8]	Возможно	3	Маловероятно	2	6	Низкий
	«Электрический ток» [8]	«Отравление вредными веществами в воздухе» [8]	Вероятно	4	Возможно	3	12	Средний
	«Электрический ток» [8]	«Снижение остроты слуха» [8]	Вероятно	4	Возможно	3	12	Средний
	«Наведенное напряжение в отключенной цепи» [8]	«Психоэмоциональные перегрузки» [8]	Вероятно	4	Маловероятно	2	8	Низкий
	«Повышенный уровень шума» [8]	«Снижение остроты слуха» [8]	Вероятно	4	Возможно	3	12	Средний

Возможные риски, опасные факторы:

- поражение электрическим током под напряжением;
- работа с инструментами и приспособлениями;
- повреждение оборудования, замыкание на землю, что сопровождается возникновением шагового напряжения;
- работа на высоте, повышенный шум, монотонность труда.

В таблице 7 приведены данные оценки вероятности.

Таблица 7 – Оценка вероятности

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

Системы охраны труда основана на контроле аварийной ситуации и минимизации ее распространения на территории предприятия, опасности риска получения травмы в ходе практической работы и получении обязательных и необходимых знаний для успешной работы.

В таблице 8 приведена оценка степени тяжести последствий.

Таблица 8 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек); Несчастный случай на производстве со смертельным исходом; авария, пожар	5
4	Крупная	Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней); Профессиональное заболевание, инцидент	4
3	Значительная	Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней, инцидент	3
2	Незначительная	Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. Инцидент, быстро потушенное загорание.	2

Выводы к разделу 4

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.

Профессии, рассматриваемые для разработки реестра профессиональных рисков: работники производства изготовления бурильных труб, ирригационных труб и покрытия консервной ленты пищевым лаком.

Возможные риски, опасные факторы:

- работа с инструментами и приспособлениями;
- поражение электрическим током;
- вероятность возникновения аварийной ситуации: замыкание на землю;
- работа на высоте.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

В рамках рассматриваемой темы, определим область и рамки применения расчета. Рассмотрим расчет эколого-экономического ущерба при аварийной ситуации на предприятии (пожар).

Пожары наносят негативный ущерб на экологию. В большинстве своем, это выбросы от продуктов горения в атмосферу (как правило, это крупные пожары, пожары на производственных объектах).

«Как следствие – опасность загрязнения ОС от пожаров по сравнению со штатными выбросами невелика. Вместе с тем выбросы продуктов горения по своей токсичности опаснее, чем выбросы предприятий, которые подвергаются очистке, выбросы автотранспорта также стараются сделать безопаснее, например, за счет перехода на неэтилированный бензин» [10].

Токсичность выбросов от пожара зависит от количества этих пожаров. Как правило, это крупные пожары, пожары на производственных объектах.

«Тем более, что состав горючей нагрузки жилых помещений в связи с более широким использованием в предметах быта и интерьера полимерных материалов, например, ПВХ, полистирола и др., становится с точки зрения горючести и образования токсичной среды на пожаре более опасным» [10].

В случае пожара произведем расчет ущерба для атмосферного воздуха:

$$Y_{\text{Э.П.}} = K_a \cdot K_э \cdot Y_{\text{уд}} \cdot M_i \cdot N_i \cdot \frac{1}{\text{ПДК}_i}, \quad (1)$$

где K_a – коэффициент аварийности, принимаем 14 [11];

$K_э$ - коэффициент состояния атмосферного воздуха в регионе, 2,14;

$Y_{\text{уд}}$ - удельный экономический ущерб от выбросов в атмосферный воздух, принимаем 214,5;

M_i - масса выделившегося в атмосферу продукта горения, т. (примем от пожара 0,032);

N_i - количество пожаров в заданном населенном пункте.

$$У_{э.п.} = 14 \cdot 2,14 \cdot 214,5 \cdot 0,032 \cdot 12 \cdot \frac{1}{0,012} = 54412,23 \text{руб.} ,$$

В таблице 9 представлена антропогенная нагрузка на окружающую среду.

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)
Пожар	Предприятие	Оксид углерода	0,48	1,2,3,4,5,6
Количество в год		6,45	0,48	3, 4

В таблице 10 приведены сведения о применяемых на объекте технологиях.

Таблица 10 - Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	АО «Аркиник СМЗ», участок изготовления бурильных труб, ирригационных труб и для покрытия консервной ленты пищевым лаком	Процесс установки АУПТ, АПС, систем вытяжной вентиляции	Соответствует

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

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

Наименование загрязняющего вещества
Оксид углерода 4
Диоксид азота 2
Формальдегид 2

«Государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, включает в себя в том числе государственный учет выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, вредных физических воздействий на атмосферный воздух и их источников в соответствии с законодательством Российской Федерации в области охраны атмосферного воздуха, а также государственный учет в области обращения с отходами производства и потребления в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами производства и потребления» [5].

Определение соответствия технологий наилучшим доступным

«Сочетанием критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучшей доступной технологии являются:

- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени;
- период ее внедрения;
- промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» [5].

В таблице 12 приведены результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

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

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
Номер	Наименование	Номер	Наименование						
152	Пожар	2	Диоксид углерода	0,13636	–	0,542	0,213	–	0
153	Пожар	3	Диоксид азота 2	0,11	–	0,12	0,02	–	0
154	Пожар	4	Формальдегид 2	0,1023	–	0,55	0,87	–	0
155	Пожар	5	Бензол 2	0,632	–	0,86	0,125	–	0
Итого				0,981	–	2,1	0,123	–	0

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

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 с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	Фактическое	Проектная	Фактическая
Устройство очистки воздуха от вредных газов, аэрозолей	2021	Повышение интенсивности очистки газа за счет увеличения удельного расхода газа через средство очистки	0,2569	0,2569	0,089	0,18569	12563,3	1	Диоксид азота	0,25	0,83	0,83

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

Таблица 14 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления

№ строки	Наименование видов отходов	Код 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	Отходы металлические практически неопасные	2 22 120 01 39 5	5	107 759 228	0	450 055 263	0	450 055 263	450 055 263
2	Отходы металлические производства в смеси	2 22 129 11 20 4	4	0	0	9 447 832	0	9 447 832	9 447 832
3	Ткань фильтровальная на основе полиэфирного волокна	2 22 161 23 61 4	4	63	116	2	31	2	2
4	Пыль с преимущественным содержанием диоксида углерода	2 22 171 11 42 4	4	416	0	0	0	0	0
5	Осадок осветления воды	3 10 702 01 39 4	4	678	175	256	12	0	0

В таблице 15 приведены результаты производственного контроля влияния пожара на воздух, воду, почву.

Таблица 15 – Результаты производственного контроля влияния пожара на воздух, воду, почву

Вещество, класс опасности	Воздух, мг/м ³		Вода, мг/м ³		Почва, мг/м ³	
	Средний показатель	ПДК	Средний показатель	ПДК	Средний показатель	ПДК
Оксид углерода 4	0,42	5	0,5	3	0,5	3
Диоксид азота 2	0,23	0,2	0,12	0,04	0,12	0,04
Формальдегид 2	0,36	0,035	0,11	0,03	0,11	0,03
Бензол 2	0,25	0,3	0,9	0,1	0,9	0,1
Пыль	1,48	0,02	1,1	0,01	1,1	0,01

Выводы к разделу 5

Определена антропогенная нагрузка АО «Аркиник СМЗ», участка изготовления бурильных труб, ирригационных труб на окружающую среду. Определено соответствие технологий на производстве наилучшим доступным. Оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха [5].

Токсичность выбросов от пожара зависит от количества этих пожаров. Как правило, это крупные пожары, пожары на объектах производственного значения.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 16.

Таблица 16 – План реализации мероприятий по техносферной безопасности

Мероприятия	Срок исполнения
Система АУПТ	2023 год
Монтаж	2023 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [2]	м ²	F	47,1	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [2]	руб./м ²	Ст	50000	50000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	Ск	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств» [2]	м ²	F'' пож	47,1	
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [2]	м ²	F*пож	-	2
«Вероятность возникновения пожара» [2]	1/м ² в год	J	2,9·10 ⁻⁶	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [2]	м ²	Fпож	4	
«Вероятность тушения первичными средствами» [2]	-	p1	0,79	
«Вероятность тушения привозными средствами» [2]	-	p2	0,95	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [2]	-	p3	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта» [2]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [2]	-	к	1,63	

Продолжение таблицы 17 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [2]	м/мин	υ _л	1,0	
«Время свободного горения» [2]	мин	Всвг	10	
«Норма текущего ремонта» [2]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [2]	%	На	-	10
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	42000
«Период реализации мероприятия» [2]	лет	Т	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами:

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

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

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

$$F_{\text{пож}} = 3,14 \times (1 \times 10)^2 = 31,4 \text{ м}^2,$$

Далее проведем расчёт показателя ожидаемых потерь от пожаров:

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

«где M(Π₁) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

M(Π₂) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

M(Π₃) – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [2].

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

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

F – площадь объекта, м²;

C_T – стоимость поврежденного оборудования, руб./м²;

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

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

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \times \\ \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (5)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_K – стоимость поврежденных частей, руб./м²;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [2].

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

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

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

Расчет первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,9 \times 10^{-6} \times 31,4 \times 50000 \times 12 \times (1 + 1,67) \times 0,79 = 1232 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,9 \times 10^{-6} \times 31,4 \times (50000 \times 452 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) = 589620 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 2,9 \times 10^{-6} \times 31,4 \times (50000 \times 6500 + 30000) \times (1 + 1,67) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,95] = \\ = 1236950 \text{ руб./год.}$$

Расчет второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,9 \times 10^{-6} \times 7000 \times 50000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,79 = 12536 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,9 \times 10^{-5} \times 6500 \times 50000 \times 2 \times (1+1,67) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 5264 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 2,9 \times 10^{-6} \times 7000 \times (30000 \times 452 + 30000) \times (1+1,67) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times \\ \times 0,95 = 236520 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_4) = 2,9 \times 10^{-6} \times 7000 \times (50000 \times 6500 + 30000) \times (1+1,67) \times \{1-0,79 - (1- \\ 0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 608090 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери пожаров, где нет системы пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 12536 + 5264 + 236520 + 608090 = 862410 \text{ руб./год};$$

Если смонтирована система пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 1232 + 589620 + 1236950 = 1827802 \text{ руб./год.}$$

Если отсутствует АУПТ потери в два раза больше, чем при ее наличии.

Стоимость монтажа АУПТ представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Стоимость монтажа АУПТ

Виды работ	Стоимость, руб.
Система АУПТ	950 000
Монтаж	150 000
Пуско-наладочные работы	50 000
Итого:	1 150 000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание:

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

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

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

$$P=1150000+200000=1350000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} \quad (9)$$

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

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

$$C_2=150000+120000=270000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт:

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

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

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

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{1150000 \times 5}{100} = 57500 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \times Ч \times \text{ЗПЛ} \quad (11)$$

«где Ч – численность работников обслуживающего персонала, чел.;
ЗПЛ – заработная плата 1 работника, руб./месс» [2].

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \times 1 \times 40000 = 480000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

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

«где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;
 H_a – норма амортизации, %» [2].

$$A = \frac{1150000 \times 10}{100} = 115000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа:

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

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

t – год осуществления затрат;

НД – постоянная норма дисконта.

$M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери, руб./год;

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

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [2].

$$([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) = [1827802 - 862410] - [650000 - 350000]$$

$$([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) = 965392 - 300000 = 665392$$

Расчёт денежных потоков от монтажа АУПТ представлен в таблице 19.

$$И = \sum_{t=0}^T 665392 \times \frac{1}{(1 + 4,5)^t} - (150000 - 1150000) = 1526200$$

Таблица 19 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	$M(\Pi_1) - M(\Pi_2)$	$P_2 - P_1$	$1 / (1 + HD)^t$	$[M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - (C_2 - C_1)] * 1 / (1 + HD)^t$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
1	965392	300000	0,91	1256320	1 150 000	523632
2	965392	300000	0,83	1120235	-	526369
3	965392	300000	0,75	1089256	-	1254789
4	965392	300000	0,68	950236	-	256923
5	965392	300000	0,62	841230	-	214563
6	965392	300000	0,56	751023	-	256985
7	965392	300000	0,51	656896	-	147859
8	965392	300000	0,47	589696	-	256369
9	965392	300000	0,42	425632	-	258960
10	965392	300000	0,39	325696	-	758965

Вывод по разделу 6

Проведена оценка экономической эффективности применения АУПТ.

Рассмотрен комбинированный способ обработки и передачи сигналов оптическим промышленным газоанализатором в установку пожарной сигнализации в составе АУПТ. Техническое средство применяют для контроля уровня загазованности и повышенной взрывопожароопасной обстановки. Также в устройстве есть и другие газоанализаторы, которые могут зафиксировать концентрацию газов в воздухе, плотность которых отличается от плотности воздуха. Интегральный экономический эффект за десять лет составит 1526200 рублей.

Заключение

Объектом выбран производственный объект АО «Аркиник СМЗ», расположенный в г. Самара, ул. Алма-Атинская, 29.

Объект предназначен для изготовления бурильных труб, ирригационных труб и для покрытия консервной ленты пищевым лаком.

Анализ автоматических систем пожаротушения и огнетушащих средств:

- целесообразно применение углекислотной АУПТ, поскольку в помещениях нет людей;
- возможность тушения пожара классов А, В, С и электрооборудования;
- эффективность способа за счет быстрого поглощения кислорода и затухания огня;
- возможность охлаждения объекта или вещества пожара;
- недорогая стоимость;
- безопасность применения для производственного оборудования.

Предлагается ко внедрению газоанализаторы и дымовые пожарные извещатели в совокупности с существующей АУПТ для осуществления комбинированного способа обработки и передачи сигналов оптическим промышленным газоанализатором в установку пожарной сигнализации.

Техническое средство применяют для контроля уровня загазованности и повышенной взрывопожароопасности (используются инфракрасные газоанализаторы горючих газов, которые связаны с пожарной автоматикой). Также в устройстве есть и другие газоанализаторы, которые могут зафиксировать концентрацию газов в воздухе, плотность которых отличается от плотности воздуха. Принцип действия газоанализаторов основан на поглощении молекул светового потока и дальнейшего определения концентрации газа по измерительным сигналам.

Профессии, рассматриваемые для разработки реестра профессиональных рисков: работники производства изготовления бурильных труб, ирригационных труб и покрытия консервной ленты пищевым лаком.

Возможные риски, опасные факторы:

- работа с инструментами и приспособлениями;
- поражение электрическим током;
- вероятность возникновения аварийной ситуации: замыкание на землю;
- работа на высоте.

Определена антропогенная нагрузка организации, технологического процесса на окружающую среду. Определено соответствие технологий на производстве наилучшим доступным. Оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха.

Проведена оценка экономической эффективности применения АУПТ на объекте. Предложенные мероприятия позволят объекту соответствовать требованиям пожарной безопасности. Предусмотрена автоматическая установка газового пожаротушения модульного типа, которая находится в автоматическом режиме, при которой возможен автоматический пуск при срабатывании дымовых пожарных извещателей в защищаемом помещении.

Интегральный экономический эффект за десять лет составит 1526200 рублей.

Список используемых источников

1. Комбинированный способ обработки и передачи сигналов оптическим промышленным газоанализатором в установку пожарной сигнализации опасного промышленного объекта и комплекс для его реализации [Электронный ресурс]. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2509368C1/ru> (дата обращения: 10.03.2023).

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. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 (ред. 11.06.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения: 15.10.2022).

4. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.08.1995 № 151 (ред. 14.07.2022). URL: <https://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.08.1995-N-151-FZ/> (дата обращения: 15.10.2022).

5. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 (ред. 14.07.2022). URL: <https://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/> (дата обращения: 15.10.2022).

6. Об утверждении боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 16.10.2017 № 444. URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 16.04.2023).

7. Об утверждении порядка подготовки личного состава пожарной охраны [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 26.10.2017 № 472.

URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-26.10.2017-N-472/> (дата обращения: 16.04.2023).

8. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Mintruda-Rossii-ot-29.10.2021-N-776n/> (дата обращения: 16.04.2023).

9. Об утверждении правил противопожарного режима в Российской Федерации охраны [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=443384> (дата обращения: 16.04.2023).

10. Основные формы, принципы и методы тактической подготовки [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/23_5142_osnovnie-formi-printsipi-i-metodi-takticheskoy-podgotovki.html (дата обращения: 16.04.2023).

11. Расчет эколого-экономического ущерба при пожаре в жилом секторе. [Электронный ресурс] — URL: https://studopedia.ru/29_21350_raschet-ekologo-ekonomicheskogo-ushcherba-pri-pozhare-v-zhilom-sektore.html (дата обращения: 15.02.2023).

12. Рязанов В.А. От пожарной тактики к стратегии пожарной безопасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 4. 2009. С. 43–46.

13. Терехнев В. В., Грачев В. А., Тараканов Д. В. От пожарной тактики к стратегии пожарной безопасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 4. 2009. С. 85–89.

14. Терехнев В.В., Семенов А.О., Смирнов В.А., Тараканов Д.В. Анализ и поддержка решений при тушении крупных пожаров // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 4. 2009. С. 28–32.

15. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от

14.07.2022). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 16.04.2023).

16. Участок по производству бурильных труб [Электронный ресурс]
URL:

https://studbooks.net/1653126/tovarovedenie/uchastok_proizvodstvu_burilnyh_trub
b (дата обращения: 16.05.2023).

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

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

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

20. Information inversion and dynamic analysis of video-driven fire detection based on object-oriented segmentation Cheng Y., Bai H., Li Z., Zhang Y., Chen L., Chen K. 1599-1616.

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