

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 Разработка и контроль проведения мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара

Обучающийся

И.С. Истратов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., И.И. Рашоян

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2024

Аннотация

Тема: «Разработка и контроль проведения мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара».

В разделе «Характеристика опасного производственного объекта» представлены пожарно-технические характеристики здания и имеющиеся системы противопожарной защиты опасного производственного объекта.

В разделе «Анализ взрывопожароопасности опасного производственного объекта» представлен анализ взрывопожароопасности технологических процессов, технологических сред, технических устройств, наружных установок и/или применяемых веществ и материалов; анализ и прогноз возникновения потенциальных аварийных ситуаций.

В разделе «Разработка и контроль проведения мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара» произведён выбор системы автоматического регулирования и управления опасным производственным объектом.

В разделе «Охрана труда» составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест.

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

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

Объем работы составляет 70 страниц, 22 таблицы и 4 рисунка.

Содержание

Введение	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений	8
1 Характеристика опасного производственного объекта	9
1.1 Общая характеристика объекта защиты.....	9
1.2 Пожарно-технические характеристики здания.....	13
1.3 Имеющиеся системы противопожарной защиты	14
2 Анализ взрывопожароопасности опасного производственного объекта	20
2.1 Анализ взрывопожароопасности технологических процессов.....	20
2.2 Оценка соответствия мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара на объекте требованиям пожарной безопасности	29
3 Разработка и контроль проведения мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара	35
4 Охрана труда	43
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	50
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	59
Заключение	64
Список используемых источников	67

Введение

Пожар является одним из наиболее часто возникающих и разрушительных стихийных бедствий и представляет чрезвычайно серьезную угрозу для безопасности жизни людей. При возникновении очага невероятно важно потушить его как можно раньше.

После крупных аварий, произошедших в нефтяной и энергетической промышленности за последние десять лет, техническое сообщество, участвующее в проектировании промышленных процессов, проявило повышенный интерес к безопасности и доступности систем. Внимание больше не ограничивается основным процессом, но также распространяется на все те системы безопасности, от которых требуется мониторинг и смягчение последствий пожаров.

Крайне важно, чтобы процесс проектировался с соблюдением высоких критериев надежности, иногда не до конца осознается, что надежность процесса не может исключить риск возникновения аварии и пожаров.

Если риск аварии не может быть снижен ниже определенного уровня, следует сосредоточить внимание на тех системах, которые предназначены для мониторинга окружающей среды и обеспечения смягчения последствий. В этом отношении хорошо известно, что обнаруженное и вовремя локализованное газовое облако или вспышка пожара, обнаруженная и потушенная потоком воды, преследуют одни и те же цели: спасение жизней, ограничение воздействия на окружающую среду, сокращение производственных потерь.

Цель исследования – повысить эффективность предотвращения образования пожаровзрывоопасных сред и ограничения распространения опасных факторов пожара за счёт разработки технических средств безопасности на опасном производственном объекте.

Задачи:

- описать характеристику объекта и имеющиеся системы противопожарной защиты опасного производственного объекта;
- провести анализ взрывопожароопасности технологических процессов, технологических сред, технических устройств, наружных установок и/или применяемых веществ и материалов;
- составить прогноз возникновения потенциальных аварийных ситуаций;
- произвести оценку соответствия мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара на объекте требованиям пожарной безопасности;
- произвести выбор приборов контроля технологических параметров потенциально взрывопожароопасных технологических процессов;
- составить реестр профессиональных рисков для рабочих мест;
- оформить результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды;
- выполнить расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

В работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Класс конструктивной пожарной опасности – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая степенью участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара» [19].

Класс функциональной пожарной опасности – «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].

Объект защиты – продукция, в том числе имущество граждан или юридических лиц, государственное или муниципальное имущество (включая объекты, расположенные на территориях населенных пунктов, а также здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которой установлены или должны быть установлены требования пожарной безопасности для предотвращения пожара и защиты людей при пожаре» [19].

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» [20].

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» [6].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [9].

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].

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].

Система предотвращения пожара – «комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты» [19].

Степень огнестойкости зданий, сооружений – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений и отсеков» [16].

Перечень сокращений и обозначений

В работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АВО – аппараты воздушного охлаждения.

АВОГ – аппараты воздушного охлаждения газа.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

ГДУ – газодинамические уплотнения.

ГПА – газоперекачивающий агрегат.

ГСМ – горюче-смазочные материалы.

ГТУ – газотурбинные установки.

ДКС – дожимной компрессорной станции.

ДЭС – дизельная электростанция.

КТП – комплектная трансформаторная подстанция.

ЛСК – легкобрасываемые конструкции.

ОПО – опасный производственный объект.

ОРО – объект размещения отходов.

ПВХ – поливинилхлорид.

ПНД – перевалочная нефтебаза.

СПЧ – сменная проточная часть.

ТКО – твёрдые коммунальные отходы.

ТРoТПБ – технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

УКПГ – установка комплексной подготовки газа.

УОГ – установка охлаждения газа.

ФЗoПБ – Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЦБН – центробежный нагнетатель.

ЦОГ – цех очистки газа.

1 Характеристика опасного производственного объекта

1.1 Общая характеристика объекта защиты

Объект исследования – проект ГРС межпоселкового газопровода в селе Ребриха Алтайского края.

Газораспределительная станция расположена в районе выезда 83 пожарной части подразделений ГУ МЧС России по Алтайскому краю.

Транспортировка подготовленного газа осуществляется от ГРС с. Ребриха до с. Тюменцево Тюменцевского района Алтайского края с отводами до с. Трубачево, Урывка, Карповский, Вознесенка, Березовка, Сосновка, Свободный, Заводской, Мезенцеве, Юдиха.

Содержание механических примесей – не более 0,3 г/1000 м³.

В данной работе мы будем рассматривать компрессорный цех №2 с ГПА-16ДКС-08 «Урал».

УКПГ состоит из шести технологических линий (5 рабочих и 1 резервный) производительностью 10 млн. м³/сутки каждая (по проекту при начальных параметрах работы месторождения по давлению).

Каждая технологическая линия состоит из блока входного сепаратора с промывочной секцией, арматурного блока сепаратора, блока абсорбера, арматурного блока абсорбера.

Установка осушки газа располагается в отапливаемом помещении, в котором размещается также пункт подготовки газа на собственные нужды промысла, включающий теплообменник и узлы распределения газа потребителям.

Для регенерации насыщенного триэтиленгликоля предусмотрена установка огневой регенерации, состоящая из двух линий (1 рабочий и 1 резервный), производительностью 15 м³/ч каждая.

Установка располагается в отдельно стоящем здании, состоящем из четырех технологических помещений:

- помещения огневых регенераторов;
- насосной;
- помещения емкостного оборудования;
- помещения АВО.

В качестве ингибитора гидратообразования при транспортировке газа по газосборным коллекторам применяется метанол. При необходимости регенерация отработанного раствора метанола осуществляется в установке огневой регенерации, имеющей производительность 0,5-2,0 м³/ч по регенерированному метанолу

ДКС введена в промышленную эксплуатацию 19 июня 2003г в соответствии с проектом ДОО «ВНИПИгаздобыча» шифр.4075, на годовой отбор до 15,0 млрд. м³/год (при проектных уровнях добычи газа на момент ввода в эксплуатацию, с последующим снижением).

«Каждая технологическая линия включает в себя сепаратор, узел замера и регулирования расхода газа» [3].

«Газ из подводящего трубопровода поступает в нижнюю часть сепаратора, где из газа отделяются выносимые из скважин жидкость и механические примеси» [3], отводимые в блок дегазатора пластовой воды.

После дегазации пластовая вода поступает в разделитель 40 Р-2 цеха регенерации метанола УКПГ или в дренажную емкость 60Е-1 ЦОГ ДКС.

Очищенный газ из сепараторов по двум трубопроводам Ду1000 направляется на дожимную компрессорную станцию (ДКС).

После компримирования газ по трубопроводу Ду1000 подается через узел подключения ДКС в цех осушки газа и далее, после коммерческого измерения расхода, с давлением 6,7 МПа, в нитку газопровода до с. Тюменцево или нитку газопровода до г. Рубцовск.

Площадка 3-й очереди ДКС и площадка 2-й очереди ДКС размещается на смежной территории с площадкой 1-й очереди ДКС и входит в единый комплекс сооружений.

Все ступени компримирования размещаются до установки осушки газа.

Заправка маслом агрегатов 2-й и 3-й очереди ДКС, предусматривается от передвижной маслозаправочной установки.

Дожимная компрессорная станция оснащена газоперекачивающими агрегатами ГПА-16ДКС-06 «Урал» – 4 шт., ГПА-16ДКС-08 «Урал» – 4 шт., ГПА-16ДКС-12 «Урал» – 1 шт.

Газоперекачивающие агрегаты размещаются в трех компрессорных цехах (КЦ-1, КЦ-2, КЦ-3). Компримирование осуществляется в три ступеней сжатия:

- первая ступень – ГПА ст. №№ 31, 21, 22;
- вторая ступень - ГПА №№ 23, 24, 11;
- третья ступень – ГПА ст. №№ 12, 13, 14.

Газ поступает на узлы подключения газа ДКС №№1 и 2. От узлов подключения газа ДКС №№1 и 2 по двум коллекторам Ду 1000 мм газ поступает к цеху очистки газа, где очищается от механических примесей и капельной жидкости.

«Перед УОГ, из нижней точки подводящего трубопровода Ду1000, предусмотрен отвод жидкости в емкость для улавливания залпового выноса жидкости» [3].

Очищенный газ после ЦОГ ДКС поступает на первую ступень компримирования, с последующим охлаждением на аппаратах воздушного охлаждения газа (АВО газа). После второй ступени на АВО газа, после третьей ступени – АВО газа, и через узел подключения ДКС №1 по выходному трубопроводу Ду 1000 мм подается в технологический корпус подготовки газа и далее после узла замера в магистральный газопровод.

На аварийный случай и в случае ремонта предусмотрен отвод газа из аппаратов и трубопроводов на существующую свечу Св-1. Жидкость из аппаратов дренируется в дренажную емкость 60Е-2.

Для электроснабжения потребителей, предусмотрена комплектная трансформаторная подстанция (КТП).

Напряжение питающей сети (ВН) – 10 кВ.

Напряжение распределительной сети (НН) – 230/400 В.

Максимальная мощность энергопринимающих устройств, согласно ТУ – 160 кВт.

В соответствии с ТУ электроснабжение КТП 250/10/0,4 на стороне 10 кВ осуществляется по 3 категории, от существующей подстанции ПС35/10 кВ. Сеть выполнена проводом типа СИП-3 1×50.

На опоре устанавливается разъединитель типа РЛНД-ЮкВ. Электроснабжение потребителей 0,4 кВ осуществляется от РУ-0,4кВ КТП. Резервным источником питания является дизельная электростанция (ДЭС), номинальной мощностью 150 кВт.

Основными потребителями электроэнергии объекта является технологическое оборудование, вентиляционное, электрическое освещение, приборы автоматизации, сигнализации котельная.

Основные потребители электроэнергии объекта относятся ко 2-ой категории по надежности электроснабжения, за исключением группы потребителей 1-ой категории, к которым относятся оборудование систем противопожарной защиты, эвакуационное и аварийное освещение и приборы системы АПС – 1 особая категория (третий источник питания – аккумуляторные батареи достаточной емкости, обеспечивающей необходимое время функционирования устройств и приборов в соответствии с СП 484.13130 [18]).

Наружные сети водопровода для запроектированы из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR17 63 мм. Глубина заложения водопровода 2,2 м, что соответствует требованиям.

Система отопления и теплоснабжения здания компрессорного цеха запроектирована от теплового пункта.

Тепловой пункт располагается в цокольном этаже на отметке минус 2,700.

Тепловой пункт оснащен счетчиками учета тепла, запорно-регулирующей арматурой, фильтрами, грязевиками, теплообменниками и

циркуляционными насосами. Тепловой пункт оснащён автоматическим регулированием тепла с помощью погодозависимых контроллеров.

Система отопления – двухтрубная, тупиковая, горизонтальная с последовательным подключением приборов.

Для горизонтальной разводки применяются трубы импортного производства из полипропиленовых армированных труб. Прокладка трубопроводов предусматривается в конструкции пола вдоль наружных стен.

Для защиты от электрохимической коррозии подземный стальной газопровод и футляры покрывается «весьма усиленной» изоляцией полимерной липкой лентой.

Выходы газопровода из земли предусматриваются цокольным вводом по ТУ 2248-006-26704664-2011 с неразъемным соединением полиэтиленовых труб ПЭ100 SDR11СО стальными до 0,6 МПа по ТУ 2248-001-26704661-2007 «Г-образный» 2,0×1,0.

Стальная часть имеет изоляцию весьма усиленного типа и заключена в футляр в изоляции весьма усиленного типа.

1.2 Пожарно-технические характеристики здания

Газопровод высокого (II категории) и среднего давления относится к опасным производственным объектам.

Степень огнестойкости здания компрессорного цеха дожимной компрессорной станции – IV.

Здание компрессорного цеха представляет единый пожарный отсек, площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 4000 м², в соответствии с таблицей 1 (СП 2.13130 [16]).

Класс конструктивной пожарной опасности компрессорного цеха – С0.

Категория по пожарной и взрывопожарной опасности – А (с наличием газообразного топлива). Класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.1.

Таблица 1 – Характеристика зданий и технологического оборудования

Объект	Степень огнестойкости	Класс функциональной пожарной опасности	Категория здания [13]	Объём здания, м ³	Высота здания, м	Наружное пожаротушение, л/с
Агрегат газоперекачивающий ГПА-16 (в индивидуальном укрытии ангарного типа)	IV	Ф5.1	A	3400	12	20
Подстанция трансформаторная №1	IV	Ф5.1	B	до 500	-	15
Дизельная электростанция №1	IV	Ф5.1	B	до 500	-	15
Дизельная электростанция №2	IV	Ф5.1	B	до 500	-	15

В местах прохождения сетей электроснабжения через строительные конструкции предусмотрены проектные решения по предотвращению проникновения газа, скопления влаги и распространения пожара не ниже предела огнестойкости данных конструкций.

1.3 Имеющиеся системы противопожарной защиты

Здание компрессорного цеха в соответствии с требованиями СП 484.1311500.2020 [18] обязательное приложение А таблица А.1 п.18, подлежит оборудованию автоматической пожарной сигнализацией. Все помещения здания оснащаются приборами АПС, «кроме помещений:

- с мокрыми процессами;
- категории В4 и Д по пожарной опасности;
- для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы» [19].

Для сбора, обработки поступающих сигналов и управления процессом контроля и управления системой АПС, а также исполнительными устройствами используются приборы серии С2000, входящие в состав

интегрированной системы охраны «ОРИОН» (пр-во «Болид», Россия, г. Королев).

В ОПС в качестве основных приборов используются приборы:

- пульт контроля и управления С2000М;
- контроллеры двухпроводной линии связи С2000-КДЛ;
- блоки сигнально-пусковые С2000-СП1 исп.01, С2000-КПБ;
- блок индикации С2000-БИ.

Приборы С2000, С2000-КДЛ, С2000-СП1, С2000-КПБ, С2000-БИ подключаются в двухпроводную магистраль RS-485.

Для организации АРМ «Пожарного поста» на базе ПК используется штатное программное обеспечение «Оперативная задача АРМ «ОРИОН» исп. 512».

Использование в системе АПС штатного программного обеспечения «Оперативная задача «ОРИОН ПРО» исп.512» позволяет организовать графическое отображение тревожных пожарных извещателей на плане здания, на АРМ «Пожарный пост» (пом. 2, 1-й этаж).

«Область применения извещателей пламени ИП-МСП-УИК – взрывоопасные зоны помещений и наружных установок согласно ГОСТ Р 51330 и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных зонах» [5].

Взрывозащищенные извещатели пламени ИП-МСП-УИК размещают в «местах установки технологического оборудования насосных станций магистральных нефте- и газопроводов, резервуарных парков, наливных эстакад и других взрывоопасных зонах» [5] (электрооборудование подгрупп ПА, ПВ, ПС температурных классов Т1 - Т4) [1].

Система охранного теленаблюдения предназначена для круглосуточного получения, обработки и документирования видеоинформации с периметра и внутренних помещений здания.

В состав системы входят камеры видеонаблюдения и приемное оборудование.

Приемное оборудование системы состоит из следующих компонентов:

- серверное оборудование;
- оборудование рабочих мест операторов;
- программное обеспечение.

Для выполнения задач видеонаблюдения проектом предусмотрено установка мегапиксельных IP-камер фирмы АСТi для установки внутри помещения и CORUM – вне помещения.

Проектом предусматривается установка 11 внешних телевизионных камер, для видеонаблюдения за периметром здания, и 10 внутренних телевизионных камер для видеонаблюдения за входами и коридорами здания.

Для установки телекамер на улице используются телекамеры типа CS-265-Ю (1600×1200) с вариофокальными объективами 3.6-16 мм.

Для видеонаблюдения внутренних зон проектом предусмотрено установка телекамер типа E53 (1/3.2", 1920×1080, объектив 3,6 мм).

Данные модели телекамер оснащены ИК-подсветкой, обеспечивающей возможность выполнения задач видеонаблюдения в темное время суток при отсутствии искусственного освещения.

Взрывозащищенность термокожуха телекамер обеспечивается видом взрывонепроницаемая оболочка «d», герметизация компаундом «m» и защита вида «e», где символом «взрыв» обозначены взрывонепроницаемые соединения и места прилегания взрывозащитных уплотнений к деталям оболочки, а также другие соединения и размеры, которые обеспечивают взрывонепроницаемость и взрывоустойчивость термокожуха, и которые должны соблюдаться при эксплуатации и ремонте.

Оболочка термокожуха имеет защиту IP67 по ГОСТ14254 и соответствует высокой степени механической прочности по ГОСТ Р 51330.0.

В соответствии с ГОСТ Р 51330.8 для предотвращения перегрева оболочки во взрывоопасной зоне предусмотрен аварийный независимый канал контроля температуры.

Электрическая прочность изоляции, зазоры и пути утечки

соответствуют требованиям ГОСТ Р 51330.8 (защита вида «е»).

Рабочая температура компаунда соответствует условиям эксплуатации. Механические и электрические свойства компаунда обеспечивают параметры взрывозащиты по ГОСТ Р 51330.17 (герметизация компаундом «т»).

Взрывозащитные поверхности крышки и корпуса покрывают смазкой ЦИАТИМ-221.

Взрывозащищенность вводного устройства обеспечивается кабельными вводами.

Подвод электропитания проводить кабелем с медными жилами сечением не менее 0,75 мм².

Крышка взрывонепроницаемой оболочки крепится к корпусу за счет собственной резьбы. Самоотвинчивание крышки предотвращается опломбированной проволочной скруткой.

Расход воды для наружного пожаротушения здания принят с учетом требований СП 8.13130 [15] и составляет 15 л/с.

Пожаротушение осуществляется из пожарных гидрантов, установленных на существующей водопроводной сети в проектируемых колодцах, с учетом тушения пожара каждой точки здания не менее чем от двух гидрантов, расположенных на расстоянии не менее 150 м от проектируемого здания.

Наружное противопожарное водоснабжение предусматривается от двух проектируемых пожарных гидрантов расположенных на существующей кольцевой водопроводной сети диаметром не менее 100 мм с расходом не менее 17,5 л/с (расход на наружное и внутренне пожаротушение поликлиники), расположенных на расстоянии от проектируемых зданий не более 100 м и друг от друга по расчёту с учётом положений СП 8.13130.

Ко всем пожарным гидрантам предусмотрен подъезд пожарной техники (с учётом возможностей пожарной техники) по дорогам с твёрдым покрытием для отбора воды при пожаре и установка пожарных гидрантов выполнена на расстоянии не более 2,5 м от проезжей части дороги с асфальтовым

покрытием, по положениям п.8.6. СП 8.13130.

В представленном разделе ПБ учтены требования пожарной безопасности к водопроводным сетям и сооружениям, п.п. 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.6. (меры против замерзания воды в гидрантах, установка соответствующих указателей гидрантов), СП 8.13130. В представленных проектных решениях по пожарной безопасности определено описание и обоснование устройства колодцев с пожарными гидрантами, устройству задвижек п.п.8.7- 8.9 СП 8.13130.

Внутренний водопровод компрессорного цеха (магистральный) и противопожарный водопровод запроектированы из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75, подводы к сантехприборам выполнены из полипропиленовых труб марки PPRC PN16, PPRC PN20 032-20мм.

В компрессорном цехе предусмотрен хозяйственно-питьевой противопожарный водопровод с установленными пожарными кранами диаметром 50 мм.

Пожарные краны установлены в пожарных шкафах и укомплектованы пожарными рукавами длиной 20 м. В указанных шкафах установлены по два огнетушителя.

Расход воды на внутреннее пожаротушение принят в соответствии с требованиями СП 10.13130 [2] и составляет 2,5л/с.

Вывод по разделу.

В разделе представлены пожарно-технические характеристики здания и имеющиеся системы противопожарной защиты опасного производственного объекта.

В общей части мы рассматриваем характеристику опасного производственного объекта «ГРС межпоселкового газопровода в селе Ребриха Алтайского края».

Дожимная компрессорная станция оснащена газоперекачивающими агрегатами ГПА-16ДКС-06 «Урал» – 4 шт., ГПА-16ДКС-08 «Урал» – 4 шт.,

ГПА-16ДКС-12 «Урал» – 1 шт.

В результате выполненных расчетов было выявлено, что для охлаждения 14,88 млн. м³/сут. природного газа с рабочим давлением 2,69 МПа необходимо 5 АВО газа типа АВГБС-8.

На объекте разработаны противопожарные мероприятия для лабораторных, производственных, складских, административных, общественных помещений, с учётом положений противопожарного режима в РФ [7] и положений технического регламента о требованиях пожарной безопасности, утверждённого ФЗ № 123 от 22.07.2008г.

Внутренний противопожарный водопровод на объекте выполнен в соответствии с таблицами 1 и 2, и положениями СП 10.13130. В здании поликлиники запроектирован внутренний противопожарный водопровод из расчёта 1 струя по 2,5 л/с на каждую точку в здании. Для обеспечения требуемого напора для пожара используются наружные сети с гарантированным напором. Внутреннее пожаротушение осуществляется из пожарных кранов диаметром 50 мм, оборудованных напорными пожарными рукавами и ручными стволами, расположенными в пожарных шкафах.

2 Анализ взрывопожароопасности опасного производственного объекта

2.1 Анализ взрывопожароопасности технологических процессов

Технологическое оборудование установки очистки газа оснащено средствами КИП и А, необходимыми для автоматического поддержания и контроля заданных параметров технологического процесса.

Для компримирования технологического газа на первой очереди ДКС являющейся 3-й ступенью сжатия используются три газоперекачивающих агрегата ГПА-16ДКС-06 «Урал» разработки и производства ОАО НПО «Искра» (г. Пермь). Центробежный нагнетатель (ЦБН) типа 498 производства ОАО «Компрессорный комплекс» (г. Санкт-Петербург) имеет привод от газотурбинной установки ГТУ-16ПА с двигателем ПС-90ГП2 разработки Акционерного Общества «Авиадвигатель» (г. Пермь), производства ОАО «Пермский моторный завод».

На 2-й очереди ДКС (2-й цех) являющейся 2-й ступенью компримирования, установлены два агрегата ГПА-16ДКС-08 «Урал» и один ГПА-16ДКС-06 «Урал» (ОАО НПО «Искра», г. Пермь). ГПА-16ДКС-08 «Урал» – газоперекачивающий агрегат в укрытии ангарного типа («большой» ангар), с газотурбинной установкой на базе авиационного двигателя ПС-90ГП2 с электрозапуском. Нагнетатель – центробежный типа 295 производства ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» (г. Сумы) имеет привод от газотурбинной установки ГТУ-16ПН, с электромагнитным подвесом, унифицированный, позволяющий применение сменных проточных частей (СПЧ) на степени сжатия 1.44; 1.7; 2.2, 3.0, с «сухими» газодинамическими уплотнениями (ГДУ) и системами обеспечения их работоспособности на всех режимах работы агрегата.

На 3-й очереди ДКС (3-й цех) являющейся 1-й ступенью компримирования, установлены два агрегата ГПА-16ДКС-08 «Урал» и один

ГПА-16ДКС-12 «Урал» (НПО «Искра», г. Пермь). ГПА-16ДКС-12 «Урал» - газоперекачивающий агрегат в укрытии ангарного типа («большой» ангар), с газотурбинной установкой на базе авиационного двигателя ПС-90ГП2 с электрозапуском. Нагнетатель – центробежный типа 910 производства ЗАО «НЗЛ» (г. Санкт-Петербург) имеет привод от газотурбинной установки ГТУ-16ПН, с электромагнитным подвесом, унифицированный, позволяющий применение сменных проточных частей (СПЧ) на степени сжатия 1.44; 1.7; 2.2, 3.0, с «сухими» газодинамическими уплотнениями (ГДУ) и системами обеспечения их работоспособности на всех режимах работы агрегата.

Газ в компрессорный цех КЦ-3 поступает из цеха очистки газа, расположенного на ДКС (1 очередь) от кранового «узла подключения» 1-ой и 2-ой очереди по двум коллекторам Ду 1000.

«Газ из сепараторов цеха очистки газа ДКС по двум трубопроводам Д1020×16 подается в кольцевой входной коллектор 3-го компрессорного цеха (КЦ-3) с 2-мя агрегатами ГПА-16ДКС-08 «Урал» и 1-м агрегатом ГПА-16ДКС-12 «Урал» с системой «сухих» газодинамических уплотнений и электромагнитным подвесом. Данный цех является первой ступенью сжатия, где компримируется до давления 1,17 – 2,1 МПа. Компрессорный цех (КЦ-3) состоит из трех газоперекачивающих агрегатов, каждый из которых находится в индивидуальном укрытии (большой ангар)» [3].

Трубопроводы газовой обвязки нагнетателей, цеховые коллекторы нагнетания и пускового контура выполнены в надземном исполнении, с прокладкой их на регулируемых хомутовых опорах. Всасывающий коллектор проложен подземно на скользящих опорах.

«После компримирования газ по закольцованному коллектору Д1020×16 поступает на охлаждение в установку охлаждения газа состоящую из восьми аппаратов воздушного охлаждения газа (АВОГ)» [3].

«Обвязка секций АВО газа «Айсберг» – коллекторная, подключение аппаратов – параллельное» [3]. Каждый аппарат имеет входную и выходную

отключающую запорную арматуру с электрогидроприводом Ду 400 и свечные шаровые краны с ручным приводом.

«Газ с пускового контура ГПА-16ДКС-08 и ГПА-16ДКС-12 «Урал» КЦ-3 поступает в общецеховой пусковой коллектор Ду 700, подключенный к двум аппаратам воздушного охлаждения «Айсберг» ОАО «Борхиммаш» с возвратом охлажденного газа во всасывающий коллектор компрессорного цеха КЦ-3» [3].

«После охлаждения, газ по трубопроводу Д1020×16, поступает во всасывающий коллектор 2-го компрессорного цеха (КЦ-2) с агрегатами ГПА-16ДКС-08 «Урал» с системой «сухих» газодинамических уплотнений и электромагнитным подвесом, в количестве 2 ед. и одного газоперекачивающего агрегата ГПА-16ДКС-06 «Урал», данные агрегаты относятся ко второй ступени сжатия, где природный газ компримируется до давления 2,57 – 4,32 МПа. Компрессорный цех (КЦ-2) состоит из 3-х газоперекачивающих агрегатов, два из которых находятся в индивидуальном укрытии (большой ангар) и один в индивидуальном укрытии (малый ангар)» [3].

«После компримирования газ по закольцованному коллектору Д1020×16 поступает на охлаждение в Установку охлаждения газа 2.1 состоящую из 14-ти АВОГ» [3].

«Обвязка АВО газа «АВГБС-83Р» – коллекторная, подключение аппаратов – параллельное» [3]. АВО газа имеет на входе и выходе отключающую запорную арматуру Ду 400 с ручным приводом, аппараты имеют отключающую арматуру Ду 400 с пневмоструйным двигателем ПСДС-3 и свечные шаровые краны с ручным приводом.

«Газ с пускового контура КЦ-2 поступает в общецеховой пусковой коллектор Ду 700, подключенный к двум аппаратам воздушного охлаждения АВГБС-83Р (производства ОАО «Пензхиммаш») с возможностью подачи охлажденного газа во всасывающий коллектор компрессорного цеха КЦ-2» [3].

«После охлаждения, газ по трубопроводу Д1020×16, поступает во всасывающий коллектор 1-го компрессорного цеха (КЦ-1) с агрегатами ГПА-16ДКС-06 «Урал», являющегося третьей ступенью сжатия, где компримируется до давления 5,65-7,45 МПа. Компрессорный цех (КЦ-1) состоит из 3-х газоперекачивающих агрегатов, каждый из которых находится в индивидуальном укрытии (малый ангар)» [3].

Для компримирования технологического газа ДКС являющейся 2-й ступенью сжатия используются два ГПА-16ДКС-08 «Урал» и один ГПА-16ДКС-06 «Урал» разработки и производства ОАО НПО «Искра» (г. Пермь). Центробежный нагнетатель (ЦБН) типа 498 производства ОАО «Компрессорный комплекс» (г. Санкт-Петербург) имеет привод от газотурбинной установки ГТУ-16ПА с двигателем ПС-90ГП2 разработки Акционерного Общества «Авиадвигатель» (г. Пермь), производства ОАО «Пермский моторный завод».

«Блочно-контейнерные ГПА-16 «Урал» единичной номинальной мощностью 16 МВт разработаны пермским предприятием ОАО НПО «Искра». Базовый блок ГПА – турбо-блок размещается в контейнере, разделенном противопожарной перегородкой на отсек газотурбинной установки (ГТУ) и отсек нагнетателя» [3].

Авиационный двигатель ПС-90ГП2 разработан в Перми в конце прошлого века и полностью соответствовал мировому уровню развития двигателестроения того времени.

К «контейнеру со стороны отсека ГТУ примыкает камера всасывания со смонтированными на ней шумоглушителями и воздухоочистительным устройством. По обе стороны от камеры всасывания расположены блок обеспечения (маслоагрегаты ГТУ, система пожаротушения) и блок управления» [3].

«На крыше блока обеспечения находятся аппараты воздушного охлаждения масла ГТУ, а на блоке управления смонтированы вентиляторы охлаждения, собственно, ГТУ и трансмиссии. Агрегатные фильтры пускового

и топливного газа расположены рядом с турбо-блоком и блоком обеспечения. Выхлопная шахта ГТУ бокового исполнения, оснащенная утилизатором тепла, скомпонована рядом с контейнером турбо-блока на собственном основании» [3]. Основные технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики ГПА-16 «Урал»

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальная мощность на выходном валу СТ ГТУ в стационарных условиях*, при стандартных атмосферных условиях, МВт.	16,0
Максимальная мощность на выходном валу СТ ГТУ в стационарных условиях*, МВт.	19,2
Номинальная частота вращения выходного вала СТ ГТУ, об/мин.	5300
Диапазон изменения частоты вращения выходного вала СТ ГТУ, % от номин.	70 - 105
Эффективный коэффициент полезного действия ГТУ при работе на номинальном режиме.	36,3
Давление газа конечное номинальное (абс.), МПа (кгс/см ²)	4,415 (45)
Отношение давления при расчетных свойствах природного газа (степень сжатия)	1,7
Номинальная производительность, приведенная к температуре +200С и давлению 0,1013 МПа (760мм рт.ст.), м ³ /сут.	19х106
Номинальный политропный КПД компрессора, не менее	0,8
Номинальная мощность, потребляемая компрессором, МВт	15,3
Время запуска ГПА без учета предпусковой подготовки, мин, не более	20,0
Параметры топливного газа на входе в ГТУ: - рабочее давление, МПа (кг/см ²) (изб.) - максимальное давление, МПа (кг/см ²) (изб.) - температура, °С - расход топливного газа на номинальной мощности, кг/ч - расход топливного газа на максимальной мощности, кг/ч	2,8+0,4(28+4) 3,1(32) +5 ÷ +50 3175 3900
Масса наиболее тяжелой транспортной единицы, кг, не более	60000
Масса ГПА, кг, не более	260000

«Газотурбинная установка ГТУ-16, обеспечивающая привод центробежного нагнетателя, разработана, изготовлена и поставлена предприятиями Пермского моторостроительного комплекса. ГТУ сконструирована на базе авиационного двигателя четвертого поколения ПС-90ГП2, ряд командных узлов которого был модифицирован для работы на газообразном топливе в наземных условиях. Высокие газодинамические

параметры базового двигателя позволили получить кпд 37%» [3]. В ГПА-16 «Урал» применены центробежные нагнетатели 295ГЦ2-500/26-45м.

Технические характеристики ГПА представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики ГПА

Наименование параметра	Обозначение
Тип компрессора	Центробежный – 295ГЦ2-500/26-45М
Тип приводной установки	Газотурбинная установка ГТУ-16ПН с двигателем ПС-90ГП2
Сжимаемый газ	Природный газ с содержанием реагентов вызывающих коррозию металла: сероводорода – не более 20мг/м ³ , натрия-калия – не более 3мг/м ³ , меркаптановой серы - 36мг/м ³ , объемная доля кислорода – 1%. Состав и термодинамические свойства по ОСТ 51.40-93.
Максимальная влажность газа на всасывании	Состояние насыщения при условиях всасывания
Пределы изменения температуры транспортируемого газа	От минус 30 °С до плюс 60 °С
Система смазки двигателя ГТУ: марка масла: основное, резервное	Автономная, циркуляционная под давлением с воздушным охлаждением; МС-8П ОСТ 38.01163-78; Петрим ТУ 38.401-58-245-99
Емкость маслобака рабочая, м ³	0,715
Безвозвратные потери масла, кг/маш.ч, не более	0,4
Система уплотнения компрессора	Газодинамические уплотнения

«Нагнетатель 295ГЦ2-500/26-45м представляет собой центробежную двухступенчатую компрессорную машину с масляными подшипниками и уплотнениями подшипниковых узлов. Проточная часть нагнетателя смонтирована в корпусе, закрытом с обеих сторон крышками, и имеет возможность демонтажа для регламентных и ремонтных работ. Система маслообеспечения стандартная, включает в себя масло-бак, АВОМ, насосы систем смазки и уплотнений, аккумулятор масла, трубопроводы обвязки» [3].

«Опасность возникновения пожаров на предприятиях газовой промышленности определяется прежде всего физико-химическими

свойствами природного газа, который при несоблюдении определенных требований безопасности воспламеняется, вызывает пожары и взрывы, влекущие за собой аварии. Степень пожарной опасности зависит также от особенностей технологического процесса производства. Для предприятий транспорта газа характерны наличия большого количества горючих газов в магистральных газопроводах, высокое давление в трубопроводах, наличие большого количества ГСМ (турбинного масла)» [5].

«Опасными факторами пожара, воздействующими на людей, являются открытый огонь и искры; повышенная температура предметов, воздуха и т.п.; токсичные продукты горения, дым; пониженная концентрация кислорода; обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок; взрыв» [5].

«Взрывоопасные концентрации природного газа образуются во время отключения трубопроводов, резервуаров и аппаратов, когда не полностью удаленный газ смешивается с поступающим воздухом» [5].

«Как показывают статистика и опыт эксплуатации, пожары на КС происходят в основном из-за воспламенения масла в компрессорных цехах при разрыве маслопроводов и попадания его на горячие поверхности газоперекачивающих агрегатов; разрушение обвязочных газопроводов компрессорных цехов, сопровождающихся воспламенением газа и других горючих веществ и материалов; попадания посторонних предметов в полость нагнетателя; проникновения газа к очагу пожара из-за неплотного закрытия кранов в технологической обвязке; нарушений требований действующих правил и инструкций во время проведения огневых и газоопасных работ» [5].

«Пожары на газотранспортных объектах развиваются по следующей схеме: авария, утечка газа, образование облака взрывоопасной смеси, воспламенение ее от источника зажигания, горение газа, нагревание и разрушение технологического оборудования под воздействием пламени» [5].

«При авариях в помещениях, взрывоопасные концентрации газа возникают в первую очередь вблизи места утечки газа, а затем распространяются по всему помещению. На открытых площадках вблизи

места утечки образуется зона загазованности, распространяющаяся по территории объекта. Величина ее при аварийном истечении газа зависит от многих факторов, главные из которых - расход газа, форма и направление его струи, метеорологические условия, рельеф местности. Наибольшее влияние на величину зоны загазованности оказывает ветер» [5].

«При авариях, связанных с разрушением газопроводов, в атмосферу выбрасывается большое количество газа. При наличии пламени газовое облако воспламеняется. Возможные источники воспламенения - открытое пламя, электрические и механические искры, воспламенение пирофорных отложений, работающие двигатели внутреннего сгорания, разряды статического электричества, грозовые разряды. После сгорания газового облака горение локализуется в месте утечки газа» [5].

«Для уменьшения количества выбрасываемых в окружающую среду горючих парогазовых и жидких веществ при разгерметизации технологических объектов и снижения тяжести возможных последствий взрывов и пожаров технологические объекты условно разделены на технологические блоки» [5].

«Технологическим блоком считается аппарат или группа аппаратов, которые в заданное время с помощью запорной арматуры могут быть выведены из общей схемы объекта без усугубления аварийной обстановки на смежных и взаимосвязанных системах» [5].

«Разделение установок объекта на технологические блоки и оценка их взрывоопасности выполнены в соответствии с требованиями Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [11] (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020).

С «учетом стадийности технологического процесса компрессорная станция разделена на 12 энергетических блоков. Границей разделения технологического объекта на блоки является запорная арматура и другие

отсекающие устройства, установленные на межблочных трубопроводах как по прямым, так и по обратным потокам горючих материальных сред. При этом время срабатывания запорной арматуры и других отсекающих устройств для ограничения поступления горючих продуктов к рассматриваемому технологическому блоку при его аварийной разгерметизации принято в соответствии с Общими правилами взрывобезопасности для взрывопожароопасных производств» [5].

Причиной утечки газа в ГРС, как правило, является разрыв сварного стыка на газопроводе из-за эксплуатационного износа (рисунок 1).

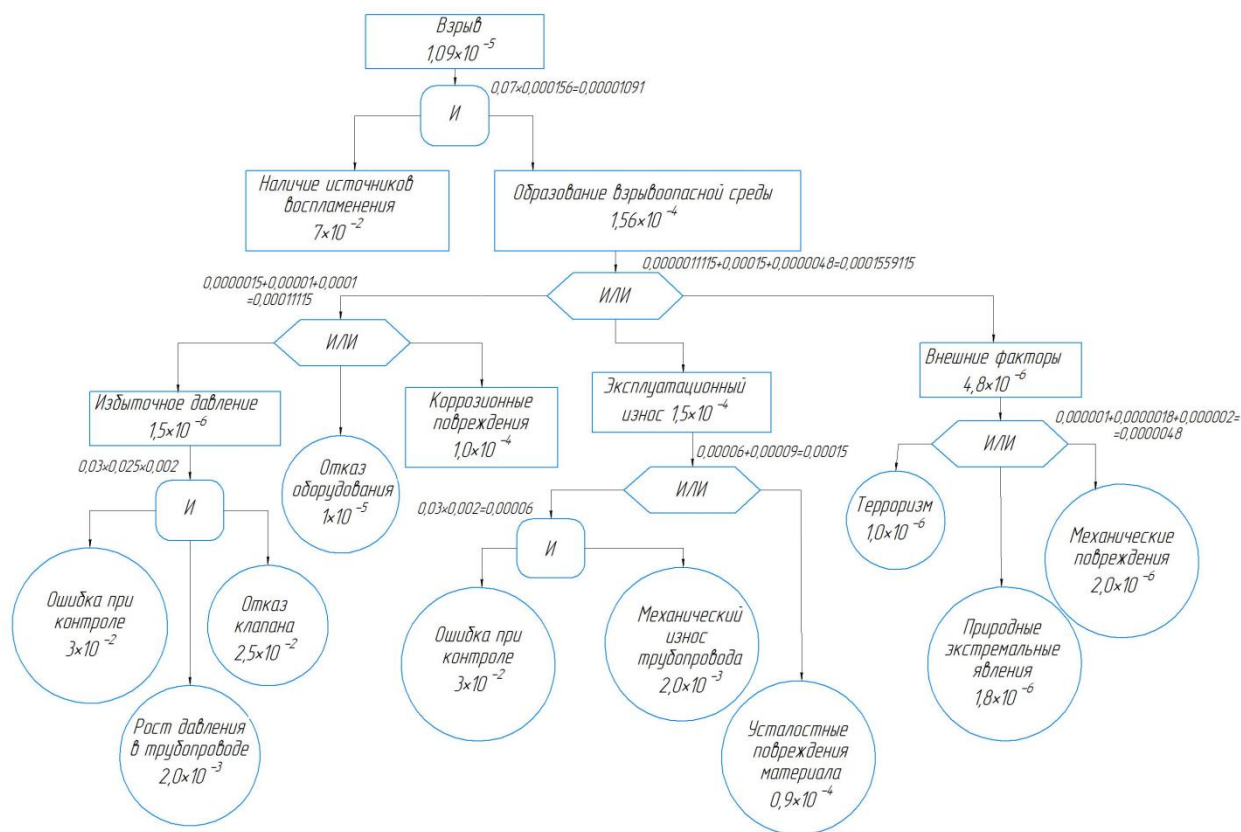


Рисунок 1 – Анализ и прогноз возникновения потенциальных аварийных ситуаций технологического процесса [4]

Анализ результатов технических расследований аварий показывает, что основными причинами возникновения аварий явились: в 3 случаях (100 %)

внешние опасные факторы, связанные с механическим повреждением газопроводов вследствие воздействия посторонних лиц и организаций (100 %).

Из общего количества аварий за I квартал 2021 года две аварии связаны с механическим повреждением подземных газопроводов, доля которых по сравнению с тем же периодом 2018 года увеличилось на 50 %.

За I квартал 2021 года не было зафиксировано аварий связанных с механическим повреждением газопроводов автотранспортом, что в сравнении с аналогичным периодом 2020 года указывает на уменьшение количества аварий.

Так же за I квартал 2021 года не были зафиксированы аварии, связанные с: коррозионные повреждения наружных газопроводов, взрывы при розжиге газоиспользующих установок, неисправность оборудования котла, что так же указывает на уменьшение количества аварий до 0. За I квартал 2021 года иные причины аварий в сравнении с аналогичным периодом 2020 года осталось неизменным.

За I квартал 2024 года количество несчастных случаев на ОПО газораспределения и газопотребления не зарегистрировано, аналогично за тот же период 2023 года.

2.2 Оценка соответствия мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара на объекте требованиям пожарной безопасности

Взрывопожарная и пожарная опасность зданий и сооружений представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Взрывопожарная и пожарная опасность установок и оборудования

Наименование здания (сооружения)	Назначение	Принадлежность к ОПО	Взрывопожарная и пожарная опасность
Компрессорный цех №2			
Агрегат газоперекачивающий ГПА-16 (4 шт.)	Компримирование газа	ОПО II класс опасности	АН
Емкость дренажная V=3м ³ (8шт.)	Сбор дренажа масла и промывочной жидкости	ОПО II класс опасности	ВН
Площадка установки охлаждения газа №2	Охлаждение газа	ОПО II класс опасности	АН

В состав компрессорного цеха входят блоки I-III категории взрывоопасности. «Для максимального снижения выбросов в окружающую среду горючих и взрывоопасных веществ при аварийной разгерметизации системы» [3] для оборудования, а также локализации аварийной ситуации предусматривается применение отсечной межблочной арматуры с временем быстрогодействия: не более 12 с для технологических блоков I категории, не более 120 с для блоков II и III категории взрывоопасности. Для предотвращения превышения давления выше допустимого при скачках давления, вызываемых гидроударом при быстром закрытии арматуры, время закрытия межблочной арматуры принято не менее 8 с.

Для обеспечения пожарной безопасности на объекте предусматриваются следующие мероприятия:

- автоматическое отключение систем вентиляции от датчиков пожарной сигнализации;
- дистанционное отключение вентсистем;
- отдельные системы вентиляции для складских, общественных и технических помещений;
- транзитные воздуховоды всех систем прокладываются с нормируемым пределом огнестойкости EI 15, EI 30;
- установка огнезадерживающих клапанов на воздуховодах,

пересекающих перегородки с нормируемым пределом огнестойкости REI 45 (категория В3);

- заземление воздуховодов в пожароопасных помещениях, с целью снятия статического электричества;
- предусмотрена противодымная вентиляция из коридоров проектируемого здания поликлиники (вытяжная и компенсация приточная в нижнюю часть коридоров);
- укрытие несгораемыми экранами нагревательных приборов в помещениях категорий «В3-В4» [1].

Материал шумоглушителей сбросной свечи Св-1 предусматривается из негорючих материалов. Применяемая конструктивная защита для защиты воздуховодов с сертификатом пожарной безопасности, обеспечивающий предел огнестойкости до 0,5 ч.

Воздуховоды систем вентиляции компрессорного цеха приняты из стали, толщиной не менее 0,8 мм для транзитных воздуховодов с огнезащитой. При этом теплозащитные и огнезащитные покрытия транзитных воздуховодов запроектированы из негорючих материалов. Высота помещения в венткамерах не менее 2,2 м, расстояние от оборудования до ограждающих конструкций не менее 0,7 м. В местах прохода воздуховодов через стены и перекрытия предусматривается заделка зазоров материалом с сертификатом пожарной безопасности, обеспечивающим соответствующий нормируемый предел огнестойкости пересекаемой конструкции. На трубопроводах отопления и водопровода в местах пересечения конструкций здания устанавливаются гильзы из несгораемых материалов, зазор заполняется материалом с сертификатом пожарной безопасности, обеспечивающим соответствующий нормируемый предел огнестойкости пересекаемой конструкции.

Воздуховоды для систем вытяжной вентиляции компрессорного цеха предусмотрены из негорючих материалов. Вентиляторы и выброс продуктов горения по СП 7.13130.2013. Размещение вентиляторов на кровле по СП 7.13130.2013. Воздуховоды для систем приточной противодымной

вентиляции компрессорного цеха предусмотрены из негорючих материалов, с учётом положений СП 7.13130.2013.

С учётом положений ч.3, ст.85. № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. предусматривается использование механического дымоудаления из коридоров здания поликлиники с принудительным приведением в действие от АПС и дистанционным приводом из помещения пожарного поста.

Результаты анализа соответствия объекта защиты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты анализа соответствия объекта защиты

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
Какое условие соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности или их сочетание выбрано собственником объекта защиты, для обеспечения пожарной безопасности:				
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ и нормативными документами по пожарной безопасности?	Статья 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ	—	+	—
		—	+	—
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ, и результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 статьи 6 ТРoТПБ?	Статья 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ (далее - ТРoТПБ)	—	+	—
выполнены ли в полном объеме требования пожарной безопасности, установленные ТРoТПБ, и специальных технических условий, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности?	Статья 15 Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»	—	+	—

Продолжение таблицы 5

Контрольные вопросы, отражающие содержание обязательных требований, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении обязательных требований	Реквизиты нормативных правовых актов с указанием их структурных единиц	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
выполнены ли в полном объеме решения, предусмотренные проектной документацией, разработанной и утвержденной в установленном порядке?	-	—	+	—
Обеспечивается ли пожарная безопасность объекта защиты путем выполнения выбранного условия соответствия в части:				
обеспечения наружного противопожарного водоснабжения?	Статьи 4, 6, 62, 68, 78, 80, 90, 99 ТРoТПБ, статья 20 ФЗоПБ	+	—	—
защиты зданий, сооружений, помещений и оборудования автоматической установкой пожаротушения и (или) автоматической пожарной сигнализацией?	Статьи 4, 6, 54, 61, 78, 81, 82, 83, 91, 103, 104, глава 26 ТРoТПБ, статья 20 ФЗоПБ	+	—	—
соответствия алгоритма работы технических систем (средств) противопожарной защиты?	Статьи 4, 6, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86 ТРoТПБ, статья 20 ФЗоПБ	+	—	—

Помещения категорий по взрывопожарной и пожарной опасности А (участок маслообеспечения и блока фильтров) и Б (блок управления) компрессорного цеха в соответствии со сводом правил СП 4.13130.2013 [17] не обеспечены наружными легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК).

Количество и ширина эвакуационных выходов из помещений, этажей и зданий определена с учётом предельно допустимого расстояния от наиболее удалённого рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода и в зависимости от максимально возможного числа эвакуируемых через них людей.

Объёмно-планировочные и конструктивные решения обеспечивают возможность эвакуации во время пожара из зданий, с учётом соблюдения нормативных расстояний от дверей наиболее удалённых помещений до эвакуационных выходов.

Вывод по разделу.

В разделе по результатам расследований аварий установлено, что основными причинами возникновения аварий явились: в 3 случаях (100 %) внешние опасные факторы, связанные с механическим повреждением газопроводов вследствие воздействия посторонних лиц и организаций (100 %). Из общего количества аварий за I квартал 2021 года две аварии связаны с механическим повреждением подземных газопроводов, доля которых по сравнению с тем же периодом 2018 года увеличилось на 50 %.

В разделе определено, что противопожарная система объекта в целом находится в удовлетворительном состоянии, но не учитывает современные разработки в области обеспечения пожарной безопасности газовых трубопроводов.

С целью контроля образования искр внутри газопровода и своевременного их тушения необходимо рассмотреть возможность установки средств искрогашения на линейные участки газопровода.

Также установлено, что помещения категорий по взрывопожарной и пожарной опасности А (участок маслообеспечения и блока фильтров) и Б (блок управления) компрессорного цеха в соответствии со сводом правил СП 4.13130.2013 не обеспечены наружными легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК).

3 Разработка и контроль проведения мероприятий по предотвращению образования пожаровзрывоопасных сред и ограничению распространения опасных факторов пожара

Помещения категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии со сводом правил СП 4.13130.2013 [17] следует оснащать наружными легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК).

Конструкция изделия, монтажные швы, разрушаемые узлы крепления и технология монтажа обеспечивают легкобрасываемость конструкции при возникновении внутри помещения избыточного давления не более 0,7 кПа (70 кгс/м²), что обеспечивает минимальное повреждение конструкций здания при взрыве – категория повреждений Е.

Легкобрасываемость оконных конструкций обеспечивается за счет их закрепления в оборудованный проем с помощью специальных узлов крепления либо закрепления поворотной створки с помощью специальных узлов крепления, разрушающихся при возникновении внутри помещения критического избыточного давления.

Коэффициент запаса прочности разрушаемых узлов крепления от воздействия отрицательных ветровых нагрузок >3.

Разрушаемые узлы крепления ЛСК имеют состав (рисунок 2):

- шпилька 1, крепится к раме блока оконного через отверстие в уголке базовом;
- втулка дистанционная 2, устанавливается на шпильку, предотвращает искрообразование при сбрасывании конструкции;
- разрушаемый элемент узла крепления 3, установленный на резьбовую часть шпильки;
- фиксатор 4, предотвращает самопроизвольное откручивание разрушаемого элемента при воздействии на узел вибраций;
- защитный колпачок 5.

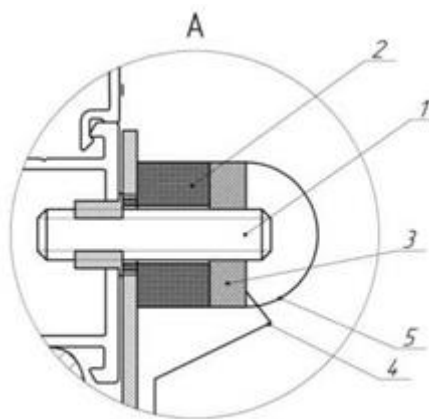


Рисунок 2 – Разрушаемые узлы крепления ЛСК

Принцип работы узла крепления заключается в присутствии в его конструкции разрушаемого элемента, имеющего прочностные характеристики, обеспечивающие выполнение следующих условий:

- разрушение элемента крепления при возникновении внутри помещения избыточного давления не более 0,7 кПа (70 кгс/м²), действующего на закрепленную с помощью узлов светопрозрачную конструкцию;
- гарантированное сохранение целостности узла при воздействии на закрепленную с их помощью светопрозрачную конструкцию, «располагаемую с подветренной стороны здания, коэффициент запаса прочности разрушаемых узлов крепления от воздействия отрицательных ветровых нагрузок» [3].

«Разрушающий элемент и сопрягаемые с ним детали должны иметь стабильные физико-механические характеристики в интервале температур от -70 °С до +70 °С, обладать устойчивостью к воздействию слабоагрессивных сред. Долговечность деталей узлов крепления не менее 10 лет» [3].

«Характеристики материалов, используемых при изготовлении деталей узлов крепления. Разрушаемый элемент узлов крепления изготавливается из фторопласта марки Ф-4 ТУ 6-05-810-88, имеющего следующие характеристики:

- интервал рабочих температур от минус 70 °С до +260 °С;
- не горюч;
- химически стоек по всем органическим кислотам, щелочам, органическим растворителям, маслам и других агрессивных средам;
- долговечность материала 15 лет;
- коэффициент теплопроводности в пределах 0,23-0,25 Вт/(м·К)» [3].

«Дистанционная втулка узла крепления выполняется из текстолита, имеющего следующие характеристики:

- интервал рабочих температур от минус 70 °С до +70 °С;
- химически стоек по отношению к маслам, большинству органических кислот, щелочей, органических растворителей;
- обладает низким коэффициентом трения;
- долговечность материала 10 лет» [3].

«Шпилька узла крепления изготавливается из стали – сталь 20 ГОСТ 1050-88, имеет антикоррозионное гальваническое покрытие. Минимальная температура эксплуатации до минус 70 °С» [3].

«Фиксатор узла крепления изготавливается из пружинной стали марки 60С2 или марки 70, имеет антикоррозионное гальваническое покрытие» [3].

«Колпачок защитный изготавливается из сополимеров пропилена, бесцветного, или аналогов. Температура хрупкости не выше минус 30 °С» [3].

Уголок базовый закрепляется к строительному проему и создает внутренние четверти проема и базовые поверхности для установки узлов крепления и прилегания рамы ЛСКОС, воспринимает ветровые нагрузки, действующие на оконные конструкции, изготавливается из гнутых стальных уголков размерами в сечении 50×70×3мм (возможны изменения размеров уголка, в зависимости от проёма), окрашенных полимерно-порошковой краской, цвет по шкале RAL.

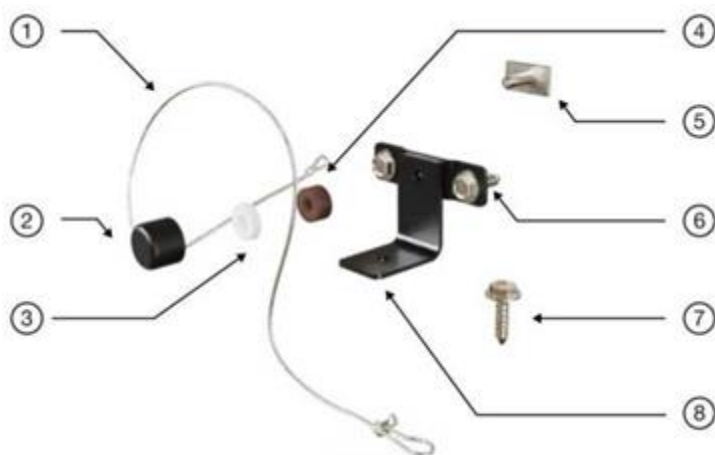
Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам.

Конструктивно ЛСК состоит из:

- наружного водоизоляционного паропроницаемого слоя (лента гидроизоляционная диффузионная самоклеющаяся Робибанд НЛ);
- центрального теплоизолирующего слоя (минеральная базальтовая вата, плотность 30-60 кг/м³);
- внутреннего пароизоляционного слоя (лента герметизирующая паронепроницаемая самоклеющаяся Робибанд ВМ).

Устройство системы наружных наличников и отливов не должно препятствовать легкосбрасываемости оконных конструкций. В связи с этим не допускается проведение крепления наличников и отливов к конструкциям стен и вентилируемых фасадов. Разработанная схема установки наружных наличников и отливов не создает препятствий для обеспечения легкосбрасываемости конструкций.

Для предотвращения нанесения ущерба окружающей среде, используется тросовое страховочное устройство (рисунок 3).



- 1 - Трос страховочный, 2 - Декоративный колпачок, 3 - Диск фторопласт (сдвигаемый элемент), 4 - Втулка текстолитовая, 5 - Болт М8, 6 - Планка прижимная, 7 - Винт самонарезающий 6,3х38

Рисунок 3 – Тросовое страховочное устройство

Трос крепится к торцу легкосбрасываемой конструкции и в момент, когда конструкция вылетает из проёма и происходит резкое падение давления,

блокирует её дальнейшее движение.

Конструктивные решения и применяемые материалы обеспечивают надежную работу узлов крепления в интервале от минус 70 °С до +70 °С. Срок службы материалов, применяемых для изготовления узлов крепления не менее 15 лет.

Данные легкобрасываемые конструкции обладают рядом положительных качеств:

- возможность применения однокамерного или двухкамерного стеклопакета, что значительно увеличивает теплотехнические характеристики здания;
- применение стеклопакета с противоосколочной плёнкой позволяет защитить людей во время взрыва от повреждений;
- каждая конструкция ЛСК снабжена тросовым механизмом, который не даёт конструкциям вылететь за пределы проёма дальше, чем на 10см и нанести ущерб окружающему миру;
- есть возможность изготовления конструкций с поворотным и поворотно-откидным механизмом открыванием;
- профили, а также сами конструкции могут быть изготовлены из алюминия, стали, ПВХ, а также дерева. Конструкции обладают современным внешним видом и могут быть окрашены в любой цвет по шкале RAL.

К минусам этих конструкций можно отнести материал разрушаемого элемента – Фторопласт. Этот материал обладает текучестью и со временем, может потерять свои свойства.

Но и тут есть решение – каждые 5 лет проводят визуальный осмотр каждого элемента и при необходимости проводят его замену.

Также есть сложность в изготовлении наружных примыканий. Нащельники, которыми закрывают монтажный шов, должны быть специальной формы и геометрии для обеспечения свободного смещения конструкции наружу здания.

Для потенциально разрушительного результата не требуется многого: достаточно одной искры, чтобы вызвать сильный, катастрофический пожар или взрыв на промышленном предприятии. Обнаружение искр – это сложный метод «предотвращения пожаров и взрывов, которые часто происходят в трубах после компрессоров, насосов и фильтров. В отличие от подавления взрыва, концепция непосредственно направлена на устранение источников воспламенения» [5] – до того, как разовьется пожар или взрыв. Такая система распознает искры, представляющие опасность, и гасит их, пока они еще находятся в трубе, до того, как они достигнут следующего перекачивающего агрегата или фильтра.

«Качество процесса обнаружения зависит от взаимодействия между отдельными компонентами: опасные искры должны быть обнаружены и потушены в течение нескольких миллисекунд. Качество используемых детекторов определяет, насколько надежно и эффективно гасит искру» [21] и предотвращает взрыв.

Система искрогашения запускается высокочувствительными оптическими детекторами, которые в течение миллисекунд реагируют на присутствие светящихся искр в транспортных системах. При наличии таких искр или горячих точек блок управления немедленно получает сигнал детектора и на основе электронной оценки в течение тысячных долей секунды активирует быстродействующий клапан для тушения форсунок в транспортной системе. Огнетушащие форсунки создают конусообразный туман из огнетушащего вещества и, таким образом, гасят нежелательные искры и горячие частицы. После тушения искр система автоматически переходит в режим ожидания.

Системы обнаружения искр и «пожаротушения IEP Atexon предотвращают взрывы и пожары, обнаруживая искры и туша их автоматически. Небольшое количество удаляемой воды, примерно пять литров, не повреждает фильтры других производственных машин. Автоматическая система прекращает тушение через несколько секунд после

устранения опасности; после этого система готова предотвратить новый пожар» [21].

Каждая искра излучает определенное количество электромагнитной энергии, которая улавливается и измеряется детектором. Искровой детектор реагирует на электромагнитное излучение в инфракрасном и ближнем инфракрасном диапазонах. В результате решения, предлагаемые IEP Atexon, охватывают особенно широкий ассортимент.

Как только обнаруживается опасность, детектор посылает сигнал, который активирует устройство пожаротушения и немедленно распыляет огнетушащее вещество. Только после обнаружения нескольких «событий в короткой последовательности можно предположить серьезную неисправность и отключить оборудование. В большинстве случаев лучшим огнетушащим веществом является вода. В зависимости от типа материала могут также использоваться другие огнетушащие вещества» [21].

Схематическое изображение обнаружения искры и её тушение представлено на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схематическое изображение обнаружения искры и её тушение

Ключевым преимуществом технологии обнаружения искр IEP Atexon является то, что, как правило, «нет необходимости прерывать

производственный процесс, даже если искра была обнаружена и активирована система тушения» [21].

«Что еще более важно, удастся избежать повреждения оборудования и систем, поскольку используется лишь небольшое количество воды» [21].

Кроме того, этот процесс помогает значительно снизить опасность для людей во взрывоопасных зонах.

Установки пожаротушения также могут монтироваться на холодных открытых площадках с помощью системы отслеживания тепла IEP Atexon.

Системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon предлагается установить на фланцевых соединениях выходного газопровода из центробежных нагнетателей (ЦБН) типа 498 и 910, так как в процессе сжатия в ЦБН происходит нагрев газа и оборудования.

Выводы по разделу.

В разделе помещения категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии со сводом правил СП 4.13130.2013 предложено оснастить наружными легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК).

Установлено, что одна искра в газовом трубопроводе может вызвать взрыв на промышленном предприятии или крупного масштаба пожар.

Предложено на выходе из технологического оборудования (на фланцевых соединениях выходного газопровода из центробежных нагнетателей (ЦБН) типа 498 и 910) или фильтров установить системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon, которая предотвращает взрывы и пожары, обнаруживая искры и туша их автоматически.

4 Охрана труда

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

Документация по идентификации опасностей и оценке профессиональных рисков должна поддерживаться в актуальном состоянии путём:

- утверждения документов на предмет их соответствия до их выпуска;
- анализа, актуализации (при необходимости) и переутверждения документов;
- обеспечения идентификации изменений и статуса действующей в настоящий момент редакции документов;
- обеспечения того, чтобы соответствующие версии (редакции) применимых документов находились в местах их использования;
- обеспечения сохранности документов в состоянии, позволяющем их прочесть и легко идентифицировать;
- обеспечения того, чтобы документы, определённые как необходимые для планирования и функционирования системы управления профессиональными рисками, могли быть выявлены и использованы;
- предотвращения непреднамеренного использования устаревших (вышедших из употребления) документов.

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [8] составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест:

- мастера;
- слесаря по эксплуатации и ремонту газопроводов;
- оператора ГРС.

Реестр опасностей на рабочем месте мастера представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Реестр опасностей на рабочем месте мастера

№ опасности	Опасность	ID	Опасное событие
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
13	Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
20	Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума
27	Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением

Реестр опасностей на рабочем месте слесаря по эксплуатации и ремонту газопроводов представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Реестр опасностей на рабочем месте слесаря по эксплуатации и ремонту газопроводов

№ опасности	Опасность	ID	Опасное событие
9	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
12	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
23	Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей	23.1.	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
27	Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением

Реестр опасностей на рабочем месте оператора ГРС представлен в

таблице 8.

Таблица 8 – Реестр опасностей на рабочем месте оператора ГРС

№ опасности	Опасность	ID	Опасное событие
27	Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
24	Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	24.4.	Психоэмоциональные перегрузки

Оценка вероятности представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка вероятности

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

Оценка степени тяжести последствий воздействия опасностей представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	«Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек)» [8]. «Несчастный случай на производстве со смертельным исходом» [8]. Авария. Пожар.	5
4	Крупная	«Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней)» [8]. «Профессиональное заболевание» [8]. «Инцидент» [8].	4
3	Значительная	«Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней» [8]. «Инцидент» [8].	3
2	Незначительная	«Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь» [8]. «Инцидент» [8]. «Быстро потушенное загорание» [8].	2
1	Приемлемая	«Без травмы или заболевания» [8]. «Незначительный, быстроустраняемый ущерб» [8].	1

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 1.

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

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

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

Информирование работников о профессиональных рисках, а также о фактических и возможных последствиях для их здоровья и безопасности

выполняемой работы осуществляется:

- при обучении работников по охране труда различных уровней путём рассмотрения соответствующих карт идентификации опасностей;
- при проведении всех видов инструктажей по охране труда;
- при информировании о произошедших несчастных случаях.

Для каждой профессии (должности) работника предприятия оформляется карта оценки профессиональных рисков (таблицы 11-13).

Таблица 11 – Карта оценки профессиональных рисков на рабочем месте мастера

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Мастер	8	8.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	9	9.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	13	13.1	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	20	20.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	27	27.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Таблица 12 – Карта оценки профессиональных рисков на рабочем месте слесаря по эксплуатации и ремонту газопроводов

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Слесарь по эксплуатации и ремонту газопроводов	9	9.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	12	12.3	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	23	23.1	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	27	27.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Таблица 13 – Карта оценки профессиональных рисков на рабочем месте оператора ГРС

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Оператор ГРС	24	24.4	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	27	27.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

При обслуживании ГПА следует применять инструмент и приспособления, поставляемые в комплекте с агрегатом.

Работа ГПА без штатных ограждений, кожухов и защитных решеток не допускается.

На работающем ГПА, находящемся в эксплуатации, запрещается отключение каких-либо защит.

При производстве ремонтных работ на нагнетателе: вскрытие электровводных устройств, ремонт электрооборудования, средств автоматизации и приборов следует начинать только после того, как они будут отключены от электросети.

Во время вскрытия нагнетателя запрещается проведение огневых работ на ГПА. Ремонтные работы с применением открытого огня и электросварки производить только в соответствии с действующими на ЗТП инструкциями.

На работающем агрегате запрещается открывать двери ВОУ, камеры всасывания, КШТ двигателя.

Запрещается проведение электросварочных работ на ГПА без установки штатного заземления на роторах ГТУ.

Обтирочные и вспомогательные материалы, необходимые для обслуживания агрегата, хранить в закрытой таре в специально отведенном месте.

Площадки, лестницы, переходы должны быть свободны от посторонних предметов, очищены от масла, снега и льда.

Вывод по разделу.

В разделе установлено, что риски на рабочих местах предприятия оценены не выше среднего, соответственно в мероприятиях по снижению риска нет необходимости. Для управления рисками, то есть для того, чтобы риски на рабочих местах не перешли в разряд «Высокий» предложены некоторые запреты при проведении ремонтных работ на газопроводах и газоперекачивающих агрегатах.

При выполнении ремонтных работ запрещается:

- хранить легковоспламеняющиеся материалы вблизи ГПА и в блоках агрегата;
- применять пожароопасные технические моющие средства при расконсервации и мойке сборочных единиц.

Для контроля профессионального риска на рабочем месте составлена схема маршрутов обхода ответственным лицом по охране труда рабочих мест для осуществления визуального контроля соблюдения работниками предприятия правил безопасного проведения работ.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду (таблица 14).

Таблица 14 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Газораспределительная станция	Газокомпрессорная служба	Дигидросульфид, метан, Этилмеркаптан	-	«Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак; отходы зачистки внутренней поверхности газопровода при обслуживании, ремонте линейной части магистрального газопровода; спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная лакокрасочными материалами (содержание лакокрасочных материалов 5% и более); конденсат фильтров очистки газообразного топлива; твердые отходы при чистке фильтров очистки газообразного топлива» [10].

Продолжение таблицы 14

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
-	-	-	-	«Конденсат цикла регенерации осушителя газообразного топлива; отходы одоризации природного газа с применением хлорной извести; ТКО (счёт с территории)» [10]
Количество в год		0,00325 т	-	19,032 т

Анализ соответствия технологий наилучшим доступным представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты соответствия технологий на производстве [9]

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	ГРС	Существующие методы газоочистки	Не соответствует

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень загрязняющих веществ

Номер ЗВ	Наименование загрязняющего вещества
1	Дигидросульфид (сероводород)
2	Метан
3	Смесь природных меркаптанов (этилмеркаптан)

Результаты производственного экологического контроля [12] представлены в таблицах 17-19.

Таблица 17 – 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	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ГРС	1	Система подготовки импульсного газа	Дигидросульфид (сероводород)	0,00001	0,000005	-	22.02.2023	0	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Метан	0,0003	0,0002	-	22.02.2023	0	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Смесь природных меркаптанов (этилмеркаптан)	0,004	0,003	-	22.02.2023	0	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
Итого					0,00431	0,00325	-	-	0	-

Таблица 18 – 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 очистно го сооруж ения	Год ввода в эксплуа тацию	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			Наименован ие загрязняющ его вещества или микроорган изма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективност ь очистки сточных вод, %	
			проект ный	допустимый, в соответствии с разрешительн ым документом на право пользования водным объектом	факти ческий			прое ктно е	допустимое, в соответствии и с разрешение м на сброс веществ и микроорган измов в водные объекты	факти ческо е	проектн ая	факти ческа я
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16
-												

Таблица 19 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2022 год

№ стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацио нному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателе й и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежен о отходов, тонн
				хранение	накоплен ие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	«Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак» [10]	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,012	0	0,012	0
2	«Отходы зачистки внутренней поверхности газопровода при обслуживании, ремонте линейной части магистрального газопровода» [10]	6 41 811 11 20 4	4	0	0	1,63	0	1,63	0
3	«Спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная лакокрасочными материалами (содержание лакокрасочных материалов 5% и более)» [10]	4 02 321 11 60 3	3	0	0	0,001	0	0,001	0

Продолжение таблицы 19

№ стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацио нному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателе й и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежен о отходов, тонн
				хранение	накоплен ие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	«Конденсат фильтров очистки газообразного топлива» [10]	6 43 151 11 31 3	3	0	0	0,222	0	0,222	0
5	«Твердые отходы при чистке фильтров очистки газообразного топлива» [10]	6 43 153 11 20 4	4	0	0	0,235	0	0,235	0
6	«Конденсат цикла регенерации осушителя газообразного топлива» [10]	6 43 131 11 31 4	4	0	0	0,060	0	0,060	0
7	«Отходы одоризации природного газа с применением хлорной известки» [10]	6 43 631 11 39 4	4	0	0	0,100	0	0,100	0
8	«Твёрдые коммунальные отходы (счёт с территории)» [10]	7 33 321 11 71 4	4	0	0	17,772	0	24,00	0

Продолжение таблицы 19

№ строки	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн					
	Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения
	11	12	13	14	15	16
1	0,012	0	0,012	0	0	0
2	1,63	0	1,63	0	0	0
3	0,001	0	0,001	0	0	0
4	0,222	0	0,222	0	0	0
5	0,235	0	0,235	0	0	0
6	0,060	0	0,060	0	0	0
7	0,100	0	0,100	0	0	0
8	17,772	0	17,772	0	0	00

Продолжение таблицы 19

№ строки	Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
	17	18	19	20	21	22	23
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0		0
8	0	0	0	0	0	0	0

В качестве наилучших доступных технологий в качестве метода газоочистки предлагается применять вместо сухого – метод каталитического окисления.

В период эксплуатации объекта возможна аварийная ситуация:

- разгерметизация газопровода низкого давления (источник загрязнения атмосферы неорганизованный). При этом в атмосферу будут выделяться: метан и этилмеркаптан;
- работа дизель-генераторной установки в случае аварийного отключения электроэнергии (источник загрязнения атмосферы организованный через трубу). При этом в атмосферу будут выделяться: углерода оксид, азота диоксид, азота оксид, керосин, сажа, серы диоксид, формальдегид, бенз(а)пирен. Превышения нормативов предельно-допустимых выбросов не прогнозируется.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что предприятие воздействует на состояние окружающей среды в основном при осуществлении выбросов в атмосферу.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе помещения категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии со сводом правил СП 4.13130.2013 предложено оснастить наружными легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК).

Установлено, что одна искра в газовом трубопроводе может вызвать взрыв на промышленном предприятии или крупного масштаба пожар.

Предложено на выходе из технологического оборудования или фильтров установить системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon, которая предотвращает взрывы и пожары, обнаруживая искры и туша их автоматически.

План реализации предложенных мероприятий представлен в таблице 20.

Таблица 20 – План реализации предложенных мероприятий

Мероприятия	Срок исполнения
Монтаж наружных легкобрасываемых конструкций – окон в помещениях категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности	Август 2024 года
Проектирование системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon на газотранспортной системе объекта	Август 2024 года
Монтаж системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon на газотранспортной системе объекта	Сентябрь 2024 года

Рассмотрим два варианта развития событий до реализации предложенных мероприятий и после:

- вариант 1 – из-за образования искры на выходе газа после фильтрационной установки произошёл взрыв с последующим пожаром производственного здания;
- вариант 2 – благодаря срабатыванию системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon происходит тушение искр в газовой трубе.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обозначение	Значения
«Время локализации пожара» [14]	мин	t	20
«Удельная стоимость материальных ценностей» [14]	руб.·м ⁻²	$C_{уд}^{м.ц}$	70000
«Удельная стоимость ремонтных работ» [14]	руб.·м ⁻²	$C_{уд}^р$	15000
«Удельные издержки при восстановительных работах» [14]	руб.·м ⁻²	$I_{уд}$	10000
«Удельные единовременные вложения в здание (сооружение)» [14]	руб.·м ⁻²	$K_{уд}^з$	15000
«Удельные единовременные вложения в оборудование» [14]	руб.·м ⁻²	$K_{уд}^о$	15000
«Прибыль объекта» [14]	руб.·дни ⁻¹	$\Pi_{пр}$	50000000
«Продолжительность простоя объекта» [14]	дни	$T_{пр}$	120
«Линейная скорость распространения по поверхности материала пожарной нагрузки» [14]	м·с ⁻¹	I	1,5
«Вероятность возникновения пожара» [14]	год ⁻¹	$Q_{п}$	6×10^{-4}

Стоимость реализация мероприятий представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Стоимость реализации мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Монтаж наружных легкобрасываемых конструкций – окон в помещениях категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности	500000
Проектирование системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon на газотранспортной системе объекта	50000
Монтаж системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon на газотранспортной системе объекта	550000
Итого:	1100000

Рассчитаем площадь пожара по формуле 2.

$$F'_n = \pi \times (I \cdot t)^2, \quad (2)$$

где I – «линейная скорость распространения по поверхности материала пожарной нагрузки, м·с⁻¹;

t – время локализации пожара, с» [14].

$$F'_{п-1}=3,14 \times (1,5 \cdot 20)^2 = 1256 \text{ м}^2,$$

Математическое ожидание экономических потерь от пожара ($M(\Pi)$) вычисляют по формуле 3.

$$M(\Pi) = M(\Pi_{н.б}) + M(\Pi_{о.р}) + M(\Pi_{п.о}) \quad (3)$$

где $M(\Pi_{н.б})$ – «математическое ожидание потерь от пожара части национального богатства, руб.·год⁻¹;

$M(\Pi_{о.р})$ – математическое ожидание потерь в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий пожара, руб.·год⁻¹;

$M(\Pi_{п.о})$ – математическое ожидание потерь от простоя объекта, обусловленного пожаром, руб.·год⁻¹» [14].

Математическое ожидание потерь от пожара части национального богатства ($M(\Pi_{н.б})$) вычисляют по формуле 4.

$$M(\Pi_{н.б}) = F_n (C_{уд}^{м.ц} \cdot R_y + C_{уд}^p \cdot R_p) \cdot Q_n \quad (4)$$

где F_n – «площадь возможного пожара на объекте, м²;

$C_{уд}^{м.ц}$ – удельная стоимость материальных ценностей, руб.·м⁻²;

R_y – доля уничтоженных материальных ценностей на площади пожара на объекте;

$C_{уд}^p$ – удельная стоимость ремонтных работ, руб.·м⁻²;

R_p – доля поврежденных материальных ценностей на площади пожара на объекте;

Q_n – вероятность возникновения пожара в объекте, год⁻¹» [14].

$$M(\Pi_{н.б})_1 = 1256 \cdot (70000 \cdot 1 + 15000 \cdot 1) \cdot 0,0006 = 64005,6 \text{ руб.}$$

Математическое ожидание потерь в результате отвлечения ресурсов на

компенсацию последствий пожара ($M(\Pi_{o.p})$) вычисляют по формуле 5.

$$M(\Pi_{o.p}) = F_n \cdot [I_{y\partial} + E_n \cdot (K_{y\partial}^3 + K_{y\partial}^o)] \cdot Q_n \quad (5)$$

где $I_{y\partial}$ – «удельные издержки при восстановительных работах, руб.·м⁻²;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K_{y\partial}^3$ – удельные единовременные вложения в здание (сооружение), руб.·м⁻²,

$K_{y\partial}^o$ – удельные единовременные вложения в оборудование, руб.·м⁻²» [14].

$$M(\Pi_{o.p}) = 1256 \cdot [10000 + 0,22 \cdot (15000 + 15000)] \cdot 0,0006 = 12509,76 \text{ руб.}$$

Математическое ожидание потерь от обусловленного пожаром простоя объекта (недополученная прибыль) ($M(\Pi_{п.о})$) вычисляют по формуле 6.

$$M(\Pi_{п.о}) = \Pi_{пр} \cdot T_{пр} \cdot Q_{п} \quad (6)$$

где $\Pi_{пр}$ – «прибыль объекта, руб.·дни⁻¹;

$T_{пр}$ – продолжительность простоя объекта, дни» [14].

$$M(\Pi_{п.о})_1 = 50000000 \cdot 120 \cdot 0,0006 = 3600000 \text{ руб.}$$

$$M(\Pi)_1 = 64005,6 + 12509,76 + 3600000 = 3789515,36 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от предложенных мероприятий по предотвращению потерь от пожаров рассчитывается по формуле 7.

$$\Pi_{прТ} = M(\Pi)_1 - M(\Pi)_2, \text{ руб.} \quad (7)$$

$$\Pi_{прТ} = 3789515,36 - 0 = 3789515,36 \text{ руб.}$$

Экономический эффект затрат на обеспечение пожарной безопасности в первый год рассчитывают по формуле 8.

$$\mathcal{E}_T = \Pi_{прT} - Z_T \quad (8)$$

где $\mathcal{E}_T$ – экономический эффект реализации мероприятия;

Z_T – стоимостная оценка затрат на реализацию мероприятия» [14].

$$\mathcal{E}_T = 3789515,36 - 1100000 = 2689515,36 \text{ руб.}$$

Произведём расчёт окупаемости предложенных мероприятий по формуле 9:

$$T_{ед} = \frac{Z_T}{\Pi_{прT}}, \text{ лет} \quad (9)$$

$$T_{ед} = \frac{1100000}{3789515,36} = 0,29 \text{ года}$$

Вывод по разделу.

В разделе установлено, что благодаря предотвращению взрыва на газотранспортной системе предприятия за счёт установки на выходе из технологического оборудования или фильтров системы обнаружения искр и пожаротушения ИЕР Аtexon предотвращаются экономические потери от пожаров на сумму 3789515,4 руб., окупаемость единовременных затрат при этом составит 0,29 года.

Заключение

В первом разделе представлены пожарно-технические характеристики здания и имеющиеся системы противопожарной защиты опасного производственного объекта.

В общей части мы рассматриваем характеристику опасного производственного объекта «ГРС межпоселкового газопровода в селе Ребриха Алтайского края». Дожимная компрессорная станция оснащена газоперекачивающими агрегатами ГПА-16ДКС-06 «Урал» – 4 шт., ГПА-16ДКС-08 «Урал» – 4 шт., ГПА-16ДКС-12 «Урал» – 1 шт.

В результате выполненных расчетов было выявлено, что для охлаждения 14,88 млн. м³/сут. природного газа с рабочим давлением 2,69 МПа необходимо 5 АВО газа типа АВГБС-8.

В проекте разработаны противопожарные мероприятия для лабораторных, производственных, складских, административных, общественных помещений, с учётом положений противопожарного режима в РФ, ППБО 07-91 и положений технического регламента о требованиях пожарной безопасности, утверждённого ФЗ № 123 от 22.07.2008г.

Внутренний противопожарный водопровод проектируется в соответствии с табл. 1 и 2, и положениями СП 10.13130. В здании поликлиники запроектирован внутренний противопожарный водопровод из расчёта 1 струя по 2,5 л/с на каждую точку в здании. Для обеспечения требуемого напора для пожара используются наружные сети с гарантированным напором. Внутреннее пожаротушение осуществляется из пожарных кранов диаметром 50 мм, оборудованных напорными пожарными рукавами и ручными стволами, расположенными в пожарных шкафах.

Во втором разделе по результатам расследований аварий установлено, что основными причинами возникновения аварий явились: в 3 случаях (100 %) внешние опасные факторы, связанные с механическим повреждением газопроводов вследствие воздействия посторонних лиц и организаций (100 %).

Из общего количества аварий за I квартал 2021 года две аварии связаны с механическим повреждением подземных газопроводов, доля которых по сравнению с тем же периодом 2018 года увеличилось на 50 %.

В разделе определено, что противопожарная система объекта в целом находится в удовлетворительном состоянии, но не учитывает современные разработки в области обеспечения пожарной безопасности газовых трубопроводов.

С целью контроля образования искр внутри газопровода и своевременного их тушения необходимо рассмотреть возможность установки средств искрогашения на линейные участки газопровода.

Также установлено, что помещения категорий по взрывопожарной и пожарной опасности А (участок маслообеспечения и блока фильтров) и Б (блок управления) компрессорного цеха не обеспечены наружными легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК).

В третьем разделе помещения категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии со сводом правил СП 4.13130.2013 предложено оснастить наружными легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК). Установлено, что одна искра в газовом трубопроводе может вызвать взрыв на промышленном предприятии или крупного масштаба пожар. Предложено на выходе из технологического оборудования или фильтров установить системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon, которая предотвращает взрывы и пожары, обнаруживая искры и туша их автоматически.

В четвёртом разделе установлено, что риски на рабочих местах предприятия оценены не выше среднего, соответственно в мероприятиях по снижению риска нет необходимости. Для управления рисками, то есть для того, чтобы риски на рабочих местах не перешли в разряд «Высокий» предложены некоторые запреты при проведении ремонтных работ на газопроводах и газоперекачивающих агрегатах.

При выполнении ремонтных работ запрещается:

- хранить легковоспламеняющиеся материалы вблизи ГПА и в блоках агрегата;
- применять пожароопасные технические моющие средства при расконсервации и мойке сборочных единиц.

Для контроля профессионального риска на рабочем месте составлена схема маршрутов обхода ответственным лицом по охране труда рабочих мест для осуществления визуального контроля соблюдения работниками предприятия правил безопасного проведения работ.

В пятом разделе определено, что предприятие воздействует на состояние окружающей среды в основном при осуществлении выбросов в атмосферу.

В шестом разделе установлено, что благодаря предотвращению взрыва на газотранспортной системе предприятия за счёт установки на выходе из технологического оборудования или фильтров системы обнаружения искр и пожаротушения IEP Atexon предотвращаются экономические потери от пожаров на сумму 3789515,4 руб., окупаемость единовременных затрат при этом составит 0,29 года.

Список используемых источников

1. Белинский А.В., Ребров О.И., Речинский С.Н. Малозатратные способы увеличения производственной мощности эксплуатируемых газораспределительных станций // Вести газовой науки. 2018. №2 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/malozatratnye-sposoby-uvelicheniya-proizvodstvennoy-moschnosti-ekspluatiruemyh-gazoraspre-delitelnyh-stantsiy> (дата обращения: 21.04.2024).
2. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684> (дата обращения: 17.03.2024).
3. Горошкова Т.В., Кондрашов С.Н. Разработка алгоритма выбора состава действующего оборудования газораспределительных станций // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-algoritma-vybora-sostava-deystvuyushchego-oborudovaniya-gazoraspre-delitelnyh-stantsiy> (дата обращения: 21.04.2024).
4. Гудин С.В., Хабибулин Р.Ш., Рубцов Д.Н., Рубцов В.В. Оценка расчетных величин пожарного риска на территории газораспределительной станции // Пожаровзрывобезопасность. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-raschetnyh-velichin-pozharnogo-riska-na-territorii-gazoraspre-delitelnoy-stantsii> (дата обращения: 21.04.2024).
5. Лепеш Г. В. Прогнозирование рисков отказов в газораспределительных сетях // ТТПС. 2020. №1 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-riskov-otkazov-v-gazoraspre-delitelnyh-setyah> (дата обращения: 21.04.2024).
6. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 12.02.2024).
7. Об установлении правил противопожарного режима в Российской

Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=443384> (дата обращения: 12.02.2024).

8. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=ld8jp94kat939272210> (дата обращения: 12.02.2024).

9. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=ld8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 12.02.2024).

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

11. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 №533. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=390702&ysclid=lv98twy141995780737> (дата обращения: 12.02.2024).

12. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020). URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377676&ysclid=ldsbgkkxui183890770> (дата обращения: 12.02.2024).

13. 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: 05.03.2024).

14. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/3254/?ysclid=lga9r9fn5z366382597> (дата обращения: 12.04.2024).

15. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 10.03.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963?ysclid=l7hqwyvw68251196235> (дата обращения: 18.02.2024).

17. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 02.03.2024).

18. 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: 17.03.2024).

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

20. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL:

<http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 12.02.2024).

21. GreCon Spark Detection and Extinguishing System [Электронный ресурс]. URL: https://www.volta.it/wp-content/uploads/2017/07/grecon_bs_7_r06_en.pdf (дата обращения: 12.05.2024).