

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)

Безопасность технологических процессов и производств
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Безопасность технологического процесса при выполнении сварочных работ

Обучающийся

С.В. Федосеев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.и.н., доцент, О.Г. Нурова

(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: «Безопасность технологического процесса при выполнении сварочных работ».

Актуальность темы ВКР заключается в том, что согласно действующим в России «Перечням работ», работа сварщика по условиям труда относится к тяжелой и вредной. Это требует постоянной работы в области улучшения условий труда сварщиков на производственных объектах и разработки мероприятий по обеспечению производственной безопасности.

На основе анализа безопасности технологического процесса в работе идентифицированы опасные и вредные производственные факторы, выявлены основные причины производственного травматизма и профессиональной заболеваемости сварщиков, произведена статистическая обработка динамики этих показателей и намечены пути обеспечения производственной безопасности.

Целью ВКР становится разработка мероприятий по улучшению условий труда сварщиков на объекте защиты.

Объектом исследования являются профессиональные риски на рабочих местах электрогазосварщиков, их определение и снижение для предприятия.

Предметом исследования являются организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасность технологического процесса при выполнении сварки.

В разделе «Анализ безопасности технологического процесса» представлено описание технологического процесса сварки, используемое оборудование, а также описаны опасные и вредные производственные факторы при выполнении сварочных работ, раскрыты основные причины и уровень травматизма на предприятии.

В разделе «Мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса при выполнении сварочных работ» представлен

анализ средств коллективной и индивидуальной защиты на рабочих местах при выполнении сварочных работ, а также выполнена экспертная оценка достаточности и эффективности существующих средств защиты, что позволило предложить организационно-технические мероприятия улучшающие условия эксплуатации оборудования и условия труда сварщиков.

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

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка ремонтно-механического цеха ООО «Сервисная Компания Нефтеотдача» на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» описать вероятные (прогнозируемые) аварии и ЧС по характеру и разработать для ООО «Сервисная Компания Нефтеотдача» план действий по предупреждению и ликвидации ЧС.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнить расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в ООО «Сервисная Компания Нефтеотдача».

Структура выпускной квалификационной работы включает введение, основную часть из трех разделов, заключение, список использованных источников: объем работы составляет 93 страниц, 15 рисунков, 22 таблиц.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ безопасности технологического процесса	10
2 Мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса при выполнении сварочных работ.....	31
3 Охрана труда.....	53
4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	59
5 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	66
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	75
Заключение	83
Список используемой литературы	86
Приложение А Фактические и нормативные значения измеряемых параметров тяжести трудового процесса электрогазосварщика.....	89
Приложение Б Распределение пострадавших от НС по профессиональному составу ООО «СКН».....	90
Приложение В Изменение показателей травматизма ООО «СКН» по годам	91
Приложение Г Таблица нормально-вероятностного распределения.....	92
Приложение Д Принципиальная схема оповещения о ЧС техногенного и природного характера на опасном производственном объекте.....	93

Введение

Актуальность темы обусловлена тем, что, стабильность процесса добычи нефти и газа, насыщенного сложным технологическим оборудованием, во многом зависит, как от надежности ремонтно-механической базы, так и от успешного решения вопросов обеспечения безопасных условий труда. Тем более, что сварочные процессы занимают значительное место в процессе ремонта нефтепромыслового оборудования.

Воздушная среда производственных помещений при различных способах обработки металлов может загрязняться сварочным аэрозолем, в составе которого возможно наличие окислов металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразных фтористых соединений, а также окиси углерода, окислов азота и озона. Наличие в сварочном аэрозоле перечисленных выше веществ может привести к возникновению у сварщиков профессиональных интоксикаций и пневмокониоза, характер развития и тяжесть течения которых зависят от химического состава, концентрации и длительности воздействия сварочных аэрозолей. Кроме того, электрогазосварщик на своем рабочем месте подвержен опасности поражения электрическим током, воздействию УФИ и ЭМИ. При сочетанном воздействии разнородных вредных факторов условия труда электрогазосварщиков зачастую соответствуют классу 3.1 или даже 3.2.

Таким образом, вышеприведенные вредные и опасные факторы нуждаются в устранении, чего можно достичь путем разработки мероприятий по повышению безопасности труда электрогазосварщиков.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка организационных и инженерно-технических мероприятий по улучшению условий труда электрогазосварщиков в ООО «СКН».

Для достижения цели выпускной квалификационной работы предстоит решить следующие задачи:

- провести анализ безопасности технологического процесса при выполнении сварочных работ;
- разработать мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса при выполнении сварочных работ;
- разработать мероприятия по снижению профессиональных рисков на предприятии, в том числе электрогазосварщиков (включая вопросы охраны труда, охраны окружающей среды и экологической безопасности);
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объектом исследования являются профессиональные риски на рабочих местах электрогазосварщиков, их определение и снижение для ООО «СКН».

Предметом исследования являются организационно-технические мероприятия обеспечивающие безопасность технологического процесса при выполнении сварки.

Методы исследования, использованные в выпускной квалификационной работе, следуют из логики исследования и обусловлены целью и задачами: анализ нормативно-правовых документов и литературных источников, анализ статистических показателей травматизма, индуктивный метод, сравнительный, а также инженерные методики расчета вентиляции, профессиональных рисков, разработка мероприятий организационно-технических по улучшению условий труда электрогазосварщиков на рабочем месте.

Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Специальная оценка условий труда – исследование санитарно-технического состояния рабочих мест, травмобезопасности, наличия вредных факторов производственной среды [12].

Загрязнение окружающей среды – «поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду» [28].

Показатели производственного травматизма – коэффициенты частоты травматизма – Кч, тяжести травматизма – Кт и потерь рабочего времени Кп [10].

Оценка профессиональных рисков – это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий [10].

Пробит-функция – используется при оценке условной вероятности поражения человека, находящегося в здании от воздействующего вредного фактора [10].

Общеобменная вентиляция – это система, предназначенная для удаления загрязненного вредными веществами воздуха из всего вентилируемого помещения [11].

Местная вентиляция – это локализующая, вентиляция, которая удаляет вредные вещества из помещения непосредственно в том месте, где происходит наибольшее их образование и скопление [11].

Реестр рисков – это документ, используемый в качестве инструмента управления рисками для определения потенциальных препятствий в рамках проекта [16].

Санитарно-защитная зона – это территория с особыми условиями использования, которые направлены на создание благоприятных условий для

жизни и здоровья населения, в т. ч. путем реализации мер по предупреждению и устранению вредного воздействия на человека факторов среды обитания [11].

Система обеспечения производственной безопасности – это система технических средств и организационных мероприятий, которые предотвращают или уменьшают вероятность воздействия на работников опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне во время трудовой деятельности [19].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения:

«Сервисная Компания Нефтеотдача» – «СКН»;

ОПО – опасный производственный объект;

ВУС – вязкоупругие составы;

ГОС – гелеобразующие составы;

СПС – сшитые полимерные составы;

ВДС – вязко-дисперсные суспензии;

МПДС – модифицированные полимердисперсные системы;

ООС – осадкообразующие составы;

ПДВНС – полимер дисперсно-волокнуто наполненные системы;

НС – несчастный случай;

ПДК – Предельно допустимая концентрация;

ПУЭ – Правила устройства электроустановок;

СНиП – Строительные нормы и правила;

СОУТ – Специальная оценка условий труда;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

СКЗ – средства коллективной защиты;

СП – Свод правил;

ФЗ – Федеральный закон.

1 Анализ безопасности технологического процесса

1.1 Общие сведения об организации

Общество с ограниченной ответственностью «Сервисная Компания Нефтеотдача» (далее по тексту – ООО «СКН») располагается по адресу: 628684, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра г. Мегион ул. Западная 17.

ООО «Сервисная Компания Нефтеотдача» с 2014 года осуществляет производственную деятельность в Западно-Сибирском регионе России по повышению нефтеотдачи пластов и оказание транспортных услуг в нефтяной отрасли. В сферу деятельности компании входит: подготовительные работы ГРП; выравнивание профиля приемистости; выполнение работ по интенсификации пластов; индикаторные методы с закачкой различных трассеров; обработка призабойной зоны скважины.

Технологии, предлагаемые ООО «СКН» основаны на использовании доступных отечественных химических реагентов, работы осуществляются опытным высококвалифицированным персоналом, с применением современной специализированной техники, соответствующей требованиям нефтяной промышленности с сертифицированным оборудованием.

Универсальность, эффективность и технологичность методов доказана применением их ООО «СКН» более чем на 30 объектах месторождений ведущих нефтедобывающих компаний.

Расположение БПО: г. Мегион База (центральная). На производственной базе в г. Мегион осуществляется ремонт оборудования, как собственными силами, так и с привлечением специализированных подрядных организаций по действующим договорам, имеются в наличии мобильное жилье (жилые вагоны), технологические емкости, лабораторное оборудование, складские помещения для хранения химических реагентов, боксы РММ и офисные помещения.

ООО «СКН» активно применяет различные технологии, физико-химические методы увеличения нефтеотдачи, что позволяет более эффективно воздействовать на продуктивный коллектор, увеличивая дополнительную добычу нефти.

Распространение получили:

- вязкоупругие составы (ВУС);
- гелеобразующие составы (ГОС);
- сшитые полимерные составы (СПС);
- вязко-дисперсные суспензии (ВДС);
- модифицированные полимердисперсные системы (МПДС);
- осадкообразующие составы (ООС) и полимер дисперсно-волокнуто наполненные системы (ПДВНС).

Компания обладает собственными техническими ресурсами, способными выполнить весь комплекс работ. В таблице 1 представлены основное оборудование и используемая техника.

Таблица 1 – Технические ресурсы ООО «СКН»

Наименование	Количество единиц
Цементировочные Агрегаты 320	15
Грузоподъемная техника	7
Передвижные паровые установки	7
Авто цистерны	20
Установки дозирования хим.реагентов	5
Агрегат для депарафинизации	1
Самосвалы	15

ООО «СКН» эксплуатирует комплекс мобильных установок по приготовлению и закачке водных растворов, сыпучих и жидких химических реагентов (рисунок 1). Установки дозирования предназначены для приготовления водных растворов, сыпучих и жидких химических реагентов, глинистых суспензий для закачки их в эксплуатационные и нагнетательные скважины для повышения нефтеотдачи пластов. В таблице 2 показаны

основные технические характеристики эксплуатируемых мобильных установок.

Таблица 2 – Технические характеристики мобильных установок

Наименование параметра	Ед. изм.	Значения
Производительность установки	м ³ /час	6-12
Объем смесительной емкости, м ³	м ³	1,8
Объем бункера со шнековым дозатором	м ³	0,2+0,2
Объем емкости для жидкого хим.реагента	м ³	0,2
Агрегат электронасосный дозировочный одноплунжерный: Подача, Давление на выходе не более	л/ч, МПа	63,16
Электронасос самовсасывающий универсальный	м ³ /час	18
Расход сухого хим.реагента	кг/час	16-400
Вода в линии ППД: Давление, Min-Max температура	МПа °С	4, 20, +5 до +60
Температура окружающей среды	°С	-40 до +45

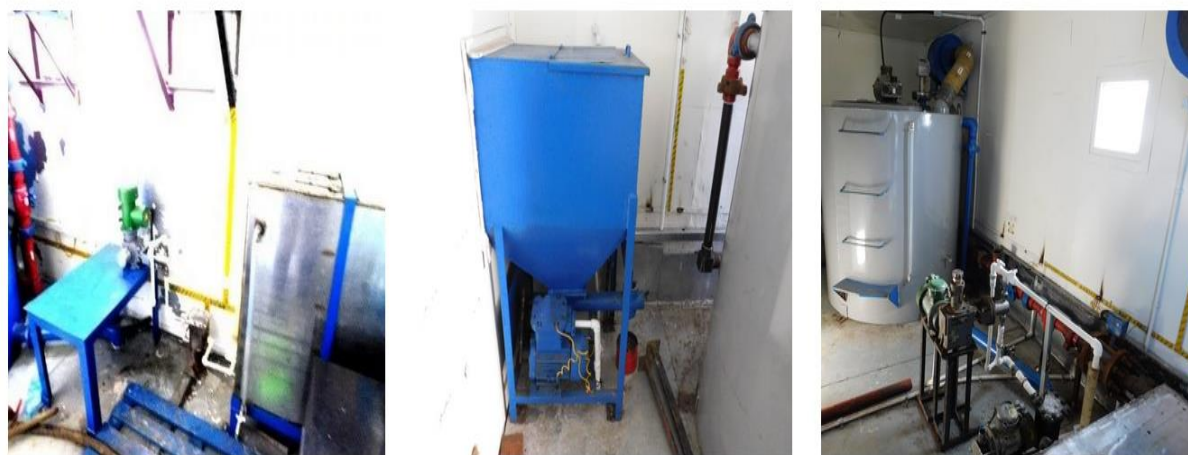


Рисунок 1 – Эксплуатационное оборудование

Также эксплуатируется агрегат цементирующий, который предназначен для нагнетания различных жидкостей при цементировании скважин, гидравлическом разрыве пластов, опрессовочных работах,

гидропескоструйной перфорации, промывке песчаных пробок и других работах в нефтяных и газовых скважинах.

1.2 Требования к технологическому процессу и квалификации электрогазосварщика

Требования к уровню квалификации электрогазосварщика.

Учитывая особенности мест выполнения сварочных работ ООО «СКН» предъявляет ряд представленных ниже требований к квалификации электрогазосварщика, который должен владеть следующими навыками:

- ручная, дуговая, плазменная и газовая сварка различной сложности аппаратов, деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, предназначенных для работы под динамическими и вибрационными нагрузками и под давлением;
- кислородная и плазменная прямолинейная и горизонтальная резка сложных деталей из различных сталей, цветных металлов и сплавов по разметке вручную с разделкой кромок под сварку, в том числе с применением специальных флюсов из различных сталей и сплавов;
- механизированная сварка сложных строительных и технологических конструкций, работающих в тяжелых условиях;
- сварка и наплавка трещин и раковин в тонкостенных изделиях и в изделиях с труднодоступными для сварки местами.

Также персонал, выполняющий сварочные работы должен иметь: удостоверение электрогазосварщика 5-6 разряда; свидетельство по профессии «Электрогазосварщик» не ниже 5 разряда; НАКС (НГДО 5,12; СК 1,3); свидетельство по профессии «Лаборант по анализу газов и пыли (с допуском к отбору и анализу проб газовой воздушной среды переносными газоанализаторами, газосигнализаторами)» (не ниже 4 разряда) удостоверение – «Вышкомонтажник» не ниже 5 р.; удостоверение –

«Стропальщик» не ниже 5 р.; удостоверение «Персонал, обслуживающий оборудование, работающее под давлением».

Опишем технологию производства сварочных работ в соответствии с требованиями инструктивно-технологической карты по организации и безопасному ведению работ с применением ручной дуговой сварки.

Алгоритм производства сварочных работ в ремонтно-механическом цехе эксплуатационного оборудования следующий [3].

Подготовка рабочего места включает в себя:

- осмотр спецодежды, специальной обуви; проверка отсутствия на специальной одежде масляных и жировых пятен;
- проверка исправности (целостности) сварочной маски, очков резчика, подбор светофильтра с учетом выполняемой работы; подготовка необходимых СИЗ (при работе во влажном помещении подбор диэлектрических перчаток, диэлектрических ковриков, калош, специальной обуви), костюма сварщика;
- уборка лишних предметов, для обеспечения свободных проходов;
- «проверка целостности изоляции электросварочных проводов, надежности крепления их к электрододержателю и источнику питания, наличие и исправность заземления корпуса и вторичной обмотки трансформатора, наличие щитка закрывающего контакты высокого напряжения;
- проверка целостности изоляции ручки электрододержателя (электрододержатель должен позволять прочно удерживать электрод, быстро его менять и обеспечивать надежный контакт);
- проверка исправности измерительных приборов сигнализирующих о наличии или отсутствии напряжения в сварочной цепи;
- проверка исправности блокировочных устройств трансформатора, обеспечивающих автоматическое отключение при обрыве электрической дуги» [9];
- проверка работоспособности вентиляции;

- проверка работоспособности оборудования, в том числе, выпрямителя сварочного, балластного реостата, кабеля сварочного, кабеля обратного, электрододержателя.

Проходы в 0,8 м в помещениях для электросварочных установок должны обеспечивать удобство, а также и безопасность сварочных работ или доставки деталей к месту работы, а также обратно.

Ниже представлена последовательность выполняемых технологических операций.

По требованиям инструктивно-технологической карты выделяется всего 18 стадий процесса сварки [3,16].

- подготовка рабочего места сварщика;
- получение технологической карты на проведение ручной дуговой в соответствии с видом свариваемого соединения;
- укладка и закрепление свариваемых деталей на сварочном столе;
- третий этап связан с работами по укладке и закреплению свариваемых деталей на сварочном столе либо на ровной поверхности. Используются зажимы и слесарные тиски;
- подготовка кромки свариваемых деталей.

На данном этапе производится:

- очистка полости и поверхности свариваемых деталей от загрязнений;
- осмотр поверхности кромок;
- удаление царапин, рисков, задиров шлифованием;
- обработка кромки в соответствии с размерами указанными в технологической карте.

Прилегающие поверхности к кромкам зачищаются на ширину 10 мм.

На данном этапе работ применяются: скребок, резак Р-ЗП-1, редуктор БП 5-3, редуктор БКО 50-2, шлифовальная машинка, металлическая щетка, переноска электрическая.

- проведение сборки свариваемых деталей;
- просушка торцов свариваемых деталей при наличии следов влаги;

- закрепление обратного провода на свариваемую деталь и включение вытяжной вентиляции;
- выполнение прихватки в соответствии с технологической картой на сварку;
- зачистка прихватки и обработка шлифовальным кругом начального и конечного участка каждого из них;
- выполнение сварки корневого слоя шва;
- зачистка корневого слоя шва от шлака и брызг;
- шлифовка поверхностных неровностей шва;
- сварка облицовочного слоя шва;
- зачистка шва от шлака и брызг;
- нанесение клеймения механическим способом;
- проведение визуально-измерительного контроля качества сварного шва;
- отключение сварочного трансформатора, вентиляции, отсоединить обратный провод, смотать кабеля;
- уборка рабочего места.

1.3 Краткое описание используемого сварочного оборудования

План ремонтно-механического цеха эксплуатационного оборудования с расположенным оборудованием показан на рисунке 2.

На каждом этапе производственного процесса используется специальное оборудование и инструменты, в соответствии с технологической картой по организации и безопасному ведению работ с применением ручной дуговой сварки.

Таким образом, рабочее место сварщика оснащено следующим оборудованием: сварочный аппарат (рисунок 1.3), балластный реостат, электрододержатель, а также кабели сварочный и обратный. Сварочный аппарат NOVA 300 используется в постовой дуговой сварке, а также резке

малоуглеродистых сталей покрытыми электродами изделий из низколегированной и малоуглеродистой стали на постоянном токе (рисунок 1.3).

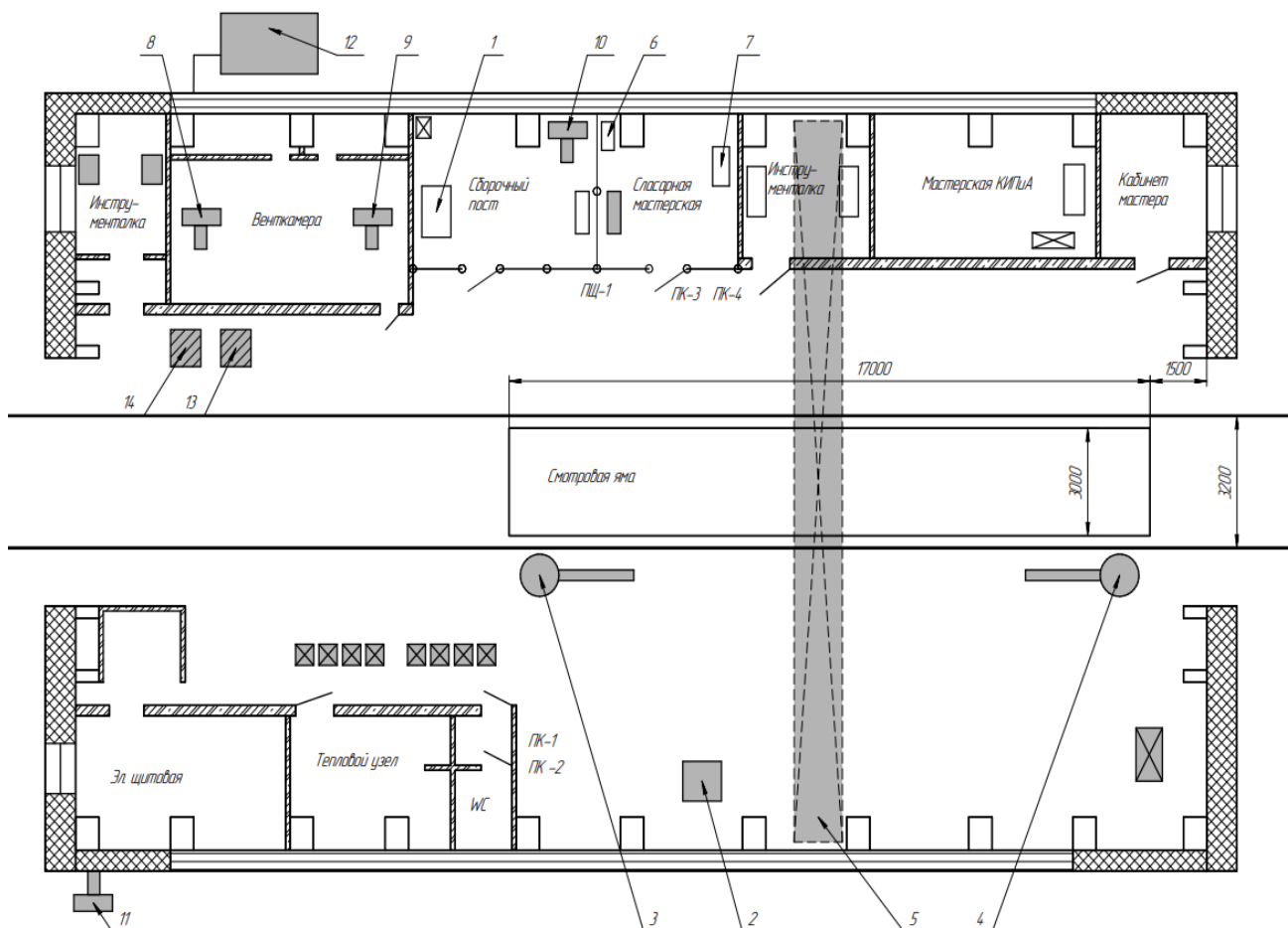


Рисунок 2 – Ремонтно-механический цех эксплуатационного оборудования:

- 1 -Сварочный аппарат NOVA 300; 2- Пневмогидравлическая насосная станция ПГС-2-1; 3 - Кран поворотный №95; 4 - Кран поворотный №93; 5- Кран-балка №85; 6 - Станок сверлильный РК-031; 7 - Станок заточной ЗК-634; 8 - Вентилятор приточный П-7; 9 - Вентилятор приточный П-9; 10 - Вентилятор вытяжной В-17; 11 - Вентилятор вытяжной В-16; 12 - Компрессорный блок №2; 13 - Контейнер под полимеры
14 - Контейнер под металлолом

Используются сварочные электроды МР-3с переменным током и постоянным током обратной полярности с рутиловым покрытием, а также

специального назначения. Сварочный аппарат устанавливается в закрытом помещении и может эксплуатироваться при температуре $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Трансформатор переменного тока [1] для ручной электродуговой сварки (ММА). Применяется для сварки углеродистых сталей. Плавное регулирование сварочного тока в широком диапазоне (40-230 А) позволяет сваривать стали толщиной от 1 до 12 мм и пользоваться электродами диаметром от 1,6 до 5 мм. Аппарат (рисунок 3) оснащен системой принудительного воздушного охлаждения и устройством защиты от перегрева и короткого замыкания.



Рисунок 3 – Сварочный аппарат NOVA 300

В таблице 3 приведены его краткие технические характеристики сварочного аппарата.

Таблица 3 – Технические характеристики NOVA 300

Показатель	Значение показателя
Напряжение питающей сети, В	220/400 - 1 фаза
Частота питающей сети, Гц	50/60
Максимальный сварочный ток одного поста, А	40
Минимальный сварочный ток одного поста, А	230
Потребляемая мощность, кВА, не более	6,2
Напряжение без нагрузки В	50
Диаметр электрода мм	1.6-5
Тип изоляции	Н
Защита	IP21
Габаритные размеры, мм	315x600x430
Масса кг	25

На этапе укладки свариваемых деталей используется сварочный стол, для надежного закрепления деталей зажимы и тиски слесарные.

Процесс подготовки кромок под сварку деталей включает в себя зачистку и разделку. При этом применяют следующий инструмент: скребок, резак пропановый Р-ЗП-1 (рисунок 1.4 б), редуктор БП 5-3, редуктор БКО 50-2, шлифовальную машинку для зачистки УШМ Макита, металлическую щетку и переноску электрическую.

Редуктор кислородный БКО-50-2 Нева предназначен для снижения и регулирования давления газа из баллона и автоматического поддержания его на требуемом рабочем давлении при питании постов и установок газопламенной обработки.

На стадии сборки свариваемых деталей необходима линейка, используется выпрямитель сварочный, балластный реостат и электрододержатель [20-21]. Аналогично на всех этапах технологического процесса применяется вышеописанное оборудование при просушке, прихватке, зачистке, сварки швов и шлифовке, рисунок 4.



Рисунок 4 – Оборудование для сварочных работ

а - Редуктор кислородный БКО-50-2; б - резак пропановый Р-ЗП-1

При визуальном-измерительном контроле качества сварных швов дополнительно используют линейку УШС и лупу.

1.4 Опасные и вредные производственные факторы при выполнении сварочных работ, основные причины и уровень травматизма

В соответствии с новыми правилами по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ, утвержденными приказом Минтруда России от 11.12.2020 года № 884н. установлен на 5 лет уточненный перечень ОВПФ, действующих на сварщиков.

При выполнении электросварочных и газосварочных работ на работников возможно воздействие вредных и опасных производственных факторов, в том числе:

- поражение электрическим током;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, наличие в воздухе рабочей зоны вредных аэрозолей;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная температура обрабатываемого материала, изделий, наружной поверхности оборудования и внутренней поверхности замкнутых пространств, расплавленный металл;
- ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;
- повышенная яркость света при осуществлении процесса сварки;
- повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах;
- расположение рабочего места относительно поверхности земли (пола), которое может вызвать падение работника с высоты;
- физические и нервно-психические перегрузки;
- выполнение работ в труднодоступных и замкнутых пространствах;
- падающие предметы (элементы оборудования) и инструмент;
- движущиеся транспортные средства, грузоподъемные сооружения, перемещаемые материалы и инструмент.

Характеристика условий труда сварщиков ООО «СКН», анализ карт СОУТ.

В 2019 году на предприятии проводилась специальная оценка условий труда (СУОТ), результаты СОУТ в ООО «СКН» отражены в картах СОУТ; протоколах оценок и измерений ОВПФ и сводной ведомости результатов СОУТ.

Приведем данные результатов СОУТ электрогазосварщика комплексной бригады ИЛК, работающего со сварочным оборудованием на посту в ремонтно-механическом цехе по химическому вредному фактору (таблица 4).

Таблица 4 – Оценка условий труда электрогазосварщика по химическому вредному фактору

Наименование вещества (рабочей зоны)	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс опасности	Класс условий труда	Время воздействия %
В помещении. Ручная сварка					
Азота оксиды (в пересчете на NO ₂), мг/м ³	0.8	5	3	2	70
Углерод оксид (угарный газ; углерода окись), мг/м ³	26.1	20	4	3.1	70
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20%, мг/м ³	0.3	0.6/0.2	2	2	70
Озон, мг/м ³	0.2	0.1	1	3.1	70
Комбинация веществ (Углерод оксид; Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)) мг/м ³	1.47	1	3	3.1	70
Комбинация веществ (Азота оксиды (в пересчете на NO ₂); Озон)	2.16	1	3	3.1	70
Открытая площадка. Работа газом					
Азота оксиды (в пересчете на NO ₂), мг/м ³	1.2	5	3	2	10
Углерод оксид (угарный газ; углерода окись), мг/м ³	16	20	4	2	10
Комбинация веществ (Углерод оксид; Азота	1.04	1	3	3.1	10

Применение СИЗ не оценивалось.

Продолжение таблицы 4

Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20%, мг/м ³	0.21	0.2	2	3.1	70
--	------	-----	---	-----	----

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что фактический уровень вредного фактора не соответствует санитарным нормативам; класс условий труда по химическому фактору электрогазосварщика в ремонтно-механическом цехе эксплуатационного оборудования – 3.1.

В связи с этим в карте СОУТ изложены рекомендации по улучшению условий труда. Использование СИЗ органов дыхания от загазованности сварочными аэрозолями и вредными веществами, модернизация систем вентиляции цеха, а также соблюдение режимов труда и отдыха.

В таблице 5 приведем протокол результатов измерений УФИ.

Таблица 5 – Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

Рабочая зона, фактор	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс условий труда	Время воздействия, мин
Сварочные работы				
Интенсивность ультрафиолетового излучения (УФ-В), Вт/м ²	1.8; 2.5; 1.9	—	—	336
Интенсивность ультрафиолетового излучения (УФ-С), Вт/м ²	6.8; 7.4; 6.9	—	—	336
Интенсивность ультрафиолетового излучения (УФ-В + УФ-С), Вт/м ²	9.9	1	3.1	336

При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, непронускающих излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и тому подобное), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В +

УФ-С (200 – 315 нм) не должна превышать 1 Вт/м^2 .

«В случае превышения допустимых интенсивностей облучения, как у нас, должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению интенсивности излучения источника или защите рабочего места от облучения (экранирование), а также по дополнительной защите кожных покровов работающих» [11].

В Приложении А приведена таблица протокола результатов измерений тяжести трудового процесса электрогазосварщика. При проведении оценки тяжести трудового процесса выявлен только один параметр, несоответствующий нормативному значению, это вынужденная поза.

Оценка тяжести труда электрогазосварщика установила соответствие классу условий труда 3.1. Подробная экспертная оценка тяжести трудового процесса представлена во второй главе ВКР.

Также были произведены измерения величин шума на рабочих местах электрогазосварщиков. Однако они показали, что уровни звукового давления значительно ниже санитарно-гигиенических норм по шуму. Эквивалентный уровень звука за 8 часовой рабочий день составил 64,4 дБА с учетом времени воздействия при норме в 80 дБА. Класс условий труда установлен – 2.

Также были исследованы и измерены на рабочем месте напряженность и магнитная индукция электромагнитного поля промышленной частоты 50Гц. Данные параметры оказались также в пределах нормы. Например, напряженность электрического поля изменялась от 1,1 до 2,2 кВ/м при норме 5 кВ/м, а магнитная индукция от 42 до 83 мкТл при нормативе ПДУ 1567 мкТл. Таким образом, по воздействию ЭМИ класс условий труда установлен как 2.

Таким образом, итоговый класс условий труда для электрогазосварщика установлен как 3.2.

Это подтверждается Картой специальной оценки условий труда, представленной ниже в таблице 6.

Таблица 6 – Сводная карта СОУТ по электрогазосварщику

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда	Эффективность СИЗ*, +/- /не оценивалась	Класс (подкласс) условий труда при эффективном использовании СИЗ
Химический	3.1	не оценивалась	3.1
Биологический	-	не оценивалась	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	3.1	не оценивалась	3.1
Шум	2	не оценивалась	2
Инфразвук	-	не оценивалась	-
Ультразвук воздушный	-	не оценивалась	-
Вибрация общая	-	не оценивалась	-
Вибрация локальная	2	не оценивалась	2
Неионизирующие излучения	3.1	не оценивалась	3.1
Ионизирующие излучения	-	не оценивалась	-
Параметры микроклимата	2	не оценивалась	2
Параметры световой среды	-	не оценивалась	-
Тяжесть трудового процесса	3.1	не оценивалась	3.1
Напряженность трудового процесса	-	не оценивалась	-
Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.2	не заполняется	3.2

Приведем основные рекомендации по улучшению условий труда, по режимам труда и отдыха, по подбору работников.

Рекомендации по улучшению и оздоровлению условий труда [24-25]:

- химический фактор: организовать рациональные режимы труда и отдыха. Для снижения уровня концентрации вредных химических веществ рекомендуется использовать СИЗ органов дыхания (уменьшение времени контакта с вредными веществами. Снижение уровня концентрации вредных химических веществ) за счет модернизации СКЗ;

- аэрозоли ПФД: для снижения уровня концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия рекомендуется использовать СИЗ органов дыхания (Снижение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны);

- тяжесть труда: Рационализация рабочих мест и рабочей позы (Снижение тяжести трудового процесса).

Рекомендации по подбору работников: возможность применения труда

женщин – нет (Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 г. № 162 п.11); возможности применения труда лиц до 18 лет – нет (Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 г. № 163 п. 612);

Рекомендуемые режимы труда и отдыха: в соответствии с планом мероприятий.

В таблице Приложения Б представлено распределение пострадавших от несчастных случаев (НС) по профессиональному составу ООО «Сервисная Компания Нефтеотдача» в течение 10 лет. На рисунке 5 это распределение визуализировано на диаграмме, где видно, что наиболее травмоопасными.



Рисунок 5 – Структура распределения несчастных случаев, ед.

«Лидерами» по травматизму являются бурильщик КРС и водитель автомобиля. Электрогазосварщик занимает только шестое место в списке профессий, однако это объяснимо, так как он подвержен профессиональным заболеваниям на рабочем месте.

Рассмотрим динамику коэффициентов частоты и тяжести травматизма $K_{\text{ч}}$ и $K_{\text{т}}$ по ООО «Сервисная Компания Нефтеотдача»

Исходя из имеющейся по предприятию статистики травматизма, представленной в таблице Приложении Б, и на диаграмме рисунка 1.5, определим характер изменения коэффициентов частоты и тяжести травматизма.

Коэффициент частоты несчастных случаев ($K_{\text{ч}}$), определяется по формуле (1):

$$K_{\text{ч}} = A \cdot 1000 / B, \quad (1)$$

где A — число травм за отчетный период; B — среднесписочная численность работников предприятия (из годовых отчетов 1-Т, число человек).

Учтем, что среднесписочная численность работников ООО «СКН» менялась по годам, а это, безусловно, оказывает влияние на расчетные значения коэффициентов, характеризующих производственный травматизм.

В таблице 7 приведем изменения среднесписочной численности компании с года ее образования.

Таблица 7 – Среднесписочная численность работников ООО «СКН» за 2014-2023 гг.

Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Численность работников ООО «СКН»	83	88	89	94	98	102	114	134	160	162

Рассчитаем коэффициент частоты несчастных случаев ($K_{\text{ч}}$) по годам в период с 2014 г. по 2023 г и представим результаты в виде таблицы 1 в Приложении В.

Например, за 2019 год как раз пострадал электрогазосварщик и коэффициент частоты несчастных случаев (Кч) равен:

$$K_{ч} = 1 \cdot 1000 / 102 = 9,8$$

На рисунке 6 покажем динамику коэффициента частоты травматизма за 2014 – 2023 гг.

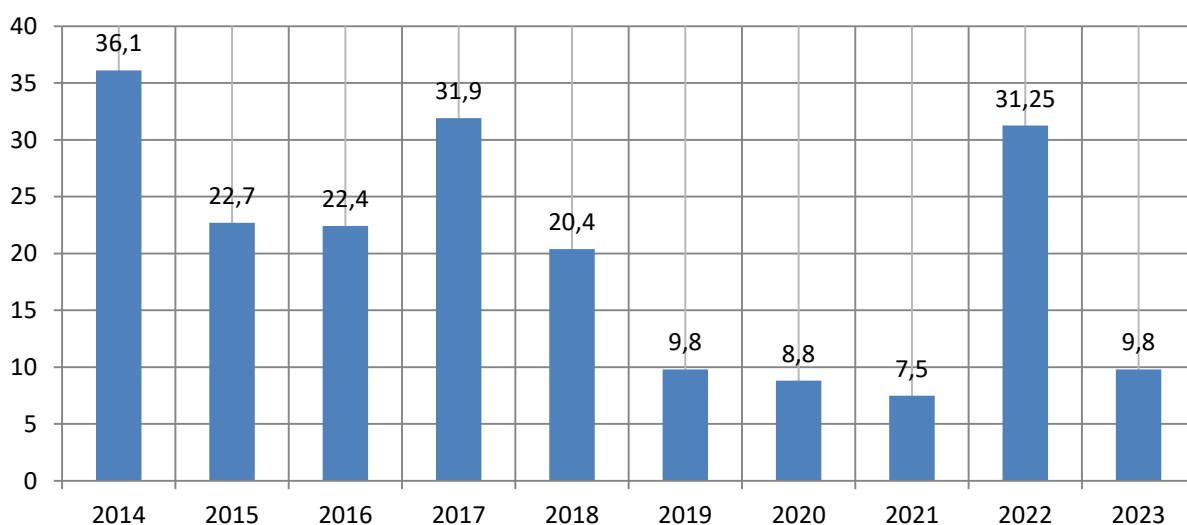


Рисунок 6 – Коэффициент частоты травматизма $K_{ч}$ по ООО «СКН» за 2014-2023 гг.

Можно заметить, что в целом количество НС имеет тенденцию к снижению, однако есть года с резким ростом травматизма. Если всплеск травматизма 2014 года можно объяснить тем, что предприятие только организовалось с малым составом работников, также не была еще создана служба охраны труда, то на высокие показатели 2022 года, возможно, повлияла пандемия Covid.

Определим теперь коэффициент тяжести производственного травматизма в тот же период времени.

Коэффициент тяжести производственного травматизма (Кт) определяется по формуле (2):

$$K_T = B / A, \quad (2)$$

где B — общее число рабочих дней, потерянных за отчетный период в связи с временной нетрудоспособностью, вызванной несчастными случаями на производстве; A — число травм за отчетный период.

Например, за 2019 год как раз пострадал электрогазосварщик коэффициент тяжести производственного травматизма (K_T) равен:

$$K_T = 10 / 1 = 10$$

Представим все результаты в виде таблицы 2 в Приложении В. На рисунке 7 покажем динамику коэффициента тяжести травматизма за 2014-2023 гг.

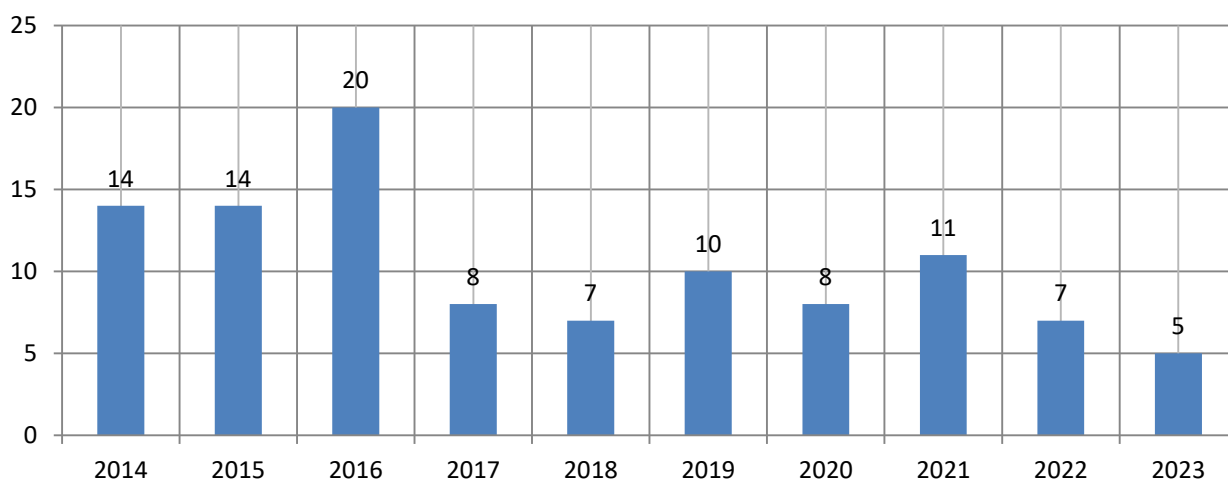


Рисунок 7 – Коэффициент тяжести травматизма K_T по ООО «СКН» за 2014-2023 гг.

Наконец, для более полного анализа определим коэффициент потерь от несчастных случаев (K_P).

Коэффициент потерь рабочего времени от несчастных случаев (K_P) используется для оценки прямого экономического ущерба предприятию от несчастных случаев на производстве с временной утратой трудоспособности (формула 3)):

$$K_{п} = K_{т} \cdot K_{ч}, \quad (3)$$

Например, за 2019 год он будет равен $K_{п} = 10 \cdot 9,8 = 98$.

Представим результаты в виде таблицы 3 в Приложении В. На рисунке 8 покажем динамику коэффициента потерь рабочего времени от НС за 2014-2023 гг.

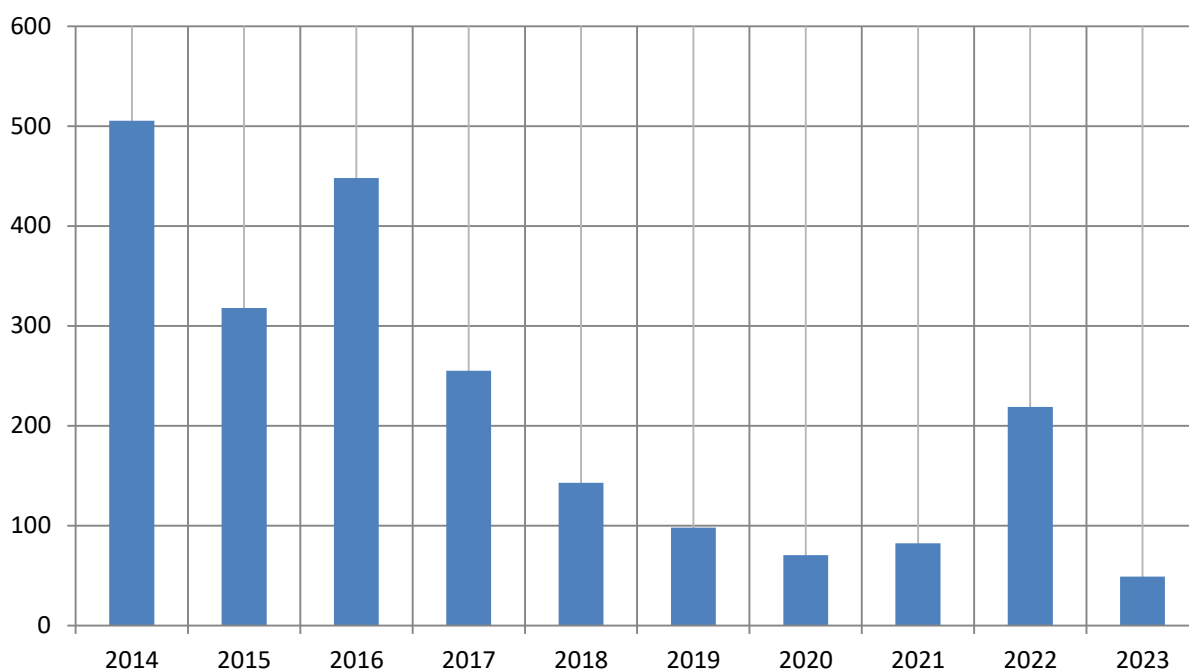


Рисунок 8 – Коэффициент потерь рабочего времени от несчастных случаев (Кп) по ООО «СКН» за 2014-2023 гг.

Согласно данным рисунка видим, что потери рабочего времени имеют тенденцию к снижению за рассматриваемый период.

1.5 Организация производственного контроля затребованиями безопасного ведения сварочных работ

В соответствии с новыми правилами по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ № 884н, усиливаются требования к

специалистам по охране труда предприятий в области собственного производственного контроля за соблюдением требований безопасности.

Так, «специалистам по охране труда необходимо организовать изучение новых правил работникам, организующим сварочные работы, а также сварщикам и газорезчикам.

Необходимо организовать обучение по новым правилам для членов комиссии по проверке знаний новых правил. Такое обучение и проверка знаний проводится в учебном центре.

Для того, чтобы внедрить правила в своей организации, обученные члены комиссии должны провести внеочередную проверку знаний новых правил, только в объеме новых правил. При этом срок периодического обучения по охране труда не изменяется.

Также специалист по охране труда контролирует, чтобы изменения новых правил были внесены в инструкции по охране труда и в программы инструктажей на рабочем месте» [5]. Кроме того, проверяет, чтобы в журналах регистрации инструктажа на рабочем месте были внесены сведения о проведении внепланового инструктажа.

2 Мероприятия по обеспечению безопасности технологического процесса при выполнении сварочных работ

2.1 Анализ средств коллективной и индивидуальной защиты на рабочих местах при выполнении сварочных работ

На сварочном посту проводятся работы по обварке линий, производится обварка фланцев к переходам, обварка отводов к трубам, обварка стаканов к переключателям скважин многоходовым (ПСМ) [3].

В цехе применяется ручная дуговая сварка и резка малоуглеродистых сталей с использованием электродной плавящейся проволоки. На сварочном посту задействованы два сварщика, посменно. Сварочный пост оборудован местным отсосом козырькового типа, размерами соответствующими сварочному столу на высоте от него более 0,5-0,6 м, что несколько больше рекомендуемых 0,4 м, оказывая влияние на его эффективность. В результате вредные вещества и аэрозоли удаляются из рабочей зоны сварщика, а не непосредственно из зоны его дыхания, рисунок 9.



Рисунок 9 – Рабочее место электрогазосварщика на посту

Поэтому необходимо детально рассчитать и спроектировать местную вытяжную систему вентиляции производственного цеха предприятия, что особо актуально в свете грядущей модернизации и возможного увеличения объёма сварочных работ.

На рассматриваемом нами сварочном посту сварщики используют целый арсенал различных СИЗ. Причем вид средства индивидуальной защиты выбирается в зависимости от выполняемой технологической операции. Существует определенная регламентация к выбору СИЗ.

Так, применение СИЗ сварщиками регламентируется согласно ГОСТ 12.4.011-89 «ССБТ. Средства защиты работающих» и ГОСТ 12.4.254-2013 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах».

Во время сварки работники предприятия используют в качестве СИЗ специальную защитную одежду, а именно куртки, брюки, костюмы с защитой класса «Тр». Класс защиты позволяет уберечь работника от воздействия расплавленного металла и раскаленных брызг. Зимой при воздействии отрицательных температур и ветра класс защиты спецодежды сварщика соответствует марке «Тн» – защита от холода. Если в холодный период года сварщик одевает валенки, то в теплый период ботинки с металлическими носами, что соответствует классу «Тр»). Данный класс защиты помогает избежать попадания расплавленных капель металла, окалины и искр.

Отдельно выделим СИЗ для защиты головы, лица, органов зрения. Сварочные маски и щитки: оптимальный метод защиты лица и органов зрения при сварочных работах. В случаях, когда сварка осуществляется в закрытом помещении в стесненных условиях подбирают уже СИЗ для органов дыхания, например, в запыленной атмосфере работники одевают респираторы, защитные маски или фильтрующие противогазы.

При сварочных работах применение очков, сварочных масок обязательно, а на травмоопасных участках дополнительно еще и касок.

Важным является использование защитных перчаток, выполненных из брезента или кожи. Перчатки имеют маркировку класса «Тр». Для защиты органов от воздействия шума используются противозумные наушники или беруши. Если сварка производится во влажном помещении, то сварщики обязательно применяют на рабочем месте специальные диэлектрические коврики, галоши и перчатки, предупреждающие возможность поражения рабочего электрическим током.

Сварочные маски SpeedGlas 3M™ обеспечивают эффективную защиту лица, шеи, глаз сварщика. Приведем основные «плюсы» предлагаемых масок 3M™: высокая эргономичность, регулируемое оголовье, учитывающее антропометрические данные; качественная оптика, за счет использования нескольких светофильтров достигается однородное затемнение с минимальным искажением по всей рабочей поверхности щитка; наличие нескольких степеней затемнения (для газосварки и резки, для шлифовки металла, для слаботочной аргоновой и микроплазменной сварки); совместимость с другими средствами индивидуальной защиты, например, с респираторами, СИЗ слуха и прочее.

2.2 Экспертная оценка достаточности и эффективности существующих средств защиты

Оценку риска здоровью электрогазосварщика можно выполнить различными расчетными методами. Сначала воспользуемся способом с использованием уравнений индивидуальных порогов, и подходов, изложенных в [10]. Исходными данными для расчета являются результаты измеренных концентраций вредных химических веществ в рабочей зоне электрогазосварщика при выполнении СОУТ, таблица 1.4.

Количественная оценка риска при комбинированном действии химических веществ.

Для веществ с остронаправленным механизмом действия формула для расчета пробит функции выглядит так (формула 4)) (Приложение Г):

$$\text{Prob} = -2,1 + 2,1 \cdot \lg(C/\text{ПДКр.з}) \cdot \lg(T), \quad (4)$$

где C – фактическая среднесменная концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$; ПДКр.з. – предельно допустимая концентрация для рабочей зоны, $\text{мг}/\text{м}^3$; T – рабочий стаж в годах; Prob – промежуточный коэффициент, который связан с риском (Risk) в соответствии со стандартным нормально-вероятностным распределением частоты эффектов (Приложение А).

Уровень профессионального риска определяется по таблице нормально-вероятностного распределения и характеризуется критическим при Risk от 16% до 25 %, высоким от 5% до 16% и приемлемым от 2% до 5 %.

Выполним расчет для комбинации веществ (Азота оксиды (в пересчете на NO_2) и Озон). $T = 10$ лет – максимальный рабочий стаж в годах электрогазосварщика, так как предприятие образовано в 2014 году.

$$\text{Prob} = -2,1 + 2,1 \cdot \lg(2,16/1) \cdot \lg(10) = -1,39.$$

При величине Prob = -1,39 находим Risk = 0,083 = 8,3%, что соответствует высокому уровню риска.

Расчет общеобменной вентиляции с учетом фактических концентраций вредных веществ в помещении цеха по данным СОУТ.

Для оценки эффективности работающей общеобменной вентиляции в цехе выполним также расчет воздухообменов, опираясь на фактические концентрации вредных веществ в помещении по данным протоколов измерений, выполненных в рамках проводимой в 2019 году СОУТ (таблица 8).

Проведем расчет общеобменной вентиляции в сварочном цехе.

Количество воздуха, удаляемого общеобменной вентиляции, м³/ч определяется по формуле (5):

$$L_{\text{общ}} = V_{\text{п}} \cdot \frac{g_{\text{ф}}}{g_{\text{пдк}} - g_{\text{пдк}} \cdot 0,3}, \quad (5)$$

где $V_{\text{п}}$ – свободный объем помещения; $g_{\text{ф}}$ – фактический уровень производственного фактора, мг/м³; $g_{\text{пдк}}$ – допустимый уровень производственного фактора, мг/м³.

Размеры цеха: 18х30х8м. Объем помещения равен $V_{\text{п}} = 18 \cdot 30 \cdot 8 = 4320 \text{ м}^3$

Свободный объем помещения равен, м³/ч:

$$V_{\text{п}} = 0,8 \cdot 4320 = 3456 \text{ м}^3.$$

Таблица 8 – Предельно допустимые и фактические значения загрязняющих веществ по данным замеров при проведении СОУТ

Наименование производственного фактора	ПДК,ПДУ, допустимый уровень	Фактический уровень производственного фактора
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20%, мг/м ³	0,6/0,2	0,3
Углерод оксид (угарный газ; углерода окись), мг/м ³	20	26,1
Озон, мг/м ³	0,1	0,2

Сварки полуавтоматом в среде аргона и углекислоты:

$$L_{\text{общ(марганец)}} = 3456 \cdot \frac{0,3}{0,2 - 0,2 \cdot 0,3} = 7406 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{общ(углеродоксид)}} = 3456 \cdot \frac{26,1}{20 - 20 \cdot 0,3} = 6443 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{общ(озон)}} = 3456 \cdot \frac{0,2}{0,1 - 0,1 \cdot 0,3} = 8640 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При расчете потребных воздухообменов так же, как и в пункте 2.4 будем суммировать составляющие веществ, опасных для репродуктивного здоровья человека, м³/ч:

$$L_{общ} = 7406 + 6443 + 8640 = 22489 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Кратность воздухообмена по формуле 6 равна, ч⁻¹:

$$K = \frac{L_{общ}}{V_{II}}, \quad (6)$$

$$K = \frac{22489}{3456} = 6,5 \text{ ч}^{-1}.$$

Рассчитаем общее количество воздуха, удаляемого общеобменной и местной на 2 поста сварочных вентиляциями, м³/ч (формула (7)):

$$L_{уд} = L_{общ} + L_{м}, \quad (7)$$

$$L_{уд} = 22489 + 1200 \cdot 2 = 24890 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Произведенный расчет определения необходимых расходов воздуха выполнен по общепринятой методике по выделяемым вредностям. Данная методика позволяет определить общее количество воздуха, необходимое для разбавления выделяющихся вредных выбросов до значений ПДК по всему объему помещения.

Расчет общеобменной вентиляции с учетом фактических концентраций вредных веществ в помещении цеха по данным СОУТ реалистичен, так как опирается на данные экспериментальных определений концентраций. В дальнейшем примем его результаты за основу.

Поскольку необходимая кратность вентиляции высокая $6,5 \text{ ч}^{-1}$, то необходима модернизация в цехе как общеобменной вентиляции, так и местной.

Произведем расчёт эффективности и производительности предлагаемого местного отсоса на рабочем месте сварщика.

В настоящее время наиболее эффективными местными вытяжными системами в сборочно-сварочных цехах являются системы из воздуховодов с гибкими вставками, закреплённые на растяжках или предлагаемый передвижной механический фильтр ФМА с гибким шлангом.

Данные системы являются мобильными позволяют наиболее эффективно улавливать вредные вещества, выделяющиеся при различных видах сварочных работ – производительность в зависимости от вида сварочных работ $L=1200 \div 1800 \text{ м}^3/\text{ч}$.

На рисунке 10 представлен местный отсос в виде приближенного раструба, также местный отсос в виде передвижного механического фильтра ФМА-1800 с гибким шлангом. На рисунке 11 представлена расчетная схема.

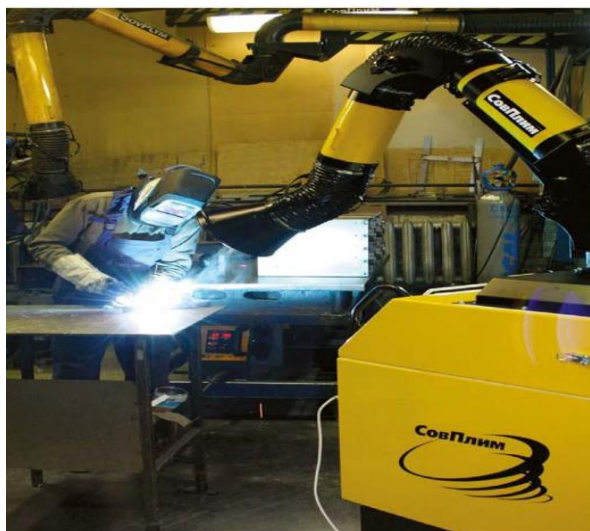


Рисунок 10 – Местный отсос в виде приближенного раструба

Исходные данные: Диаметр раструба $a \cdot b = 200 \cdot 200$ мм. Объем удаляемого воздуха через местный отсос $L = 1200 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$. Тип источника выделения – линейный. Размер сварочного стола 1200×800 мм, а источника не более 500мм. Количество выделяющейся вредности из источника $G_{\text{св}} = 13,96 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$, $G_{\text{св.аэроз}} = 16,8 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$.

Энергия приточных струй (формула (8)):

$$\varepsilon_{\text{п,с}} = K_p \frac{\varepsilon V^2}{2}, \quad (8)$$

$$\varepsilon_{\text{п,с}} = 4 \cdot \frac{2 \cdot 3^2}{2 \cdot 3600} = 0,01 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^3}.$$

Скорость входа воздуха в вытяжном отверстии, м/с (формула (9)):

$$v_o = \frac{L}{F}, \quad (9)$$

$$v_o = \frac{1200}{0,2 \cdot 0,2 \cdot 3600} = 8,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Кинетическая энергия воздушных потоков помещения, $\text{м}^2/\text{с}^3$ (формула (10)):

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{п.с.}} + \varepsilon_{\text{т.с.}} + \varepsilon_{\text{д.п.}}, \quad (10)$$

$$\varepsilon = 0,01 + 0 + 0 = 0,01 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^3}.$$

Определяющий размер рассматриваемого объекта $l = \sqrt{F}$, м:

– местного отсоса: $l_o = \sqrt{0,2 \cdot 0,2} = 0,2 \text{ м};$

– помещения: $l_{\text{п.}} = \sqrt{18 \cdot 8} = 12 \text{ м}.$

Коэффициент турбулентного обмена, $\text{м}^2/\text{с}$ (формула (2.8)):

$$A = 0,25 \cdot \varepsilon^{\frac{1}{3}} \cdot l^{\frac{4}{3}}, \quad (11)$$

– местного отсоса: $A_o = 0,25 \cdot 0,01^{\frac{1}{3}} \cdot 0,2^{\frac{4}{3}} = 0,0063$;

– помещения: $A_{\text{п}} = 0,25 \cdot 0,01^{\frac{1}{3}} \cdot 12^{\frac{4}{3}} = 1,479$.

Расстояние от отсоса до ближайшего края источника (рисунок 2.3):

$$x_1 = 0,1\text{м.}$$

Расстояние от ближайшего к отсосу края источника до рабочего места:

$$x_2 = 1,0\text{м.}$$

От отсоса до дальнего края источника (формула (12)):

$$x_3 = x_1 + d, \quad (12)$$

$$x_3 = 0,1 + 0,5 = 0,6\text{м.}$$

Расстояние от местного отсоса до центра (формула (13)):

$$x_4 = x_1 + \frac{d}{2}, \quad (13)$$

$$x_4 = 0,1 + \frac{0,5}{2} = 0,35\text{м.}$$

От отсоса до рабочего места (формула (14)):

$$x_5 = x_1 + x_2, \quad (14)$$

$$x_5 = 0,1 + 1,0 = 1,1\text{м.}$$

Относительные расстояния (формула (15)):

$$\bar{x} = \frac{x}{b}, \quad (15)$$

$$\bar{x}_1 = \frac{x_1}{b} = \frac{0,1}{0,2} = 0,5\text{м},$$

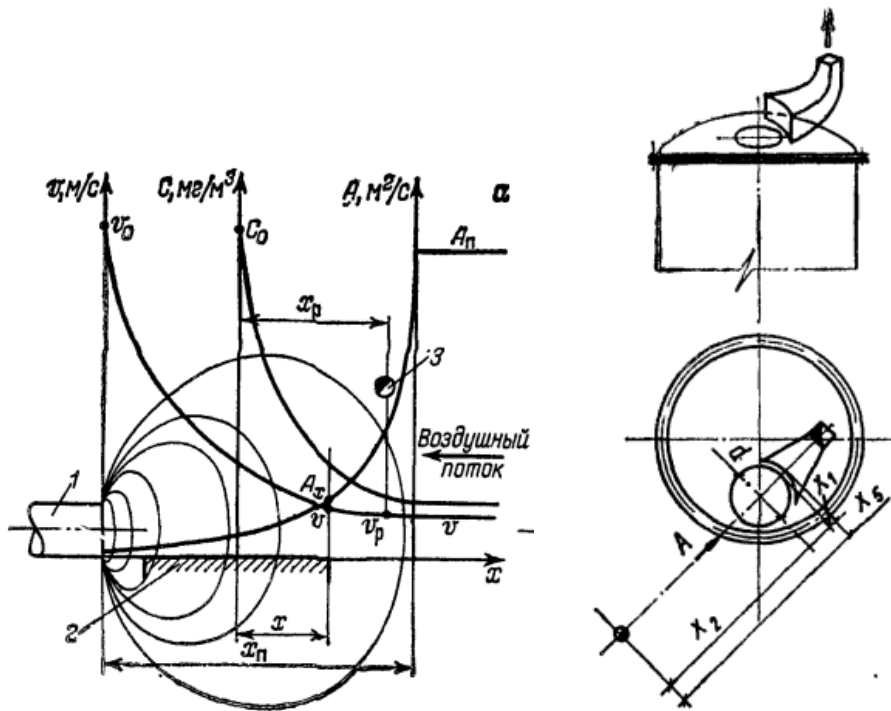


Рисунок 11 – Расчетные схемы

$$\bar{x}_3 = \frac{x_3}{b} = \frac{0,6}{0,2} = 3,0\text{м},$$

$$\bar{x}_4 = \frac{x_4}{b} = \frac{0,35}{0,2} = 1,75\text{м},$$

$$\bar{x}_5 = \frac{x_5}{b} = \frac{1,1}{0,2} = 5,5\text{м}.$$

$$\bar{v}_x = \frac{2}{\pi} \operatorname{arcctg} \left[\bar{x} \cdot \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \cdot (1 + \bar{x}^2)} \right], \quad (17)$$

$$\bar{v}_{x_3} = \frac{2}{180} \operatorname{arcctg} \left[3,0 \cdot \sqrt{1 + 1 \cdot (1 + 3,0^2)} \right] = 0,0637 \text{ м/с},$$

$$\bar{v}_{x_4} = \frac{2}{180} \operatorname{arcctg} \left[1,75 \cdot \sqrt{1 + 1 \cdot (1 + 1,75^2)} \right] = 0,158 \text{ м/с},$$

$$\bar{v}_{x_5} = \frac{2}{180} \operatorname{arcctg} \left[5,5 \cdot \sqrt{1 + 1 \cdot (1 + 5,5^2)} \right] = 0,02037 \text{ м/с}.$$

Скорость воздуха на расстоянии x , м/с:

$$v_{x_1} = 8,33 \cdot 0,5 = 4,165 \text{ м/с},$$

$$v_{x_3} = 8,33 \cdot 0,0637 = 0,53 \text{ м/с},$$

$$v_{x_4} = 8,33 \cdot 0,158 = 1,316 \text{ м/с},$$

$$v_{x_5} = 8,33 \cdot 0,02037 = 0,170 \text{ м/с}.$$

Поскольку скорость на расстоянии x_5 меньше подвижности воздуха в помещении, определяем расстояние, где скорость вблизи всасывающего отверстия равна подвижности воздуха в помещении: $v_x = v_{\Pi}$, но $\bar{v}_x = \frac{v_{\Pi}}{v_0}$, подставляя $v_x = v_{\Pi}$ получим:

$$\bar{v}_x = \frac{0,2}{8,33} = \bar{v}_x = \frac{2}{\pi} \operatorname{arcctg} \left[\bar{x} \cdot \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \cdot (1 + \bar{x}^2)} \right],$$

$$0,024 = \frac{2}{180} \cdot \operatorname{arcctg} y,$$

$$\text{где: } y = \bar{x} \cdot \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \cdot (1 + \bar{x}^2)}; \operatorname{arcctg} y = 2,16; y = 26,51;$$

$$\bar{x}^2 = z; z = 25,52; \bar{x} = 5,05; x = x_n = \bar{x} \cdot b; x_n = 5,05 \cdot 0,2 = 1,0105 \text{ м}.$$

Расстояние от границы, где $v = v_n$, до дальнего края источника (формула (18)):

$$x' = x_n - x_{\text{э}}, \quad (18)$$

$$x' = 1,0105 - 0,6 = 0,41 \text{ м}.$$

Относительное расстояние (формула (19)):

$$\bar{x} = \frac{x'}{b}, \quad (19)$$

$$\bar{x} = \frac{0,41}{0,2} = 2,05 \text{ м.}$$

Относительная скорость воздуха на расстоянии x' (формула (20)):

$$\bar{v}_x = \frac{2}{\pi} \operatorname{arccctg} \left[\bar{x} \cdot \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \cdot (1 + \bar{x}^2)} \right], \quad (20)$$

$$\bar{v}_x = \frac{2}{180} \operatorname{arccctg} \left[2,05 \cdot \sqrt{1 + 1 \cdot (1 + 2,05^2)} \right] = 0,123 \text{ м/с.}$$

Скорость воздуха на расстоянии x' :

$$v_{x'} = 8,33 \cdot 0,123 = 1,024 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Коэффициент турбулентного обмена на расстоянии x (формула (21)):

$$A_x = \frac{A_n v_{(x_n - x)}}{v_B} * \frac{1}{\frac{(A_n v_B - 1) \cdot (x_n - x)}{x_n} + 1}, \quad (21)$$

$$A_x = \frac{1,479 \cdot 1,024}{8,33} \cdot \frac{1}{\frac{\left(\frac{1,479 \cdot 0,2}{0,0063 \cdot 8,33} - 1\right) \cdot (1,0105 - 0,6)}{1,0105} + 1} = 0,06305 \text{ м}^2/\text{с.}$$

Расход воздуха в параллельном сечении к всасывающему отверстию местного отсоса на расстоянии x_4 (от местного отсоса до центра источника) (формула (22)):

$$L_4 = Fv_4, \quad (22)$$

$$L_4 = 0,2 \cdot 0,2 \cdot 1,316 \cdot 3600 = 189,5 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Концентрация вредного вещества над центром линейного источника (формула (23)):

$$C_0 = \frac{G}{L_4}, \quad (23)$$

Концентрация СО над центром линейного источника:

$$C_{\text{со}} = \frac{13960}{189,5} = 73,66 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}.$$

Концентрация сварочной аэрозоли над центром линейного источника:

$$C_{\text{св.пыль}} = \frac{16800}{189,5} = 88,65 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}.$$

Концентрация вредного веществ на краю линейного источника (формула (24)):

$$C_x = kC_0 e^{-\frac{vx}{Ax}}, \quad (24)$$

Коэффициент пропорциональности равен (формула (25)):

$$k = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}, \quad (25)$$

где M_1 – молекулярная масса воздуха, г/моль; M_2 – молекулярная масса вредного вещества, г/моль.

Коэффициент пропорциональности при выделении угарного газа равен:

$$k = \sqrt{\frac{29}{28}} = 1,018$$

Коэффициент пропорциональности при выделении сварочной пыли (аэрозоли) равен: $k = \sqrt{\frac{29}{159,7}} = 0,426$.

Концентрация СО на краю линейного источника:

$$C_x = 1,018 \cdot 73,66 \cdot e^{-\frac{0,53 \cdot 0,25}{0,06305}} = 9,178 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3}$$

Концентрация сварочной пыли на краю линейного источника:

$$C_x = 0,426 \cdot 88,65 \cdot e^{-\frac{0,53 \cdot 0,25}{0,06305}} = 4,617 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3}$$

Расход вещества, движущегося в противоположную сторону от местного отсоса (формула (26)):

$$G = \frac{F_v(C_x - C_\phi) \cdot 3,6}{1 - e^{-\frac{v_x}{A_x}}}, \quad (26)$$

Расход угарного газа:

$$G_{CO} = \frac{0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,53 \cdot (9,178 - 0) \cdot 3,6}{1 - e^{-\frac{0,53 \cdot 0,25}{0,06305}}} = 0,798 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

Расход сварочной пыли:

$$G_{\text{св. пыль}} = \frac{0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,53 \cdot (4,617 - 0) \cdot 3,6}{1 - e^{-\frac{0,53 \cdot 0,25}{0,06305}}} = 0,4018 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

Эффективность работы местного отсоса (формула (27)):

$$\text{Эф} = \frac{G_B - G}{G_B} \cdot 100\%, \quad (27)$$

$$\text{Эф}_{\text{МО(СО)}} = \frac{13,96 - 0,798}{13,96} = 94,2\%.$$

$$\text{Эф}_{\text{МО(св.пыль)}} = \frac{16,8 - 0,4018}{16,8} = 97,6\%.$$

Оценка эффективности улавливания вредных веществ описанного выше местного отсосов показала, что наиболее эффективным является местный отсос в виде приближенного раструба, поэтому предлагается системой с передвижным механическим фильтром ФМА-1200 оснастить рабочее место сварщика.

На рисунке 12 показана зависимость эффективности местного отсоса типа «приближенный раструб» от объема отсасываемого воздуха. С ростом производительности отсоса эффективность быстро возрастает [11].

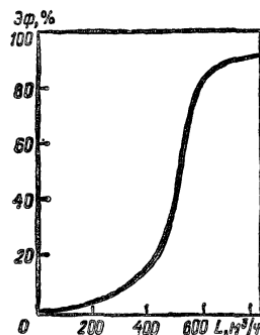


Рисунок 12 – Характер изменения эффективности местного отсоса типа «приближенный раструб» от объема отсасываемого воздуха

Проведем количественную оценку тяжести трудового процесса электрогазосварщика.

В соответствии с кратким описанием выполняемой работы электрогазосварщик выполняет ручную дуговую, плазменную и газовую сварку. Удерживает электродержатель с электродом весом 1,2 кг на протяжении 20160 с., без электрода весом 0,9 кг 2880 с. При операции замена электрода совершает движение рукой на расстояние 0,3 м. Занятость сварочными работами составляет до 80% рабочего времени.

Расчет показателей:

– физическая динамическая нагрузка за смену, кг·м, при перемещении груза на расстояние до 1м:

$$1,2 \text{ кг} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 6000 \text{ раз} + 0,9 \text{ кг} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 100 \text{ раз} = 2187 \text{ кг} \cdot \text{м};$$

– подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час):

$$25 \text{ кг} \cdot 1 \text{ шт.} \cdot 5 \text{ м} = 125 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

– масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг

п. 2.1. 25 кг; п. 2.2. 1.2 кг;

– расчет статической нагрузки – величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий, кг·с):

$$\text{п. 4.1. } (0,9 \text{ кг} \cdot 2880 \text{ с} + 1,2 \text{ кг} \cdot 17280 \text{ с}) = 23328 \text{ кг} \cdot \text{с};$$

– только по фиксированной рабочей позе имеется вредность класса 3.1.

2.3 Организационно-технические мероприятия, средства коллективной защиты, замена оборудования при выполнении сварочных работ

Для улучшения условий труда сварщиков предложено на сварочном посту вместо отсоса козырькового типа использовать более производительный передвижной механический фильтр ФМА-1200 с гибким

шлангом и раструбом, который устанавливается в непосредственной близости от источника загрязнения и выводит вредные вещества до того как они попадут в зону дыхания сварщика, рисунок 13.

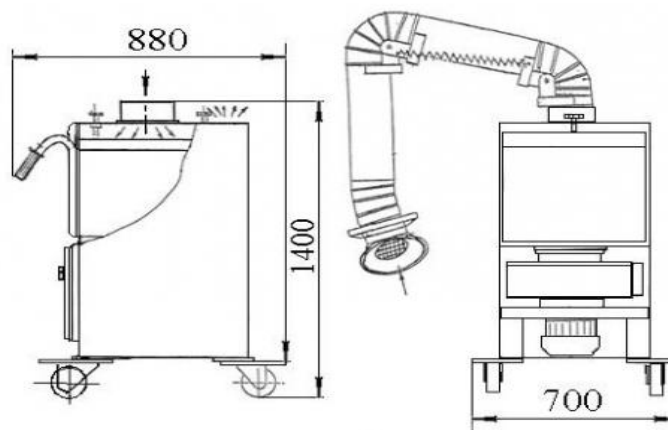


Рисунок 13 – Местный отсос в виде приближенного раструба

Представлен расчёт производительности и эффективности работы местной вытяжки от сварочного поста.

Максимально эффективными местными отсосами в сборочно-сварочных цехах являются системы из воздуховодов с гибкими вставками, закреплённые на растяжках [15,26].

Преимуществом этого типа местного отсоса над отсосами козырькового типа, которым оснащен рассматриваемый цех до модернизации является возможность оперативного во время работы сварщика приближения раструба к месту сварки на минимальное расстояние, тем самым сварочные аэрозоли не будут проходить через зону дыхания сварщика.

Данные системы являются мобильными и позволяют наиболее эффективно улавливать вредные вещества, выделяющиеся при различных видах сварочных работ - производительность в зависимости от вида сварочных работ $L=1200\div 1800$ м³/ч (оптимальный расход $L = 1200$ м³/ч).

Проектирование системы общеобменной и местной вентиляции в прокатно-ремонтном цехе.

Для улучшения условий труда электросварщиков в прокатно-ремонтном цехе эксплуатационного оборудования необходимо установить на сварочных постах стационарные механические фильтры типа ФМА-1200, производимые отечественной компанией ООО «ВентСнаб».

«Эти фильтры эффективно удаляют вредные вещества из зоны дыхания сварщика, а также очищают воздух от сварочного аэрозоля, образующегося при сварке, ручной газовой резке металлов. Фильтр позволяет удалять и очищать воздух рабочей зоны от мелкодисперсной (размеры частиц $\geq 0,3\text{мкм}$) сухой, невзрывоопасной, не слипающейся пыли, образующейся при механической обработке изделий из металла» [8, 27].

В прокатно-ремонтном цехе установлен сварочный пост, на котором работают два электрогазосварщика соответственно 4 и 5 разрядов.

По результатам проведения СОУТ в НГДУ «Быстринскнефть» рабочему месту электрогазосварщика присвоен класс опасности 3.2 [4–5]. Часть аэрозоля попадает в атмосферу без очистки, а часть рассеивается в атмосфере цеха. Это вызывает профессиональные респираторные, кожные и желудочно-кишечные заболевания у работников.

С целью модернизации существующей системы местной вентиляции было предложено инновационное решение на рассматриваемом сварочном посту.

На рисунке 14 как раз показан предлагаемый нами передвижной механический фильтр ФМА-1200.

«Фильтр состоит из корпуса с двумя входными патрубками, к которым подключены закреплённые на корпусе воздухоприёмные устройства. Имеются установочные ножки. Возможно также от производителя установка фильтра настенная в случае необходимости. Внутри корпуса по ходу воздушного потока установлен отбойник для предотвращения попадания крупных частиц, окалины и искр на 2 картриджных фильтрующих элемента» [7].



Рисунок 14 – Передвижной механический фильтр ФМА-1200

«Выбор средств защиты глаз и лица. Для уменьшения влияния химического фактора целесообразно использовать при проведении работ респиратор ЗМ9925, он обеспечивает эффективную защиту от сварочных аэрозолей, дымов металла, пыли и туманов с дополнительной защитой от органических паров и озона. Низкопрофильная форма респиратора предполагает его использование под щитком сварщика; он имеет продолжительный срок службы.

Защитные щитки и шлемы изготавливают по ГОСТ Р 12.4.238-2007 из токонепроводящих материалов – фибры или пластмассы. Масса щитка не превышает 0,48 кг, шлема – 0,6 кг. Внутренние поверхности щитка и шлема – гладкие, матовые, черного цвета. Щиток состоит из корпуса со смотровым окном и ручки, имеющей круглое поперечное сечение и длину не менее 120 мм. Шлем представляет собой защитное приспособление, имеющее два фиксированных положения корпуса: опущенное (рабочее) и откинутое назад» [9, 17, 18].

Для защиты глаз от вредного излучения дуги в настоящее время щитки и шлемы снабжаются светофильтрами типа С темно-зеленого цвета, которые выпускают вместо светофильтров типа Э. При дуговой сварке используются светофильтры С-3 ... С-8, сварочный ток для которых указан в таблице 9, а также светофильтры на жидких кристаллах типа «Хамелеон».

Таблица 9 – Значения сварочных токов для светофильтров, защищающих глаза сварщиков от излучения дуги

Класс светофильтра	Сварочный ток, А
С-3	15 ... 30
С-4	30 ... 60
С-5	50 ... 150
С-6	150 ... 275
С-7	275 ... 350
С-8	350 ... 600

Защитные светофильтры (затемненные стекла), предназначенные для защиты глаз сварщиков от излучения дуги, изготавливаются 13 классов, или номеров (ГОСТ 12.4.253–2013).

Светофильтры, имеющие размер 52 × 102 мм, вставляют в рамку щитка, а снаружи защищают от брызг металла и шлака обычным стеклом. Прозрачное стекло периодически заменяют.

Также для ручной сварки необходимо взамен стандартных рукавиц приобрести пятипалые спилковые краги, поскольку они эргономичны, жаростойки, надежны и долговечны.

Снижение тяжести труда и рисков травмирования за счет механизации и автоматизации производства.

«Для механизации приспособлений их элементы (прижимы, распоры и т.п.) на предприятии оснащают специальными быстродействующими приводами (гидравлическими, пневматическими, электрическими), приведение в действие которых осуществляется по командам человека или автоматическими устройствами. Механизация сварочных работ

предполагает, что оборудование для механизации сварочных работ можно разделить на две группы: оборудование для закрепления и перемещения свариваемых изделий; оборудование для установки и перемещения сварочных аппаратов относительно изделия и передвижения сварщиков.

Оборудование для закрепления и перемещения свариваемых изделий служит для закрепления и размещения изготавливаемых изделий в наиболее удобных положениях для выполнения сварки. Основными разновидностями такого оснащения являются манипуляторы, позиционеры, кантователи, вращатели, роликовые стенды, поворотные столы и др.» [10, 20]

Электросварочные работы предлагается вести на специальном столе для электросварочных работ ОКС-7523, рисунок 15.



Рисунок 15 – Стол для электросварочных работ ОКС-7523

Стол имеет размеры: длина – 1200 мм, ширина – 800 мм, ширина боковой части – 100мм. Высота стола: 850мм, толщина металла – 6мм, размер отверстий – 16мм, шаг перфорации – 50мм и плоскостность поверхности – 0,5мм. Усиленная ребрами жесткости конструкция позволяет избегать деформации при больших нагрузках.

Сварочный стол ОКС-7523 используется для надёжной фиксации заготовок при сварочных работах с помощью сетки отверстий и специальных зажимных приспособлений. В цехе также применяются электродержатель, обратный провод с зажимом, предлагается использовать передвижной мобильный вентиляционный агрегат, описанный выше.

Таким образом, снижение тяжести труда может быть обеспечено за счет сокращения физической динамической нагрузки, массы поднимаемых и перемещаемых деталей при сварке и сокращением числа стереотипных рабочих движений, а также за счет уменьшения глубины и частоты наклона корпуса работника в пространстве.

3 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [16] составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест ремонтно-механического цеха эксплуатационного оборудования (таблица 10).

Таблица 10 – Реестр рисков

Опасность	ID	Опасное событие
Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	02.01	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	09.01	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.01	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины	13.06	Ожог роговицы глаза
Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	23.01	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Электрический ток	27.01 27.04	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением Воздействие электрической дуги

В выбранном подразделении работает комплексная бригада электрогазосварщиков, в функции которой входит проведение ремонтных и сварочных работ нефтепромыслового оборудования.

«Далее в соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н проведем идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах.

Базой для анализа были выбраны рабочие места: электрогазосварщика, электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования, а также слесаря-ремонтника» [12].

Прежде всего, на анализируемых рабочих местах опасность представляет воздействие вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны электрогазосварщика, что подтверждено протоколами замеров, произведенных в рамках проводимой в организации СОУТ.

Также электрогазосварщик при пренебрежении СИЗ от воздействия неионизирующих излучений подвержен воздействию УФИ, что также отражено в протоколах к картам СОУТ. Кроме того, у сварщика возникают проблемы с эргономичностью рабочего места, часто работы ведутся в стесненных условиях и неудобной позе.

«Для электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования опасным фактором является образование токсичных паров при нагревании твердых веществ. Работник, находясь без СИЗ органов дыхания (респиратора или маски) может получить отравление, если будет вдыхать пары расплавления твердых веществ.

В деятельности электромонтера и слесаря-ремонтника присутствуют постоянные контакты, связанные с воздействием на кожные покровы обезжиривающих и чистящих средств. Эти вещества часто вызывают дерматиты и иные заболевания кожи. В совокупности с отсутствием СИЗ или должного их использования ситуация усугубляется, может появиться профессиональное заболевание» [12].

Оценка вероятности представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Оценка вероятности

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

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Оценка степени тяжести последствий

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

Продолжение таблицы 12

2	Незначительная	Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. Инцидент Быстро потушенное загорание	2
1	Приемлемая	Без травмы или заболевания Незначительный, быстро устранимый ущерб	1

По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте была заполнена Анкета (таблица 13). Анкета заполняется в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

Таблица 13 – «Анкета для идентификации значимости оценки риска»

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Электрогазосварщик	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушным и взвешиваемыми вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны	5	5	3	3	15	Средний

Продолжение таблицы 13

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением Воздействие электрической дуги	3	3	4	4	12	Средний
Слесарь-ремонтник	Образование токсичных паров при нагревании	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	2	2	3	3	6	Низкий

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле (28):

$$R=A \cdot U, \quad (28)$$

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

Расчет риска для 3-х взятых профессий;

Для электрогазосварщика $R=3 \cdot 5 = 15$,

Для электромонтера $R=3 \cdot 4 = 12$,

Для слесарь-ремонтника $R=2 \cdot 3 = 6$.

Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);

– 18-25 (высокий).

Получили, что по риску «Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» на объекте защиты имеется средний риск.

«В результате составления реестра опасностей и оценки рисков в разделе установлено, что на объекте защиты следует повысить уровень контроля за применением СИЗ, соблюдением требований охраны труда, а также предложить СКЗ от воздействия загазованности на рабочих местах электрогазосварщика. Необходимо организовать эффективную работу всех видов вентиляции для оздоровления воздушной среды цеха.

Для того чтобы в работе электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования было меньше вероятностей поражения электрическим током, требуется выводить неисправное электрооборудование их эксплуатации, осуществлять своевременный ремонт и технический ремонт электрооборудования» [6, 14].

Следует установить дополнительные указатели и знаки безопасности. В данном случае ключевыми мероприятиями должны стать организационные, направленные на повышение знаний работников о требованиях охраны труда и технике безопасности.

4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Предприятия по добыче нефти на месторождении, где осуществляет свою деятельность объект защиты ремонтно-механический цех ООО «СКН» относятся к классу I согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03. Санитарно-защитная зона составляет 1000 м. Согласно постановлению Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. №2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» объекты по добыче сырой нефти и (или) природного газа относятся к объектам I категории оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (НВОС).

Была определена антропогенная нагрузка объекта защиты ремонтно-механического цеха ООО«СКН», технологического процесса сварки и механической обработки материалов на окружающую среду, таблица 14.

Таблица 14 – «Антропогенная нагрузка на окружающую среду»

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух (выбросы, перечислить виды выбросов)	Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов)	Отходы (перечислить виды отходов)
Объект защиты – ООО «СКН»	ремонтно-механический цех (сварочные посты)	Азота диоксид, углерод оксид, марганец в сварочных аэрозолях, озон, пыль неорганическая	Вдалеке от источников воды и водоемов	отходы от сварочных процессов, остатки и огарки стальных сварочных электродов, отходы флюсов, шлаки, промаслянная ветошь
	Заточной и сверлильный станки (участок мехобработки)	Металлическая, полимерная и абразивная пыль, стружка	Вдалеке от источников воды и водоемов	Пыль и стружка, не утилизированная тара» [23]
Количество в год		0,002913 т/г	-	-

«Выделяемые объектом защиты вредные вещества относятся к 1,2,3 и 4 классам опасности. Всего в ходе деятельности выделяется 8 различных вредных веществ, а также 2 группы веществ, обладающих эффектом суммации.

Далее было определено соответствие технологии производственного контроля наилучшим доступным (таблица 15). Данные заполнены в соответствии с формой, закрепленной в Приказе Минприроды РФ от 14.06.2018 № 261» [13].

Таблица 15 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
2	3	4	5
1	Сварочный пост	Вытяжка	Нет
2	Заточной и сверлильный станок	Аспирация пыли	Нет

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Наименование загрязняющего вещества
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)
Марганец в сварочных аэрозолях
Железа диоксид
Углерод оксид
Озон
Фтористый водород
Сварочный аэрозоль

Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух представлены в таблице 4.4.

Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2022 год представлены в таблице 17.

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							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Сварочный пост	0001	Вентиляционная труба	Железа диоксид	0,002856	0,002829	0,99054	01.08.19	0	-
2	Сварочный пост	0001	Вентиляционная труба	Марганец	0,000714	0,00054	0,756	01.08.19	0	-
3	Сварочный пост	0001	Вентиляционная труба	Фтористый водород	0,000357	0,000077	0,215	01.08.19	0	-
4	Сварочный пост	0001	Вентиляционная труба	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,00607	0,000154	0,02537	01.08.19	0	-
5	Сварочный пост	0001	Вентиляционная труба	Углерода оксид	0,357	0,003265	0,0091456	01.08.19	0	-
6	Сварочный пост	0001	Вентиляционная труба	Озон	0,00714	0,00021	0,029411	01.08.19	0	-
					-	0,010429	-		0	-

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами

Таблица 18 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022г.

N строки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				Хранение	Накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	остатки и огарки стальных сварочных электродов	91910001205	V	0	0	1,08	0	0	0
2	шлак сварочный	91910002204	IV	0	0	0,0432	0	0	0
3	Металлическая стружка и пыль	36121502224	IV	0	0	0,1166	0	0	0
4	Абразивная пыль	36122102424	IV	0	0	0,07387	0	0	0
5	Отходы бытовые	8 22 401 01 24 4	IV	2,0	1,0	2,0	0	0	0

Продолжение таблицы 18

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн							
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения		
11	12	13	14	15	16		
0	0	1,08	0	0	0		
0	0	0,0432	0	0	0		
0	0	0,1166	0	0	0		
0	0	0,07387	0	0	0		
0	0	0	0	0	0		
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн						Наличие отходов на конец года, тонн	
Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление	
17	18	19	20	21	22	23	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0,81	

В данном разделе определено, что объект защиты ремонтно-механический цех ООО «СКН» относится к классу I согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03, так как предприятие находится на месторождении, оказывая услуги в области добычи нефти.

«Была определена антропогенная нагрузка объекта защиты ремонтно-механического цеха ООО «СКН», технологического процесса сварки на окружающую среду по результатам которой установлено, что выделяемые объектом защиты вредные вещества относятся к 1,2,3 и 4 классам опасности, всего в ходе деятельности выделяется 8 различных вредных веществ, а также 2 группы веществ, обладающих эффектом суммации» [4].

По результатам анализа не выявлено превышение предельно-допустимых концентраций.

5 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

5.1 План действий по предупреждению и ликвидации ЧС организаций

Описание сценариев вероятных аварий и наиболее опасных последствий аварии.

«Основываясь на анализе первопричин возникновения и факторов, определяющих исходы аварий, учета особенностей проводимых работ, определены следующие типовые сценарии аварии:

Сценарий 1 (С1) – выброс пластового газа без воспламенения, распространение токсичной примеси;

Сценарий 2 (С2) – горение шлейфа пластового флюида;

Сценарий 3 (С3) – взрыв ТВС;

Сценарий 4 (С4) – пролив ДТ без воспламенения;

Сценарий 5 (С5) – пожар пролива ДТ.

В качестве наиболее опасного сценария аварии определен сценарий, связанный с факельным горением выброса, сопровождающийся значительным социальным и материальным ущербом» [6]. Описание наиболее опасного и наиболее вероятного сценариев аварий на участке ведения буровых работ на Быстринском месторождении приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Описание сценариев аварии

Наиболее опасный сценарий		Наиболее вероятный сценарий	
№ сценария	Описание сценария	№ сценария	Описание сценария
Сценарий С2 Факельное горение выброса	Полная разгерметизация обсадных колонн, подземного оборудования скважины, →	Сценарий С1 Распространение сероводорода при выбросе	Полная или частичная разгерметизация обсадных колонн подземного оборудования скважины

Продолжение таблицы 19

<p>Сценарий С2 Факельное горение выброса пластового газа при разгерметизации оборудования скважины</p>	<p>истечение пластового флюида из отверстия разгерметизации → воспламенение истекающего газа → возникновение пожара колонного типа → термическое воздействие на технологического оборудование, персонал → повреждение конструкций буровой установки, получение людьми ожогов различной степени тяжести, а так же травм от падающих предметов или действия ВВС → потеря контроля за скважиной → глушение скважины пластового газа при разгерметизации оборудования скважины</p>	<p>пластового газа без воспламенения.</p>	<p>истечение пластового флюида из отверстия разгерметизации → отсутствие воспламенения истекающего газа → рассеивание газа в атмосфере → образование и распространение облака сероводорода → поражение людей в зоне распространения сероводорода.</p>
--	--	---	---

Таблица 20 – Вероятные зоны действия поражающих факторов аварии

<p>Параметры поражения</p>	<p>Наиболее опасный сценарий</p>	<p>Наиболее вероятный сценарий</p>
	<p>Сценарий С2 Факельное горение выброса пластового газа при разгерметизации оборудования скважины</p>	<p>Сценарий С1 Распространение сероводорода при выбросе пластового газа без воспламенения.</p>
<p>Сценарий С2 Факельное горение выброса пластового газа. СТО Газпром 2-2.3-400-2009</p>		
<p>Высота факела в момент выброса, м</p>	<p>До 64</p>	<p>-</p>
<p>Диаметр факела, м</p>	<p>До 32</p>	<p>-</p>
<p>Глубина зоны термического воздействия с тепловым потоком 15 кВт/м², м</p>	<p>До 39</p>	<p>-</p>
<p>Сценарий С1 Выбросе пластового газа без воспламенения. СТО Газпром 2-2.3-400-2009</p>		
<p>Высота выброса в момент выброса, м</p>	<p>-</p>	<p>До 64</p>
<p>Диаметр факела, м</p>	<p>-</p>	<p>До 32</p>

Продолжение таблицы 20

Распространение сероводорода		
Инверсия, 1 м/с	-	
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 120 сек.)		41/-1
Полуширина зоны/на расстоянии, м		129/42
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 1800 сек.)	-	799/-12
Полуширина зоны/на расстоянии, м		711/684
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 120 сек.)	-	61/-1
Полуширина зоны/на расстоянии, м		170/61-
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 1800 сек.)		1243/-12

Информация о вероятных зонах действия поражающих факторов наиболее опасного и наиболее вероятного сценариев аварий, как можно наблюдать, варьируется.

5.2 Состав противоаварийных сил, аварийно-спасательных и других служб привлекаемых для ликвидации возможных ЧС

В соответствии со ст. 10 ФЗ № 116 от 21.07.1997г. в эксплуатирующей организации созданы вспомогательные спасательные команды (ВСК) из числа работников, занятых на объектах, где ведутся буровые работы и поддерживаются в готовности к применению силы и средства по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в том числе:

- вспомогательные спасательные команды (ВСК) в составе 30 человек создаваемого из числа работников буровых вахт (приказ №234 от 22.05.2014г.);
- добровольная пожарная дружина (ДПД) в составе 120 человек.
- формирования укомплектованы техникой, средствами индивидуальной защиты, приборами разведки, средствами связи и т.д.

– кроме собственных формирований, для ликвидации аварий и ЧС на договорной основе могут привлекаться силы и средства ОВПО ОАО «Сургутнефтегаз».

В состав ОВПО ОАО «Сургутнефтегаз» входит 3 пожарные части:

– ведомственная пожарная часть по охране ГПЗ (ВПЧ ГПЗ);

– ведомственная пожарная часть по охране ГПУ (ВПЧ ГПУ);

ведомственная специализированная пожарная часть по тушению крупных пожаров (ВСПЧ).

Численный состав ОВПО составляет 363 работника.

На вооружении ОВПО состоит 40 единиц основной, специальной и вспомогательной техники, в том числе:

– пожарные автоцистерны (АЦ) – 17 единиц;

– автомобили порошкового тушения (АП-5) 2 единицы;

– рукавные автомобили (АР-2) – 2 единицы;

– передвижные насосные станции (ПНС-110) – 2 единицы;

– автомобили пенного тушения (АПТ) – 2 единицы;

– автолестница (АЛ) – 1 единица;

– штабной автомобиль (АШ) – 1 единица;

– оперативно-служебный транспорт – 10 единиц.

Пожарные автомобили укомплектованы пожарно-техническим вооружением в соответствии с нормами определенными приказом МВД РФ от 20.12.1993г. № 550 «Об утверждении норм табельной положенности и расхода противопожарного, технологического и гаражного оборудования для пожарной охраны МВД Российской Федерации» и приказом Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ЛПСБ от 25.07.2006г. № 425 «Об утверждении норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года».

Для работы в непригодной для дыхания среде ОВПО укомплектовано 30 воздушными дыхательными аппаратами BD-296-S-Z фирмы MSA «AUER».

В соответствии с приказом генерального директора в Военизированной части создана Группа оперативного реагирования по ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов на объектах ОАО «Сургутнефтегаз» на суше. Для оперативного выдвижения к месту проведения работ по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов выделен автомобиль марки Урал-4320, оснащенный согласно описи. Из оперативного состава Военизированной части обучены для проведения работ по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов и аттестованы в установленном порядке 130 человек. Отделения ГОР и дополнительный транспорт, в случае необходимости, направляются на работы по ЛАРН.

Военизированная часть аттестована на право ведения нескольких видов аварийно-спасательных и других неотложных работ в чрезвычайных ситуациях, имеет соответствующее свидетельство.

Для ликвидации крупных пожаров предусмотрено привлечение сил и средств Главного управления МЧС России по Забайкальскому краю в составе 12 расчетов на пожарных автоцистернах.

Силы и средства, привлекаемые для ликвидации возможных ЧС в данной организации располагаются в ближайших населённых пунктах - посёлок Новоширокинский в 14 км к северо-востоку и в районном центре — посёлок Газимурский Завод в 25 км к северо-западу.

5.3 Оповещение в случае возникновения аварии на ОПО

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 01.03.1993 года № 178, создание локальной системы оповещения на буровой площадке и прилегающей территории – не требуется. Организация и осуществление оповещения о ЧС на объекте проводится в соответствии с Положением о

системах оповещения населения (утвержденным совместным приказом МЧС России, Министерством информационных технологий и связи РФ и Министерством культуры и массовых коммуникаций РФ от 25.07.2006 года № 422/90/376). В соответствии с разделом II, пункт 11 вышеуказанного Положения оповещаются:

- руководящий состав региональных служб и организаций, участвующих в ликвидации ЧС на объекте;
- аварийно-спасательные формирования, в том числе специализированные; Оповещение заинтересованных организаций, должностных лиц в случае возникновения
- ЧС на объекте производится с помощью средств связи (УКВ радиосвязь, мобильная спутниковая система связи).

Принципиальная схема оповещения о ЧС техногенного и природного характера на опасном производственном объекте приведена в Приложении Д.

5.4 Действия сил предприятия, эксплуатирующей ОПО, по локализации и ликвидации аварии

Ликвидация аварийных ситуаций на объекте силами подразделений предприятия и привлекаемых организаций осуществляется в соответствии с имеющимся Планом ликвидации аварий

«Оперативная часть плана содержит сценарии возможных аварийных ситуаций, порядок действий по локализации и ликвидации аварий, указание сил и средств для ликвидации аварий, ответственных лиц за проведение работ и места их дислокации, обязанности лиц, принимающих участие в ликвидации последствий аварии.

- Основные действия по локализации и ликвидации аварий заключаются:
- в своевременном обнаружении аварии;

- в оперативном оповещении должностных лиц организации, сторонних организаций и аварийно-спасательных подразделений об аварии;
- в оценке масштабов аварии и принятии решения по задействованию требуемого количества сил и средств по ликвидации аварии;
- в локализации места аварии с целью недопущения ее эскалации и ограничения доступа к месту аварии посторонних лиц;
- в ликвидации последствий аварии» [8].

При проявлении первых признаков газопроявления буровая вахта обязана:

- немедленно загерметизировать устье скважины, зафиксировать объем притока в приемной емкости, плотность промывочной жидкости до проявления, избыточное давление в трубном и затрубном пространстве;
- оповестить бурового мастера, начальника смены инженерно-технологической (диспетчерской) службы эксплуатирующей организации, дежурного филиала АВЧ ООО «Газпром Газобезопасность».

Первоочередные действия буровой вахты при возникновении открытого фонтана состоит из:

- покидания опасной зоны;
- применения СИЗ;
- оповещения начальника смены инженерно-технологической (диспетчерской) службы эксплуатирующей организации;
- устранения возможных источников огня (глушение двигателей внутреннего сгорания, отключении линий электропитания, погашении технических и бытовых топок, прекращении огневых работ;
- прекращения движения транспорта в опасной зоне и установление предупреждающих знаков.

«Для проведения аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ могут быть использованы силы и средства эксплуатирующей организации, а также формирования и силы ОПВО ОАО «Сургутнефтегаз». Для ликвидации аварии могут быть привлечены любые специалисты штатного состава, транспортные средства, грузоподъемные машины, технические средства» [7].

«Оцепление места аварии и усиление режима допуска людей и транспорта к местам проведения спасательных работ осуществляется службой корпоративной защиты» [16].

«Обеспечение высокой готовности сил и средств аварийно - спасательных формирований к выполнению свойственных задач достигается путем выполнения следующих мероприятий» [9]:

- «укомплектованием аварийно-спасательных бригад личным составом в соответствие со штатным расписанием;
- своевременным оснащением техникой, оборудованием и инструментом в соответствие с табелем снабжения и запасными частями, и расходными материалами;
- обучением и тренировками аварийных бригад по действиям при авариях в соответствии с их назначением и графиком проведения аварийных тренировок (выездов);
- обеспечением экстренной выдачи средств индивидуальной защиты во внеурочное (ночное) время и в зоне ЧС;
- обеспечением экстренной выдачи технологической документации для проведения ремонтно-восстановительных работ, как в рабочее время, так и во внеурочное (ночное) время и в зоне ЧС» [12];
- «обеспечением автономными источниками освещения мест работы и автономными средствами связи;
- отработкой организации экстренного оповещения и сбора личного состава формирований;

- обеспечением хранения материально-технических запасов для аварийно-восстановительных работ вне зон возможных разрушений;
- отработкой плана обеспечения питанием, предметами первой необходимости и медицинской помощи в зоне локализации и ликвидации аварии;
- содержанием в рабочем порядке подъездных путей к площадкам складированных материальных и строительных запасов;
- отработкой действий по аварийным расписаниям;
- отработкой схемы взаимодействия и плана привлечения (по согласованию) сил и средств близлежащих объектов» [7].

Если в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы или иного бедствия на ОПО требуется проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, направленных на спасение жизни и сохранения их здоровья, снижения материальных потерь и ущерба окружающей природной среде, то руководителем эксплуатирующей организации объявляется чрезвычайная ситуация.

«Руководство первоочередными аварийно-спасательными и аварийно - восстановительными работами, включая эвакуацию персонала, оценка масштаба и тяжести последствий ЧС возлагаются на постоянно действующие комиссии по чрезвычайным ситуациям.

Если масштабы аварии таковы, что имеющимися силами и средствами локализовать или ликвидировать ее невозможно, то объектовая комиссия по аварии обращается за помощью к вышестоящей КЧС, которая может взять на себя координацию или руководство ликвидацией этой ЧС и оказать необходимую помощь» [10].

Решение о завершении работ по ликвидации ЧС принимает комиссия, обеспечивающая руководство ими.

В качестве взаимодействующих подразделений для ликвидации ЧС на Участке ведения буровых работ, могут привлекаются: территориальные силы ОГПС МЧС РФ.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

6.1 Безопасность технологических процессов и производств

Для определения эффективности того, либо иного технического решения по снижению загазованности и запыленности воздуха рабочей зоны в помещениях ремонтно-механического цеха ПРЦЭО на Быстринском месторождении выполним анализ стоимости приобретаемых аппаратов, средств и материалов, с помощью которых реализуются мероприятия.

Для обеспечения техносферной безопасности был составлен план реализации мероприятий по обеспечению безопасных условий труда и рассчитан размер финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами (таблица 21)

Таблица 21 – Сравнение эффективности применения и стоимости технических решений улучшающих условия труда сварщиков и слесарей при ремонтных работах

Мероприятия по снижению загазованности, запыленности воздуха рабочей зоны и уровней шума, элементы механизации и автоматизации производства	Затраты на приобретение и изготовление, тыс.руб.	Источник финансирования	Снижение класса вредности условий труда	Срок выполнения
На сварочном посту (снижение загазованности за счет использования передвижного механического фильтра ФМА-1200 вместо местного отсоса козырькового типа)	175,0	Бюджет организации	с вредного класса 3.1 до допустимого класса 2	2024 год

Продолжение таблицы 21

Механизация работ, удобство операций за счет применения стола для электросварочных работ ОКС-7523	33,5	Бюджет организации	Снижение тяжести и трудоемкости работ за счет механизации, с вредного класса 3.1 до допустимого класса 2	2024 год
Улучшение качества освещения сварочного поста путем рационального размещения и подбора светодиодных светильников	52,0	Бюджет организации	Комфортная световая среда на рабочем месте, с вредного класса 3.1 до допустимого класса 2	2024 год
Улучшение условий труда электрогазосварщика за счет использования СИЗ	19,0	Бюджет организации	Только на рабочем месте электрогазосварщика с класса 3.1 до 2	2024 год

Затраты на мероприятия по улучшению условий труда электрогазосварщиков составят 269,5 тыс. рублей, при этом приобретение средств индивидуальной защиты можно осуществить за счет возврата страховых взносов, приобретение оборудования за счет инвестиционной программы развития.

Согласно Федеральному закону от 22.12.2005 №179-ФЗ размер страхового тарифа по классу профессионального риска (3 класс) для представленной экономической деятельности составляет 0,4%

При реализации того или иного технического решения имеет место также эффект от изменения категории тяжести условий труда, который может приводить к росту производительности труда, а также росту работоспособности. Кроме того работодатель меньше затрачивается на оплату листков нетрудоспособности персонала.

Рассчитать санитарно-гигиеническую эффективность мероприятий возможно по следующему алгоритму.

Увеличение числа производственного оборудования, соответствующего требованиям безопасности (формула (29)):

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100\%, \quad (29)$$

где M_1 , M_2 – число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности до и после внедрения мероприятий, шт.;

M – общее количество единиц производственного оборудования, шт.

$$M = \frac{3 - 0}{4} \cdot 100\% = 75\%.$$

Увеличение числа производственных помещений, отвечающих требованиям безопасности их эксплуатации (формула (30)):

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B} \cdot 100\%, \quad (30)$$

где B_1 , B_2 – количество производственных помещений, не отвечающих требованиям безопасности их эксплуатации до и после внедрения мероприятий шт.;

B – общее количество производственных помещений, шт.

$$\Delta B = \frac{1 - 0}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Сокращение количества рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям (формула (31)):

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K} \cdot 100\%, \quad (31)$$

где K_1, K_2 – количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий шт.;

K – общее количество рабочих мест, р.м.

$$\Delta K = \frac{2 - 0}{2} \cdot 100\% = 100\%.$$

Социальную и экономическую эффективность мероприятий по обеспечению безопасных условий труда возможно оценить по следующему алгоритму.

«Прирост производительности труда за счет уменьшения затрат времени на выполнения операции (формула (32)):

$$P_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{шт}1} - t_{\text{шт}2}}{t_{\text{шт}1}} \cdot 100\%, \quad (32)$$

где суммарная затрата времени (включая перерыв на отдых) на технологический цикл составит (формула (6.5))» [2]:

$$t_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{ом}} + t_{\text{отл}}, \quad (33)$$

где t_0 – оперативное время, мин;

$t_{\text{отл}}$ – время на отдых и личные надобности, мин;

$t_{\text{ом}}$ – время обслуживания рабочего места.

$$\begin{aligned} t_{\text{шт}1} &= 21,25 + 7 + 12 = 40,25 \text{ мин,} \\ t_{\text{шт}2} &= 21,25 + 7 + 7 = 35,25 \text{ мин,} \\ P_{\text{тр}} &= \frac{40,25 - 35,25}{40,25} \cdot 100\% = 12,4\%. \end{aligned}$$

Прирост производительности труда за счёт экономии численности работников в результате повышения трудоспособности (формула (6.6)):

$$П_{\text{Э}_q} = \frac{\text{Э}_q \cdot 100\%}{\text{ССЧ}_1 - \text{Э}_q}, \quad (34)$$

где Э_q – сумма относительной экономии (высвобождения) численности работающих (рабочих) по всем мероприятиям, чел.;

ССЧ_1 – среднесписочная численность работающих до проведения мероприятий, чел.

Согласно представленным данным, сумма относительной экономии (высвобождения) численности работающих (рабочих) по всем мероприятиям составляет 0,0075 чел.

$$П_{\text{Э}_q} = \frac{0,0075 \cdot 100\%}{2 - 0,0075} = 37,6\%.$$

Общий годовой экономический эффект от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий (формула (6.7)):

$$\text{Э}_g = \text{Э}_{\text{мз}} + \text{Э}_{\text{усл.тр}} + \text{Э}_{\text{страх}}, \quad (35)$$

где $\text{Э}_{\text{мз}}$ – годовая экономия материальных затрат (формула (6.8));

$\text{Э}_{\text{усл.тр}}$ – годовая экономия за счёт уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда (формула (6.9));

$\text{Э}_{\text{страх}}$ – годовая экономия по отчислениям на социальное страхование.

$$\text{Э}_{\text{мз}} = P_{\text{мз2}} - P_{\text{мз1}}, \quad (36)$$

где $P_{\text{мз1}}$ и $P_{\text{мз2}}$ – материальные затраты в связи с несчастными случаями до и после проведения мероприятий, руб.

$$\text{Э}_{\text{мз}} = 58\,800 - 34\,500 = 24\,300 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{усл.тр}} = \mathcal{C}_1 \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{год1}} - \mathcal{C}_2 \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{год2}}, \quad (38)$$

где \mathcal{C}_1 и \mathcal{C}_2 – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел.

$\text{ЗПЛ}_{\text{год}}$ – среднегодовая заработная плата работника, руб.

$$\mathcal{E}_{\text{усл.тр}} = 2 \cdot 512\,400 - 0 \cdot 512\,400 = 1\,024\,800 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{страх}} = \mathcal{E}_{\text{усл.тр}} \cdot t_{\text{страх}}, \quad (39)$$

где $t_{\text{страх}}$ – страховой тариф по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (0,4%).

$$\mathcal{E}_{\text{страх}} = 1\,024\,800 \cdot 0,4\% = 4\,099,2 \text{ руб.}$$

Тогда общий годовой экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_r = 24\,300 + 1\,024\,800 + 4\,099,2 = 1\,053\,199,2 \text{ руб.}$$

Не менее важное значение при определении величины экономического эффекта от проводимых мероприятий по охране труда имеют следующие показатели.

Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяются соотношениям суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту (формула (40)):

$$T_{\text{ед}} = \frac{Z_{\text{ед}}}{\mathcal{E}_r}, \quad (40)$$

$$T_{\text{ед}} = \frac{213\,500}{1\,053\,199,2} = 0,3 \text{ года}$$

5. Коэффициент экономической эффективности – это величина, обратная сроку окупаемости (формула (41)):

$$E_{ед} = \frac{1}{T_{ед}}, \quad (41)$$

$$E_{ед} = \frac{1}{0,3} = 3,33.$$

Полученный срок окупаемости капитальных вложений составляет 0,3 года и его следует считать приемлемым.

6.2 Экозащита и экоаналитика

Расчёт платы за выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяется по следующей формуле (42):

$$P_{атм} = \sum_{i=1}^n (C_{i\text{ атм}} \cdot M_{i\text{ атм}}), \quad (42)$$

«где i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

$C_{i\text{ атм}}$ – расчётная ставка платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативных выбросов с учетом коэффициентов, руб.;

$M_{i\text{ атм}}$ – фактический выброс i -го загрязняющего вещества, т.» [13]

В таблице 22 представлены исходные данные для расчёта платы.

Таблица 22 – Исходные данные к расчету

Наименование вещества	Фактическое значение, т	Расчётная ставка платы за выброс 1 тонны ЗГ
Азота оксиды	$64 \cdot 10^{-9}$	93,5
Углерод оксид	$1\,347,2 \cdot 10^{-9}$	1,6
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20%	$16,32 \cdot 10^{-9}$	5 473,5
Озон	$6,4 \cdot 10^{-9}$	182,4

Итак, для представленного предприятия расчёт платы за выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух составляет всего 0, 0001 руб.

Расчёт величины экологического сбора составит (формула (43)):

$$\text{ЭС}_{\text{г.т.}} = \text{С}_{\text{ЭС}} \cdot \text{М}_{\text{г.т.}} \cdot \text{Н}_{\text{ут}}, \quad (43)$$

где $\text{ЭС}_{\text{г.т.}}$ – сумма экологического сбора за готовые товары, руб.;

$\text{С}_{\text{ЭС}}$ – ставка экологического сбора, руб.;

$\text{М}_{\text{г.т.}}$ – масса или количество единиц готового товара;

$\text{Н}_{\text{ут}}$ – норматив утилизации (30%).

Согласно представленным данным, получено:

$$\text{ЭС}_{\text{г.т.}} = 3,314 \cdot 2423 \cdot 30\% = 2\,408,8 \text{ руб.}$$

Полученный срок окупаемости капитальных вложений составляет 0,3 года и его следует считать приемлемым.

Заключение

В выпускной квалификационной работе изучены особенности технологического процесса производства сварочных работ, а также характеристики используемого производственного оборудования.

Идентифицированы доминирующие опасные и вредные производственные факторы, действующие на работников прокатно-ремонтного цеха ПРЦЭО, в частности, на электрогазосварщиков.

Для улучшения условий труда сварщиков предложено на сварочном посту вместо отсоса козырькового типа использовать более производительный передвижной механический фильтр ФМА-1200 с гибким шлангом и раструбом, который устанавливается в непосредственной близости от источника загрязнения и выводит вредные вещества до того, как они попадут в зону дыхания сварщика.

Представлен расчёт производительности и эффективности работы местной вытяжки от сварочного поста. Расчёт выделения вредных веществ был выполнен по каждому веществу по удельным нормативам выделения при сварке, а также с учетом фоновых концентраций, в соответствии с протоколами измерений вредных факторов в рамках специальной оценки условий труда сварщиков.

В целях разработки мероприятий по профилактике травматизма и профзаболеваний в прокатно-ремонтном цехе ПРЦЭО выполнены расчеты и предложены конструкции, встроенные в основное оборудование.

В третьем разделе в результате составления реестра опасностей и оценки рисков установлено, что на объекте защиты следует повысить уровень контроля за применением СИЗ, соблюдением требований охраны труда, а также предложить СКЗ от воздействия загазованности на рабочих местах электрогазосварщика. Необходимо организовать эффективную работу всех видов вентиляции для оздоровления воздушной среды цеха.

Для того чтобы в работе электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования было меньше вероятностей поражения электрическим током, требуется выводить неисправное электрооборудование из эксплуатации, осуществлять своевременный ремонт и технический ремонт электрооборудования. Следует установить дополнительные указатели и знаки безопасности. В данном случае ключевыми мероприятиями должны стать организационные, направленные на повышение знаний работников о требованиях охраны труда и технике безопасности.

В четвертом разделе определено, что объект защиты ремонтно-механический цех ООО «СКН» относится к классу I согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03, так как предприятие находится на месторождении, оказывая услуги в области добычи нефти.

Была определена антропогенная нагрузка объекта защиты ремонтно-механического цеха ООО «СКН», технологического процесса сварки на окружающую среду по результатам которой установлено, что выделяемые объектом защиты вредные вещества относятся к 1,2,3 и 4 классам опасности, всего в ходе деятельности выделяется 8 различных вредных веществ, а также 2 группы веществ, обладающих эффектом суммации.

По результатам анализа не выявлено превышение предельно-допустимых концентраций.

В пятом разделе описаны наиболее вероятные (прогнозируемые) аварии и ЧС на месторождении, а также основные мероприятия по предупреждению и ликвидации идентифицированных прогнозируемых ЧС на объекте защиты. Представлен план оповещения в случае возникновения аварии на ОПО.

В шестом разделе разработан план реализации мероприятий по обеспечению безопасных условий труда и рассчитан размер финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного

травматизма и профессиональных заболеваний работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами.

Таким образом, в качестве мероприятий в здании цеха, являющимся объектом защиты ООО «СКН» - было предложено усовершенствование системы местной вентиляции, внедрение элементов механизации и автоматизации производства, а также грамотный подбор СИЗ.

Полученный срок окупаемости капитальных вложений составляет 0,3 года и его следует считать приемлемым.

Список используемой литературы

1. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки, М: 1997 г.
2. ГОСТ 12.0.003-2015. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
3. ГОСТ 12.2.009-99 «Станки металлообрабатывающие общие требования безопасности».
4. ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление».
5. Единая межведомственная информационно-статистическая система- [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>].
6. Квашнин И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация, М: 2005 г. – 392 с.
7. Китаев А.М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.
8. Костенко Е.М. Сварочные работы: практическое пособие для электрогазосварщика. М. 2006г.
9. Куликов О.Н. "Охрана труда при производстве сварочных работ. 7-е изд., перераб. и доп.", М: 2012 г.
10. Лупачев В.Г. Механизация и автоматизация сварочного производства, М: 2021 г. – 346 с.
11. Макаров П. В. Профессиональные риски [Текст]: учеб.пособие / П. В. Макаров; Нижегор. гос. архитектур. - строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2018. – 144 с.
12. Мамедов В.Т., Мирзоев О.Г. «Ремонт и восстановление нефтепромыслового оборудования», Учебник, Баку, АДНА, 2017, 427 с.
13. 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=ld8j94kat939272210> (дата обращения: 27.10.2023).

14. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.08.2023).

15. Овчинников В.В. Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах: учеб.пособие /В.В.Овчинников.-5-е,- М.: Академия,2014.-64с.

16. Охрана труда при сварке в машиностроении / М.З. Брауде – М.: Книга по Требованию, 2021. – 141 с.

17. Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов: учебник/ В.В.Овчинников.- 4-е изд., стереотип. - М.: Академия,2014.240с.

18. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020г. №528Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ».

19. «Правил устройства электроустановок» ПУЭ-7.

20. Приказ Минтруда и социальной защиты РФ от 11 декабря 2020 года N 884н “Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ”.

21. ПОТ РМ-020-2001 “Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах”.

22. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05 , Минздрав России.- М., 2005.

23. СП 52.13330.2016. «Естественное и искусственное освещение».

24. Средства механизации сварочного производства. Конструирование и расчет. Евстифеев Г.А., Веретенников И.С. - М.: Машиностроение, 1981. - 96 с.

25. Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справ. изд. -М.: Химия, 1991. - 368 с., ил.

26. Фрезе Т. Ю. Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: практикум / Т. Ю. Фрезе ; ТГУ, Институт инженерной и экологической безопасности. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2020. - 258 с. - Прил.: с. 160-258. -Библиогр.: с. 159. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1456-5.-Текст : электронный.Сигла хранения: эбс-Репозиторий<https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/18598>

27. Эксплуатация сварочного оборудования: Справочник рабочего/А. Г. Александров, И. И. Заруба, И. В. Пиньковский. — К.: Будивэльнык, 1990. — 3-е изд., перераб. и доп. — 224 с.

28. Электронный журнал. Справочник специалиста по охране труда №10. – 2015 <https://e.otruda.ru/415249>

Приложение А

Фактические и нормативные значения измеряемых параметров тяжести трудового процесса электрогазосварщика

Таблица А.1 - Фактические и нормативные значения измеряемых параметров тяжести. Трудового процесса электрогазосварщика

Показатели тяжести трудового процесса	Фактическое значение тяжести трудового процесса	Допустимое значение тяжести трудового процесса	Класс условий труда
1. Физическая динамическая нагрузка за смену, кг*м			
1.1. При региональной нагрузке для перемещения груза на расстояние до 1 м: для мужчин	2187	до 5000	1
Показатели тяжести трудового процесса	Фактическое значение тяжести	Допустимое значение тяжести	Класс условий
1.1.1. Расстояние перемещения (м)	0,3; 0,3	-	
1.1.2. Количество перемещений (раз)	6000; 100	-	
1.2. При общей нагрузке			
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 м для мужчин	125	до 25000	1
1.2.1.1. Расстояние перемещения (м)	5	-	
1.2.1.2. Количество перемещений (раз)	1	-	
1.2.2. При перемещении груза на расстояние для мужчин	не характерен	до 46000	1
1.2.2.1. Расстояние перемещения (м)	-		
1.2.2.2. Количество перемещений (раз)	-	-	
1.3. Общая физическая динамическая нагрузка для мужчин	2312	до 5000	1
1.3.1. Среднее расстояние перемещения груза (м)	0,3	-	
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза			
2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести для мужчин	25	до 30	2
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести для мужчин	1,2	до 15	1
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в 0		до 435	1
2.3.1. С рабочей поверхности для мужчин	не характерен	до 870	1
2.3.2. С пола для мужчин	не характерен	до 435	1
3. Стереотипные рабочие движения (количество)			
3.1. При локальной нагрузке	не характерен	до 40000	1
3.2. При региональной нагрузке	не характерен	до 20000	1
4. Статическая нагрузка - величина статической			
4.1. Одной рукой для мужчин	23328	до 36000	2
4.2. Двумя руками: для мужчин	не характерен	до 70000	1
4.3. С участием мышц корпуса и ног для мужчин	125	до 100000	1
4.4. Общая статическая нагрузка для мужчин	23453	до 36000	2
5. Рабочая поза, % смены			
5.1. Свободная	20	-	
5.2. Стоя	40	до 60	
5.3. Неудобная	не характерен	до 25	
5.4. Фиксированная	30	до 25	
5.5. Вынужденная	10	-	
5.6. Поза «сидя» без перерывов	не характерен	до 60	
6. Наклоны корпуса			
Наклоны корпуса (вынужденные более 30°),	100	до 100	2
7. Перемещение в			
7.1. По горизонтали	4	до 8	1
7.2. По вертикали	0,2	до 2,5	1
7.3. Суммарное перемещение	4,2	до 8	2

Приложение Б

Распределение пострадавших от НС по профессиональному составу ООО «СКН»

Таблица Б.1 - Распределение пострадавших от НС по профессиональному
составу ООО «СКН»

Профессия	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Итого	% к общему числу
Машинист подъемника				2							2	9,5
Бурильщик КРС				1	1			1			3	14
Помощник бурильщика					1						1	4,8
Моторист ЦА									1		1	4,8
Оператор по подготовке скважин к ремонту									1		1	4,8
Водитель автомобиля	2								1		3	14
Слесарь-ремонтник									1		1	4,8
Ведущий инженер									1		1	4,8
Машинист насосной станции по закачке рабочего агента в пласт							1			1	2	9,5
Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	1										1	4,8
Оператор по добыче нефти и газа		2									2	9,5
Оператор по подземному ремонту скважин			1								1	4,8
Машинист паровой передвижной депарафинизационной установки			1								1	4,8
Электрогазосварщик						1					1	4,8
ИТОГО	3	2	2	3	2	1	1	1	5	1	21	100

Приложение В

Изменение показателей травматизма ООО «СКН» по годам

Таблица 1 – Изменение коэффициента частоты НС Кч по годам

Текущий год	Коэффициент частоты несчастных случаев (Кч)
2014	36,1
2015	22,7
2016	22,4
2017	31,9
2018	20,4
2019	9,8
2020	8,8
2021	7,5
2022	31,25
2023	9,8

Рисунок В.1 – Изменение коэффициента частоты НС Кч по годам

Таблица 2 – Изменение коэффициента тяжести травматизма Кт по годам

Текущий год	Коэффициент тяжести производственного травматизма (Кт)
2014	14
2015	14
2016	20
2017	8
2018	7
2019	10
2020	8
2021	11
2022	7
2023	5

Рисунок В.2 – Изменение коэффициента тяжести травматизма Кт по годам

Таблица 3 – Изменение коэффициента потерь рабочего времени

от НС Кп по годам

Текущий год	Коэффициент частоты несчастных случаев (Кч)
2014	505,4
2015	317,8
2016	448
2017	255,2
2018	142,8
2019	98
2020	70,4
2021	82,5
2022	218,75

Рисунок В.3 – Изменение коэффициента потерь рабочего времени от НС Кп по годам

Приложение Г

Таблица нормально-вероятностного распределения

Таблица нормально-вероятностного распределения

Prob	Risk	Prob	Risk
-3.0	0.001	0.1	0.540
-2.5	0.006	0.2	0.579
-2.0	0.023	0.3	0.618
-1.9	0.029	0.4	0.655
-1.8	0.036	0.5	0.692
-1.7	0.045	0.6	0.726
-1.6	0.055	0.7	0.758
-1.5	0.067	0.8	0.788
-1.4	0.081	0.9	0.816
-1.3	0.097	1.0	0.841
-1.2	0.115	1.1	0.864
-1.1	0.136	1.2	0.885
-1.0	0.157	1.3	0.903
-0.9	0.184	1.4	0.919
-0.8	0.212	1.5	0.933
-0.7	0.242	1.6	0.945
-0.6	0.274	1.7	0.955
-0.5	0.309	1.8	0.964
-0.4	0.345	1.9	0.971
-0.3	0.382	2.0	0.977
-0.2	0.421	2.5	0.994
-0.1	0.460	3.0	0.999
0.0	0.50		

Рисунок Г.1 – Таблица нормально-вероятностного распределения

Приложение Д

Принципиальная схема оповещения о ЧС техногенного и природного характера на опасном производственном объекте

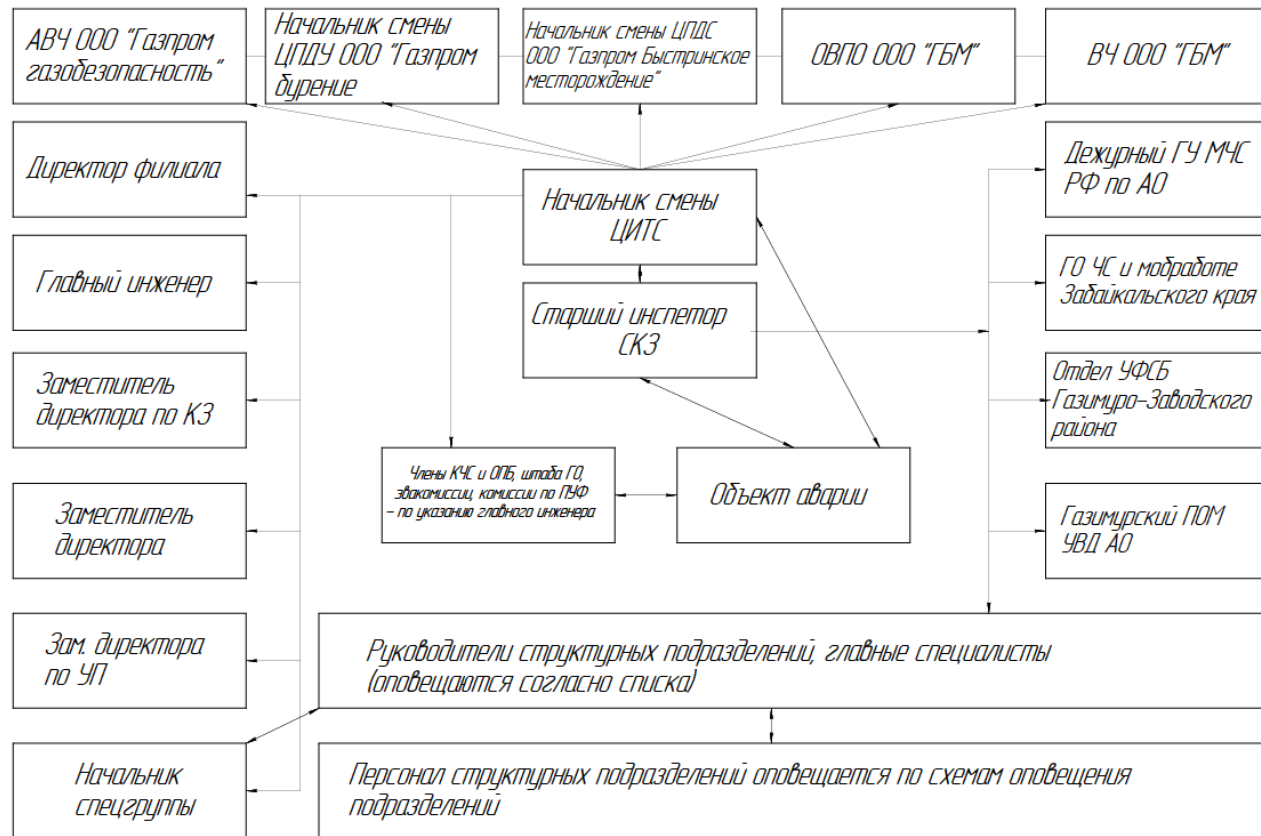


Рисунок Д.1 – Принципиальная схема оповещения о ЧС техногенного и природного характера на опасном производственном объекте