



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СИСТЕМЫ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА МЕСТЕ ЗАПРАВКИ САМОХОДНОГО ГОРНО-
ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНЫХ
РУДНИКОВ**

УДК 621.791:622.272

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Бызов Е.Ф.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2023 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А81
Руководитель ВКР, к.т.н., доцент

Е.Ф. Бызов
Д.П. Ильященко



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Д.П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
З-10А81	Бызову Евгению Федоровичу

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки системы пожаротушения на месте заправки самоходного горношахтного оборудования в условиях подземных рудников	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. №31-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Рабочий чертеж системы пожаротушения2. Служебное назначение детали.3. Программа выпуска 1 деталь в год.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА.000001.160.00.000 СБ Схема технологического трубопровода пожарной системы (А1) ФЮРА.000002.160 ЛП Клапан денчерный (А1) ФЮРА.000003.160 ЛП План рабочей площадки лист (А1) ФЮРА.000004.160 ЛП Роликовые опоры СБ (А1) Презентация
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А81	Бызов Е.Ф.		24.04.2023 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Оборудование и технология сварочного производства

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2023	Обзор литературы	20
25.02.2023	Объекты и методы исследования	20
25.03.2023	Расчеты и аналитика	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2023	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Оборудование и технология сварочного производства, доцент	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Бызов Е.Ф.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10A81	Бызову Евгению Федоровичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	762126,27 руб 27,23 руб 1349,54 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Электроды	392,862 кг 2,321 кг
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений	
2. Расчет составляющих себестоимости	
3. Расчет количества приведенных затрат	

Перечень графического материала:

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)
--

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Бызов Е.Ф.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А81	Бызову Евгению Федоровичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Производится монтаж системы отопления. Система пожаротушения изготавливается из деталей материалом которых является сталь Ст2сп и 09Г2С.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p>
---	--

<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) <p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Презентация</p>

<p>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</p>	<p>24.04.2023 г.</p>
---	----------------------

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Бызов Е.Ф.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 117 с., 8 рис., 18 табл., 50 источников, 2 прил., 4 л. графического материала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ПЛАВЯЩИЙСЯ ЭЛЕКТРОД, РЕЖИМЫ СВАРКИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРУБОПРОВОД, СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, РОЛИКОВАЯ ОПОРА, ВЕТКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ОПАСНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является изготовление системы пожаротушения.

Цель работы: разработка технологии сборки и сварки системы пожаротушения на месте заправки самоходного горношахтного оборудования в условиях подземных рудников.

В процессе выполнения работы проводилось изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологических карт, расчет необходимого количества оборудования и численности рабочих.

В результате выполнения работ определены режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приведенных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 658600 руб;
- себестоимость продукции 763503,03 руб/изд. × год;
- количество приведенных затрат 862293,03 руб/изд. × год.

ABSTRACT

Final qualifying work 117 p., 8 drawings, 18 tables, 50 sources, 2 applications, 4 p. graphic material.

KEY WORDS: *FUSION WELDING, CONSUMABLE ELECTRODE, WELDING MODES, TECHNOLOGICAL PIPELINE, FIRE EXTINGUISHING SYSTEM, WELDING EQUIPMENT, ROLLER SUPPORT, BRANCH, TECHNOLOGY, safe production facility, COST.*

The object of development is the manufacture of a fire extinguishing system.

Purpose of the work: development of a technology for assembling and welding a fire extinguishing system at the place of refueling of self-propelled mining equipment in underground mines.

In the process of performing the work, the components of the product were studied, the steel grade was described, the welding method was selected, the welding modes and welding consumables were determined, operations were standardized, technological maps were drawn up, and the required amount of equipment and the number of workers were calculated.

As a result of the work, welding modes were determined, welding equipment was selected, assembly and welding operations were standardized. The coefficient of reduced costs is calculated.

Economic indicators:

- *capital investments 658600 rubles;*
- *cost of production 763503,03 rubles / ed. × year;*
- *the number of reduced costs 862293,03 rubles / ed. × year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	15
Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Сварка металлических конструкций с антикоррозионными покрытиями	19
1.2 Обзор сварочного оборудования, работающего в условиях рудников	22
1.3 Инверторные источники питания сварочной дуги во взрывозащищенном исполнении	22
1.4 Сварочные выпрямители во взрывозащищенном исполнении	25
1.5 Сварочные трансформаторы во взрывозащищенном исполнении	27
1.6 Заключение	28
2 Объект и методы исследования	29
2.1 Описание сварной конструкции	29
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	29
2.2.1 Требования к подготовке кромок	30
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	30
2.2.3 Требования к сварке прихватке	31
2.2.4 Требования к сварке	31
2.2.5 Требования к контролю	33
2.3 Методы и средства проектирования	35
2.4 Постановка задачи	36
3 Разработка технологического процесса	37
3.1 Анализ исходных данных	37
3.1.1 Основные материалы	37
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	41
3.1.3 Выбор сварочных материалов	42
3.2 Расчет технологических режимов	43
3.3 Выбор основного оборудования	47

3.4 Выбор оснастки	48
3.5 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	49
3.6 Разработка технологической документации	53
3.7 Техническое нормирование операций	57
3.8 Материальное нормирование	59
3.8.1 Расход металла	59
3.8.2 Расход электродов	60
3.8.3 Расход электроэнергии	61
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	63
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	63
5 Проектирование рабочей площадки	65
6 Финансовый менеджмент	66
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	66
6.2 Экономический анализ техпроцесса	66
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	67
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	67
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	69
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	70
6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату	71
6.2.2.3 Определение затрат на силовую электроэнергию	72
6.2.2.4 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	73
6.2.2.5 Затраты на амортизацию приспособлений	74
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	75
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	75
7 Социальная ответственность	77
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
7.1.1 Законодательные и нормативные документы	79
7.2 Производственная безопасность	82

7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	82
7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке	85
7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды	85
7.2.4 Дополнительные рекомендации о порядке ведения огневых работ в шахтах, опасных по газу или пыли	91
7.3 Экологическая безопасность	92
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	94
Заключение	96
Библиография	97
Приложение А (Спецификация. Роликовые опоры)	102
Приложение Б (Операционная технологическая карта сборки и сварки стыков технологического трубопровода)	103
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графический материал	на отдельных листах
ФЮРА.000001.160.00.000 СБ Схема технологического трубопровода	Формат А1
ФЮРА.000002.160 ЛП Клапан денчерный	Формат А1
ФЮРА.000003.160 ЛП План рабочей площадки лист	Формат А1
ФЮРА.000004.160 ЛП Роликовые опоры	Формат А1
Схема технологического трубопровода пожарной системы	демонстрационный лист
Роликовые опоры	демонстрационный лист
Сварочное оборудование	демонстрационный лист
Методы контроля и оборудование	демонстрационный лист
План рабочей площадки	демонстрационный лист
Негативные факторы сварочного производства	демонстрационный лист
Основные технико-экономические показатели участка	демонстрационный лист

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

- СГШО – самоходное горно-шахтное оборудование;
- АСУТП – система автоматизированного управления технологическими процессами;
- АУП – автоматическая установка пожарной системы;
- КУШ – контроллер универсальный шахтовый;
- ПЛК – программируемый логический контроллер;
- МВ – мембранный выключатель;
- ММА – (*Manual Metal ARC*) ручная дуговая сварка;
- СТК – служба технического контроля;
- НТД – нормативно-техническая документация;
- ПТД – производственно-техническая документация;
- ИТР – инженерно-технические работники;
- МОП – младший обслуживающий персонал;
- КПД – коэффициент полезного действия;
- ОСТ 12.44.107-79 – Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению;
- СНиП 3.05.05-84 – Технологическое оборудование и технологические трубопроводы
- СТО 9701105632-003-2021 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю;
- РД 15-10-2006 – Методические рекомендации о проведении огневых работ в горных выработках и шахтных зданиях;
- РД 153-34.1-003-01 – Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже энергетического оборудования;
- ГОСТ 16037-80– Соединения сварные стальных трубопроводов; Типы, основные параметры и размеры;

ГОСТ Р 57052-2016 «Оборудование горно-шахтное. Автоматические установки пожаротушения;

ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент;

ГОСТ 3.1705-81 – Правила записи операций и переходов. Сварка;

ГОСТ 3.1703-79 – Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы;

ГОСТ 9466-75 – Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки;

ГОСТ 7798-70 – Болты с шестигранной головкой класса точности В;

ГОСТ Р 2.601-2019 – Единая система конструкторской документации.

Эксплуатационные документы;

ГОСТ Р 2.610 – Единая система конструкторской документации.

Правила выполнения эксплуатационных документов.

Введение

Шахты и рудники являются опасными производственными объектами, к эксплуатации которых предъявляются особые требования в связи с высокой взрыво- и пожароопасностью. Возникновение подземного пожара в шахте может привести к тяжелым последствиям, связанным с простоем предприятия и даже человеческим жертвам [1, 2].

Горное предприятие — это большой производственный комплекс, в состав которого входит оборудование для добычи и транспортирования полезного ископаемого. В состав транспортного отделения входит парк самоходного горно-шахтного оборудования, которое необходимо своевременно заправлять топливом. Следовательно, появляется необходимость в специальном месте (камере заправки) для заправки оборудования (СГШО). В процессе эксплуатации камеры заправки, возникает риск возникновения пожара в связи с высокой степени опасности возгорания горючих жидкостей.

Для обслуживания выработок, камер заправок СГШО, ленточных конвейеров, применяются различные системы управления и мониторинга, входящие в систему автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП) на шахте или руднике, а также система шахтной пожарной сигнализации и пожаротушения [3]. К подсистемам шахтной АСУТП, обеспечивающим безопасную эксплуатацию выработок и оборудования, можно отнести систему аэрогазового контроля (АГК) и автоматизированную систему управления конвейерным транспортом (АСУ КТ).

Принцип работы большинства устройств, входящих в состав систем АГК, АСУ КТ и шахтной пожарной сигнализации, основан на обнаружении индикаторных факторов пожара, к которым относятся: задымление; повышение температуры окружающей среды и конструктивных элементов

конвейера; увеличение концентрации монооксида углерода CO и углекислого газа CO_2 ; снижение концентрации кислорода O_2 ; пламенное горение. Обнаружение индикаторных факторов в рассматриваемых системах осуществляется посредством химикоаналитического и физического способов. Последний подразделяется на тепловой и дымовой способы.

Система пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара, обработки и передачи информации о пожаре с последующей передачей команд управления на устройства, входящие в состав автоматизированных установок пожаротушения и оповещения [4]. В состав шахтной системы пожарной сигнализации входят следующие пожарные извещатели: ручные, дымовые, газовые, температурные, пламени [5]. Принцип работы ручных пожарных извещателей основан на физиологическом способе обнаружения индикаторных факторов пожара, когда работник предприятия определяет факт возникновения пожара органами чувств и самостоятельно приводит в действие устройство включения оповещения, устанавливаемое в зонах с повышенным риском возникновения пожара [6].

Цель работы является разработка технологии изготовления технологического трубопровода автоматической пожарной системы в условиях рудника.

Задачами выполнения работы являются: проектирование конструкции технологического трубопровода, выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, выбор сварочного оборудования, составление технологической карты процесса сварки и сборки трубопровода, рациональное размещение элементов производства в условиях подземного рудника.

Объектом разработки является изготовление технологического трубопровода.

Предметом разработки является узел технологического трубопровода.

1 Обзор и анализ литературы

Для проведения сборочно-сварочных работ при изготовлении технологического трубопровода для автоматической установки пожарной системы в условиях рудника необходимо взрывозащищенное сварочное оборудование для безопасного выполнения работ. А также для наиболее эффективного выполнения данной операции и повышения качества сварного соединения необходимо выбрать сварочную технологию, специально разработанную для сварки оцинкованных труб.

1.1 Сварка металлических конструкций с антикоррозионными покрытиями

Объем крупногабаритных металлических сооружений и конструкций в России достигает 800 млн. Значительная часть этих сооружений - сварные конструкции, эксплуатирующийся в условиях воздействия экологических и коррозионно-опасных технологических и природных средах (оболочечные конструкции, нефтегазовые сооружения, подземные сооружения, трубопроводы и резервуары, конструкции шахт). Данные сооружения выработали плановый ресурс на 50-70 % в результате коррозии, сопровождающийся резким старением основного металлофонда, его физическим и моральным износом.

Отмечается, что основными причинами износа металлоконструкций является коррозия, дефекты сварки, материала, брак строительно-монтажных работ, стихийные бедствия, механические повреждения [7].

Одним из способов увеличения срока службы таких конструкций является применение антикоррозионных покрытий (лакокрасочных,

металлических из цинка или алюминия, а также силикатных и т.д.) в соответствии со СНиП 2.03.11-85 и другими нормативными документами [7].

В работе рассматриваются вопросы, касающиеся технологии ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (физических условий существования дугового разряда, показателей свариваемости, механических условий и коррозионных свойств сварных соединений) стальных конструкций с защитными покрытиями. Под действием теплоты сварочной дуги, при сварке стали с различными антикоррозионными покрытиями, в зависимости от физико-химических свойств покрытия происходит их разложение и выгорание.

В результате газохроматического анализа различных лакокрасочных покрытий установлено, что они содержат (%): 50-70 водорода, 13-44 оксида углерода, 0,5-6,3 углеводородных соединений, 0,09-0,19 углекислого газа, 2,2 – 2,9 азота, 2,4-2,9 кислорода [8].

Как известно средняя температура сварочной дуги зависит не только от сварочного тока, но и от эффективного потенциала дуги. Уменьшение последнего снижает среднюю температуру ее столба, что при заданном сварочном токе связано с уменьшением напряженности поля, необходимой для поддержания того же количества заряженных частиц, участвующих в переносе в дуговом промежутке [9].

При ручной дуговой сварке стали с цинковым покрытием рекомендуется применять постоянный ток обратной полярности, а также электроды с основным или кислым (рутиловым) типом покрытия, связывающим водород в HF и способствующим лучшей дегазации сварочной ванны (при сварке, например, электродами рутилового типа).

Образование пор при сварке стали с цинковым покрытием (горячее цинкование, металлизация) связано с нарушением газовой защиты (например, при сварке в CO_2 угловых, тавровых и нахлесточных соединений), вызванной мощными цинковыми испарениями со стороны

свариваемого изделия и приводящими к проникновению кислорода и азота воздуха в расплавленную сварочную ванну.

Результаты исследования сопротивляемости металла шва образованию горячих трещин при сварке стали с цинковым и боросиликатным покрытиями показали, что сопротивляемость горячим трещинам металла соответствующих швов снижается. Это связано, соответственно с образованием легкоплавких железоцинковых прослоек по границам зерен и упрочнением бором границ зерен [7].

Для предотвращения этих неблагоприятных явлений при сварке с металлизационным покрытием рекомендуется применять, разработанный способ многопроходной сварки опытными электродами, при котором учитывается различное легирующее влияние покрытия, расположенного, например, на свариваемых кромках при V-образной разделке, при выполнении корневых и заполняющих облицовочных слоев этой разделки [10].

Коррозионная стойкость сварных соединений оцинкованных стальных труб, используемых в системах горячего водоснабжения (до 400 С) и холодного водоснабжения, в 20-25 раз выше коррозионной стойкости аналогичных соединений, полученных при сварке стальных труб без покрытия. Это объясняется действием протекторных защитных свойств цинка, сохранившегося в невыгоревших участках ОШЗ и защищающего оголенные участки шва и околошовной зоны. При сварке стальных труб с внутренним покрытием в качестве последнего рекомендуется применять разработанного совместно ОАО «ГИС» стекла с безбористыми силикатными покрытиями, наносимые гранулометрическим способом [7].

Применение силикатных покрытий, на внутренней стороне стальных труб, используемых при монтаже сваркой трубопроводов, позволяет увеличить срок службы таких трубопроводов от 4 до 15 лет и существенно сократить число порывов трубопроводов и связанных с ними затрат на

текущий амортизационный ремонт по сравнению с аналогичными стальными трубопроводами без внутреннего покрытия.

1.2 Обзор сварочного оборудования, работающего в условиях рудников

В настоящее время на рынке в широком ассортименте представлены различные виды сварочного оборудования. Однако далеко не всякое оборудование может эффективно и безотказно эксплуатироваться продолжительное время в условиях с неблагоприятными воздействиями под землей. В частности, к таким воздействиям относится повышенная влажность, соленая вода, песок, пыль, масла и грязь. С подобными условиями приходится сталкиваться и в горной промышленности при проведении сварочных работ в карьерах, в нефтегазовой отрасли и, в частности, на морских нефтегазовых платформах, в строительстве, и нередко в других тяжелых производственных условиях.

Внешняя среда оказывает пагубное воздействие на сварочное оборудование, приводя за несколько месяцев его эксплуатации к частичной или полной поломке. Такие последствия ожидают и многие дорогостоящие сварочные аппараты, которые не имеют соответствующей защиты от воды, пыли и другого внешнего воздействия.

1.3 Инверторные источники питания сварочной дуги во взрывозащищенном исполнении

Рассматривается представленное на современном рынке сварочное оборудование, имеющее максимальную защиту от пыли, грязи, брызг воды, падающих в любом направлении, а также быть взрывозащищенном класса

IP54. Примером подобного оборудования может служить серия сварочных аппаратов компании STEL (Италия). Это предприятие с 1979 г. производит серию инверторных аппаратов для сварки и плазменной резки металлов.

Большое внимание на предприятии уделяется разработке инновационных технологий путем инвестирования в научную и исследовательскую работу. Некоторые из новых идей воплощены в серии оборудования, предназначенного для тяжелых условий эксплуатации имеющего класс защиты IP54.

Данный класс защиты означает, что оборудование проходит необходимые испытания при влажности окружающего воздуха 90%, воздействии брызг воды, направляемых на испытательном стенде одновременно с разных сторон, и другие проверки на влаго- и пылезащищенность, а главное взрывозащищенность.

Одним из представителей класса *IP54* является модель *MAX 503 IP54 ATX*. Это инверторный источник питания сварочной дуги для способов сварки *MMA*, *DC TIG* с высокочастотным поджигом. Источник питания сварочной дуги «*MAX 503 IP54 ATX*» представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Источник питания сварочной дуги «МАХ 503 IP54 АТХ»

Микропроцессорная схема данного источника питания сварочной дуги контролирует и оптимизирует перенос дуги независимо от изменения нагрузки и импеданса кабелей. Используемая инверторная технология позволила получить:

- ограниченными массу и габариты;
- сниженное энергопотребление;
- высокий коэффициент мощности и КПД;
- стабильное горение сварочной дуги при пониженном напряжении;
- отображение данных и заданных функций.

Электронные компоненты заключены в прочный взрывозащищенный корпус, который имеет принудительное воздушное охлаждение с малошумными вентиляторами, со сменными воздушными фильтрами от пыли и грязи. Детали корпуса источника питания сварочной дуги «МАХ 503 IP54 АТХ» представлены на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Детали корпуса источника питания сварочной дуги «МАХ 503
IP54 АТХ»

1.4 Сварочные выпрямители во взрывозащищенном исполнении

Однопостовой сварочный выпрямитель с механическим плавным регулированием силы тока Горняк-500 (рисунок 1.3) предназначен для ручной электродуговой сварки, резки и наплавки металлов в особо опасных условиях, где допущено производство сварочных работ с использованием оборудования, изготовленного в рудничном нормальном исполнении РН-1. Рудничное нормальное оборудование применяется в карьерах и горно-обогатительных предприятиях, в подземных выработках рудников и шахт, которые не представляют опасности в отношении взрыва газа, пара или пыли. Это могут быть стволы шахт, околоствольные выработки, камеры стационарных установок, которые проветриваются благодаря общеобменной вентиляции шахты. В откаточных выработках шахт, относящихся к I и II категории по газу, нормальное рудничное электрооборудование применяется только на свежей струе воздуха.

Также Горняк-500 может применяться и в других отраслях промышленности с аналогичными условиями. Аппарат можно эксплуатировать при напряжении питания 660В и 380В. Сварочный трансформатор аппарата Горняк-500 соответствует требованиям ГОСТ 95. Аппарат изготовлен в соответствии с ГОСТ 13821, ГОСТ 12.2.007.8, ГОСТ 24754, ГОСТ 30852.20 по ТУ 27.90.31-002-00788844-2021, в рудничном нормальном исполнении РН1 и снабжен устройством ограничения напряжения холостого хода сварочной цепи.

В процессе исследований лазерно-дуговой сварки определили задачи, решение которых необходимо для разработки надежной технологии сварки металлов больших толщин.

В результате предварительных экспериментов по лазерной и гибридной сварке сталей установили, что без дополнительного легирования металла литой зоны шва невозможно достичь требуемых показателей ударной вязкости.

Выпрямитель для дуговой сварки

ВД-500 (Горняк 500) С1 ЕВГИ.435311.015, изготавливаемый в исполнениях РН-1 предназначен для ручной дуговой сварки штучными электродами на постоянном токе малоуглеродистых, низколегированных и легированных сталей. Выпрямитель имеет падающие вольт-амперные характеристики.

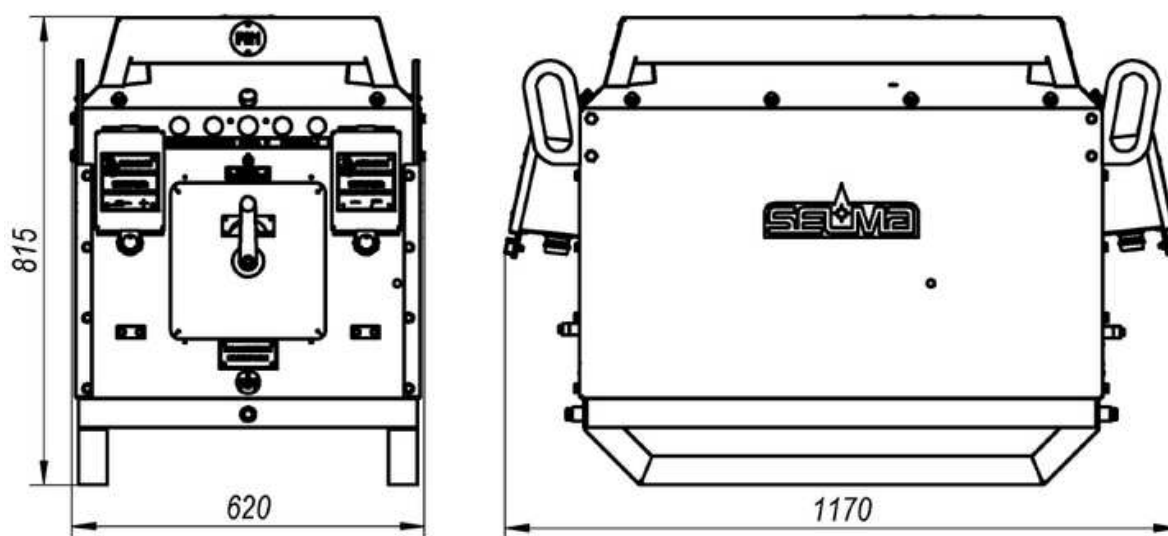


Рисунок 1.3 – Общий вид и габаритные размеры сварочного выпрямителя Горняк 500

1.5 Сварочные трансформаторы во взрывозащищенном исполнении

Аппарат электросварочный шахтный ШАЭ-500У5 (смотри рисунок 1.4) ООО «Техноград», предназначен для однопостовой электродуговой сварки на переменном токе, резки и наплавки металлов в особо опасных условиях. Аппарат выполняется в рудничном нормальном исполнении РН1, обеспечивает номинальный сварочный ток 500А при питании от сети переменного тока напряжением 660 (380) В, снабжен устройством ограничения холостого хода, позволяет работать в режимах сварки и резки на отдалении до 250 м от места установки аппарата.



Рисунок 1.4 – Источник питания сварочной дуги «ШАЭ 500 У5»

1.6 Заключение

Источник питания для сварки в условиях рудника определен по взрывобезопасным характеристикам.

При сварке стальных конструкций с антикоррозионными покрытиями изменяются физические условия существования дугового разряда, а также показатели свариваемости. Рекомендуются верхние допустимые толщины различных антикоррозионных покрытий на свариваемых кромках: лакокрасочного < 50 мкм, цинкового, полученного методом горячего цинкования, < 80 мкм. В случае превышения этих величин целесообразно их уменьшать (механическим, химическим и другими способами) до необходимых.

При ручной дуговой сварке стали с цинковым покрытием рекомендуется применять постоянный ток обратной полярности, а также электроды с основным или кислым (рутиловым) типом покрытия.

Непокрытые участки трубы, вследствие разрушения цинкового покрытия под воздействием температур сварки, повторно покрываются цинком или цинконаполненными красками в линии стана.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – технологический трубопровод – является частью автоматической установки пожарной системы в камере заправки горно-шахтного оборудования.

Автоматические установки пожаротушения (далее – АУП), предназначены для локализации или тушения и ликвидации пожара и одновременно выполняющие функции автоматической пожарной сигнализации в условиях горных выработок угольных шахт и рудников и их наземных строений, в том числе опасных по взрыву газа и/или пыли.

Технологический трубопровод состоит из двух основных ветвей труб длиной 13 метров, диаметром 50мм и 25 мм, связанных между собой отводами, тройниками, и фланцевыми соединениями. Так же в состав технологического трубопровода входит основной дренажный клапан диафрагменного типа, присоединяемый к трубопроводу по средствам фланцевого соединения.

Конструкция и спецификация технологического трубопровода представлена на ФЮРА.000001.160.00.000 СБ.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Технологический трубопровод изготавливается согласно СНиП 3.05.05-84 "Технологическое оборудование и технологические трубопроводы" а также ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению».

Автоматическая установка пожаротушения монтируется согласно ГОСТ Р 57052-2016 «Оборудование горно-шахтное. Автоматические

установки пожаротушения (для подземных выработок). Общие технические требования и методы испытаний».

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Зазоры между деталями и разделка кромок, собранными под сварку, смещения кромок деталей при стыковой сварке и геометрические размеры сварных швов должны соответствовать требованиям ГОСТ 16037-80 [12].

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности, а также места под сварку должны быть сухими и не иметь сплошной и подповерхностной коррозии, литейного пригара, любых покрытий и загрязнений на ширине, превышающей не менее чем на 10 мм величину катета или ширину сварного шва [12].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

Трубопроводы допускается присоединять только закрепленному на опорах оборудованию. Соединять трубопроводы с оборудованием следует без перекоса и дополнительного натяжения. Неподвижные опоры закрепляют к опорным конструкциям после соединения трубопроводов с оборудованием.

Простейшие неответственные конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит проверке правильности сборки согласно чертежу изделия [12].

2.2.3 Требования к сварке прихватке

Соединение деталей при сборке стальных конструкций следует производить посредством прихваток, которые накладываются в местах расположения швов, и приваркой технологических креплений.

Прихватки, выполненные в случае необходимости вне расположения швов, и технологические крепления после сварки должны удаляться и зачищаться до основного металла, кроме случаев, оговоренных в чертеже. Прихватки, расположенные между участками прерывистого шва, допускается не удалять.

Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Не рекомендуется накладывать прихватки на потолочный участок стыка. В стыках, число прихваток и их протяженность зависят от диаметра труб и должны соответствовать следующим нормам: при диаметре труб до 50 мм количество прихваток 2 шт; протяженность прихватки от 3 до 5 мм; высота прихваток должна быть равна от 3,5 до 4 мм [13].

Прихватки необходимо выполнять теми же материалами, что и сварной шов, по режимам, установленным для сварки.

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла [13].

2.2.4 Требования к сварке

Порядок наложения швов и режимы сварки должны обеспечивать минимальные сварочные напряжения и деформации.

При выполнении сварки прерывистым швом концы деталей должны быть проварены независимо от шага шва.

По окончании сварочных работ сварные швы должны быть очищены от шлака и брызг металла.

Сверка стальных конструкций должна производиться лицами, имеющими удостоверение, квалификация которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, непосредственно на рабочей площадке в камере заправки горно-шахтного оборудования.

Предельные отклонения несопрягаемых размеров, получающихся после сварки, не должны превышать значений, указанных в таблице 1.1 [13].

Таблица 1.1 – Предельные отклонения несопрягаемых размеров

Интервал номинальных размеров, мм	Предельные отклонения размеров между поверхностями, ±	
	обработанными резанием	не обработанными резанием
До 180 вкл.	1,5 мм	2,0 мм
Св. 180 до 260 вкл.	1,5 мм	2,5 мм
" 260 " 500 "	2,0 мм	3,0 мм
" 500 " 3150 "	$\frac{JT16}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79	$\frac{JT17}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79
"3150 " 10000"	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75
Примечание. Если требуемую точность конструкции невозможно обеспечить сваркой, то ее следует достигать за счет последующей обработки резанием.		

Сварные соединения элементов с толщиной стенки более 6 мм подлежат маркировке с указанием шифров клейм сварщиков, позволяющих идентифицировать сварщиков, выполнявших сварку. Необходимость и

способ маркировки сварных соединений с толщиной стенки менее 6 мм устанавливаются требованиями ПТД. Способ маркировки должен исключать наклёп, подкалку или недопустимое уменьшение толщины металла и обеспечить сохранность маркировки в течение всего периода эксплуатации технического устройства.

При выполнении сварного соединения несколькими сварщиками на нем должны быть поставлены клейма всех сварщиков, участвовавших в сварке.

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства [14].

2.2.5 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных трубопроводов должен производиться путем: систематического операционного контроля; механических испытаний образцов, вырезанных из пробных стыков; проверки сплошности стыков с выявлением внутренних дефектов одним из неразрушающих методов контроля, а также последующих гидравлических или пневматических испытаний согласно раздела 5 настоящих правил [12].

Качество сварных соединений технологического трубопровода производится: ВИК в объеме 100 %, неразрушающий контроль-гидравлические испытания-100%.

Результаты контроля качества сварных соединений технологического трубопровода должны отвечать требованиям:

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»,

СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»,

ГОСТ 3845-75 «Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением»,

ГОСТ 5817- 21 «Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением. Уровни качества» [15].

При проведении ВИК освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк [16, 17].

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стенов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [16,17].

Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более $Rz\ 8$ [16,17].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Трубопроводы необходимо испытывать на прочность и герметичность.

Вид (прочность, герметичность) способ (гидравлический, пневматический), продолжительность и оценку результатов испытаний следует принимать в соответствии с рабочей документацией [12].

Величину испытательного давления (гидравлического и пневматического) на прочность при отсутствии дополнительных указаний в рабочей документации следует принимать в соответствии с табл. 2 [12].

Испытательное давление для стальных трубопроводов с температурой стенки более 400 °С следует принимать $1,5P$, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см²)

Величина испытательного давления на герметичность должна соответствовать рабочему давлению. При гидравлических испытаниях допускается обстукивание стальных трубопроводов молотком массой не более 1,5 кг, трубопроводов из цветных металлов – не более 0,8 кг [12].

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

расчет технологических режимов сварки, анализ, проектирование и расчет технологического трубопровода.

Средства проектирования, применяемые в дипломной работе:
КОМПАС-3D.

2.4 Постановка задачи

Цель работы является разработка технологии изготовления технологического трубопровода автоматической пожарной системы.

Задачами выполнения работы являются: проектирование конструкции технологического трубопровода, выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, выбор сварочного оборудования, составление технологической карты процесса сварки и сборки трубопровода, рациональное размещение элементов производства в условиях подземного рудника.

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление технологического трубопровода должно быть технологичным.

При выполнении дипломного проекта необходимо:

- 1 проектирование конструкции технологического трубопровода;
- 2 подобрать сварочное оборудование;
- 3 составить технологическую карту сварки и сборки трубопровода;
- 4 необходимо рационально разместить элементы производства в условиях подземного рудника.
- 5 произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – технологический трубопровод. Трубопровод и детали трубопровода изготовлены из сталей следующих марок: Ст2сп, 09Г2С.

Химический состав и механические свойства стали Ст2сп, приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали Ст2сп в % [18]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>	<i>As</i>	<i>Cr</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>
0,09-0,15	0,25- 0,50	0,15- 0,30	≤0,30	≤0,01	≤0,0 8	≤0,3 0	≤03 0	0,035	≤0,0 1

Таблица 3.2 – Механические свойства стали Ст2сп в % [18]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_6 , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
335-343	216-222	24	23

Углеродистая сталь обыкновенного качества Ст2сп применяется для неответственных деталей, требующих повышенной пластичности или глубокой вытяжки, малонагруженных элементов сварных конструкций, работающих при постоянных нагрузках и положительных температурах.

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 09Г2С в % [18]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
Не более										
0,5-0,8	1,3-1,7	0,12	0,008	0,3	0,3	0,3	0,035	0,03	0,08	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 09Г2С [18]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/м ²
265-345	430-490	21	0,59-0,64

Низколегированную конструкционную сталь 09Г2С применяют в строительстве и машиностроении для сварных конструкций, в основном без дополнительной термообработки, для ответственных листовых сварных конструкций в химическом и нефтяном машиностроении, судостроении.

Из стали 09Г2С изготавливают паровые котлы, аппараты и емкости, работающие под давлением при температуре от -70 до +450°С, трубопроводы пара и горячей воды, крепежные детали в котлах и трубопроводах.

При выборе материала ключевой критерий – это степень свариваемости. Определение указанного понятия должно основываться на физической природе сварочного процесса и соотношения металлов с данными процессами. Сварочный процесс носит комплексный характер и представляет собой, по сути, несколько процессов, которые осуществляются в одно и то же время.

Ключевыми процессами выступают следующие: тепловое воздействие на металл в зонах вблизи швов, плавление, металлургические процессы, кристаллизация металла на участке сплавления. Свариваемость металлов представляет собой, соотношение между указанными процессами и характеристиками металлов. Свариваемость может рассматриваться как с технологической позиции, так и с физической [19].

Стали, в соответствии с уровнем свариваемости, делятся на следующие категории [20]:

- хорошо свариваемые;
- удовлетворительно свариваемые;
- ограниченно свариваемые;
- плохо свариваемые.

Свариваемость сталей характеризуется, в первую очередь, такими признаками, как механические свойства сварного шва и тенденция к возникновению трещин.

Для определения стойкости конструкционного металла против образования трещин определим фактор склонности по формуле [21]:

$$HSC = \frac{C \times (S + P + 0,04 \times Si + 0,01 \times Ni) \times 10^3}{3 \times Mn + Cr + Mo + V}, \quad (3.1)$$

где символ каждого химического вещества – это его предельное процентное содержание в металле, согласно действующим стандартам или ТУ.

Если HSC меньше 4 склонность к образованию трещин отсутствует.

Для определения углеродного эквивалента используем формулу [21]:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + Cr + \frac{Mo}{5} + V + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (3.2)$$

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали Ст2сп:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + \frac{0,30}{6} + 0,30 + \frac{0,01}{6} + 0,30 + \frac{0,01 + 0,30}{6} = 0,223\%.$$

Рассчитаем фактор склонности к трещинам для стали Ст2сп:

$$HSC = \frac{0,15 \times (0,05 + 0,04 + 0,04 \times 0,15 + 0,01 \times 0,001) \times 10^3}{3 \times 0,50 + 0,30 + 0,5 + 0,4} = 3,006.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + \frac{1,70}{6} + 0,30 + \frac{0,01}{5} + 0,30 + \frac{0,30 + 0,30}{15} = 0,234\%.$$

Рассчитаем фактор склонности к трещинам для стали 09Г2С:

$$HSC = \frac{0,15 \times (0,05 + 0,04 + 0,04 \times 0,30 + 0,01 \times 0,30) \times 10^3}{3 \times 0,50 + 0,30 + 0,5 + 0,4} = 4,351.$$

Сталь 09Г2С относится к первой группе свариваемости, и обладает хорошей свариваемостью, сваривается без ограничений. Способы сварки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка, электрошлаковая сварка, контактная сварка.

Назначение. Детали аппаратов и сосудов, работающие при температуре от минус 70°С до плюс 475°С под давлением. В трубопроводах пара и горячей воды – детали, изготовленные из листа, до температуры 450°С, трубы – до 425°С, в котлах листовые детали, работающие при температуре до 450°С, во всех случаях без ограничения давления. Крепежные детали в котлах и трубопроводах используются до температуры 425°С и при давлении до 10 Н/мм².

Статоры, стиральные камеры, крышки турбин, лопатки направляющего аппарата и т.д. узды и детали гидротурбин. Максимальная допускаемая температура применения для деталей АЭС 450°С (ПНАЭГ-7-008-89) [18].

Сталь Ст2сп так же относится к первой группе свариваемости, и обладает хорошей свариваемостью, но имеются ограничения в сварке по

толщине. Ограничения в сварке по толщине свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка [18].

Способы сварки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка, электрошлаковая сварка, контактная сварка.

Назначение. Для второстепенных и малонагруженных несущих элементов сварных и несварных конструкций, работающих при температуре от минус 40°С до плюс 400 °С.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Выбор способа сварки производится с учетом толщины деталей в месте их соединения, типа и конструктивных элементов, протяженности и конфигурации, доступности и положения шва в пространстве, особенностей свариваемости, программы выпуска и условий в которых будет производиться сварка [22].

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Первостепенным фактором при выборе способа сварки в условиях рудника будет являться простота и безопасность.

Следовательно, наиболее рациональным способом сварки технологического трубопровода будет ручная дуговая сварка плавящимся покрытым электродом. Основными преимуществами ручной дуговой сварки являются: проведение сварки в любом пространственном положении; сварка

различных углеродистых и легированных сталей; простота и мобильность оборудования для ручной дуговой сварки электродом. Так же преимуществом будет являться, то, что оборудование для этого способа выпускается во взрывозащищенном исполнении, что является решающим моментом.

Ручную дуговую сварку покрытыми электродами разрешается применять для ремонта стыков трубопровода и при экономической нецелесообразности применения автоматической или механизированной сварки.

Для стали Ст2сп и 09Г2С рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка, электрошлаковая сварка, контактная сварка [18].

Так как сварка технологического трубопровода будет производиться в условиях рудника, выбран способ ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Для ручной дуговой сварки стыков трубопроводов из сталей Ст2сп и 09Г2С необходимо применять электроды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9466-75. Марку электродов следует выбирать в зависимости от марки, свариваемой стали [22].

Оптимальный выбор сварочных материалов предусматривает обязательный учёт химического состава свариваемых материалов, к которому должен быть приближен и покрытый электрод. Для сварки углеродистых и низколегированных сталей с покрытием цинка, рекомендуются электроды с рутиловым покрытием.

Выбраны сварочные электроды МР-3 МС (СпецЭлектрод)-

рутил-целлюлозные электроды для сварки конструкций из углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением до 450 МПа.

Электроды МР-3 МС обеспечивают сварку во всех пространственных положениях переменным и постоянным током любой полярности.

Химический состав наплавленного металла и механические свойства сварного соединения приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5– Химический состав наплавленного металла в % по ГОСТ 9466-75 [23]

Марка электрода	Химический состав					
	С	Мn	Si	Cu	S	P
МР3 МС	0,10	0,58	0,17	0,04	0,025	0,035

Таблица 3.6 – Механические свойства сварного соединения [23]

Марка электрода	σ_B , МПа	δ , %	KV , Дж		
			KCU , Дж/см ²	-20 ⁰ С	-40 ⁰ С
МР3 МС	480	25	25	15	9

3.2 Расчет технологических режимов

Параметры режима ручной дуговой сварки составляют [24]:

- 1 диаметр покрытых электродов d_3 ;
- 2 сварочный ток I_c ;
- 3 напряжение сварки U_c ;
- 4 количество проходов N_{Π} ;
- 5 скорость сварки V_c .

Из перечисленных параметров d_3 , I_c , U_c , N_{Π} – контролируемые и d_3 , I_c , N_{Π} указываются в операционной или технологической карте. Сварка выполняется вручную. Поэтому оптимальность скорости сварки можно

оценить только косвенно по формированию шва. Напряжение сварки связано с длиной дуги, от которой существенно зависит качество сварки (защита, разбрызгивание и набрызгивание, формирование шва, пористость и механические свойства) [24].

Подготовка исходных данных должна предшествовать непосредственному расчету режима сварки.

В исходные данные ходят:

- 1 группа и марка свариваемого материала;
- 2 тип покрытия и марка электродов;
- 3 тип соединения;
- 4 толщина свариваемого материала;
- 5 положение шва и проходов;
- 6 тип шва по форме;
- 7 тип шва по количеству проходов;
- 8 форма и размеры подготовка кромок;
- 9 общие размеры шва.

Рассчитаем стандартный тип соединения Н1-Δ3,5 по ГОСТ 16037-80 (шов №4). Толщина свариваемого металла 3,5 и 3,5 мм. Положение шва при сварке – нижнее. Тип шва по форме – нахлесточное, по количеству проходов – однопроходный. Сварка выполняется электродами рутитл-целлюлозного типа марки МРЗ МС.

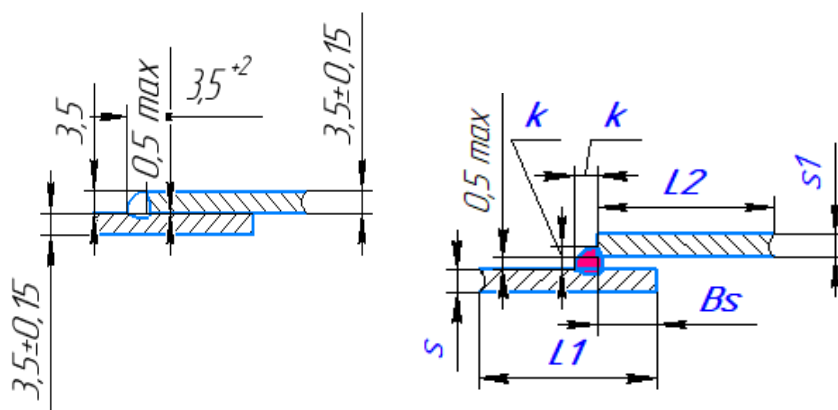


Рисунок 3.1 – Нахлесточное соединение типа Н1-Δ3,5

Расчет диаметра электрода $d_э$ производят по формуле:

$$d_э = h_p^{0,7} + K_d^{III}, \quad (3.3)$$

где h_p – расчетная глубина проплавления, принимаем согласно рекомендациям [24]:

$$h_p = K \leq 1,2 \times S = 1,2 \times 3,5 = 4,2 \text{ мм}, \quad (3.4)$$

K_d^{III} – коэффициент, учитывающий влияние положения шва, при сварке в вертикальном положении принимаем $K_d^{III} = 0,5$.

$$d_э = 4,2^{0,7} + 0,5 = 3,23 \text{ мм}.$$

Для сварки деталей толщиной 4 мм, принимаем диаметр электрода 3 мм.

Сварочный ток I_c (род, полярность и значение) зависит от химического состава и диаметра стержня, типа, толщины покрытия, положения шва и других факторов.

Сварочный ток I_c рассчитываем по формуле [24]:

$$I_c = K_I^{II} \times K_I^{III} \times d_э^{1,4}, \quad (3.5)$$

где K_I^{II} – коэффициент влияния типа покрытия согласно [24], при рутиловом типе покрытия $K_I^{II} = 20 \pm 5$;

K_I^{III} – коэффициент положения шва, согласно [24], при сварке в вертикальном положении шва принимаем $K_I^{III} = 0,76 \dots 0,78$;

$$I_{сз} = (20 \pm 5) \times 0,77 \times 3^{1,4} = 54 \dots 90 \text{ А}.$$

Напряжение сварки для электродов основного типа рассчитываем по формуле [24]:

$$U_C = 12 + 1,7 \times \frac{I_C}{d_3^2}, \quad (3.6)$$

$$U_{C3} = 12 + 1,7 \times \frac{54 \dots 90}{3^2} = 22,2 \dots 28,9 \text{ В.}$$

Скорость сварки $V_{св}$ находим по формуле [24]:

$$V_C = \frac{\alpha_H \times I_C}{\rho \times F}, \quad (3.7)$$

где α_H – коэффициент наплавки, для электродов рутил-целлюлозного типа марки МРЗ МС $\alpha_H = 8,5 \text{ г/А} \times \text{с}$;

ρ – плотность ($7,85 \text{ г/мм}^3$);

F – площадь шва.

$$F_{но} = K_3 \times \frac{K}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \times g + \frac{K^2}{2} = 0,7 \times \frac{3,5}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \times 1,01 + \frac{3,5^2}{2} = 9,62 \text{ мм}^2, \quad (3.8)$$

$$V_C = \frac{8,5 \times (54 \dots 90)}{7,85 \times 9,62} = 6,05 \dots 10,1 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,8 \dots 36,3 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.7. Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Режимы ручной дуговой сварки

№ шва	Тип шва	d_3 , мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	N
1	С8	3	22-36	54-90	22-29	2
2	У17 - \triangleleft 4	3	22-36	54-90	22-29	1
3	У5 - \triangleleft 4	3	22-36	54-90	22-29	1
4	Н1 - \triangleleft 3,5	3	22-36	54-90	22-29	1

3.3 Выбор основного оборудования

Для сварки технологического трубопровода, толщиной до 4 мм, плавящимся покрытым электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 54-90$ А, напряжение сварки $U = 22-29$. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный аппарат шахтный ШАЭ-500У5, его характеристики приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики аппарата сварочного шахтного ШАЭ-500У5 [25]

Характеристика	Значение
Диапазон регулирования сварочного тока, А	100~515
Первичный ток, А	80
Номинальный сварочный ток, А	500
Напряжение на холостом ходу, В	12
Потребляемая мощность, кВА	43
Диаметр электрода, мм	3~8
Условное номинальное рабочее напряжение под нагрузкой, В	40
Номинальное первичное напряжение, В	600
Полезная мощность, кВт	12,7
Степень защиты от наружных воздействий по ГОСТ 14254-96	IP43
Номинальное напряжение холостого хода вторичной обмотки силового трансформатора, не более, В	80
Масса, кг	350

Однопостовой сварочный выпрямитель с механическим плавным регулированием силы тока ШАЭ-500У5 предназначен для ручной электродуговой сварки, резки и наплавки металлов в особо опасных условиях, где допущено производство сварочных работ с использованием

оборудования, изготовленного в рудничном нормальном исполнении РН-1. Также ШАЭ-500У5 может применяться и в других отраслях промышленности с аналогичными условиями. Аппарат можно эксплуатировать при напряжении питания 660В и 380В. Сварочный трансформатор аппарата ШАЭ-500У5 соответствует требованиям ГОСТ 95-77. Аппарат изготовлен в соответствии с ГОСТ 13821, ГОСТ 24754, ГОСТ 30852.20 по ТУ 27.90.31-002-00788844-2021, ГОСТ 12.2.007.8 в рудничном нормальном исполнении РН1 и снабжен устройством ограничения напряжения холостого хода сварочной цепи.

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий [28].

При изготовлении технологического трубопровода рекомендуется применять трубные вращатели. Предлагается применять для поворота изделия опоры роликовые настольные ГРП-ОРН [29].

При изготовлении технологического трубопровода необходимо разработать раму для установки роликовых опор. Внешний вид рамы с установленными роликовыми опорами будет показан на чертеже

ФЮРА.000002.160.00.000 СБ. а спецификация роликовых опор показана в приложении А.

3.5 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

В процессе изготовления, монтажа и ремонта трубопроводов необходимо осуществлять систематический контроль качества сварочных работ и сварных соединений – предварительный контроль (включая входной контроль), операционный контроль и приемочный контроль сварных соединений.

Требования к методам, объемам и объектам предварительного контроля, включающего проверку аттестации персонала, проверку оборудования и аппаратуры, контроль основных и сварочных материалов, а также требования к операционному контролю сборочно-сварочных работ, изложены в соответствующих разделах настоящего РД. Результаты по каждому виду предварительного и операционного контроля должны оформляться отдельными документами или фиксироваться в журналах организации, выполняющей этот контроль. Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки [22].

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [26].

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [26]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;

- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется [26]:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль качества швов сварных соединений производится с целью выявления поверхностных, внутренних и сквозных дефектов.

Методы контроля качества швов сварных соединений – по ГОСТ 5817-21 «Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением»

Контролю внешним осмотром и измерениями подлежат каждый сварной шов [26].

При изготовлении технологического трубопровода применяется визуальный и измерительный контроль сварных швов.

Проведение ВИК измерительного контроля регламентируется:

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»,

СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»,

ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм». В них содержатся требования к квалификации персонала, средствам и процессу контроля, а также к способам оценки и регистрации его результатов [27].

По внешнему виду сварной шов должен соответствовать следующим требованиям:

- поверхность шва должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой, высота чешуйчатости не должна быть более 1 мм;
- сварной шов не должен иметь наплывов, незаверенных кратеров, наплавленных кромок, прожогов и трещин.

При этом допускаются [27]:

- подрезы основного металла глубиной не более 0,5 мм при толщине свариваемого металла до 10 мм и глубиной не более 1 мм при толщине металла свыше 10 мм. Подрезы, превышающие указанные выше нормы, допускается исправлять заваркой тонким швом теми же электродами, что в основной шов;

- поверхностные поры, не превышающие 4 шт. на 0,4 м;
- брызги на сварном шве и околошовной зоне в труднодоступных местах, а также на швах, выполненных "под закрытие".

Сварной шов не должен иметь внутренних трещин.

Допускаются следующие внутренние дефекты швов [26]:

- непровары по сечению швов, выполненных двухсторонней или односторонней сваркой на подкладке, глубиной до 5% от толщины металла, но не более 2 мм при длине непровара до 50 мм в общей длине участков не более 200 мм на 1 м шва;

- непровары в корне шва, выполненного односторонней сваркой без подкладки, глубиной до 15% от толщины металла для толщин до 20 мм и не свыше 3 мм при толщине более 20 мм;

- суммарная величина дефектов (непровары, валковые включения и поры), не превышающих в рассматриваемом сечении двухсторонней сварке

10% от толщины свариваемого металла, но не более 2 мм, и при односторонней сварке без подкладки – 15%, но не более 3 мм.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76) [26].

Для визуального и измерительного контроля применяют: штангенциркуль 1 кл ШЦ-1-150, лупа измерительная 10х, линейка поверочная, УШС-4, образцы шероховатости $Rz80$, люксметр, угольник поверочный.

При необходимости контроля поверхностных дефектов более современными методами на чертеже должен быть указан метод и объём контроля.

Методы контроля механических свойств сварных соединений по ГОСТ 6996-66. Необходимость и объём контроля также следует указывать на чертеже.

Контроль сварных швов, недоступных для осмотра после окончательной сварки конструкции, должен производиться до установки деталей, закрывающих эти швы. Клеймо должно наноситься на поверхности, не закрываемые деталями при последующей сварке.

Недопустимые дефекты сварного шва должны быть удалены обработкой резанием, воздушно-дуговой строжкой или другими способами огневой резки с последующей зачисткой поверхности до чистого металла и заварены.

Не допускается исправление дефектов, замеченных в сварных швах, испытываемых на герметичность.

Исправление дефектов в одном и том же месте допускается не более двух раз. При последующем обнаружении дефектов изделия должны быть разъединены, вновь подготовлены под сварку и сварены; при получении некачественного сварного шва изделия должны быть заменены новыми [26].

Гидравлические испытания. Все сварные соединения трубопроводов проверяют на прочность и плотность гидравлическим испытанием. Пробное давление, технология проведения и оценка результатов гидравлического испытания устанавливаются соответствующими правилами Госгортехнадзора России.

Сварные соединения технологических трубопроводов, на которые распространяются ПБ 03-108-96, проверяют гидравлическим или пневматическим испытанием в соответствии с требованиями этих Правил [22].

Сварные соединения прочих трубопроводов проверяют гидравлическим испытанием, если это указано в чертеже, технических условиях или инструкции на изготовление изделия. При отсутствии в этих документах указаний о величине пробного давления она должна быть равна 1,25 рабочего (избыточного), но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см²).

Результаты гидравлического испытания считаются удовлетворительными, если манометр не показывает падение давления, а в сварных швах не обнаружено течи, «слезок» и «потения» и изделие не получило видимых остаточных деформаций [22].

3.6 Разработка технологической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований

достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [30].

При составлении технологической карты сборки и сварки технологического трубопровода будут использованы следующие документы:

- ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;

- ГОСТ 12.3.003–86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности;

- ГОСТ 2.312–72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения сварных швов;

- ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка;

- ГОСТ 3.1703-79 «Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы».

Разработка технологических процессов включает [30]:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты [30]:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых

ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [30]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки;
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Порядок сборки системы пожаротушения: сначала две трубы диаметром 57 мм поз. 43 и длиной 6000 мм сваривается с трубой диаметром 57 мм длиной 1300 мм (длина одной ветки 13,3 метров). Затем труба диаметром 25 мм поз. 44 длиной 6000 мм сваривается с трубой диаметром 25 мм длиной 1300 мм (длина одной ветки 13,3 метров). После этого сваренные ветки состоящие из труб диаметром 57 мм и 25 мм соединяются в две ветки (сваркой) между собой параллельно прямоугольными пластинами (смотри рисунок 3.2). Все перечисленные операции повторяются еще раз для изготовления еще одной связки труб.

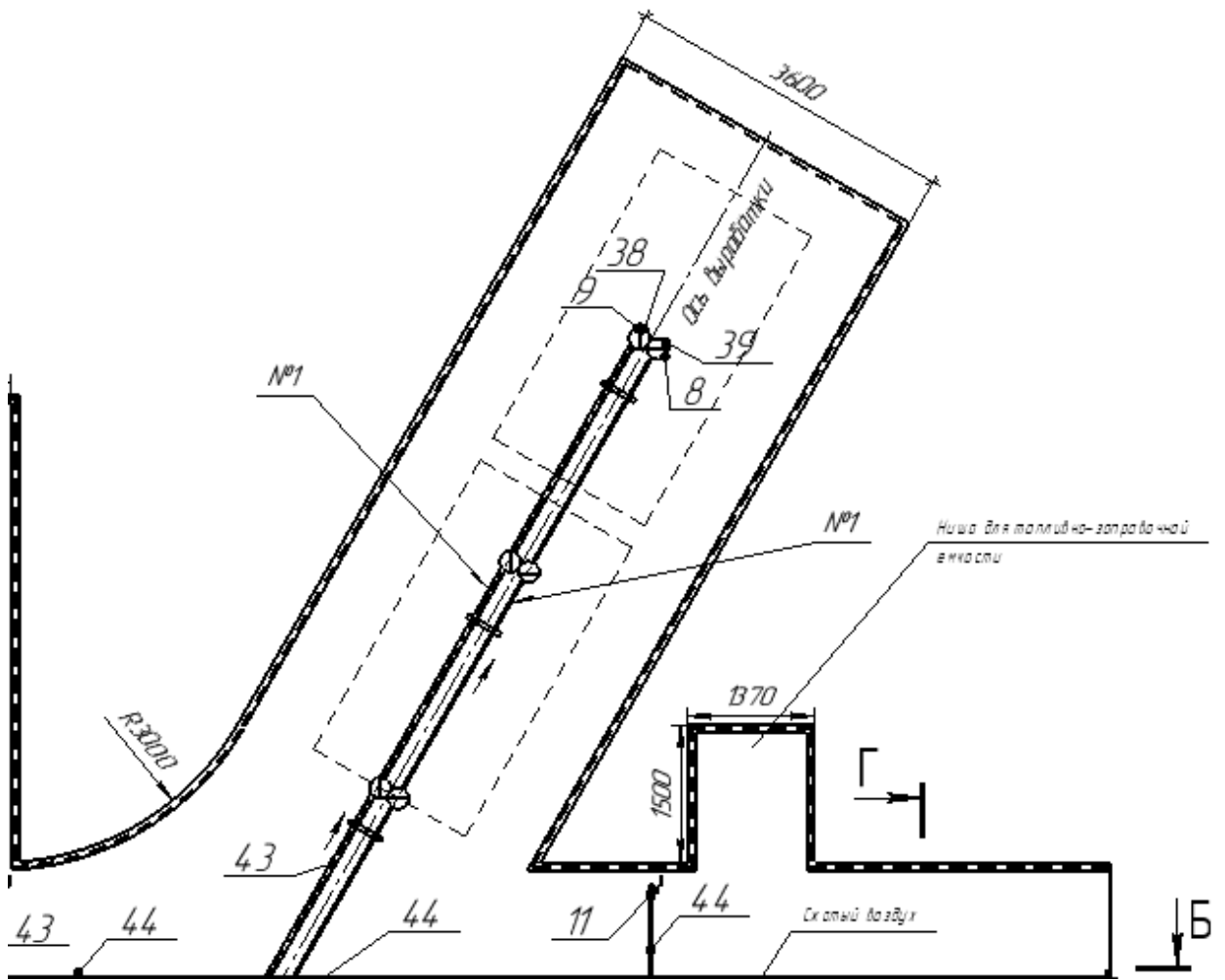


Рисунок 3.2 – Соединение веток

Затем эти ветки из двойных труб вешаются над кровлей на анкера. Одна на месте стоянки заправщика вторая на месте хранения топливозаправочной емкости. Эти основные ветки врезаются между собой сварным соединением У17 как показано на рисунке 3.3.

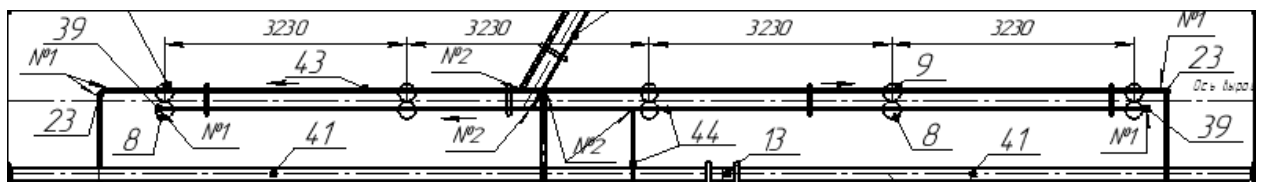


Рисунок 3.3 – Врезка ветки

Далее собираются ветки из труб диаметром 108х4 мм длиной 810 и 390 мм, труба диаметром 57х3,5 мм длиной 4255 мм, перехода 3-108х4-57х3, отвода 90 108х4, фланца слева и труб диаметром 108х4 мм длиной 1640, 1110 и 400 мм, отвода 90 108х4, двух фланцев справа к дренчерному клапану с двумя шаровыми кранами.

К дренчерному клапану присоединяются несколько линий в состав которых входят: трубы диаметром 57х3,5 мм длиной 2300, 980, 4300, 3000, 1700, 500, 1100, 880, 2900, 2400, 5700, 2300 мм; трубы диаметром 25х2,8 мм длиной 430, 4200 мм; шесть отводов 90 57х3,5; два перехода 3-57х3-25х3.

Операционная технологическая карта сборки и сварки стыков технологического трубопровода приведена в приложении Б.

3.7 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [31]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \times L + t_{в.и}, \quad (3.9)$$

где, $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \times \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.10)$$

где, $T_{\text{о}}$ – основное время сварки;

$t_{\text{в.ш}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва;

$a_{\text{обс.}}$, $a_{\text{отл.}}$, $a_{\text{п-з}}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для ручной дуговой сварки покрытым электродом сумма коэффициентов составляет 15% [31].

$$T_{\text{о}} = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n, \quad (3.11)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²;

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, г/(А × ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в защитном газе и самозащитной проволокой при изготовлении системы пожаротушения.

Исходные данные:

- марки сталей Ст2сп, 09Г2С;
- марка электродов МР-3 МС (3 мм) по ГОСТ 9466-75 [23];
- положение шва: все положения;
- коэффициент наплавки для электродов МР-3 МС (3 мм) и МР-3

МС (4 мм) при ручной дуговой сварке составляет $\alpha_{\text{н}}=8,5$ г/(А × ч).

Время сварки для шва №1 С8:

$$T_{\text{о}} = \frac{2 \times 7,85 \times 60}{54 \times 8,5} + \frac{16,7 \times 7,85 \times 60}{90 \times 8,5} = 12,3 \text{ мин.}$$

Определим время на сварку одной плети труб (масса деталей рассчитана в программе Компас-3D V20, время взято из литературы) [31].

Масса трубы поз. 43 (2 шт.) длиной 6000 мм $m_1=27,6$ кг; установка тельфером на место монтажа $t_1=1,9 \times 2= 3,6$ мин; масса трубы поз. 43 длиной 1300 мм $m_2=5,98$ кг; установка в ручную на место монтажа $t_2=1,6$ мин.

Найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 4=0,6$ мин,
2. $t_{в.и} = 3,6+1,6+0,6=6$ мин,
3. $T_{н.ш-к} = (12,3+0,75) \times \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 11,92$ мин,
4. $T_{ш} = 11,92 \times 0,179 \times 2 + 6 = 11,39$ мин.

Аналогично рассчитаем время на сборку-сварку других узлов системы пожаротушения, общее время монтажа системы пожаротушения составит $T_{ш} = 177,45$ мин.

3.8 Материальное нормирование

3.8.1 Расход металла

Система пожаротушения включает в свой состав:

- труба 25×2,8 массой 48,02 кг;
- труба 57×3,5 массой 270,96 кг;
- труба 108×4 массой 44,44 кг;
- отвод 90 57×3,5 ГОСТ 17375-2001 (17 шт.) массой $0,5 \times 17=8,5$ кг;
- отвод 90 108×4 ГОСТ 17375-2001 (2 шт.) массой $2,5 \times 2=5$ кг;
- переход 57×3-25×3 ГОСТ 17378-2001 (2 шт.) массой $0,065 \times 2=$
 $=0,13$ кг;
- переход 108×4-57×3 ГОСТ 17378-2001 массой 0,272 кг;
- фланцы 108 ГОСТ 3325 (4 шт.) массой $3,81 \times 4=15,54$ кг.

Общее количество металла, идущего на изготовление системы пожаротушения составит:

$$m_m = 48,02 + 270,96 + 44,44 + 8,5 + 5 + 0,13 + 0,272 + 15,54 = 392,862 \text{ кг.}$$

3.8.2 Расход электродов

Расчет покрытых электродов ведём через массу наплавленного металла на 1 м шва [19]:

$$M_{\text{э}} = K_{\text{п.ш}} \times K_{\text{р.э}} \times M_{\text{н.о}}, \quad (3.12)$$

где $K_{\text{п.ш}} = 1,0 \dots 1,2$ – коэффициент, учитывающий потери электродов в зависимости от положения шва, $K_{\text{п.ш}} = 1,1$ [19];

$K_{\text{р.э}} = 1,4 \dots 1,7$ – коэффициент расхода электродов, учитывающий тип и толщину покрытия, потери на разбрызгивание и огарки, $K_{\text{р.э}} = 1,6$ [19];

Масса наплавленного металла $M_{\text{н.о}}$ для шва №1 (чертеж ФЮРА.000001.160.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{\text{н.о}} = F_{\text{н.о}} \times L_{\text{ш}} \times \rho, \quad (3.13)$$

где $F_{\text{н.о}}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{\text{н.о}} = 2,96 \text{ мм}^2$;

$L_{\text{ш}}$ – длина шва, $L_{\text{ш}} = 2,258 \text{ м}$ (чертеж ФЮРА.000001.160.00.000 СБ);

ρ – плотность наплавленного металла, г/см^3 ;

$$M_{\text{н.о}} = 2,9 \times 2,258 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,051 \text{ кг.}$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и полученные данные занесем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Значения площади швов, длины швов и результаты расчета наплавленного металла.

№ шва	Площадь шва, мм ²	Длина шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	2+16,7	7,175	1,053
2	13,88	1,338	0,146
3	12,57+7,1	0,739	0,114
4	9,62	0,078	0,006
ИТОГО			1,319

Для электродов МР-3 МС Ø 3,0 мм:

$$M_3 = 1,1 \times 1,6 \times 1,319 = 2,231 \text{ кг.}$$

3.8.3 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [19]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.14)$$

где U_c I_c – электрические параметры режима сварки;

$$U_c = 29;$$

$$I_c = 90;$$

t_c – основное время сварки шва, $t_c = 1,603$;

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,85$ [25];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [19];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2) [19].

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.15)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт×ч;

$Ц_{Э.Э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{Э.Э.} = 5,53$ руб/кВт×ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{29 \times 90 \times 1,603}{0,85} + 0,4 \times \left(\frac{1,603}{0,7} - 1,603 \right) = 4924 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 4924 \times 5,53 = 27,23 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

В повышении эффективности сварочных операций большая роль отводится применению приспособлений, технологической оснастки, вспомогательных устройств и механизмов, использование которых позволяет существенно сократить трудоемкость выполняемых работ, обеспечить стабильное качество продукции, облегчить и улучшить условия труда, способствовать повышению комплексной механизации и автоматизации сварочного производства. Нарастание темпов и объемов производства, частая смена номенклатуры выпускаемых изделий требуют создания новых сборочно-сварочных приспособлений, технологической оснастки, вспомогательных устройств и механизмов, а также надежных методов их расчета и рационального проектирования.

Современное приспособление может использоваться как отдельное устройство для сборки, сварки, термообработки, контроля, подъема, поворота, транспортировки и других вспомогательных операций, а также – как неотъемлемая часть сварочной установки, механизированной, автоматизированной или поточной линии. Как специальные, так и универсальные приспособления имеют свое конкретное назначение, конструктивные и технологические особенности эксплуатации. Несмотря на их большое разнообразие и количество, правила построения и конструирования приспособлений основаны на применении общих принципов базирования деталей, основных закономерностей их проектирования и расчета [32].

Сварочный вращатель.

При сварке труб применяется сварочный вращатель. Сварочный вращатель состоит из двух блоков роликовых опор. Для крепления блока

роликовых опор и обеспечения необходимого расстояния между ними применяется каркас показанный на чертеже ФЮРА.000004.160 ЛП.

Принципиальная схема установки трубы на роликовых опорах показана на рисунке 4.1.

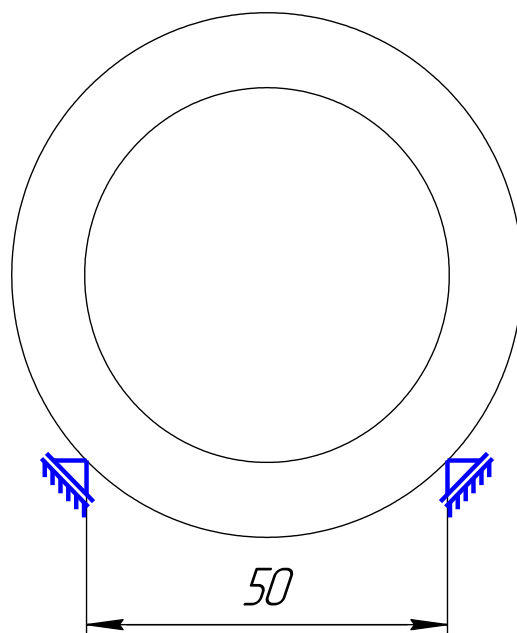


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема установки трубы на роликовых опорах

5 Проектирование рабочей площадки

Рабочая площадка для сварки-сборки изделия находится непосредственно в выработке рудника на месте заправки самоходного горно-шахтного оборудования. Имеет размеры 14, 5 метров в длину и 3,20 метров в ширину на месте стоянки горной техники и 17 метров в длину и 3,20 метров в ширину на месте для хранения топливозаправочной емкости. Также на участке имеется ниша для хранения сварочного оборудования и ниша для размещения материалов.

Сварочно-сборочное приспособление находится в нише для хранения материалов, где и происходит частичная сварка труб и деталей. Там же располагается слесарный верстак для механической обработки деталей с помощью ПМШУ с воздушным приводом. Магистраль с жатым воздухом находится вблизи ниши для хранения материалов, имеет рабочее постоянное давление 6 бар.

План рабочей площадки представлен на ФЮРА.000003.160.00.000 СБ.

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления системы пожаротушения допускает различные варианты решения.

Сварочная техника позволяет изготавливать одни и те же конструкции различными способами. После выбора способов сварки по качественным критериям часто возникает ситуация, при которой несколько вариантов удовлетворяет факторам выбора. Для окончательного принятия решения и выбора единственного варианта технологии в этом случае требуется сравнительная экономическая оценка. Наиболее оптимальной и эффективной будет технология с минимальными затратами и, как правило, с максимальной производительностью.

В разработанном технологическом процессе изготовления системы пожаротушения в качестве способа сварки предложена ручная дуговая сварка, сварка выполняется электродами МР-3 МС (СпецЭлектрод) (3,0 мм) ГОСТ 9467-75. Для ручной дуговой сварки принято следующее оборудование: сварочный аппарат шахтный ШАЭ-500У5.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса изготовления системы пожаротушения.

Показатель приведенных затрат является обобщенным показателем. Расчет приведенных затрат Z_n , руб/изд. производят по формуле [35]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n \times K, \quad (6.1)$$

где $C_{\text{год}}$ – себестоимость годового объема продукции, руб/изд \times год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, руб/год;

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [35]:

$$K = K_o + K_n + K_{зд}, \quad (6.2)$$

где K_o – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

K_n – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

$K_{зд}$ – капитальные вложения в здания, руб.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [30]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n C_{O_i} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где C_{O_i} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.; $C_{O_i}=625600$ (таблица 6.1)

O_i – количество оборудования i -го типоразмера ; $O_i=1$ (таблица 6.1)

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера равно 1;

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [33]

Наименование оборудования	Количество	Ц _о , руб
ШАЭ-500У5	1 шт.	625600

$$K_{CO}=625600 \times 1 \times 1 = 644717 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Количество	К _{со} , руб.
ШАЭ-500У5	1 шт.	625600
Итого		625600

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [30]:

$$K_{PP} = \sum_{j=1}^m K_{PPj} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

где K_{PPj} – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера равно 1;

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления равно 1;

$$K_{PP}=33000 \times 1 \times 1=33000 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [29]

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _{п.} шт	К _{пр.} руб.
Опоры роликовые настольные ГРП-ОРН	33000	1	33000
ИТОГО			33000

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [30]:

$$C_{\text{год}} = N_{\Gamma} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{руб./год.} \quad (6.5)$$

где $C_{\text{М}}$ – затраты на основные материалы, руб;

$C_{\text{В}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{З}}$ – затраты на заработную плату, руб;

$C_{\text{Э}}$ – затраты на электроэнергию, руб;

$C_{\text{а}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{и}}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [34]:

$$C_M = N_M \times k_{т.з.} \times C_M - N_0 \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.6)$$

где N_M – норма расхода материала на одно изделие, равно 392,862 кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [34].

C_M – средняя оптовая цена изделия, на 01.01.2023, руб./кг:

- для трубы 25×2,8 $C_M=87$ руб./кг [35], при $m_M=48,02$ кг;
- для трубы 57×3,5 $C_M=53,36$ руб./кг [36], при $m_M=270,96$ кг;
- для трубы 108×4 $C_M=83$ руб./кг [37], при $m_M=44,44$ кг;
- для отводов 90 57×3,5 ГОСТ 17375-2001 (17 шт.) $C_M=262$ руб./шт. [38], при $m_M=0,5 \times 17=8,5$ кг;
- для отводов 90 108×4 ГОСТ 17375-2001 (2 шт.) $C_M=755$ руб./шт. [39], при $m_M=2,5 \times 2=5$ кг;
- для переходов 57×3-25×3 ГОСТ 17378-2001 (2 шт.) $C_M=76,9$ руб./шт. [40], при $m_M=0,065 \times 2=0,13$ кг;
- для перехода 108×4-57×3 ГОСТ 17378-2001 $C_M=269$ руб./шт. [41], при $m_M=0,272$ кг;
- для фланцев 108 ГОСТ 12820-80 (4 шт.) $C_M=1500$ руб./шт. [42], при $m_M=3,81 \times 4=15,54$ кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,0 так как все комплектующие приходят в готовом виде (фланцы), а при резке труб потери минимальны.

N_0 – норма возвратных отходов, кг/ изд;

$$N_0 = N_M \times 0,0 = 392,862 \times 0,0 = 0,0 \text{ кг/ изд.},$$

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг (цену узнал в пункте сдачи металлолома т. 89505702559).

$$C_M = 1,04 \times (48,02 \times 87 + 270,96 \times 53,36 + 44,44 \times 83 + 17 \times 262 + 2 \times 755 + 2 \times 76,9 + 1 \times 269 + 4 \times 1500) - 0 \times 20 = 36099,94 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электроды определяем по формуле [30]:

$$C_{\text{э.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \times K_{\text{пш}} \times K_{\text{рэ}} \times C_{\text{п.с.}}, \text{ руб/изд,} \quad (6.7)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродов, кг: $G_d = 1,319$ кг – для электродов МР-3 МС (СпецЭлектрод) Ø 3,0 мм;

$K_{\text{п.ш}} = 1,0 \dots 1,2$ – коэффициент, учитывающий потери электродов в зависимости от положения шва, $K_{\text{п.ш}} = 1,1$ [19];

$K_{\text{р.э}} = 1,4 \dots 1,7$ – коэффициент расхода электродов, учитывающий тип и толщину покрытия, потери на разбрызгивание и огарки, $K_{\text{р.э}} = 1,6$ [19];

$C_{\text{п.с.}} = 240$ – стоимость электродов МР-3 МС (СпецЭлектрод) Ø 3,0 мм, руб/кг на 01.01.2023 [43];

$$C_{\text{э.с.}} = 1,319 \times 1,1 \times 1,6 \times 240 = 557,16 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [30]:

$$C_z = (C_{\text{чи}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай}}) / 60, \quad (6.8)$$

где $C_{\text{чи}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч., $C_{\text{чи}} = 225$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия равно 177,45 мин;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $k_{\text{доп}} = 1,2$ [30];

$k_{\text{сс}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3 [30].

$k_{\text{рай}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{рай}} = 1,3$ [30];

$$C_3 = (225 \times 177,45 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 1349,54 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [19]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.14)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,85$ [25];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [19];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u выбираем по таблице 3.2.2 [19]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{\text{ТЭ}} = W_{\text{ТЭ}} \times \text{Ц}_{\text{Э.Э.}}, \quad (3.15)$$

где $W_{\text{ТЭ}}$ – расход технологической электроэнергии; Вт×ч;

$\text{Ц}_{\text{Э.Э.}}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $\text{Ц}_{\text{Э.Э.}} = 5,53$ руб/кВт×ч;

$$W_{\text{ТЭ}} = \frac{29 \times 90 \times 1,603}{0,85} + 0,4 \times \left(\frac{1,603}{0,7} - 1,603 \right) = 4924 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{\text{ТЭ}} = 4,924 \times 5,53 = 27,23 \text{ руб.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [30]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.9)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15$ % [30],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [30],

$$C_{32} = \frac{625600 \times 1 \times 1 \times 0,15\% \times 1,15}{1} = 720519,16 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		C_3 , руб/изд.
ШАЭ-500У5	1 шт.	720519,16
ИТОГО		720519,16

6.2.2.5 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [30]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.10)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [30];

$$C_u = \frac{33000 \times 1 \times 1 \times 0,15}{1} = 4950 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений [41,42]

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Π _j , шт.	С _u , руб/изд.
Опоры роликовые настольные ГРП-ОРН	35000	1	4950
ИТОГО			4950

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	36099,94
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	557,16
3	Заработная плата	1349,54

Продолжение таблицы 6.6

1	2	3
4	Затраты на электроэнергию	27,23
5	Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	720519,16
6	Затраты на амортизацию приспособлений	4950
ИТОГО технологическая себестоимость:		763503,03

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$\begin{aligned}C_{\text{год}} &= 1 \times (36099,94 + 557,16 + 1349,54 + 27,23 + 720519,16 + 4950) = \\ &= 763503,03 \text{ руб./изд.} \times \text{год.}\end{aligned}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 625600 + 33000 = 658600 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 763503,03 + 0,15 \times 658600 = 862293,03 \text{ руб./изд.} \times \text{год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	1
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, мин	177,45
3	Количество оборудования, шт.	1
4	Количество производственных рабочих, чел	1
5	Норма расхода материала, кг	392,862
6	Количество приведенных затрат, руб/изд.×год.	862293,03
7	Себестоимость одного изделия, руб.	763503,03

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 658600 руб;
- себестоимость продукции 763503,03 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 862293,03 руб/изд.×год.

7 Социальная ответственность

В данной выпускной квалификационной работе производится монтаж системы пожаротушения. По предлагаемому технологическому процессу производится ручная дуговая сварка покрытыми электродами МР-3 МС (СпецЭлектрод) диаметром 3,0 мм. В качестве сварочного оборудования используется сварочный аппарат шахтный ШАЭ-500У5. В качестве контролирующих методов используются: операционный контроль сварочных работ; визуальный и измерительный контроль; гидравлические испытания.

Система пожаротушения изготавливается из деталей материалом которых является сталь Ст2сп и 09Г2С.

Все работы выполняются в шахте по добыче руды, освещение осуществляется при помощи взрывозащищенных светильников КВАНт и светодиодных лент X-GLO ПВХ.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с Федеральным Законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 N 116-ФЗ рудник является опасным объектом по ряду признаков. Подземный рудник идентифицируется по признаку ведения горных работ и использованию взрывчатых веществ на местах производства взрывных работ. Он относится ко второму классу опасности.

Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо физиологическое обоснование требований к устройству оборудования, рабочего места, длительности

периодов труда и отдыха и ряда других факторов, влияющих на работоспособность

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и т.д.

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха. Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

Важнейшим психофизиологическим средством повышения производительности является создание благоприятных отношений в коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной опасности можно рекомендовать проведение следующих мероприятий:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- соблюдение предельно допустимых норм деятельности;
- установление переменной нагрузки в соответствии с динамикой работоспособности;
- чередование различных рабочих операций или форм деятельности в течение рабочего дня;
- рациональное распределение функций между человеком и

техническими устройствами;

- соответствие психофизиологических качеств человека характеру и сложности выполняемых работ; это соответствие достигается путем профессионального отбора, обучения и тренировок технологов-сварщиков.

7.1.1 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному

травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ПБ 05-618-03 Правила безопасности в угольных шахтах.
2. РД 05-94-95 Правила безопасности в угольных шахтах.
3. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 N 550 (ред. от 25.09.2018) "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в угольных шахтах".
4. РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов.
5. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие

- санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
6. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
 7. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
 8. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
 9. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
 10. ГОСТ 28298-89 «Заземление шахтного электрооборудования. Технические требования и методы контроля».
 11. РД 15-10-2006 Методические рекомендации о порядке ведения огневых работ в горных выработках и надшахтных зданиях угольных (сланцевых) шахт.
 12. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
 13. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
 14. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
 15. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
 16. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.2 Производственная безопасность

7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Производственные условия характеризуются, как правило, наличием опасных и вредных факторов. Произведем анализ факторов применимо к данному проекту.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При дуговой сварке вне помещения, т.е. в нестационарных условиях могут быть выявлены следующие опасные и вредные факторы [44]:

- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;
- психофизиологические нагрузки на рабочего;
- пожароопасность;
- опасность поражения электрическим током.

При изготовлении системы пожаротушения с применением дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м^3) с содержанием марганца до 13,7%, а также CO_2 до 0,5-0,6%, CO – до 160 мг/м^3 , окислов азота до 8 мг/м^3 , озона – до $0,35 \text{ мг/м}^3$. содержание аэрозолей и пыли в воздухе рабочей зоны не превышает предельно-допустимой концентрации. Озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолиза воздуха вне помещения опасности, не представляют, так как рассеиваются в большом объеме окружающего воздуха.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный аппарат шахтный ШАЭ-500У5;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер, углошлифовальная машина УШМ-125/800 ГОСТ 12.2.013.3-2002, молоток

рубильный МР – 22.

Шумом принято называть любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, и представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Характеристикой шума является уровень звукового давления. Источниками шума на участке служит источник тока и треск при проведении сварочных работ [45].

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещения жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления (дБ) и уровень звука (дБА) должны быть следующими: уровень звукового давления 99-85 дБ при среднегеометрической частоте октавных полос 63-8000 Гц, уровень звука – 85 дБА. На проектируемом участке уровень шума ниже предельно-допустимого и защиты от шума не требуется.

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энерготратами 172÷293 Дж/с (150÷250 ккал/ч) [45].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках держатель с электродом (весом от 0,5 до 1 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать опоры роликовые.

4. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Неблагоприятное влияние вибрации на организм человека характеризуется локальным действием на ткани и заложенные в них многочисленные экстеро- и интерорецепторы (прямой микротравмирующий эффект) и опосредованно через центральную нервную систему на различные системы и органы. Важную роль играют вторичные расстройства в результате нарушения трофики, вызванного сосудистой дисфункцией.

Клиническая симптоматика вибрационной болезни, обусловленная локальной или общей вибрацией, складывается из нейрососудистых нарушений, поражений нервно-мышечной системы, опорно-двигательного аппарата, изменений обмена веществ и др.

Вибрацию создают углошлифовальные машинки.

В качестве средств индивидуальной защиты, работающих используют для защиты рук рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов.

Важным для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха,

постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, такие как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук), массаж рук, витаминизация и др.

7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке

Освещение, обеспечивающее нормальные зрительные условия работы, является важным фактором в организации производственного процесса.

Требуемый уровень освещения определяется степенью точности сборочных работ.

Освещение места монтажа системы пожаротушения осуществляется при помощи взрывозащищенных светильников КВАНТ и светодиодных лент X-GLO ПВХ, питающее напряжение 220 и 127 В.

7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения, в организме человека происходят биохимические сдвиги и нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их

превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги [46].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения. Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79

Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск. [46]

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения. [46]

4. Электробезопасность.

Внутри шахты все виды заземлителей в обязательном порядке соединяются в единую сеть (кроме искробезопасной аппаратуры телефонной связи). К этой сети подключаются и рельсы подземной железной дороги, по которой в шахте перевозят грузы. Все металлические детали машин, механизмов и прочего оборудования, располагаемого в шахте, должны быть электрически соединены во избежание искрения.

Различают основные и местные заземлители. Основной заземлитель представляет собой полосу из металла, установленную в водосборнике или зумпфе. На каждую шахту устанавливают не менее двух основных заземлителей для обеспечения резервирования на случай выхода одного из них из строя. Единая группа основных заземлителей существует даже тогда,

когда шахта имеет несколько горизонтов. Система заземления каждого из горизонтов электрически соединяется с основными заземлителями.

В особых случаях допускается размещение основного заземлителя на поверхности земли, а также использование в качестве второго основного заземлителя металлической трубы, которой укрепляется скважина.

Местные заземлители организуются непосредственно рядом с трансформаторными и распределительными подстанциями, а также некоторыми видами электрооборудования. В качестве местных заземлителей используют металлические полосы, укладываемые на подушку из дробленой породы. Также допускается использовать в качестве местных заземлителей металлические желоба системы гидротранспорта, а также рамные крепи.

При контроле, замер сопротивления всей системы заземления осуществляют у каждого заземлителя в отдельности.

Система заземления в условиях рудника выполняется согласно ГОСТ 28298-89 «Заземление шахтного электрооборудования. Технические требования и методы контроля».

Для главных заземлителей в шахтах должны использоваться стальные полосы площадью не менее 0,75 кв. м, толщиной не менее 5 мм и длиной не менее 2,5 м. При организации местных заземлителей, располагаемых в водосточных канавах выработок, должны применяться стальные полосы площадью не менее 0,6 кв. м толщиной не менее 3 мм, длиной не менее 2,5 м. Если местный заземлитель располагается в шпуре, то должны применяться трубы диаметром не менее 30 мм и длиной не менее 1,5 м, в их стенках должны быть отверстия. Свободное пространство шпура засыпают гигроскопичным материалом и периодически увлажняют этот материал по мере его подсыхания (п.п. 1.3.2 - 1.3.4 см. ГОСТ 28298-89). Также в ГОСТ 28298-89 описано, как использовать в качестве заземлителей элементы конструкции шахты, здесь мы их приводить не будем из-за большого объема.

Кроме конкретного описания вариантов конструкции заземления, ГОСТ дает и нормирование электрических параметров заземления, на

которые также можно ориентироваться (п. 1.2.5). Сопротивление заземления должно быть таким, чтобы обеспечивались нормы по напряжению прикосновения согласно ГОСТ 12.1.038-82. Однако, в любом случае значение сопротивления заземления не должно быть больше 2 Ом.

На участке монтажа системы пожаротушения применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление одиночного заземления, вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [47]:

$$R_{TP} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l_T} \times \ln \frac{2 \times l_T}{d}, \quad (7.1)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом см; $\rho = 1 \times 10^5$ Ом × см;

l_T – длина трубы, мм; $l_T = 2000$ мм;

d – наружный диаметр трубы, см; $d = 5$ см.

$$R_{TP} = \frac{1 \times 10^5}{2 \times 3,14 \times 200} \times \ln \frac{2 \times 200}{5} = 13 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{TR}}{R_3 \times \eta_3}, \quad (7.2)$$

где R_3 – требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом, $R_3 = 5$ Ом;

η_3 – коэффициент экранирования, $\eta_3 = 0,8$.

$$n = \frac{13}{5 \times 0,8} = 3,25 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=4$ шт.

Сопротивление металлической полосы, применяемой для соединения трубчатых заземлителей определяется по формуле:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \times h \times l} \times \ln \frac{2 \times l_{II}^2}{b/n}, \quad (7.3)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом \times см;

l_{II} – длина полосы, см;

b – ширина полосы, см;

h – глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [47]:

$$l_{II} = 1,05 \times a \times (n-1), \quad (7.4)$$

где a – расстояние между заземлениями, см;

$$a = 2 \times l_{TP} = 2 \times 2 = 4 \text{ см}, \quad (7.5)$$

$$l_{II} = 1,05 \times 4 \cdot (4-1) = 13 \text{ м.}$$

$$R_{II} = \frac{1 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 4200} \times \ln \frac{2 \times 1300}{80/4} = 18,4 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление всей системы, с учетом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_C = \frac{R_{TP} \times R_{II}}{R_{TP} \times h_{II} + R_{II} \times \eta_{\Theta} \times n}, \quad (7.6)$$

где R_{TP} – сопротивление заземления одной трубы, Ом;

n – число труб заземлений, шт;

η_{Θ} – коэффициент использования труб контура, $\eta_{\Theta} = 0,8$;

$h_{\text{п}}$ – коэффициент использования соединительной полосы, $h_{\text{п}} = 0,7$.

$$R_C = \frac{13 \times 18,4}{13 \times 0,7 + 18,4 \times 0,8 \times 4} = 3,5 \text{ Ом.}$$

В результате проведённых расчётов получаем, что система заземления состоит из четырёх труб, вертикально вбитых в землю диаметром 50 мм и длиной 2 метра. Сопротивление одиночного заземлителя равно 13 Ом. Соединены между собой отдельно вбитые элементы заземления металлической полосой.

7.2.4 Дополнительные рекомендации о порядке ведения огневых работ в шахтах, опасных по газу или пыли

Огневые работы в шахтах, опасных по газу или пыли, разрешается вести в проветриваемых свежей струей воздуха стволах, закрепленных негорючей крепью, околоствольных дворах, околоствольных камерах, главных квершлагах, а также в откаточных выработках, где разрешено применение контактных электровозов.

До начала огневых работ должны быть приняты меры по удалению угольной пыли с предварительным ее увлажнением на протяжении не менее 10 м в обе стороны от места работ, а контрольным замером должно быть установлено отсутствие метана. В случае обнаружения следов метана во время ведения огневых работ они должны быть прекращены.

В отдельных случаях по письменному разрешению директора или главного инженера шахты разрешается ведение огневых работ в вертикальных стволах шахт, по которым проходит исходящая струя воздуха. При этом [48]:

- на каждый отдельный случай ведения огневых работ должно выдаваться письменное разрешение;

- вся угольная пыль в стволе и в прилегающих выработках околоствольного двора (на расстоянии 50 м от ствола) должна быть смыта или произведено осланцевание;
- содержание метана в проходящем по стволу воздухе (измеряемое автоматическим прибором газового контроля непрерывного действия на сопряжении ствола с околоствольными дворами и у места ведения огневых работ) не должно превышать 0,5 %;
- руководство огневыми работами на месте должен осуществлять главный механик шахты или лицо, его замещающее.

7.3 Экологическая безопасность

1. Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [49].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке монтажа системы пожаротушения, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. При строительстве шахт по руды производится монтаж системы вентиляции, вентиляция снабжает рабочие места свежим воздухом и одновременно удаляет все вредные газы и пыль, возникающие при производстве работ и выделяемые горными породами.

В соответствии с расчетом вентиляции рудника, выполненным институтом «Днепрогипрошахт», общий расход воздуха для проветривания рудника составляет $200 \text{ м}^3 / \text{с}$ при депрессии 285 даПа. На руднике существует центральная схема вентиляции, способ проветривания – всасывающий. Проветривание рудника осуществляется главной вентиляторной установкой, оборудованной по проекту института «Днепрогипрошахт», двумя вентиляторами ВОД-50 с электроприводом СДС3.18-39-20У4 мощностью 2000 кВт. В период полного развития работ в блоке в рудник необходимо подавать до $215 \text{ м}^3 / \text{с}$ воздуха, при этом депрессия горных выработок составит 266 даПа. Вентилятор обеспечивает заданный режим проветривания при работе с углом установки поворотных лопаток 36° . Основные расчетные параметры установки, с учетом потерь давления и подсосов воздуха в надшахтных сооружениях, снижения сопротивления вентиляционной сети с помощью подачи дополнительного воздуха в вентиляторную установку через противосрывное устройство, составят подача, $320 \text{ м}^3 / \text{с}$ давление, 318 даПа мощность на валу вентилятора, кВт 1270 годовой расход электроэнергии, 12,25 млн.кВт×ч.

Реверсирование воздушной струи осуществляется изменением направления вращения ротора электродвигателя. В холодное время года подаваемый воздух подогревается в калориферных установках. Работа вентиляторной предусматривается в автоматическом режиме с выводом

необходимых параметров в диспетчерскую рудника. При проходке проектом предусматривается дегазация горных пород.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [50].

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

Локализация и тушение пожара в начальной стадии возникновения.

Рабочие и ПТР, обнаружившие факт возникновения пожара, обязаны немедленно сообщить о месте и характере аварии диспетчеру рудника по телефону или источнику аварийной связи (НАС).

Тушение очага пожара производить со стороны поступающей вентиляционной струи. Необходимо включиться в самоспасатель и начать тушение первичными средствами пожаротушения. При горении электропусковой аппаратуры, силовых кабелей, необходимо перед тушением, аварийный участок обесточить.

При пожаре в забое тупиковой выработки необходимо включиться в самоспасатель и начать тушение первичными средствами. Если пожар потушить невозможно, следует выходить из тупиковой выработки на свежую струю.

При невозможности выхода из тупикового забоя необходимо по возможности отперемычиться подручными средствами, открыть став сжатого воздуха и ждать ВГСЧ, подавая аварийные сигналы частыми ударами по трубам.

Рабочие места обеспечиваются средствами тушения пожара:

- огнетушитель химический пенный ручной ОХП-10, предназначенный для тушения пожара твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;

- огнетушитель (1 шт.) (находящийся на рабочем месте) углекислотный ОУ-5 для тушения небольших поверхностей горючих жидкостей, электрооборудования и установок, находящихся под напряжением.

В руднике существует опасность затопления горной выработки грунтовыми водами, что приводит к обрушению свода. Для удаления поступления воды применяется система дренажных насосов и систем скважин. Вода закачивается обратно в водоносные пласты на расстояниях, исключающих повторное попадание значительных объемов этих стоков к участкам подземной отработки месторождения.

Еще одним опасным фактором является возможность отравление метаном, и возможность взрыва газа. Для удаления газа применяется: эффективное проветривание горных выработок (в.ч. при взрывных работах), перехват и отвод газонасыщенных рассолов и углеводородных флюидов при помощи дегазационных камер, контроль состояния атмосферы в забоях.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработана технология монтажа системы пожаротушения.

Для монтажа системы пожаротушения применены опоры роликовые, рассчитаны режимы сварки, разработана технологическая карта.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 1 монтаж.

Средний коэффициент загрузки оборудования – 100 %.

Количество приведенных затрат – 862293,03 руб./изд. × год.

Библиография

1. Новоселов С. В., Попов В. Б., Голик А. С. Оценка риска возникновения эндогенных пожаров в угольных шахтах // Уголь. – 2020. – № 5(1130). – С. 21-25. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-21-25.
2. Шапуртов А. В. Анализ промышленной безопасности и причин возникновения пожаров на ленточных конвейерах в рудниках и шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № S1. – С. 57-65. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-1-1- 57-65.
3. Бабенко А. Г., Ютяев Е. П. Риск-ориентированное управление угольной шахтой с использованием многофункциональных систем безопасности // Горный информационно аналитический бюллетень. – 2019. – № S6. – С. 9–20. DOI: 10.25018/0236-1493-2019- 4-6-9-20.
4. Малашкина В. А., Лобазнов А. В. Система автоматизированного контроля возгораний в угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № S6. – С. 232-237.
5. Шапуртов А. В. Основные способы обнаружения пожара на ленточных конвейерах на горных предприятиях / Актуальные проблемы недропользования: Тезисы докладов XIX Всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов. – СПб.: СПбГУ, 2021. – С. 81– 85. 13.
6. Юрченко В. М. К вопросу пожарной безопасности ленточных конвейеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 2. – С. 134-144.
7. Шатов А.П., Стеклов О.И, Ступников В,П. Сварка и ремонт металлических конструкций с противокоррозионными покрытиями. М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, 174 с.
8. Стеклов О.И. Мониторинг и защита конструкций повышенной опасности в условиях старения и коррозии.//Защита металлов, 1999. Т. 35 № 5,С. 1-5.

9. Мазель А.Г. Технологические свойства электросварочной дуги. М.: Машиностроение, 1969, 178 с.
10. Теория сварочных процессов. Учебник для вузов./Под ред. Неровного В.М. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 752 с.
11. Шлугер, М.А. Коррозия и защита металлов / М.А. Шлугер, Ф.Ф. Ажогин, Е.А. Ефимов. – М.: Металлургия, 1981. – 216 с.
12. СНиП 3.05.05-84 "Технологическое оборудование и технологические трубопроводы»
13. ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению»
14. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».
15. ГОСТ 5817-21 «Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением»
16. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
17. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»
18. Марочник сталей и сплавов. 6-е изд., стереотипное / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко. – М.: Инновационное машиностроение, 2019. 1216 с.: ил.
19. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
20. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.
21. Хромченко Ф. А., Справочное пособие электросварщика. – 2-е изд., испр. – М: Машиностроение, 2005. – 416 с.; ил. ISBN 5-217-03304-5
22. РД 153-34.1-003-01 Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже энергетического оборудования.

23. ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.

24. Федыко В.Т. Дуговая сварка плавлением: Учебное пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1994. - 241 с.

25. ШАЭ-500У5, АППАРАТ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЙ ШАХТНЫЙ
URL: <https://ets-ural.ru/catalog/oborudovanie-dlya-elektrosvarki/ruchnaya-dugovaya-svarka/transformatory/shae-500-apparat-shahtniy/#p> (дата обращения 26.04.2023)

26. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с *ISBN 978-5-7695-4275-6*

27. Ильяшенко Д.П. Сварочное производство. Неразрушающий контроль: учебно-методическое пособие / Д.П. Ильященко. М.А. Кузнецов. А.А. Ермаков; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2022. – 109 с. *ISBN 978-5-4387-1066-0*

28. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с

29. ОПОРЫ РОЛИКОВЫЕ НАСТОЛЬНЫЕ ГРП-ОРН *URL:* https://group17.ru/rolikovye-vraschateli/opory-rolikovye-nastolnye-orn/opori_rolokovie_nastolnie.html (дата обращения 28.04.2023)

30. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.

31. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.

32. Проектирование и расчет сборочно-сварочной оснастки и конструкций: учеб.-метод. пособие / В. И. Кузьмин, А. П. Пеев, Е. В. Кузьмин; ВолГТУ. – Волгоград, 2016. – 80 с

33. (25244) Сварочный аппарат ШАЭ-500 380В У5 (Сварочный аппарат ШАЭ 500) URL: <https://ensnab24.ru/svarochnyy-apparat-shae-500-380v/> (дата обращения 18.05.2023)

34. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

35. Труба стальная 25х2.8 мм 10Г2 ГОСТ 8734-75 URL: https://nsk.pulscen.ru/products/truba_besshovnaya_121_mm_st20_144179780 (дата обращения 18.05.2023)

36. Труба горячедеформированная, сталь, 57х3.5мм URL: https://nsk.pulscen.ru/products/truba_goryachedeformirovannaya_stal_57x3_5mm_230481779 (дата обращения 18.05.2023)

37. Труба стальная 108х4 мм 09Г2С ГОСТ 8734-75 URL: https://nsk.pulscen.ru/products/truba_besshovnaya_432_mm_17g1s_170943759 (дата обращения 29.05.2023)

38. Отвод П90 57х3,5 (Ду-50) стальной (Ст.20) 90 градусов ГОСТ 17375 URL: <https://gremir.ru/otvody-krutoizognutye-gost-17375/stalnye-stal-20/90-gradusov-gr/otvod-stalnoy-90-gradusov-dn-57-3-5-du-50-57h3-5/> (дата обращения 29.05.2023)

39. Отвод П90 108х4 (Ду-100) стальной (Ст.20) 90 градусов ГОСТ 17375 URL: <https://gremir.ru/otvody-krutoizognutye-gost-17375/stalnye-stal-20/90-gradusov-gr/otvod-stalnoy-90-gradusov-dn-108-4-du-100-108h4/> (дата обращения 29.05.2023)

40. Переход сталь концентрический Дн 57х3,0-25х1,6 (Ду 50х20) бесшовный ГОСТ 17378-2001 РБ URL: <https://www.santech.ru/catalog/293/309/i677/> (дата обращения 29.05.2023)

41. Переход сталь концентрический Дн 108х4,0-57х3,0 (Ду 100х50) бесшовный ГОСТ 17378-2001 РБ URL: <https://www.santech.ru/catalog/293/309/i677/> (дата обращения 29.05.2023)
42. Фланец стальной приварной плоский Ду 108 Ру 16 URL: <https://santehklass.ru/product/flanec-stalnoj-privarnoj-ploskij-du-108-ru-16/> (дата обращения 29.05.2023)
43. Электроды СпецЭлектрод МР-3 "С" (Диаметр 3мм) 5кг URL: <https://metizdvor.com/catalog/svarochnoe-oborudovanie/elektrody-spetsselektrod-mr-3-s-diametr-3mm-5kg.html> (дата обращения 29.05.2023)
44. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)».
45. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.
46. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
47. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96 с.
48. РД 15-10-2006 Методические рекомендации о порядке ведения огневых работ в горных выработках и надшахтных зданиях угольных (сланцевых) шахт.
49. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория URL: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 26.04.2023)
50. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Лист примен.				<u>Документация</u>		
	A1		ФЮРА.000001.16.0.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ФЮРА.000001.16.0.01.000	Опора роликовая	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		2		Болт М8 х 1-6д х 32 ГОСТ 7798-70	8	
		3		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	8	
		4		Шайба 8 Л ГОСТ 6402-70	8	
		5		Шайба А 8.37 ГОСТ 10450-78	16	
				<u>Материалы</u>		
	6		Швеллер 8П ГОСТ 8240-97 Ст3сп ГОСТ 535-88	2	l=0,229 м	
	7		Швеллер 8П ГОСТ 8240-97 Ст3сп ГОСТ 535-88	2	l=0,229 м	
			ФЮРА.000001.16.0.00.000			
			Роликовые опоры			Лит и
						Лист Листов 7
						Формат А4

КОМПАС-3D v20 Учебное издание © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Идент. № докум. № Изм. № дата Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

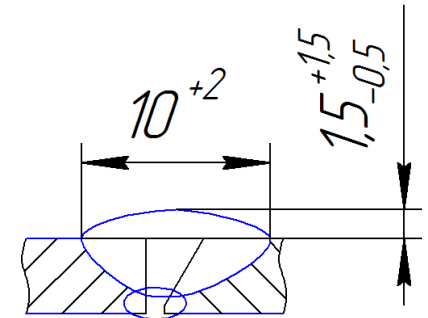
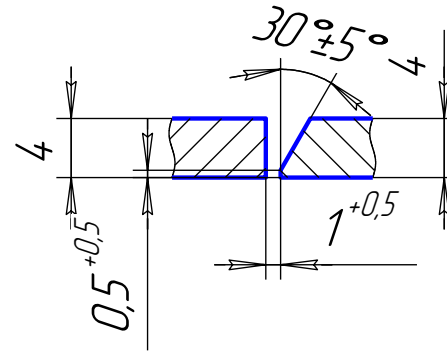
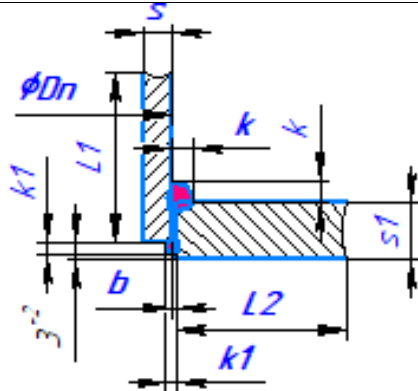
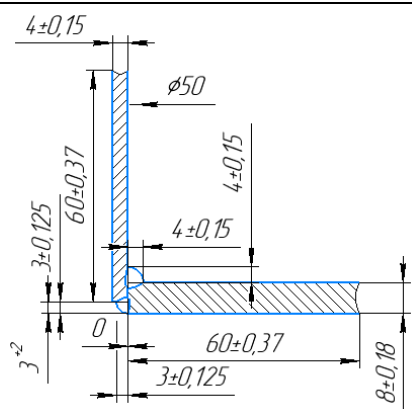
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционная технологическая карта сборки и сварки стыков технологического трубопровода				
Исходные данные				
Наименование	Данные			
Способ сварки (номер процесса)	Ручная дуговая плавящимся покрытым электродом (условное обозначение 111 по ГОСТ Р ИСО 4063-2010)			
Документация	Комплект чертежей ФЮРА.000001.160.00.000			
Сварочные материалы	MP-3 MC (СпецЭлектрод) по ГОСТ 9466-75			
Основные материалы	Ст2сп, 09Г2С			
Инструмент и технологическая оснастка	Молоток, тиски слесарные, зубило, металлическая щетка, напильник, ветошь, линейка металлическая, угольник, универсальный шаблон сварщика УШС-3, штангенциркуль, маркер, пневматическая шлифмашинка в комплекте с отрезным кругом, шлифовальным кругом и проволочной щеткой, стол сварочный, стойка, металлические пластины для настройки режимов сварки, СИЗ (средства индивидуальной защиты)			
Сварные соединения	Сварной шов №1 ГОСТ 16037-80 У5	Сварной шов №2 ГОСТ 16037-80 С8	Сварной шов №3 ГОСТ 16037-80 У17	Сварной шов №4 ГОСТ 16037-80 Н1
Положения сварки	Сварной шов №1 – нижнее, (Н) горизонтальное (Г)	Сварной шов №2 – потолочное (П2), горизонтальное (Г)	Сварной шов №3 – неповоротное (НП), горизонтальное (Г)	Сварной шов №4 – неповоротное (НП), горизонтальное (Г)
Сварочное оборудование	Аппарат электросварочный шахтный ШАЭ-500У5			

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНЕНИЯ И СВАРНОГО ШВА

У5 ГОСТ 16037-80

С8 ГОСТ 16037-80

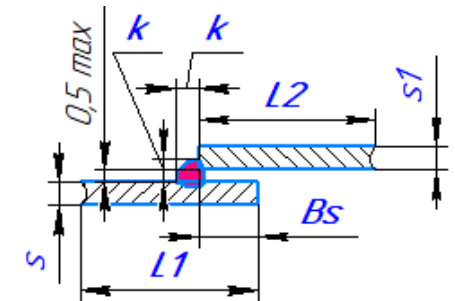
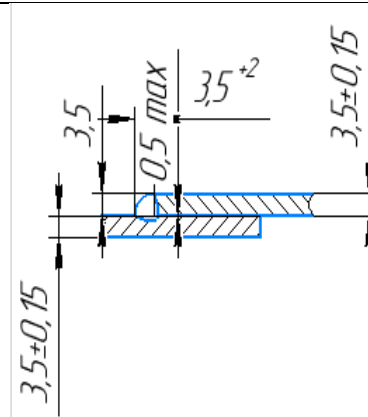
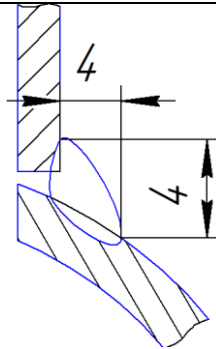
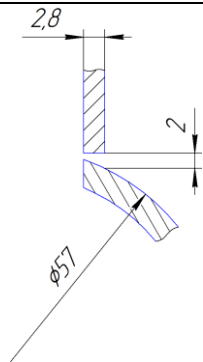


S, мм	S1, мм	b, мм	k	k1
4	8	0	3+1	4+2

S, мм	S1, мм	b, мм	e	g
4	4	1,0+0,5	10+2	1 ^{+1,5} _{-0,5}

У17 ГОСТ 16037-80

Н1 ГОСТ 16037-80



S, мм	S1, мм	b, мм	k	S, мм	S1, мм	b, мм	k
3	4	2	4	3,5	3,5	0	3

РЕЖИМЫ СВАРКИ

Сварочные слои	Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Полярность, род тока	Сварочный ток, А	Дополнительные требования и рекомендации
Корневой	MP3 MC	3,0	обратная, постоянный	54	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зажигание и гашение сварочной дуги осуществлять на свариваемых кромках или на ранее наплавленном металле; 2. Сварку вести на минимально короткой дуге; 3. Во время сварки как можно реже обрывать дугу; 4. После наложения каждого слоя шва выполнять его зачистку и контроль на отсутствие дефектов; 5. Направление сварки всех слоев шва - на подъем; 6. При работе с ручным и абразивным инструментом пользоваться средствами индивидуальной защиты глаз; 7. Электроды перед использованием должны быть прокалены согласно рекомендациям завода изготовителя, в случае отсутствия рекомендаций прокаливаются при температуре 350-380 0С в течение 1,5-2 час.
Заполняющий\облицовочный	MP3 MC	3,0	обратная, постоянный	90	

ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ

№	Операция	Содержание операций	Оборудование и инструмент
1	Входной контроль	<ol style="list-style-type: none"> 1. Осмотреть поверхность и кромки труб; 2. Проверить соответствие геометрических размеров деталей чертежам; 3. Проверить состояние свариваемых кромок деталей на наличие трещин, надрывов, забоин, задигов фасок глубиной более 0,2S. 	Линейка металлическая, штангенциркуль, УШС-3, маркер, СИЗ
2	Подготовка к сборке	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наружную поверхность труб, детали трубопровода очистить от земли, грязи, ржавчины и других загрязнений. 2. На оцинкованных трубах и деталях, при помощи пневмошлифмашинки снять слой цинка до металлического блеска на ширину не менее 15 мм от места наложения сварного шва. 3. Удалить усиление наружных заводских продольных и спиральных швов до величины от 0 до 0,5 мм на участке шириной от 10 до 15 мм от торца трубы 4. На подготовленных пластинах произвести предварительную настройку режимов сварки. 	Молоток, зубило, металлическая щетка, тиски слесарные, пневмошлифмашинка в комплекте с отрезным кругом, шлифовальным и проволочным кругом, напильник, ветошь, линейка металлическая щетка, металлические пластины для настройки режимов сварки, ШАЭ-500У5, СИЗ.
3	Сборка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сборку труб осуществлять на сборочно-сварочном приспособлении; 2. Способ сборки на прихватках; 3. Прихватки выполнять, длиной 3 - 4 мм. Высота прихватки не менее 3 мм. Прихватки выполнять с полным проваром и переваривать их при наложении шва; 4. Перед сваркой прихватки очистить от шлака и брызг, проконтролировать визуальным осмотром; 5. Сварочные материалы и режимы сварки как для корневого слоя шва; 6. Проверить качество сборки и прихваток; 7. При обнаружении дефектов стык разбирают, кромки зачищают и детали собирают вновь. 8. Трубы диаметром 57 и 25 мм собрать в плетть длиной по 13 метров; 9. Трубы, собранные в плетть соединить в две ветки, смонтировать над кровлей на кронштейны; 10. Соединить основные ветви трубопровода при помощи трубопроводной арматуры. 	Молоток, зубило, металлическая щетка, напильник, линейка металлическая, УШС-3, угловая пневмошлифмашинка в комплекте с отрезным кругом, шлифовальным кругом и проволочной щеткой, стол сварочный, ШАЭ-500У5, СИЗ
4	Сварка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сварные швы №1, 2, 3, 4 выполнить согласно схемы 	Молоток, зубило, металлическая щетка, напильник,

		<p>технологического трубопровода;</p> <p>2. Стыковые швы выполнять в два слоя, угловые в один слой;</p> <p>3. После каждого прохода производить послойную зачистку от шлака и брызг;</p> <p>4. Зачистить металлической щеткой (ручной или на пневмошлифмашинке) от шлака, прижогов и брызг прилегающие к сварным швам поверхности, на ширину не менее 20 мм.</p>	<p>линейка металлическая, универсальный шаблон сварщика УШС-3, угловая пневмошлифмашинка в комплекте с отрезным кругом, шлифовальным кругом и проволочной щеткой, металлические пластины для настройки режимов сварки, ШАЭ-500У5, стол сварочный, сварочно-сборочное приспособление; СИЗ</p>
5	Исправление дефектов	<p>В процессе выполнения сборки и сварки при обнаружении поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и т.д.) допускается производить их исправление путем удаления дефектного участка и заварки его заново. Облицовочный слой и околошовная зона не должны нести на себе явных следов от зачистного или отрезного круга.</p>	<p>Молоток, зубило, металлическая щетка, напильник, линейка металлическая, УШС-3, угловая пневмошлифмашинка в комплекте с отрезным кругом, шлифовальным кругом и проволочной щеткой, стол сварочный, ШАЭ-500У5, СИЗ</p>
6	Контроль готового изделия	<p>Выполнить контроль с применением измерительного инструмента сваренной конструкции на соответствие геометрических размеров требованиям сборочного чертежа.</p>	<p>Линейка металлическая, универсальный шаблон сварщика УШС-3, штангенциркуль, маркер, сварочный стол, СИЗ</p>
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА			
№ шва	Метод контроля	Нормативный документ	Объем контроля %
№1,2,3,4	Визуальный и измерительный	ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»,	100
	Гидравлические испытания	ГОСТ 3845-75 «Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением»	100



**ЮРГИНСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ СИСТЕМЫ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА МЕСТЕ ЗАПРАВКИ САМОХОДНОГО ГОРНО-
ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ**

Выполнил:
студент гр. 3-10А81

Бызов Е.Ф.

Проверил:
к.т.н; доцент

Ильященко Д. П.

Юрга 2023



ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Цель работы: разработка технологии сборки и сварки системы пожаротушения на месте заправки самоходного горношахтного оборудования в условиях подземных рудников.

Задачи:

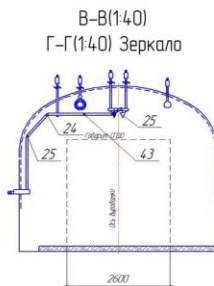
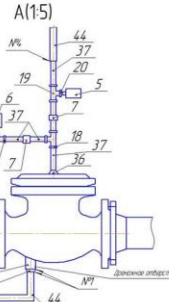
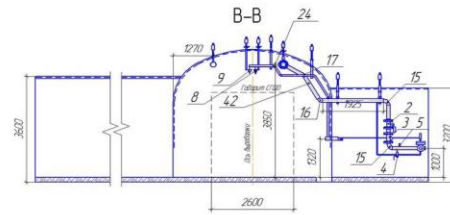
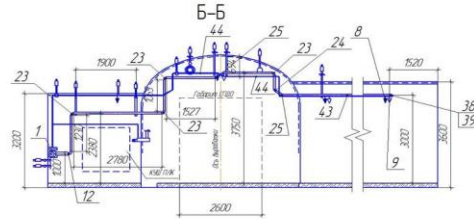
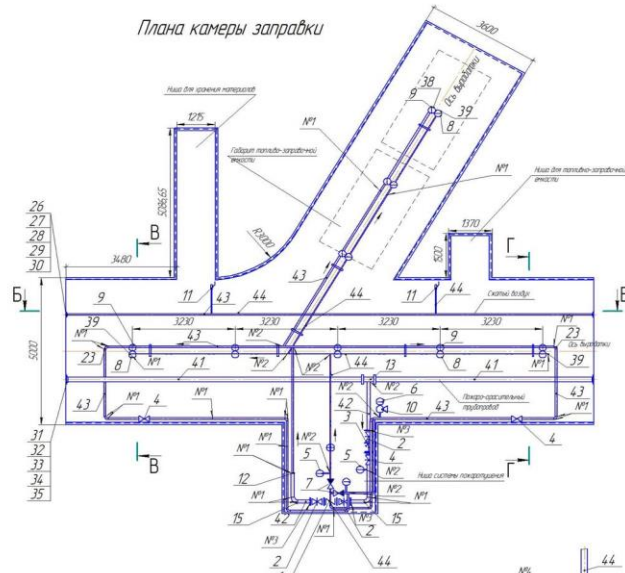
- проектирование конструкции технологического трубопровода;
- выбор наиболее эффективного и метода сварки и сварочных материалов;
- выбор безопасного сварочного оборудования;
- составление технологической карты процесса сварки и сборки трубопровода;
- рациональное размещение элементов производства в условиях подземного рудника.

СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА ПОЖАРНОЙ СИСТЕМЫ

Спецификация системы пожаротушения

№п/п	Наименование	Кол.	Масса кг	Длина м
Оборудование				
1	Кран шаровый ППЭР			
2	Клапан шаровый полипропиленовый Ду40, фланцевый М. Бир AV1915 Ду40	3	23,2	
3	Клапан шаровый полипропиленовый Ду40	1	22	
4	Клапан шаровый полипропиленовый Ду40	3	0,8	
5	Манометр выкатной КШП105/0402	2		
6	Манометр выкатной КШП105/0402	2		
7	Манометр выкатной КШП105/0402	2		
8	Манометр выкатной КШП105/0402	2		
9	Манометр выкатной КШП105/0402	2		
10	Манометр выкатной КШП105/0402	2		
11	Манометр выкатной КШП105/0402	1		
Соединительные узлы				
12	Переход 1/2"-3/4" ГОСТ 11975-2011	1	1,7	
13	Переход 1/2"-3/4" ГОСТ 11975-2011	1	1,8	
14	Переход 1/2"-3/4" ГОСТ 11975-2011	2	0,4	
15	Уплотнитель 1/2" ГОСТ 11975-2011	2	2,5	
16	Уплотнитель 1/2" ГОСТ 11975-2011	1	2	
17	Уплотнитель 1/2" ГОСТ 11975-2011	1	1,5	
18	Манометр 1/2"	9		
19	Манометр 1/2"	4		
20	Манометр 1/2"-3/4" ВР	4		
21	Манометр 1/2"-3/4" ВР	4		
22	Манометр 1/2"-3/4" ВР	4		
23	Манометр 1/2"-3/4" ВР	10	2	
24	Манометр 1/2"-3/4" ВР	9	1,5	
25	Манометр 1/2"-3/4" ВР	5	1,5	
26	Манометр 1/2"-3/4" ВР	2	2,9	
27	Манометр 1/2"-3/4" ВР	2	0,075	
28	Манометр 1/2"-3/4" ВР	8	0,18	
29	Манометр 1/2"-3/4" ВР	8	0,077	
30	Манометр 1/2"-3/4" ВР	8	0,077	
31	Манометр 1/2"-3/4" ВР	6	4,73	
32	Манометр 1/2"-3/4" ВР	4	0,075	
33	Манометр 1/2"-3/4" ВР	32	0,187	
34	Манометр 1/2"-3/4" ВР	20	0,077	
35	Манометр 1/2"	20	0,077	
36	Манометр 1/2"-3/4" ВР	4		
37	Манометр 1/2"	4		
38	Манометр 1/2"-3/4" ВР	1	0,26	
39	Манометр 1/2"-3/4" ВР	3	0,04	
40	Манометр 1/2"-3/4" ВР	2		
Трубопроводы				
41	Труба 1/2" x 4,5 ГОСТ 8732-78			1=1,5 м
42	Труба 1/2" x 4,5 ГОСТ 8732-78			1=1,0 м
43	Труба 1/2" x 4,5 ГОСТ 8732-78			1=1,0 м
44	Труба 1/2" x 4,5 ГОСТ 8732-78			1=1,0 м

Плана камеры заправки



Техническая подготовка
1. Проверить соответствие выкатных манометров на ГОСТ 11975-80
2. Проверить соответствие манометров типа 346 марки МРЗ
3. Проверить работоспособность клапана РП-15-10-2000
4. Проверить и сфотографировать техническое состояние трубопровода по СНиП 3.05.05.86.
5. Проверить техническое состояние системы пожаротушения по СНиП 3.05.05.86.
6. Проверить состояние трубопровода гидравлически испытанным давлением не менее 0,2 МПа.
7. Проверить состояние трубопровода гидравлически испытанным давлением не менее 0,2 МПа.
8. Проверить состояние трубопровода гидравлически испытанным давлением не менее 0,2 МПа.

№ п/п	Виды работ	Виды работ	Виды работ
1	ГОСТ 8037-80	С2	22
2	ГОСТ 8037-80	М7	9
3	ГОСТ 8037-80	М5	4
4	ГОСТ 8037-80	М1	3

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

5

Для сварки технологического трубопровода применен однопостовой сварочный выпрямитель с механическим плавным регулированием силы тока ШАЭ-500У5.



Аппарат шахтный ШАЭ-500У5

Докладчик: Бызов Е.Ф.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОБОРУДОВАНИЕ

В процессе выполнения сборочно-сварочных работ выполняется пооперационный контроль качества.

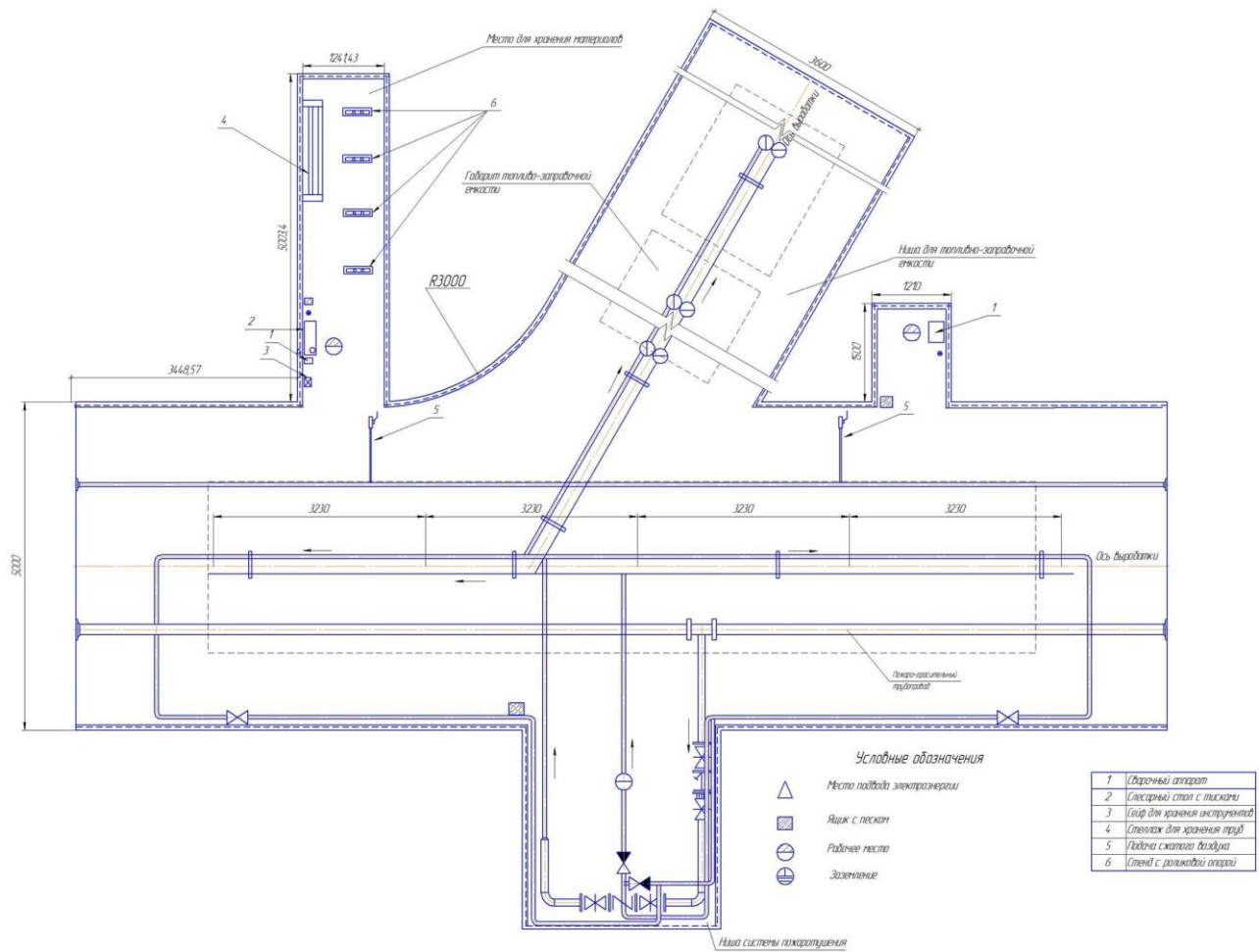
Применяются неразрушающие методы контроля.

Объёмы проведения контроля следующие:

ВИК 100%;

Гидравлические испытания 100%.

ПЛАН РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДКИ



НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вредные и травмоопасные факторы сварочного производства	Источники возникновения фактора	Влияние фактора на человека	Защита от негативного фактора
Сварочный аэрозоль, содержащий пыль, вредные газы и пары	Процесс сварки	Общая интоксикация, пневмокониоз, фиброзные изменения в легких	Местная и общеобменная вентиляция, респираторы
Локальные вибрации	Ручной виброинструмент по зачистке сварных конструкций	Спазмы сосудов, снижение кожной чувствительности, деформирование суставов	Защитные покрытия, виброизолирующие рукавицы, виброзащитные рукоятки инструмента
Акустические колебания: 1.Шум 2.Ультразвук	1.Сварочное оборудование 2.Ультразвуковые дефектоскопы	1.Снижение внимания, уменьшение скорости реакции, нарушение обмена веществ, профзаболевания 2.Нарушения нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной систем	1.Звукоизолирующие ограждения, акустические экраны, противושумные наушники и др. 2.Звукоизолирующие кожухи, экраны, виброизолирующие покрытия
Ультрафиолетовое, инфракрасное излучение	Сварочная дуга, нагретый металл	Электроофтальмия, катаракта, ожоги	Щиток с защитным светофильтром, спецодежда
Электрический ток	Электрооборудование, электропроводка	Ожоги, нарушение состава крови, разрыв тканей, нарушение внутренних биологических процессов	Защитное заземление, зануление, изоляция токопроводов, диэлектрические перчатки, боты, коврики, маты и подставки
Электромагнитные поля	Сварочные машины	Нарушения функции ЦНС, дыхательной системы, пищеварительного тракта, раздражительность.	Металлические экраны, проволочные сетки, эластичные пенопласты
<p>Нормативные документы: ГОСТ 12.3.004-75 "ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности"; СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве"; "Правила техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах"; "Санитарными правилами при сварке, наплавке и резке металлов"; "Правила техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах".</p>			

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УЧАСТКА

9

Статьи затрат	Сумма по предлагаемому техпроцессу, руб.
Прямые расходы	
1. Основной металл	360,099
2. Электроды	557,6
3. Заработная плата	1349,54
4. Электроэнергия	27,23
4. Амортизация оборудования и приспособлений	725469,16
Косвенные расходы	
5. Себестоимость на годовую программу	763503,03
6. Капитальные вложения	658600
7. Количество приведенных затрат	862293,03

При ручной дуговой сварке монтаж системы пожаротушения составит 177,45 МИН

1. Расчетная длина стыков сварных швов, пог. м	9,28
2. Количество единиц оборудования, шт	1
3. Средний коэффициент загрузки оборудования, %	1
4. Общее количество работающих, чел в том числе:	1
электросварщик	1
вспомогательных рабочих	
стропальщик	
контролеры качества продукции	
ИТР	
наладчик сварочного оборудования	
машинист трубоукладчика	
электрик	
5. Средний тарифный разряд производственных рабочих	4
6. Расход сварочных материалов на монтаж, кг	2,321
7. Количество приведенных затрат, руб. на годовую программу	852480,48

Докладчик: Бызов Е.Ф.

ВЫВОДЫ

В работе произведены:

- разработка конструкции технологического трубопровода пожарной системы в условиях рудника;
- составлена технологическая карта процесса сварки и сборки технологического трубопровода;
- подобран рациональный выбор способов сварки и описаны режимы;
- разработан план рабочей площадки;
- разработаны мероприятия по технике безопасности и охране труда при выполнении сборочно–сварочных работ;
- приведен технико-экономический анализ разработанного технологического процесса сборки и сварки системы пожаротушения на месте заправки самоходного горношахтного оборудования в условиях подземных рудников.



ЮРГИНСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

Юргинский технологический институт



ЮРГИНСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

11

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**