



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 РЕМОНТА, РЕКОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ДИАМЕТРОМ 1020 мм

УДК: 622.692.4.053-049.32

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Подкур С.В.		

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, доцент	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

С.В. Подкур
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

_____ Д.П. Ильященко
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А81	Подкур Сергею Вячеславовичу

Тема работы:

Разработка технологии ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. №31-79/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (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.).</p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (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).</p>	<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>	1.ФЮРА.П11020.141.00.000 СБ Труба с муфтой 2.ФЮРА.000001.141 ЛП План участка 3.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
3-10А81	Подкур С.В.		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

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Подкур С.В.		

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Подкур Сергею Вячеславовичу

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 человеческих	2001500руб 2219,35 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Электроды	823 кг 12,761кг
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
3-10А81	Подкур С.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Подкур Сергею Вячеславовичу

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	Производиться, разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки сегмента фланца тьюбинга
---	--

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) 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>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	Подкур С.В.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 101 с., 4 рис., 18 табл., 28 источников, 1 прил., 2 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ЭЛЕКТРОД, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СТЫК, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ДОМКРАТ, МУФТА, ПОДОГРЕВ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

В данной выпускной квалификационной работе объектом разработки является ремонт, реконструкция магистрального трубопроводного транспорта.

Цель работы: разработка технология ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм.

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 количество оборудования и определение численности рабочих.

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 2001500 руб;
- себестоимость продукции 338723,58 руб/изд.×год;
- количество приведенных затрат 638948,58 руб/изд.×год.

ABSTRACT

Final qualifying work 101 p., 4 drawings, 18 tables, 28 sources, 1 applications, 2 p. graphic material.

Key words: Fusion WELDING, ELECTRODE, WELDING MODES, JOINT, WELDING EQUIPMENT, JACK, CLUTCH, HEATING, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the repair, reconstruction of the main pipeline transport.

Purpose of the work: development of a technology for the repair, reconstruction of the main pipeline transport with a diameter of 1020 mm.

In the course of 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, the required amount of equipment was calculated, and the number of workers was determined.

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 2001500 rubles;*
- cost of production 338723,58 rubles / ed.×year;*
- the number of reduced costs 638948,58 rubles / ed.×year.*

Содержание

Содержание	12
Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	15
Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Внутритрубная диагностика	19
1.1.1 Магнитооптическая дефектоскопия	20
1.2 Ремонт с помощью замены участка трубопровода	22
1.3 Ремонт с помощью Муфты П1	23
1.4 Заключение	24
2 Объект и методы исследования	25
2.1 Описание сварной конструкции	25
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	25
2.2.1 Подготовка труб	26
2.2.2 Требования к установке муфты	30
2.2.2.1 Требования к предварительному подогреву	31
2.2.3 Требования к сварке	33
2.2.4 Требования к контролю	36
2.3 Методы и средства проектирования	43
2.4 Постановка задачи	43
3 Разработка технологического процесса	45
3.1 Анализ исходных данных	45
3.1.1 Основные материалы	45
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	48
3.1.3 Выбор сварочных материалов	49
3.2 Выбор технологических режимов	50
3.3 Выбор основного оборудования	53
3.4 Выбор оснастки	54

3.5	Выбор методов контроля, регламент, оборудование	55
3.5.1	Визуальный и измерительный контроль	55
3.5.2	Ультразвуковой контроль	59
3.6	Разработка технологической документации	60
3.8	Техническое нормирование операций	62
3.9	Материальное нормирование	65
3.9.1	Расход электродов	65
4	Разработка сборочно-сварочных приспособлений	67
4.1	Выбор сборочно-сварочной оснастки	67
5	Проектирование участка сборки сварки	69
5.1	Пространственное расположение производственного процесса	69
5.2	Расчёт основных элементов производства	71
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	72
6	Финансовый менеджмент	73
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	73
6.2	Экономический анализ техпроцесса	73
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	74
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	75
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	76
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	77
6.2.2.2	Определение затрат на заработную плату	78
6.2.2.3	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	78
6.2.2.4	Затраты на амортизацию приспособлений	79
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	80
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	81
7	Социальная ответственность	82
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
7.1.1	Законодательные и нормативные документы	83
7.2	Производственная безопасность	86

7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	86
7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке	89
7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	90
7.3 Экологическая безопасность	94
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	95
Библиография	98
Приложение А (Операционно-технологическая карта сборки и установки муфты П1 (КМТ) с применением ручной дуговой сварки)	
Приложение В (Презентация)	
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графический материал	на отдельных листах
ФЮРА.П11020.141.00.000 СБ Труба с муфтой	Формат А1
ФЮРА.000001.141 ЛП План участка	Формат А1
Труба с муфтой	демонстрационный лист
Установка муфты	демонстрационный лист
Предварительный подогрев	демонстрационный лист
Сварка	демонстрационный лист
Методы контроля и оборудование	демонстрационный лист
План участка	демонстрационный лист
Негативные факторы сварочного производства	демонстрационный лист
Основные технико-экономические показатели участка	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ВТД – внутритрубная диагностика;

ДМТ – дефектоскоп продольного намагничивания;

ДМТП – дефектоскоп поперечного намагничивания;

НАКС – Национальное Агентство Контроля сварки;

КМТ – композитно-муфтовая технология;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ПВК – контроль проникающими веществами;

УЗК – ультразвуковой контроль;

РК – рентгеноконтроль;

НК – нормоконтроль;

НТД – нормативно-техническая документация;

ОТО – объемная термическая обработка;

ТД – техническая документация;

СОП – стандартный образец предприятия;

СМР – специальные строительные работы;

НСМ – нетканые синтетические материалы;

РД-25.160.00-КТН-011-10 – Сварка при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов (с изменением №1 от 29.07.2010 года);

РД-19.100.00-КТН-001-10 – Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов;

РД 23.040.00-КТН-201-17 – Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Технология проведения ремонта трубопровода с применением ремонтных конструкций;

ISO 8501 – Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности;

ПБ 03-440-02 – Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля;

ГОСТ 16037-80 – Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ТУ 14-3-1573-96 – Трубы стальные электросварные прямошовные диаметром 530 - 1020 мм с толщиной стенки до 32 мм для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия ТУ 14-3-1573-96 (Взамен ТУ 14-3-1573-88);

ГОСТ 9467-75 – Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы;

ГОСТ 14782-86 – Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

Введение

Добыча и транспортировка углеводородов занимает важную роль в экономике страны. Транспортировка углеводородов с помощью трубопровода является наиболее выгодной и более надежной. Объем транспортируемой по трубопроводам нефти составляет 93 % от общего объема транспортировки. Перекачка по трубопроводу является ведущим и одним из дешевых видов транспортировки от мест добычи на нефтеперерабатывающие заводы и экспорт.

Транспортировка нефтепродуктов по трубопроводу вызывает необходимость в обеспечения их в безопасной эксплуатации. А также в обеспечение сохранения сложившейся природной и экологической среды.

Безопасная работа нефтепровода складывается из множества факторов, начинающих свой путь от стадии проектирования поддерживания на стадии эксплуатации при проведении ремонта и технического обслуживания. При правильной организации технического обслуживания эксплуатационные расходы на поддержание безаварийной работы нефтепровода будут значительно снижены. Капитальный ремонт является наиболее затратным и в плане финансовой части, и в технической составляющей квалифицированных трудовых ресурсов.

Важной задачей является усовершенствование и разработка современных технологий для проведения качественного ремонта. И это делает тему диплома актуальной задачей.

Целью работы является разработка технологии ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм.

Задачами выполнения работы являются: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сварочного производства по разделам.

Объектом разработки является ремонт, реконструкция магистрального трубопроводного транспорта.

Предметом разработки является проектирование участка ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм.

1 Обзор и анализ литературы

Во время эксплуатации трубопровода из-за различных факторов воздействия возможно образования дефектов. Несмотря на то, что нормативный срок службы магистральных трубопроводов превышает 30 лет, технологическая наследственность и сложные условия эксплуатации (влияние коррозионной среды, смещение грунта, строительные работы и др.) способствуют накоплению повреждений в стенке трубы задолго до истечения нормативного срока службы.

Для безопасной эксплуатации линейной части трубопроводов необходим постоянный контроль за соблюдением качества работы трубопровода. Чтобы выявить дефекты трубопровода применяют различные методы контроля. Рассмотрим некоторые способы контроля и определим наиболее эффективный способ ремонта трубопровода [1].

1.1 Внутритрубная диагностика

Для безаварийной работы нефтепровода и продления его срока службы необходимо проводить диагностику. Наиболее эффективным и оперативным методом диагностики трубопроводных систем МН по сей день является внутритрубная диагностика.

Внутритрубная диагностика (ВТД) позволяет выявить невидимые глазу дефекты и составить картину состояния трубы-для исследования динамики поведения трубопровода. Основной причиной аварийного выхода из строя трубопроводов является коррозия. Сочетание климатических условий и внешних воздействий ведет к местным повреждениям труб. Кроме коррозионных воздействий, аварии могут случаться в результате дефектов в

области сварных швов. Одним из способов контроля состояния магистральных трубопроводов является внутритрубная диагностика.

Под внутритрубной диагностикой понимается получение и обработка информации о техническом состоянии системы трубопроводов в целях обнаружения их неисправностей и дефектов, выявления тех областей трубопроводов, ненормальное функционирование которых привело (или может привести) к возникновению неисправностей или утечек.

Актуальность данной работы заключается в правильности выбора методов диагностики магистральных трубопроводов.

Основные цели диагностирования трубопроводов [2]:

- планирование ремонтных работ с последующим их проведением;
- профилактика возможных неисправностей;
- оценка состояния труб после выполненного ремонта;

Отсюда следует вывод, что при обслуживании технологических инженерных коммуникаций, проведение данной процедуры обязательно. Подвергать проверке состояние трубопроводов данного типа необходимо также, когда они уже используются, а не только перед вводом в эксплуатацию. Прежде чем запустить их, специалисты проверяют степень соответствия сварочных швов требованиям ГОСТ и СНиП, исследуют качество соединений и выясняют, сохранилась ли внутренняя целостность труб. В настоящее время существуют магнитный метод [2].

1.1.1 Магнитооптическая дефектоскопия

Магнитный метод внутритрубной диагностики основан на регистрации магнитных полей рассеяния, образующихся при намагничивании стенки трубы. Суть метода заключается в том, что, когда в стенке трубы имеется дефект, часть магнитного потока рассеивается на дефекте, что может быть зафиксировано датчиком, расположенным вблизи поверхности трубы.

Намагничивание стенки трубопровода снарядами-дефектоскопами обеспечивается при помощи постоянных магнитов, размещённых на цилиндрическом ярме, и гибких металлических щёток, передающих магнитный поток от магнитов в стенку трубы.

Магнитная диагностика обладает следующими преимуществами [3]:

- высокая чувствительность к дефектам потери металла;
- высокая разрешающая способность;
- высокая стабильность результатов контроля;
- наглядность результатов контроля;
- минимальное количество ложных срабатываний.

Магнитная дефектоскопия осуществляется комплексом внутритрубных приборов дефектоскопов диаметром от 219 мм (8") до 1420 мм (56"), включающих:

- дефектоскоп продольного намагничивания ДМТ (*MFL*);
- дефектоскоп поперечного намагничивания ДМТП (*TFI*);
- интроскоп (*MFL+*).

Существует несколько принципов работы дефектоскопа, однако при этом существует ряд параметров, по которым можно точно определить оценку оборудования по проведению диагностики методом неразрушающего контроля. При выборе дефектоскопа следует учитывать следующие характеристики. Разрешение дефектоскопа. Точность определения расположения дефекта. Скорость диагностики. Как правило, чем быстрее идёт диагностика, тем ниже точность определения дефекта. Уровень защиты прибора от внешних воздействий. К внешним воздействиям можно отнести влагу, давление, осадки и др. Температурный режим. Проводя сканирование при критических температурах, прибор может показывать не точные измерения или выйти из строя [3].

Дефектоскоп продольного намагничивания ДМТ (*MFL*) представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Дефектоскоп продольного намагничивания ДМТ (*MFL*) [3]

1.2 Ремонт с помощью замены участка трубопровода

Многие нефтегазовые компании в настоящее время применяют метод ремонта трубопроводов, заключающийся в вырезке из трубопровода секции или участка секции (катушка) и заменой бездефектной катушкой.

При ремонте магистрального трубопровода с заменой дефектного участка. В процессе эксплуатации магистрального трубопровода при его аварийном ремонте возникает необходимость замены поврежденных труб в сжатые сроки, с обеспечением надежной герметичности отремонтированного дефектного участка.

Способ замены дефектного участка магистрального трубопровода, заключающийся в опорожнении ремонтируемого участка, вырезке дефектной катушки, обеспечении изоляции горючих и взрывоопасных газов и жидкостей от мест сварки, установкой по концам труб прилегающих участков ремонтируемого трубопровода перекрывающих элементов и осуществлении процесса сварки.

Недостатками данного способа являются: сложность подготовки устанавливаемой ремонтной «катушки» по длине дефектного участка, требующей точного соответствия между их длинами; недостаточно оправданные затраты на применение технологии устанавливаемой ремонтной

«катушки»; большие затраты времени на производство работ, предшествующих сварке устанавливаемой ремонтной «катушки» с трубами трубопровода [4].

1.3 Ремонт с помощью Муфты П1

Технология композитно-муфтового ремонта позволяет проводить ремонт на действующих магистральных (технологических) нефтепроводах. Ремонтировать трубопроводы с дефектами геометрии и изгибом продольной оси.

И предназначена для ремонта магистральных трубопроводов со следующими характеристиками [5]:

- наружный диаметр труб от Ду159-1220 мм;
- толщина стенок труб от 7 мм до 18 мм;
- внутреннее давление до 6.3 Мпа.

Преимущества композитно-муфтового ремонта:

- проведение работ по установке композитной муфты проводится в трассовых условиях без остановки трубопровода;
- установка композитной муфты дешевле в 4-5 раз, чем установка катушки; и в десятки раз дешевле, чем прокладка нового трубопровода;
- гарантированный срок службы отремонтированного по композитно-муфтовой технологии участка трубопровода составляет не менее 30 лет.

Решение о применении композитно-муфтовой технологии ремонта магистральных трубопроводов, принимается Заказчиком по результатам внутритрубной или внешней диагностики трубопроводов. Этот метод выборочного ремонта трубопровода без вывода его из эксплуатации по результатам испытаний отнесен к методам постоянного ремонта трубопровода [5].

1.4 Заключение

Были проанализированы два способа ремонта трубопровода. Ремонт заменой катушки не позволяет нам провести ремонт без остановки трубопровода. Поэтому для дальнейшей работы выбираем технологию ремонта установкой муфты П-1, что позволяет проводить ремонт на действующих магистральных нефтепроводах без остановки и разгерметизации трубопровода.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

В выпускной квалификационной работе рассматриваем ремонт магистрального трубопровода, а именно установка на участок трубопровода диаметром 1020 мм и толщиной стенки 16 мм, материал труб сталь 17Г1С (класс прочности K52) композитно-муфтовой ремонтной конструкции, которая обеспечивает полное восстановление прочности и долговечности отремонтированного участка трубопровода до уровня бездефектной трубы.

Композитно-муфтовая ремонтная конструкция состоит из стальной муфты, сваренной из двух полумуфт, которая устанавливается на трубе по центру дефекта.

Внешний вид ремонтируемой трубы с муфтой ремонтной представлен на чертеже ФЮРА.П11020.141.00.000 СБ. Габаритные размеры муфты ремонтной: длина 2000 ± 4 , диаметр 1062 ± 4 мм, толщина стенки 16 мм [5]. Масса муфты ремонтной 823 кг.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Данный ремонт в соответствии со списком групп технических устройств опасных производственных объектов, сварка (наплавка) которых осуществляется аттестованными сварщиками с применением аттестованных сварочных материалов, сварочного оборудования и технологий сварки относится к группе технических устройств регламентированных Ростехнадзором, подведомственным НАКС Нефтегазодобывающее оборудование (НГДО) (Утвержден решением НТС НАКС протокол №17 от 20.03.2007 г) выполнение работ должно выполняться согласно документации РД-25.160.00-КТН-011-10 «Сварка при строительстве и ремонте

магистральных нефтепроводов (с изменением №1 от 29.07.2010 года)», РД-19.100.00-КТН-001-10 «Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов», РД 23.040.00-КТН-201-17 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Технология проведения ремонта трубопровода с применением ремонтных конструкций».

2.2.1 Подготовка труб

Перед установкой ремонтных конструкций на действующем трубопроводе проводится комплекс подготовительных работ:

- очистка участка трубопровода от изоляционного покрытия в месте установки ремонтных конструкций;
- дробеструйная обработка поверхности трубопровода в зоне установки муфты и внутренних поверхностей ремонтных полумуфт.

Перед установкой ремонтных конструкций необходимо подготовить поверхность трубопровода, освободив ее от изоляционного покрытия. Очистка поверхности трубопровода от изоляционного покрытия, следов коррозии и грязи производится только мелким ручным инструментом (ручные скребки, металлические щетки, напильники, молоток, зубило). Длина очищенного участка должна превышать длину устанавливаемой муфты на 300 - 400 мм (150 - 200 мм с каждой стороны).

Очистка трубы в зоне дефекта производится ручной металлической щеткой. Острые выступы, заусенцы и брызги металла должны срубаться зубилом. На очищенной поверхности не должно быть острых выступов, заусенцев, брызг металла, а также остатков изоляции и защитного покрытия.

Дробеструйной обработке подвергаются наружная поверхность трубопровода в зоне ремонта и внутренние поверхности ремонтных конструкций. Во время дробеструйной обработки и после ее окончания

обработанные поверхности должны поддерживаться в чистом и сухом состоянии.

При проведении дробеструйной обработки используется следующее оборудование [5]:

- переносная дробеструйная установка в комплекте со вспомогательным оборудованием, включая дозатор дроби с дистанционным управлением, шланг для подачи воздуха, шланг для дробеструйной обработки в сборе, рукоятку включения с защитным автоматическим отключением, сопло, крышку емкости, дыхательный аппарат в сборе, шлем с подачей воздуха, фильтр воздуха для дыхания;
- сборное укрытие палаточного типа (или защитные экраны);
- компрессор (расход воздуха 4,5-5 м³/мин, номинальное рабочее давление 0,7 МПа, мощность двигателя 30 - 45 кВт) со шлангами;
- предупредительные знаки ограждения;
- абразивный материал;
- деревянная подставка.

Внутреннее давление в секции с дефектом, подвергаемой дробеструйной обработке, не должно превышать 2,5 МПа.

Для дробеструйной обработки используются пневматические портативные установки, при этом концентрация масляных паров в воздухе, нагнетаемом компрессором, не должна превышать 5 мг/м³.

На трубопроводе необходимо разметить участок, подлежащий дробеструйной обработке. Длина этого участка равна длине ремонтной конструкции плюс 100-150 мм с каждой стороны.

Дефект, подлежащий ремонту, границы которого обозначаются несмываемой краской дробеструйной обработке не подвергается.

Дробеструйная обработка поверхностей трубы и полумуфта производится абразивным материалом, который представляет собой материал угловатой формы (измельченный шлак, белый электрокорунд и другие абразивные материалы с размерами 0,5-2,5 мм). Нельзя использовать материал

со свободной двуокисью кремния. Абразивный материал необходимо сохранять сухим до засыпки в емкость дробеструйной установки. Если абразивный материал влажный, то пользоваться им нельзя. Проверить абразивный материал можно, набрав его в руку и пропуская между пальцами. Если он падает сквозь пальцы относительно свободно, значит его можно использовать.

Абразивный материал для дробеструйной обработки используется однократно.

В качестве рабочей среды дробеструйной установки используется сжатый воздух.

Давление воздуха в сети должно быть (0,6...0,8) МПа. Повышение давления выше 0,8 МПа приводит к резкому возрастанию расхода абразивного материала без заметного увеличения скорости очистки.

В соответствии с рекомендациями производителя дробеструйного оборудования необходимо периодически контролировать диаметр сопла и производить замену сопла, если измеренное значение диаметра превышает установленный допуск от 9,5 до 11 мм.

В полумуфты вернуть установочные и контрольные болты, входные и выходные патрубки заподлицо с внутренней поверхностью полумуфт. Дробеструйную обработку полумуфт необходимо проводить на рабочей площадке.

Дробеструйная обработка наружной поверхности трубопровода в зоне ремонта и внутренних поверхностей ремонтных конструкций производится путем непрерывного и плавного перемещения сопла вдоль очищаемой поверхности.

Абразивный материал должен подаваться к соплу непрерывно. Расстояние от выходного отверстия сопла до очищаемой поверхности должно быть (200...300) мм. По мере удаления струи абразивного материала от сопла увеличивается боковое рассеивание, снижается скорость и сила удара абразивного материала, в результате чего снижается производительность и

качество дробеструйной обработки. При меньшем расстоянии получается слишком узкая струя, поэтому производительность также снижается.

Угол между направлением струи и обрабатываемой поверхностью должен составлять 45 град. При отклонении от этого угла снижается эффект от воздействия струи дробы.

В процессе работы износ проточной части сопла допускается не более чем на 1,5 мм, так как при большем диаметре производительность дробеструйной обработки снижается, а расход воздуха резко возрастает. Работать соплом с диаметром проточной части более 11 мм запрещается. В процессе работы дробеструйщик должен держать шланг для дробеструйной обработки (в сборе с соплом и рукояткой включения) двумя руками.

При обработке верхней части труб большого диаметра дробеструйщик (в зависимости от его роста) должен пользоваться деревянной подставкой с высотой не менее 0,6 м.

Для освещения в темное время суток или при работе в ремонтном котловане с использованием сборного укрытия палаточного типа при недостаточной освещенности должны использоваться два переносных светильника с напряжением питания 12 В с галогенным источником света.

Работа на дробеструйных установках должна выполняться с соблюдением правил по охране труда.

В процессе проведения дробеструйной обработки технический персонал обязан пользоваться щитком для защиты лица и глаз или защитными очками. Защита оборудования, находящегося в непосредственной близости от дробеструйной установки, обеспечивается использованием сборного укрытия палаточного типа (или соответствующих защитных экранов), исключающих попадание дробы на оборудование.

В процессе работы дробеструйщика руководитель бригады (либо назначенное им ответственное лицо) обязан непрерывно вести наблюдение за его работой и в случае опасности немедленно отключить подачу воздуха с помощью дополнительных органов управления. Связь между

дробеструйщиком и руководителем бригады осуществляется путем знаковой сигнализации.

Контроль качества обработки производится визуально без применения увеличительной оптической техники.

Качество поверхности, достигнутое при помощи дробеструйной обработки, должно соответствовать *ISO 8501 Sa 2,5 - Sa 3,0*. Данный стандарт содержит набор цветных пленок, цветовая гамма которых соответствует определенному классу чистоты поверхности. Контроль качества выполняется наложением соответствующей цветовой пленки на обработанную поверхность и визуальным сравнением по цветовой гамме [5].

2.2.2 Требования к установке муфты

Все подготовительные и сборочно-сварочные операции следует производить в соответствии с операционными технологическими картами.

Установить полумуфты на трубопровод. Уложить отдробеструенную нижнюю полумуфту на деревянные подкладки на дно котлована под трубу.

Уложить отдробеструенную верхнюю полумуфту на трубу. Прижать нижнюю полумуфту к трубе с помощью домкрата.

Собрать муфту, смещение продольных кромок не более 1,5 мм.

Установить зазоры между свариваемыми продольными кромками с помощью клиньев, забиваемых между полумуфтами и трубой.

Окончательно величину зазора между полумуфтами выставить с помощью мерных пластин толщиной 2-3,5 мм, стягивая муфты до закусывания (стыки для сварки продольных и кольцевых швов муфт должны быть собраны с зазором 2-3,5 мм).

Зачистить металлической дисковой щеткой до чистого металла свариваемые кромки полумуфт на ширину не менее 15 мм по обеим сторонам от стыка.

Произвести прихватку полумуфт сваркой параллельно двумя сварщиками с разных сторон трубы. Расстояние между прихватками для продольных швов 0,5 м длина прихватки 60-100 мм. В начале сделать прихватки по краям муфты, затем промежуточные прихватки. Прихватка кольцевых стыков муфт должна проводиться равномерно по периметру, длина прихватки 70-100 мм, количество прихваток (в положениях 2,4,7 и 10 часов). Прихватки выполнять с полным проваром в режиме сварки корневого слоя [5].

2.2.2.1 Требования к предварительному подогреву

Температура предварительного подогрева свариваемых кромок при сборке – сварке любых соединений ремонтных конструкций, за исключением сборки – сварки продольных сварных швов, должна быть не менее 10 °С при любой температуре окружающей среды. Ширина зоны подогрева должна быть не менее 80 мм от границы шва.

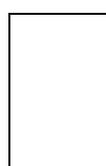
В процессе сварки выполняют контроль температуры кромки патрубка и кромки полумуфт. При остывании кромки ниже 50 °С следует производить подогрев до температуры (100^{+30}) °С. Перед началом сварки необходимо выполнить просушку пропанобутановыми горелками участков трубы, прилегающих к патрубку, нагревом до 50 °С. Ширина зоны просушки должна быть не менее 80 мм в каждую сторону от оси шва.

Температура предварительного подогрева продольных швов муфты приведена в таблице 2.1 [5].

Таблица 2.1 – Температура предварительного подогрева продольных швов муфты

№ п/п	Эквивалент углерода основного металла (C_e), %	Температура предварительного подогрева, °С, при толщине свариваемых элементов					
		Св. 5,0 до 12,0 включ.	Св. 12,0 до 14,0 включ.	Св. 14,0 до 16,0 включ.	Св. 16,0 до 18,0 включ.	Св. 18,0 до 20,0 включ.	Св. 20,0 до 22,0 включ.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	До 0,41 включ.			-35 °С	-15 °С	0 °С	
2	Св. 0,41 до 0,46 включ.		-15 °С	+5 °С			

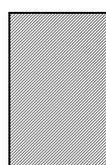
Примечание – В таблице применены следующие обозначения:



– подогрев до 50⁺³⁰ °С при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С и/или наличии влаги на концах труб;



– подогрев до 100⁺³⁰ °С при температуре окружающего воздуха ниже указанной и до 50⁺³⁰ °С при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С и/или наличии влаги на концах труб;



– подогрев до 100⁺³⁰ °С независимо от температуры окружающего воздуха.

Ширина зоны подогрева должна быть не менее 80 мм в каждую сторону от оси шва. Температуру подогрева контролируют на расстоянии от 10 до 15мм от свариваемых кромок. Межслойная температура должна находиться в пределах от 150 °С до 250 °С. При превышении максимального значения межслойной температуры следует дождаться остывания шва до требуемой температуры. Запрещается использовать способы принудительного охлаждения сварного соединения. При остывании стыка до температуры ниже 150 °С следует выполнить дополнительный подогрев стыка. Перед началом выполнения работ по сварке муфт следует произвести подогрев кромок

продольных и кольцевых стыков, а также прилегающих к ним участков поверхности полумуфт в соответствии с требованиями 6.3.1.3 и 6.3.1.4 [5].

Предварительный подогрев следует производить с использованием газовых подогревателей, газовых горелок, индукционных нагревателей, указанных в операционной технологической карте сборки и сварки ремонтных конструкций.

Межслойную температуру следует выдержать в соответствии с 6.3.1.4 [5].

Контроль температуры следует проводить поверенными контактными или бесконтактными термометрами с погрешностью не более 10 [5]:

- в четырех точках для кольцевых сварных швов (12, 3, 6 и 9 ч);
- в трех точках для продольных сварных швов.

Контроль температуры подогрева следует проводить на участках поверхности полумуфт, прилегающих к продольным в соответствии с 6.3.1.3 и 6.3.1.4 [5].

2.2.3 Требования к сварке

При установке муфт КМТ выполняется сварка следующих сварных соединений [5]:

- продольных стыковых швов полумуфт между собой.

Для сварки продольных и кольцевых стыковых швов при установке композитных муфт следует применять следующие технологии сварки [5]:

- ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия;
- комбинированную технологию сварки (ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия, и механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой заполняющих и облицовочного слоев или механизированная сварка проволокой сплошного сечения в защитных газах с управляемым капельным переносом (для сварки корневого слоя) плюс

механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой заполняющих и облицовочного слоев).

Режимы сварки продольных стыков композитных муфт П1 при различных технологиях сварки приведены в пункте 3.2.

Сварку ремонтных конструкций П1 выполняют после сборки и прихватки в следующей последовательности [5]:

- перед началом выполнения работ по сварке композитных муфт следует произвести просушку кромок продольных швов и прилегающих к ним участков поверхности полумуфт в соответствии с 6.3.1.2 и 6.3.1.3 [5]. Выбор температуры предварительного подогрева в соответствии с таблицей 6.3 [5]. Предварительный подогрев производят с использованием плоских газовых подогревателей или газовых горелок. Межслойная температура должна составлять от 150 °С до 250 °С;

- выполнить сварку двух корневых швов на стыках полумуфт. Сварку продольных швов следует производить одновременно. При протяженности шва более 1 м на каждом шве должны работать одновременно два сварщика (при работе в герметизирующей камере два сварщика одновременно работают при протяженности сварного шва более двух метров, при условии обеспечения требований по межслойной температуре). Контроль температуры проводить контактным или бесконтактным термометром в четырех точках. Контроль температуры подогрева следует проводить в соответствии с 6.3.1.4 [5]. После окончания сварки корневого шва произвести его зачистку шлифовальной машинкой;

- выполнить сварку заполняющих и облицовочного слоев сварного шва. Во избежание температурных деформаций сварка продольных стыков муфты (длиной более 1000 мм) первого (корневого) и заполняющих слоев должна выполняться в направлении от центра муфты к ее краям обратноступенчатым способом.

Первые заполняющие слои должны свариваться за проход по центру шва, последующие – за два прохода путем наложения параллельных проходов (валиков).

Облицовка должна выполняться методом непрерывной сварки в направлении от центра муфты к ее краям путем наложения не менее двух параллельных проходов (валиков). Первым накладывается нижний валик. Сварка всех слоев шва выполняется на постоянном токе обратной полярности. После окончания каждого промежуточного слоя производят зачистку сварного шва.

Сварочные работы производят при температуре окружающего воздуха не ниже минус 35 °С при скорости ветра не выше 10 м/с. При выпадении атмосферных осадков и скорости ветра более 10 м/с запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий.

При сварке муфт перерывы в работе не допускаются. Сварные соединения муфт оставлять незаконченными не разрешается. При вынужденных перерывах при возобновлении сварки следует провести повторный нагрев сварного шва. Необходимость предварительного подогрева и его параметры определяются толщиной стенки муфты и температурой окружающего воздуха в соответствии с таблицей 6.3 [5].

При сварке возбуждение дуги следует производить только в разделке или на выводной планке.

При сварке кольцевых швов многосекционных муфт процесс сварки следует начинать и заканчивать не ближе 100 мм от продольного шва муфты. Место начала сварки каждого после дуящего слоя должно быть смещено относительно начала предыдущего слоя шва не менее чем на 30 мм.

Места окончания сварки смежных слоев шва («замки» шва) должны быть смещены относительно друг друга на расстояние от 70 до 100 мм.

При многослойной сварке продольных и кольцевых швов (один проход выполняется несколькими валиками) «замки» соседних валиков должны быть смещены один относительно другого не менее чем на 30 мм.

В процессе сварки необходимо производить межслойную и окончательную зачистку слоев шва от шлака и брызг металла.

Участки поверхности облицовочного слоя с грубой чешуйчатостью (превышение гребня над впадиной составляет 1 мм и более), а также участки с превышением выпуклости шва следует обработать шлифовальным кругом. Далее следует удалить выводные планки с помощью шлифовальной машинки и распорные клинья.

Сварные швы подвергают неразрушающему контролю. Объем и методы контроля в соответствии с разделом [5].

После проведения неразрушающего контроля следует отрегулировать кольцевой зазор между трубой и муфтой. Регулировку проводить установочными болтами с учетом геометрии трубы, при этом должна быть обеспечена величина зазора в диапазоне от 6 до 40 мм в соответствии с РД-23.040.01-КТН-108-10. Контроль величины зазоров проводится в нескольких местах с каждой стороны муфты через технологические отверстия.

Заполнение муфты композитным составом и нанесение герметика выполняют в соответствии с РД-23.040.00-КТН-201-17

Дополнительные материалы по монтажу ремонтных конструкций П1 на трубопроводе – в соответствии с приложением К [5].

2.2.4 Требования к контролю

Неразрушающему контролю подвергают выполненные всеми видами ручной, механизированной, комбинированной и автоматической электродуговой сварки соединения магистральных трубопроводов

Сварные соединения трубопроводов по 1.2 РД-19.100.00-КТН-001-10 [7] на этапе строительства, реконструкции и капитального ремонта контролируют с применением визуального и измерительного, капиллярного,

магнитопорошкового, радиографического, ультразвукового методов контроля и с применением внутритрубных инспекционных приборов [7].

Методы НК сварных соединений трубопроводов и объемы их применения при ремонте трубопроводов по 1.2 РД-19.100.00-КТН-001-10 [7] независимо от их категории определяют по таблице 2.1.

Неразрушающий контроль сварных соединений трубопроводов на стадии их строительства, реконструкции и ремонта проводят в следующей последовательности: ВИК → ПВК(МК) → УЗК → РК → (ВИК → УЗК) → ВИП [7].

УЗК проводится в автоматизированном или механизированном режимах (далее по тексту автоматизированном) с сохранением результатов контроля. Методика УЗК должна обеспечивать выявление дефектов (в т.ч. трещин), ориентированных вдоль и поперек оси шва. Перед проведением РК и УЗК производят устранение дефектов, выявленных ВИК, ПВК (МПК) без применения сварки [7].

Неразрушающий контроль сварных соединений трубопроводов на стадии их строительства, реконструкции и ремонта проводят по завершении сварочно-монтажных работ после достижения сварными соединениями температуры окружающей среды.

Для проведения НК разрабатывают технологическую инструкцию, регламентирующую полную технологию контроля сварных соединений данного объекта контроля с учетом объемов и технологий применения всех методов контроля, установленных для этого объекта требованиями таблиц 1 и 2 [7].

Таблица 2.2 – Методы и объемы неразрушающего контроля сварных соединений при эксплуатации трубопроводов [7]

Назначение, вид сварного соединения, стадия выполнения работ	Методы контроля и объемы их применения, %			
	ВИК	ПВК (МК)	УЗК	РК
продольные стыковые при монтаже муфты на ремонтируемый участок трубы	100	–	100	–

Технологическая инструкция должна включать в себя операционные технологические карты, разрабатываемые для каждого метода контроля применительно к группе диаметров, толщин стенки объекта контроля, виду (типу) сварных соединений, подлежащих НК. Операционные технологические карты устанавливают очередность выполнения отдельных операций контроля и их содержание.

Технологические инструкции и операционные технологические карты должны содержать: наименование объекта контроля, перечень НТД, на основании которых осуществляется контроль сварного(ых) соединения(й) этого объекта, сведения о конструкции контролируемого сварного соединения и его параметрах (диаметр, толщина стенки и др.), требования к подготовке объекта (сварного соединения) к контролю, схемы и параметры контроля, идентификационные признаки выявляемых дефектов, применяемое оборудование и материалы, перечень и очередность выполнения операций по подготовке и проведению контроля и их описание, перечень контролируемых параметров с указанием нормативных значений (критерии допуска), а также операций по обеспечению требований безопасности, порядок обработки результатов контроля и оценки качества проконтролированного объекта (сварного соединения).

В состав бригады (звена) по проведению контроля любым методом должно входить не менее двух человек. При этом хотя бы один из них должен иметь II уровень квалификации специалиста по соответствующему методу НК. Правом выдачи заключений по результатам неразрушающего контроля обладают специалисты, имеющие уровень квалификации по данному методу контроля не ниже II по ПБ 03-440-02.

При этом приняты нижеприведенные условные обозначения (см. схему на рисунке 2.1).

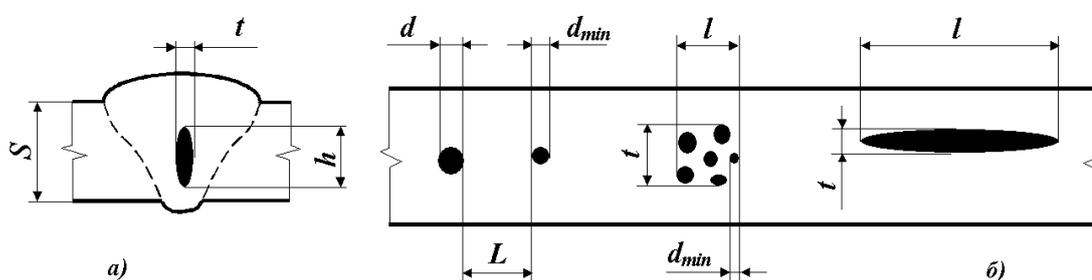


Рисунок 2.1 – Схематическое изображение сварного шва и определение размеров дефектов: а) вид в сечении; б) вид в плане [7]:

S – толщина стенки трубы (детали); d – диаметр дефекта округлой формы; h – глубина дефекта; l – протяженность дефекта (размер дефекта, определяемый вдоль шва); t – ширина дефекта (размер дефекта, определяемый поперек шва); L – расстояние между соседними дефектами; d_{min} – диаметр наименьшего из расположенных рядом отдельных дефектов или дефектов, входящих в скопление или цепочку

Непосредственно перед проведением НК необходимо подготовить поверхность сварных соединений к контролю в соответствии с требованиями пунктов [7]:

- 7.1.9.1 - 7.1.9.5 для проведения визуального и измерительного контроля;
- 7.2.5 и 7.2.7.5 для проведения капиллярного контроля;

- 7.3.7 и 7.3.11.2 для проведения магнитопорошкового контроля;
- 7.4.12.2 для проведения радиографического контроля;
- 7.5.8 для проведения ультразвукового контроля.

Ответственность за подготовку сварного соединения к контролю, а после его выполнения к последующим технологическим операциям, несет производитель работ.

Форма сварных швов контролируемых соединений должна отвечать требованиям таблиц 4-7 настоящего документа, РД-25.160.00-КТН-011-10, РД-23.040.00-КТН-386-09, ГОСТ 16037 при этом [7]:

- усиление шва должно быть высотой в пределах не менее 0,5 мм и не более 3 мм и иметь плавный переход к основному металлу (угол α между основным металлом и усилением шва должен быть не менее 150 градусов);
- чешуйчатость шва (превышение гребня над впадиной) не должна превышать 1,0 мм;
- глубина межваликовой канавки не должна превышать 1,0 мм (определяется максимальной разностью между высотой валика относительно соседней с ним канавки);
- допускается вогнутость облицовочного шва на вертикальных участках в виде «седловины», не выходящая за пределы диапазона усиления шва;
- требования к величине катетов углового сварного соединения должны быть оговорены в конструкторской документации на это соединение или в конструкторской документации на узел, частью которого это соединение является, но не более 1,2 толщины стенки свариваемых деталей;
- ширина подварочного слоя должна быть (9 ± 3) мм;
- ширина швов, выполненных ручной дуговой сваркой, должна соответствовать значениям, приведенным в таблице 2.2.

Таблица 2.3 – Требования к ширине усиления шва при механизированной и ручной дуговой сварке сварных соединений труб (Тр-1, 2, 14, 15, 16 по РД РД-25.160.00-КТН-011-10) [7]

Толщина стенки трубы S , мм	Минимальное значение e_{min} , мм	Максимальное значение e_{max} , мм
5,0	8,0	13,0
8,0	11,0	16,0
9,0	12,0	18,0
10,0	13,0	19,0
12,0	15,0	21,0
14,0	17,0	24,0
15,0	18,0	25,0
16,0	19,0	26,0
17,0	20,0	27,0
18,0	21,0	29,0
19,0	22,0	31,0
20,0	23,0	34,0
22,0	25,0	37,0

Ширина зоны контроля от кромки привариваемой муфты в одну и другую сторону должна составлять не менее 100 мм.

При визуальном контроле оценивается качество формирования продольных и кольцевых угловых швов, отсутствие наплывов, выходящих на поверхность дефектов, незаваренных кратеров и видимых подрезов.

Производится измерение геометрических характеристик продольных, а также оценка формы кольцевых угловых швов, выполненных в различных пространственных положениях.

Форма сварных швов контролируемых соединений должна отвечать требованиям ГОСТ 16037-80*.

По результатам измерений продольные швы муфты должны удовлетворять следующим требованиям [7]:

- усиление наружных швов должно иметь плавный переход к основному металлу и иметь высоту в пределах 1,0 - 2,5 мм при толщине стенки до 10 мм, включительно, и 1,0 - 3,0 мм при толщине стенки более 10 мм;
- смещение стыкуемых кромок муфты не должно превышать 20 % толщины стенки, но не более 3,0 мм. Для муфт с толщиной стенки до 10,0 мм допускается смещение кромок до 25 % толщины стенки, но не более 2,0 мм.

Усиление (выпуклость) кольцевых угловых швов (швов нахлесточных соединений приварки муфты к трубе), выполненных в нижнем положении допускается не более 2 мм, в других пространственных положениях - не более 3 мм.

Ослабление (вогнутость) кольцевых угловых швов при сварке во всех пространственных положениях допускается не более 1 мм.

Подрезы на основном металле ремонтируемой трубы не допускаются.

Сварные соединения муфт, выполненные ручной дуговой сваркой, которые имеют положительное заключение по результатам визуального контроля, подвергаются контролю физическими методами.

По результатам ультразвукового контроля «годными» считают продольные стыковые соединения, в которых дефекты не обнаружены.

В кольцевых угловых швах не допускаются: трещины всех видов и направлений; подрезы на основном металле трубы, а также непровары в корневом слое углового шва; несплавления металла шва с основным металлом трубы и муфты и между слоями; протяженные и непротяженные дефекты на линии сплавления сварного углового шва с основным металлом трубы и муфты. По результатам ультразвукового контроля «годными» считают угловые кольцевые швы, в которых не обнаружены недопустимые дефекты.

По результатам ПВК трещины всех видов и направлений не допускаются.

Признаком обнаружения дефекта по результатам ПВК является наличие индикаторного рисунка, максимальный размер которого в любом направлении превышает 2,0 мм [7].

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 дипломном проекте:

1. Расчетный метод. Рассчитываются техническое и материальное нормирование операций, экономическая часть. Расчеты производились в программе *MathCad* 14.

2. Проектировочный метод. Был спроектирован участок ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм. Чертеж участка выполнялся в программе *Компас-3D V16*.

2.4 Постановка задачи

При выполнении выпускной квалификационной работы нужно обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

Для этого требуется решить следующий ряд задач:

1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;

- 2) найти режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) определить потребный состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Муфта должна быть изготовлена в заводских условиях в соответствии с утвержденными в установленном порядке техническими условиями, конструкторской документацией, технологической картой, должны иметь маркировку, паспорт и сертификаты на применяемые материалы.

В пункте 2.1 сказано, что трубы изготавливаются из стали 17ГС. Для изготовления муфт применяются низколегированные стали марок 09Г2С, 10ХСНД, 13Г1С-У, 17Г1С или аналогичные им. Толщина стенки муфты и ее элементов при одинаковой прочности металла трубы и муфты должна быть не меньше толщины стенки ремонтируемой трубы. Химический состав и механические свойства стали 17ГС приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 17ГС, % (ТУ 14-3-1573-96) [8]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
0,15-0,2	0,4-0,6	1-1,4	Не более	
			0,030	0,035

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 17ГС по ТУ 14-3-1573-96 [8]

Ту	Состояние поставки	Диаметр, мм	σ_T , Мпа	σ_B , Мпа	δ_5 , %
ТУ 14-3-1573-96	Трубы электросварные прямошовные нефтегазопроводные в состоянии поставки	1020	≥ 350	≥ 510	≥ 20

Для изготовления трубы для подземных магистральных трубопроводов используют сталь 17ГС –ТУ 14-3-1573-96 – конструкционная низколегированная сталь.

Условное обозначение трубы:

Труба ХЛ – 3 – 1020x16 – К52 – ОТО. ХЛ – хладостойкое исполнение обеспечивает требования по ударной вязкости при температуре от -20 °С до - 60 °С; 3 – прямошовные трубы, \varnothing от 530 – 1020 мм; 1020 – диаметр трубы, мм; 16 – толщина стенки трубы, мм; К- 52 – класс прочности материала труб; ОТО – объемная термическая обработка.

Физические характеристики стали 17ГС допускают применение для эксплуатации при высоких давлениях в диапазоне температур от -40 0С до +475 0С. Марка относится к низколегированным конструкционным сплавам без ограничений по свариваемости.

К выпускаемым из этого материала видам проката относятся трубы, лист ГОСТ 19903-74 и 19282-73, полоса ГОСТ 82-70, уголок, швеллер, круг и некоторые другие. Сталь применяется для монтажа трубопроводов, транспортирующих среду с предельным давлением до 75 кг/см², нагреваемых элементов металлоконструкций, несущих и опорных узлов. Низколегированную сталь этой марки применяют для нанесения лакирующего слоя при изготовлении многослойных стальных листов устойчивых к коррозионному воздействию. Из нее изготавливают:

- электросварные и бесшовные трубы;
- водогрейные и паровые котлы;
- нефте и газопроводы;
- теплообменные аппараты;
- отводы, переходы, фланцы и другие фасонные детали 60 трубопроводов;
- различные виды стального гнутого проката;
- детали вагонов, автомобилей и специальной техники.

Свариваемость [9]:

Стали: 17ГС относится к 1 группе свариваемости (Хорошая). Сварка производится без особых приемов. Приведенная сталь относится к первой группе свариваемости (сваривается без ограничений). Способы сварки: РДС, сварка под слоем флюса, сварка плавящимся электродом в защитном газе, электрошлаковая сварка и контактная [9].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [10]:

- первая группа;
- хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа;
- удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа;
- плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [11]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15, \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 17ГС:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,15 + 1,0/6 + (0 + 0 + 0)/5 + (0 + 0)/15 = 0,317 \text{ \%}.$$

Сталь 17ГС – конструкционная низколегированная сталь по ТУ 14-1-1921-76 [9]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [9]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь

по минимальной температуре окружающей среды (не ниже - 10 °С). Этому способствует ускоренное охлаждение шва.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

В связи с тем, что ремонт трубопровода относится к опасным технологическим объектам (Нефтегазодобывающее оборудование) в связи с этим выбор методов сварки строго регламентируется руководящей документацией организации, производящей строительства объекта, в нашем случае АО «Транснефть». Поэтому режимы сварки выбирается согласно РД 23.040.00-КТН-201-17 «Технология ремонта трубопроводов с применением ремонтных конструкций».

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. Для изготовления магистрального трубопровода из стали 17ГС рекомендуются способы сварки приведенные в РД 23.040.00-КТН-201-17 в разделе 6 [5].

Согласно РД 23.040.00-КТН-201-17 для сварки композитной муфты П1 рекомендованы следующие способы сварки:

- ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия;
- комбинированную технологию сварки (ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия и механизированная сварка самозащитой порошковой проволокой заполняющих и облицовочного слоев или механизированная сварка проволокой сплошного сечения в защитных

газах с управляемым капельным переносом (для сварки корневого слоя) плюс механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой (для заполняющих и облицовочного слоев).

Выбираем ручную дуговую сварку, так как у нас выполняется разовый ремонт, а комбинированная технология требует закупки более дорогостоящего оборудования.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Сварочные материалы выбираем по таблице 7.2. [16]. Для корневого слоя шва выбираем электроды *LB - 52U* Ø 3,2 мм, заполняющего и облицовочного слоя швов выбираем электроды *LB - 52U* Ø 4,0 мм [12].

Назначения и область применения: электроды для осуществления электродуговой сварки низколегированных и низкоуглеродистых сталей.

Рекомендуемый режим сварки: постоянный ток (обратная полярность).

Химический состав наплавленного металла шва *LB - 52U* и наплавленного металла, а также механические свойства наплавленного металла шва приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 Химический состав наплавленного металла шва. ГОСТ 9467-75 (*E7016* по *AWS A5.1*) в % [12]

Диаметр электрода, (мм)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
3,2-4,0	0,05-0,10	0,30-0,75	0,60-1,25	макс 0,20	макс 0,20	макс 0,30	макс 0,20	макс 0,30	макс 0,08

Таблица 3.4 – Механические свойства наплавленного металла шва [12]

Диаметр электрода, (мм)	Свойства наплавленного металла при растяжении			Ударная вязкость KCV при испытаниях наплавленного металла на ударный изгиб	
	Предел прочности, МПа	Предел текучести, Мпа	Относительное удлинение, % (не менее)	Температура испытания, С°	Среднее значение для трех образцов, Дж/см ³
3,2-4,0	530-600	410-490	22	-20	мин 40

3.2 Выбор технологических режимов

Параметры режимов сварки регламентируется руководящей документацией организации, производящей строительства объекта, в нашем случае АО «Транснефть». Поэтому режимы сварки выбирается согласно РД 23.040.00-КТН-201-17 [5].

Режимы сварки продольных стыков композитных муфты П1 приведены в таблицах 3.5.

Таблица 3.5 – Режимы ручной дуговой сварки при установке ремонтных конструкций [3]

Слой шва	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Полярность
1	2	3	4
Корневой	3,0/3,2	От 80 до 120	Обратная
Заполняющие	3,0/3,2	От 80 до 120	Обратная
	4,0	От 120 до 160	

Продолжение таблицы 3.5			
1	2	3	4
Облицовочный	3,0/3,2	От 80 до 120	Обратная
	4,0	От 120 до 160	

При сварке многослойных швов участками перекрытие участков шва в пределах одного слоя должно быть не менее 30 мм. Место начала и окончания каждого слоя (замок шва) должно располагаться не ближе 100 мм от замков предыдущего слоя шва. Начало каждого следующего слоя необходимо смещать относительно предыдущего не менее чем на 30 мм [13]. Разделка кромок и сборка продольных стыковых соединений муфт П1 представлена на рисунке 3.1.

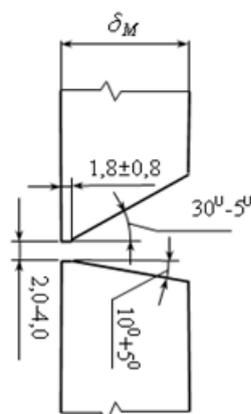


Рисунок 3.1 – Разделка кромок и сборка продольных стыковых соединений муфт П1 [13]

Способы выполнения продольных швов представлены на рисунке 3.3.

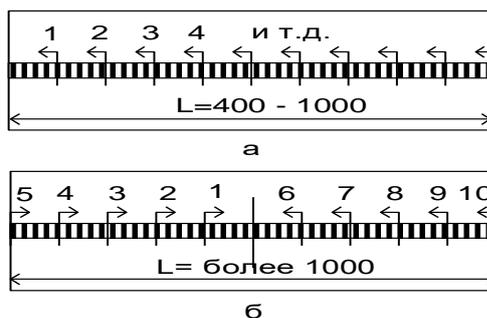


Рисунок 3.3 – Способы выполнения продольных швов [13]

Выполняют прихватку полумуфт сваркой. Прихватку выполняют одновременно два сварщика с разных сторон трубы [5].

Перед началом сварочных работ следует производить просушку и подогрев кромок продольных, кольцевых швов и прилегающих к ним участков поверхности полумуфт. Необходимость предварительного подогрева и его параметры устанавливают в соответствии с таблицей 6.3 (смотри РД 23.040.00-КТН-201-17 [5]).

Прихватки устанавливают на каждом продольном стыке разделки кромок. Прихватки устанавливают равномерно по длине стыка на расстоянии (500 ± 50) мм, длина прихваток должна составлять от 60 до 100 мм.

Схема сборки продольных швов композитных муфт (типа П1) приведена на рисунке 3.4.

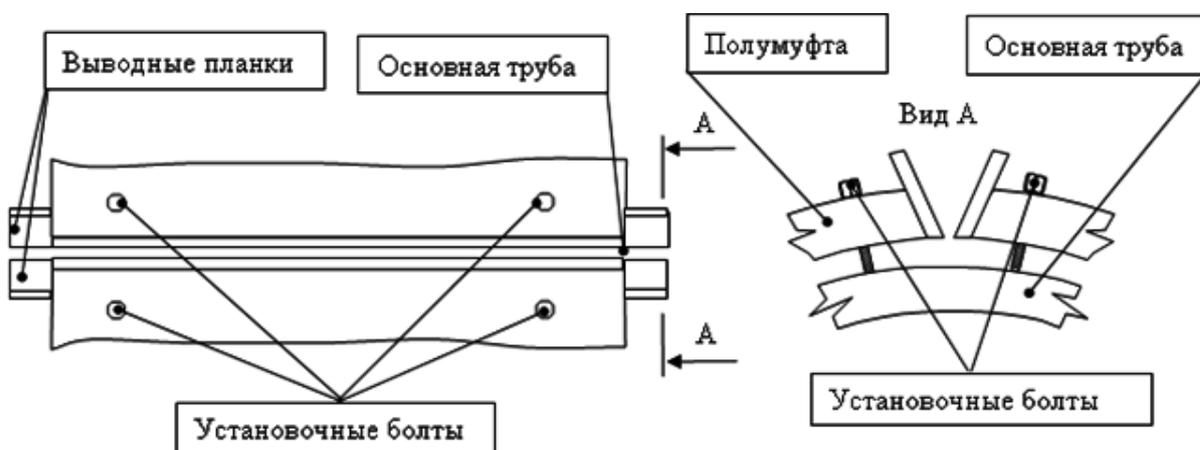


Рисунок 3.4 – Схема сборки продольных швов композитных муфт (типа П1) [5]

Необходимое число наружных слоев шва представлено в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Необходимое число наружных слоев шва [5]

Диаметр трубы, (мм)	Толщина стенки трубы, (мм)	Число слоев шва
1020	16	6

Прихватки следует выполнять с полным проваром в режиме сварки корневого слоя. После установки прихваток следует произвести запил их концов на длине от 15 до 20 мм, обеспечив плавный переход [5]:

- используя установочные болты отрегулировать кольцевой зазор между муфтой и трубопроводом. После выставления зазора вставить распорные клинья (на 6 и 12 ч) с каждого конца муфты. Необходимое количество клиньев определяется геометрией трубы;

- приварить выводные планки для предотвращения образования дефектов на концах сварных швов.

Все сварочные работы на муфте и ремонт сварных швов выполнить до закачки композитного состава.

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем сварочное оборудование для ручной дуговой сваркой плавящимся электродом. Сварочный аппарат должен соответствовать выбранной технологии и обеспечивать требуемые режимы сварки: $I_c = 65-160$ А [5]. Исходя из этих данных выбираем аппарат *Denyo DCW-480ESW* [14].

Сварочный генератор *Denyo DCW-480ESW* предназначен для сварки ручной дуговой сваркой в полевых условиях, на строительстве трубопроводов.

Данный сварочный генератор имеет возможность работы двумя сварочными постами. Технические характеристики и описание сварочного генератора *Denyo DCW-480ESW* представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики и описание сварочного генератора *Denyo DCW-480ESW* [14]

Параметры	Значения
Мощность номинальная, кВт	12
Мощность максимальная кВт	12
Напряжение, В	230-400
Частота тока, ГЦ	50
Диаметр электрода, (мм)	1-8
Однопостовая сварка пределы сварочного тока, А	60-500
Двухпостовая сварка пределы сварочного тока, А	30-280
Тип работ	ручная дуговая сварка (<i>MMA</i>), аргонодуговая сварка (<i>TIG</i>), полуавтоматическая сварка (<i>MIG/MAG</i>)
Вес, кг	578

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

Для монтажа нижней половины ремонтной муфты и ее фиксации применяется домкрат БелАК (БЕЛАВТОКОМПЛЕКТ) БАК.00046 [15].

3.5 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

3.5.1 Визуальный и измерительный контроль

ВИК сварных соединений трубопроводов должен выполняться в соответствии с требованиями РД 03-606-03.

ВИК «Контроль визуальный», ГОСТ 8.05-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм».

ВИК должен выполняться до проведения НК сварного соединения другими методами.

ВИК сварного соединения выполняется без нарушения целостности контролируемого соединения.

Контролируемая зона сварного соединения должна включать сварной шов, а также примыкающие к нему участки основного металла, которые в обе стороны от шва должны быть не менее [7]:

- 20 мм, но не менее толщины стенки свариваемых деталей, при НК при сооружении, реконструкции и капитальном ремонте трубопроводов;
- не менее четырех толщин стенок свариваемых деталей при НК в процессе выборочного ремонта и ДДК трубопроводов, находящихся в эксплуатации или режиме консервации.

Условия выполнения ВИК.

ВИК при монтаже трубопроводов, выполняют непосредственно на месте монтажа. При этом должно быть обеспечено удобство подхода лиц, выполняющих контроль, к месту производства работ по контролю и созданы условия для безопасного производства работ.

Перед проведением ВИК поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от изоляции, продуктов коррозии, окалины, грязи,

краски, масла, шлака, брызг расплавленного металла, и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

Зона зачистки должна включать в себя поверхность свариваемых деталей и быть не менее величин, указанных в 0 [7].

Шероховатость поверхности зон, примыкающих к сварному шву, должна составлять не более $Ra\ 12,5$ мкм ($Rz\ 80$ мкм), что обеспечивается зачисткой поверхностей свариваемых изделий и сварных швов перед контролем шаберами, напильниками, шлифмашинками с круглыми металлическими щетками. Допускается применять другие виды обработки поверхности, обеспечивающие шероховатость не хуже требуемой настоящим разделом (например – пескоструйная обработка).

Примечание – Если следующие после ВИК операции требуют более высокой степени очистки, следует выполнять очистку поверхности в соответствии с этими требованиями.

Оценку шероховатости контролируемых поверхностей допускается проводить путем ее сравнения с поверхностью образцов шероховатости, аттестованных установленным порядком.

Порядок выполнения ВИК сварных соединений.

Выполнить разметку сварного соединения несмываемым маркером (маркером по металлу), обеспечивающим сохранение маркировки до сдачи трубопровода под изоляцию. При разметке сварного соединения задают начало и направление отсчета координат мерного пояса (от верхней образующей трубы по часовой стрелке по предполагаемому ходу перекачиваемого продукта).

ВИК проводят в соответствии с операционной технологической картой.

Перед началом контроля специалист, осуществляющий контроль, должен [7]:

- получить задание на контроль с указанием типа и номера сварного соединения и его расположения на контролируемом объекте, параметров соединения и его элементов;

- ознакомиться с технологической инструкцией и операционной технологической картой, конструкцией и особенностями технологии выполнения сварных соединений в части способа сварки, а также документацией, в которой указаны допущенные отклонения от установленной технологии (если таковые предусмотрены ТД).

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать [7]:

- наличие маркировки шва (нанесенной несмываемым маркером) и правильность её выполнения;
- наличие клейма сварщика (бригады сварщиков);
- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений следующих дефектов: поверхностных трещин всех видов и направлений, включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, незаваренных кратеров; прижогов металла в местах касания сварочной дугой поверхности основного металла;
- наличие зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами.

По результатам визуального осмотра несмываемым маркером необходимо отметить дефектные участки и участки, для оценки качества, которых требуется провести измерительный контроль.

Измерительный контроль сварного соединения, осуществляется для [7]:

- измерения величины смещения кромок, свариваемых элементов;
- проверки геометрических параметров формы сварного шва;
- измерения чешуйчатости сварного шва;
- измерения глубины межваликовой канавки («западания»);
- определения координат и протяжённости поверхностных дефектов, выявленных при визуальном контроле;
- измерения глубины и протяжённости подрезов;

- измерения наименьшего расстояния между центрами продольных швов, прилегающих к поперечному сварному шву, с указанием типов секций
- одношовных или двухшовных;
- размеров катетов угловых сварных соединений.

Измеряемые параметры сварных швов стыковых соединений приведены на рисунке 3.1 а) б) [7].

Высота и ширина сварного шва должна определяться не реже, чем через один метр по длине соединения, но не менее, чем в трех сечениях, равномерно расположенных по длине шва. При этом измерения выполняют, в первую очередь, на участках шва, вызывающих сомнение по результатам визуального контроля.

Измерение глубины западений между валиками при условии, что высоты валиков отличаются друг от друга, должно выполняться относительно валика, имеющего меньшую высоту. Аналогично следует определять и глубину чешуйчатости (по меньшей высоте двух соседних чешуек).

Измерение величины смещения производить с «низкой» на «высокую» и с «высокой» на «низкую» стороны сварного соединения. За величину смещения принимать максимальное значение.

При ремонте дефектных участков в основном металле и сварных соединениях изделий визуально необходимо контролировать:

- ширину зоны зачистки околошовной зоны;
- отсутствие/наличие дефектов (трещин, включений, свищей, прожогов, наплывов, усадочных раковин, подрезов, несплавлений, брызг расплавленного металла, западений между валиками, грубой чешуйчатости, прижогов металла) на поверхности ремонтируемого участка и в околошовной зоне;
- наличие мест шлифовки околошовной зоны.

Контроль околошовной зоны при наличии мест шлифовки тела трубы.

Перед проведением НК проводится толщинометрия основного металла трубы, с целью определения фактической толщины стенки трубы в районе

шлифовки. Толщинометрия производится по зоне контроля (вне зоны шлифовки) как минимум в четырёх точках, расположенных на расстоянии от 20 до 30 мм от сторон прямоугольника, определяющего зону контроля.

Не допускается наличие расслоений, трещин всех видов и направлений, уменьшения толщины стенки трубы согласно межгосударственным и национальным стандартам Российской Федерации и техническим условиям на трубы и соединительные детали в контролируемой зоне основного металла.

Результаты контроля оформляются в соответствии с требованиями раздела 7 [7].

Параметры измеренного наименьшего расстояния между продольными швами, прилегающими к поперечному сварному шву, типы секций, заносятся в заключение вместе с результатами контроля и оформляются в соответствии с требованиями раздела 7 [7].

При сокращенном описании дефектов обозначают координату начала дефекта (в мм), относительно точки начала отсчета, длину дефекта (вдоль сварного шва), глубину или высоту дефекта.

Обозначения отделяют друг от друга дефисом [7].

3.5.2 Ультразвуковой контроль

УЗК сварных соединений трубопроводов (и их участков после ремонта сваркой) должен выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86 [7].

Ультразвуковой контроль применяется для выявления протяженных и непротяженных внутренних дефектов шва. Таких как шлаковые включения, поры, трещины, непровары, несплавления и др.

Для проведения УЗК необходима шероховатость поверхности $Rz40$. Околошовная зона должна быть очищена от брызг металла, ржавчины, окалин и грязи. В качестве контактной жидкости используют машинное масло, смесь

масла и ДТ или специальные гели. Гели бывают летние и зимние, отличаются составом. Рекомендуется предпочтение отдавать гелям на водной основе, для последующего упрощения процесса изоляции сварных стыков.

Перед проведением ультразвукового контроля следует провести 52 настройку ультразвукового дефектоскопа на стандартном образце предприятия (СОП). Также в процессе контроля следует периодически проверять настройку по СОП.

Выполнение контроля производится продольно поперечным перемещением преобразователя вдоль шва на ширину околошовной зоны.

Контроль выполняется с обеих сторон шва. Контроль выполняется ультразвуковым дефектоскопом *A1212 MASTER*. Для измерения используются масштабные линейки, штангенциркули и другие средства измерения с точностью не ниже 0,5 мм.

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.

Разработка технологических процессов включает [17]:

- 1.расчленение изделия на сборочные единицы;

2.установка рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;

3.выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты [17]:

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 [17]:

- 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.

Операционно-технологическая карта сборки и установки муфты П1 (КМТ) с применением ручной дуговой сварки приведена в приложении А.

3.8 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 [18]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \times L + t_{\text{в.и}}, \quad (3.2)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва [18]:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \times \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.3)$$

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 электросварки сумма коэффициентов составляет 15% [18].

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n, \quad (3.4)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А×ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в защитном газе и самозащитной проволокой при изготовлении кранового узла.

Исходные данные:

- марки стали 17ГС;
- марка электрода $LB - 52U \text{ } \varnothing 3,2$ мм классификация $E7016$ по $AWS A5.1$ [12] и $LB - 52U \text{ } \varnothing 4,0$ мм классификация $E7016$ по $AWS A5.1$ по ГОСТ 9467-75 [12];
- положение шва: горизонтальное;
- коэффициент наплавки электрода $LB - 52U$ при ручной дуговой сварке составляет $\alpha_n=9,5$ г/(А×ч).

Так как шов многопроходный, рассчитаем количество проходов по формуле [10]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{F_{\text{НЗ}}} + 1, \quad (3.5)$$

где $F_{\text{НО}}$ – общая площадь наплавленного металла, $F_{\text{НО}} = 254$ мм² (смотри чертеж ФЮРА.П11020.141.00.000 СБ);

$F_{\text{НК}}$ – площадь корневого шва, мм²;

$F_{\text{НЗ}}$ – площадь заполняющих швов, мм².

При известных диаметрах электродов определим площади корневого и заполняющих проходов [10]:

$$F_{\text{НК}} = (5 \dots 7) \times d_{\text{ЭК}} = 6 \times 3,2 = 19,2 \text{ мм}^2, \quad (3.6)$$

$$F_{\text{НЗ}}=(8\dots 10)\times d_{\text{ЭК}}=9\times 4,0=36 \text{ мм}^2. \quad (3.7)$$

Определим общее количество проходов [10]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{F_{\text{НЗ}}} + 1 = \frac{254 - 19,2}{36} + 1 = 7,522. \quad (3.8)$$

Примем $n_{\text{по}} = 8$.

Уточним площадь $F_{\text{НЗ}}$ с учетом количества проходов [10]:

$$F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{ПК}}} = \frac{254 - 19,2}{8 - 1} = 33,5 \text{ мм}^2. \quad (3.9)$$

Время сварки для шва №1:

$$T_o = \frac{19,2 \times 7,85 \times 60}{120 \times 9,5} + \frac{33,5 \times 7,85 \times 60}{160 \times 9,5} \times 7 = 107,93 \text{ мин.}$$

Определим время на сварку кранового узла (масса деталей рассчитана в программе Компас-3D V16, время взято из литературы [18]).

Масса полумуфты нижней $m_1=411,5$ кг; установка краном в приямок и фиксация домкратом $t_1=2$ мин.; масса полумуфты верхней $m_2=411,5$ кг; установка краном на полумуфты $t_2= 3,2$ мин.; подогрев $t_3= 35$ мин.

Найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 22 = 3,3$ мин.,

2. $t_{\text{в.и}} = 2 + 2 + 35 + 3,3 = 42,3$ мин.,

3. $T_{\text{н.ш-к}} = (107,23 + 0,75) \times \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 138,02$ мин.,

4. $T_{\text{ш}} = 13,8,05 \times 4,0 + 42,3 = 594,38$ мин.

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход электродов

Расчет покрытых электродов ведём через массу наплавленного металла на 1 м шва [10]:

$$M_{\text{э}} = K_{\text{п.ш}} \times K_{\text{р.э}} \times M_{\text{н.о}}, \quad (3.10)$$

где $K_{\text{п.ш}} = 1,0 \dots 1,2$ – коэффициент, учитывающий потери электродов в зависимости от положения шва, $K_{\text{п.ш}} = 1,0$ [10];

$K_{\text{р.э}} = 1,4 \dots 1,7$ – коэффициент расхода электродов, учитывающий тип и толщину покрытия, потери на разбрызгивание и огарки, $K_{\text{р.э}} = 1,6$ [10];

Масса наплавленного металла $M_{\text{н.о}}$ определяем по формуле:

$$M_{\text{н.о}} = F_{\text{н.о}} \times L_{\text{ш}} \times \rho, \quad (3.11)$$

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

$L_{\text{ш}}$ – длина шва, $L_{\text{ш}} = 4$ м (смотри чертеж ФЮРА.П11020.141.00.000 СБ);

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

- для электродов $LB - 52U \text{ } \varnothing 3,2$ мм:

$$M_{\text{н.о}} = 19,2 \times 4 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,603 \text{ кг},$$

- для электродов $LB - 52U \text{ } \varnothing 4,0$ мм:

$$M_{\text{н.о}} = 234,8 \times 4 \times 7,85 \times 10^{-3} = 7,363 \text{ кг}.$$

Тогда получим:

- для электродов $LB - 52U \text{ } \varnothing 3,2$ мм:

$$M_{\text{э}} = 1 \times 1,6 \times 0,603 = 0,965 \text{ кг};$$

- для электродов $LB - 52U \varnothing 4,0$ мм:

$$M_3 = 1 \times 1,6 \times 7,363 = 11,796 \text{ кг.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Выбор сборочно-сварочной оснастки

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [19].

При муфты композитной для фиксации нижней полумуфты применяется домкрат БелАК (БЕЛАВТОКОМПЛЕКТ) БАК.00046 [15]. Внешний вид домкрата БелАК (БЕЛАВТОКОМПЛЕКТ) БАК.00046 представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Домкрат БелАК (БЕЛАВТОКОМПЛЕКТ) БАК.00046 [15]

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Пространственное расположение производственного процесса

Строительная полоса сооружения линейной части магистрального трубопровода представляет собой линейно-протяженную строительную площадку, в пределах которой передвижными механизированными производственными подразделениями – колоннами, бригадами, звеньями – выполняется весь комплекс строительства трубопровода, в том числе [20]:

- основные – строительные, строительско-монтажные и специальные строительные работы (СМР);
- вспомогательные – погрузка, транспортировка и разгрузка труб, изоляционных, сварочных и других материалов, оборудования, машин, механизмов, конструкций, изделий, деталей и др., обеспечивающих бесперебойное производство СМР;
- обслуживающие – контроль качества и безопасности производства СМР, обеспечение выполнения природоохранных мероприятий при выполнении основных и вспомогательных строительных процессов, техническое обслуживание и ремонт машин, механизмов, социально-бытовое обслуживание строителей, охрана материальных ценностей и т.п.

Подготовительные работы подразделяются на внетрассовые и внутритрассовые, относимые соответственно к мобилизационному и подготовительно-технологическому этапам подготовки строительного производства.

Во всех природно-климатических условиях строительства линейной части магистральных нефтепроводов при подготовке строительной полосы следует соблюдать четыре основных принципа [20]:

- первый – нанесение минимального ущерба окружающей природной среде (экологический принцип);
- второй – подготовка полос работы сварочно-монтажных бригад и

изоляционно-укладочных колонн должна обеспечивать технически, технологически и организационно условия для разгрузки труб или трубных секций, их сварки в плети (сплошную нитку) различными методами, для выполнения изоляционно-укладочных работ (совмещенным или отдельным способом при трассовой изоляции и отдельным – при трубах с заводской или базовой изоляцией), а также для закрепления нефтепровода на проектных отметках путем его балластировки (железобетонными пригрузами, грунтом, грунтом с использованием нетканых синтетических материалов – НСМ и др.) или закрепления анкерными устройствами. Кроме того, указанные полосы должны обеспечивать аналогичные условия для выполнения работ по заварке захлестов и врезке линейной арматуры, устройству системы электрохимической защиты (ЭХЗ) нефтепровода, очистки полости трубопровода, а в дальнейшем обеспечивать эксплуатационное обслуживание линейной части магистрального нефтепровода;

- третий – планировка полосы разработки траншеи (с учетом диаметра и толщины стенки труб она должна соответствовать радиусу упругого изгиба нефтепровода в вертикальной плоскости за исключением участков врезки кривых вертикальных вставок, предусмотренных проектом) при геодезическом контроле на всем протяжении трассы;

- четвертый – полоса движения транспортных средств (вдольтрассовый проезд) должна быть спланирована с учетом возможности беспрепятственной транспортировки основных грузов – одиночных труб, длинномерных секций труб (до 36 м).

В свете этих основных принципов подготовка строительной полосы сооружения магистрального нефтепровода существенно усложняется в условиях болот и заболоченной местности (устройство дорог для прохода тяжелой строительной техники, закрепление нефтепровода на проектных отметках и др.), но еще более – в условиях вечномёрзлых грунтов. Это связано с сохранением растительного покрова на участках грунтов, неустойчивых при оттаивании, опасностью образования по трассе нефтепроводов, проложенных

в едином «коридоре», тундровых озер значительных размеров, что может исключить возможность эксплуатационного обслуживания нефтепроводов.

На участке установки ремонтной композитной муфты П-1 экскаватор Hitachi ZX300-5A, сварочный генератор Denyo DCW -480ESW, трубоукладчик. Планировка участка представлена на чертеже ФЮРА.000001.182.00.000 СБ.

5.2 Расчёт основных элементов производства

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [17]:

$$n_P = \frac{T_r}{\Phi_D}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_D – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N=1$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

Найдем время необходимое для выполнения годовой программы продукции.

$$T_r = 1 \times \frac{594,38}{60} = 9,906 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при односменной работе равен 1980 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 5\% = 1980 - 5\% = 1881 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{9,906}{1881} = 0,005,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 1$.

На основе проведенного расчета для выполнения годовой программы ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта выполняется с применением одного комплекта сварочного оборудования.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,005}{1} = 0,005.$$

В процентном соотношении загрузка составит 0,53 %.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Численность/состав	одной	сварочно-монтажной	бригады
полуавтоматической сварки на объекте составляет:			
- вспомогательный рабочий			2 чел;
- электросварщик			2 чел;
- стропальщик			1 чел;
- машинист экскаватора			1 чел;
- наладчик сварочного оборудования			2 чел;
- электрик			1 чел.
- ИТР			1 чел.
- контролер качества продукции			1 чел.

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 технологии ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта допускает различные варианты решения.

Сварочная техника позволяет выполнять ремонт 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 ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта в качестве способа сварки предложена ручная дуговая сварка плавящимся электродом, корневой шов выполняется электродами *LB - 52U Ø 3,2 мм* классификация *E7016* по *AWS A5.1*, а заполняющие швы выполняются электродами *LB - 52U Ø 4,0 мм* классификация *E7016* по *AWS A5.1* по ГОСТ 9467-75. Для ручной дуговой

сварки плавящимся электродом принято следующее оборудование: аппарат *Denyo DCW-480ESW*.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта.

Показатель приведенных затрат является обобщенным показателем. Расчет приведенных затрат Z_n , руб/изд. производят по формуле [17]:

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

где $C_{\text{год}}$ – себестоимость годового объема продукции, руб/изд×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 [17]:

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

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

$K_{\text{п}}$ – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

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

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. O_i - 1 шт. (см. пункт 5.2);

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера μ_{oi} - 1. (см. пункт 5.2).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [14]

Наименование оборудования		Ц _о , руб
<i>Denyo DCW-480ESW</i>	1 шт.	1999000

$$K_{CO} = 1999000 \times 1 \times 1 = 1999000 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _{со} , руб.
<i>Denyo DCW-480ESW</i>	1 шт.	1999000
Итого		1999000

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [17]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \times \Pi_j \times \mu_{\text{п}j}, \quad (6.4)$$

где $K_{\text{пр}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. Π_j -1шт. (см. пункт 5.2);

$\mu_{\text{п}j}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления $\mu_{\text{п}j}$ -1. (см. пункт 5.2);

$$K_{\text{пр}1} = 2500 \times 1 \times 1 = 2500 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [15]

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _{п.} шт	К _{пр.} руб.
Домкрат БелАК (БЕЛАВТОКОМПЛЕКТ) БАК.00046	2500	1	2500
ИТОГО			2500

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 [17]:

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

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 ремонт. В связи с тем, что для выполнения ремонта применяется уже готовая композитная муфта П1, то затраты на металл будут равняться ее стоимости, $C_{\text{М}} = 148698,88$ руб./изд [21].

Затраты на электроды определяем по формуле [17]:

$$C_{\text{э.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \times K_{\text{пш}} \times K_{\text{рэ}} \times Ц_{\text{п.с.}}, \text{ руб/изд}, \quad (6.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродов, кг: $G_d = 0,603$ кг – для электродов $LB - 52U \text{ } \varnothing 3,2$ мм (сварка корня); $G_d = 7,373$, кг – для электродов $LB - 52U \text{ } \varnothing 4,0$ мм (сварка заполняющих и облицовочного швов) (см. пункт 3.9);

$K_{\text{пш}} = 1,0 \dots 1,2$ – коэффициент, учитывающий потери электродов в зависимости от положения шва, $K_{\text{пш}} = 1,0$ [10];

$K_{\text{рэ}} = 1,4 \dots 1,7$ – коэффициент расхода электродов, учитывающий тип и толщину покрытия, потери на разбрызгивание и огарки, $K_{\text{рэ}} = 1,6$ [10];

$Ц_{\text{п.с.}} = 486$ – стоимость электродов $LB - 52U \text{ } \varnothing 3,2$ мм, руб/кг на 01.01.2023 [22];

$Ц_{\text{п.с.}} = 495,6$ – стоимость электродов $LB - 52U \text{ } \varnothing 4,0$ мм, руб/кг на 01.01.2023

[23];

$$C_{\text{Э.С.}} = 0,603 \times 1 \times 1,6 \times 486 + 7,373 \times 1 \times 1,6 \times 495,6 = 6315,39 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [17]:

$$C_z = (C_{\text{чи}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай}}) / 60, \quad (6.7)$$

где $C_{\text{чи}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч., $C_{\text{чи}} = 110,47$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (см. пункт 3.7);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [17];

$K_{\text{сс}}$ – 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 [17];

$K_{\text{рай}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай}} = 1,3$ [17];

$$C_z = (110,47 \times 591,38 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 2219,35 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [17]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.8)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15$ % [17];

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [17];

$$C_{31} = \frac{1999000 \times 1 \times 0,005 \times 0,15\% \times 1,15}{1} = 12126,2 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		C_3 , руб/изд.
<i>Denyo DCW-480ESW</i>	1 шт.	12126,2
ИТОГО		12126,2

6.2.2.4 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [17]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}} \quad (6.11)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j = 0,15$ [17];

$$C_{u1} = \frac{2500 \times 1 \times 0,005 \times 0,15}{1} = 1,97 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений [15]

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	П _ж , шт.	С _и , руб/изд.
Домкрат БелАК (БЕЛАВТОКОМПЛЕКТ)	2500	1	1,97
ИТОГО			1,97

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	148698,88
2	Затраты на сварочные материалы	6315,39
3	Заработная плата	2219,35
4	Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	12126,2
5	Затраты на амортизацию приспособлений	1,97
ИТОГО технологическая себестоимость:		338723,58

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 1 \times (148698,88 + 6315,39 + 2219,35 + 12126,2 + 1,97) = 338723,58 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 1999000 + 2500 = 2001500 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 338723,58 + 0,15 \times 2001500 = 638948,58 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

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, час	9,91
3	Количество оборудования, шт.	1
4	Количество производственных рабочих, чел	2
5	Норма расхода материала, кг	823
6	Количество приведенных затрат, руб/изд.×год.	638948,58
7	Себестоимость одного изделия, руб/изд.	338723,58

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, сварочные электроды, зарплату рабочим, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 2001500 руб;
- себестоимость продукции 338723,58 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 638948,58 руб/изд.×год.

7 Социальная ответственность

В данной выпускной квалификационной работе производится ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм. По предлагаемому технологическому процессу производится ручная дуговая сварка покрытыми электродами. В качестве сварочного оборудования используется генератор *Denyo DCW-480ESW*. В качестве контролирующих методов используются: визуально-измерительный; метод неразрушающего ультразвукового контроля с помощью ультразвукового дефектоскопа *A1212 MASTER*.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. 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.
9. 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.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096.

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

11. Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005г.).

12. Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.;

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 [24]:

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

При ремонте, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм с применением дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м³) с содержанием марганца до 13,7%, а также CO₂ до 0,5-0,6%, CO – до 160 мг/м³, окислов азота до 8 мг/м³, озона – до 0,35 мг/м³. содержание аэрозолей и пыли в воздухе рабочей зоны не

превышает предельно-допустимой концентрации, так как работы производятся на открытом воздухе и не требуют применения вентиляции. Озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолитического разложения воздуха вне помещения опасности, не представляют, так как рассеиваются в большом объеме окружающего воздуха.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- генератор *Denyo DCW-480ESW*;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ 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 [25].

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях 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.

Органы слуха рекомендуется защищать с помощью берушей или противошумовых наушников.

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 энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [26].

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 сборочно-сварочное приспособление.

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 сварочного участка осуществляется четырьмя прожекторами на штативах.

7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой 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 [27].

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, исключающие 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 навыпуск [27].

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 [27].

4. Электробезопасность.

Для защиты от поражения электрическим током в полевых условиях применяют защитное заземление. Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрического и технологического оборудования, которое может оказаться под напряжением. Защитное заземление обеспечивает снижение напряжения между оборудованием и землей до безопасной величины.

В полевых условиях для заземления применяют естественные заземлители: металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие соединение с землей, обсадные трубы, металлические шпунты гидротехнических сооружений и т.д. Естественные заземлители необходимо связывать с заземляющей сетью не менее, чем двумя проводниками, присоединенных к заземлителям в разных местах.

Сопротивление заземляющего устройства для установок мощностью до 100 кВт должна быть R_3 менее 4 Ом.

Применяем для заземления вертикально забитые трубы длиной 2 м и диаметром 50 мм.

Сопротивление одиночного заземления, вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [28]:

$$R_{\text{ТР}} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l_{\text{T}}} \times \ln \frac{2 \times l_{\text{T}}}{d}, \quad (7.1)$$

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

l_{T} – длина трубы, мм; $l_{\text{T}} = 2000$ 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, $\eta_3 = 0,8$.

$$n = \frac{13}{5 \times 0,8} = 3,7 \text{ шт.}$$

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 [28]:

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

где a – расстояние между заземлениями, см;

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

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

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

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

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

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

n – число труб заземлений, шт;

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

h_{Π} – коэффициент использования соединительной полосы, $h_{\Pi} = 0,7$;

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

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.

7.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

Источники загрязнения окружающей среды:

- металлические отходы;
- вредные вещества, выделяемые при сварке (пыль, газ, аэрозоли окисей металлов, входящих в состав сварочных материалов).

Для утилизации металлических отходов используются специальные контейнеры. После наполнения контейнеров, отходы отправляются на переработку.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30% вредных веществ.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

- пожары, взрывы.

В ходе работы есть вероятность выхода из строя оборудования, что может привести к пожару и даже взрыву. Должны быть проведены и хорошо отработаны следующие превентивные меры при возникновении такой ЧС как пожар:

- прогнозирование пожара;
- порядок информирования вышестоящих организаций при возникновении пожара;
- разработка мероприятий по ликвидации пожара;

- правила поведения персонала при пожаре;
- ликвидация последствий пожара и защита персонала.

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения. На участке проведения сварочно-монтажных работ должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители расположены на видных местах вблизи производства сварочных работ.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработана технология ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм.

Для ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм применен домкрат, выбраны режимы сварки, разработаны технологические карты.

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 ремонт.

Средний коэффициент загрузки оборудования – 0,53 %.

Количество приведенных затрат – 638948,58 руб./изд. × год.

Библиография

1. Голиков Н.И. / Причины разрушения, повышение хладостойкости и эксплуатационной прочности сварных соединений газопроводов в условиях северо-востока России // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук

2. СЕКЦИЯ 16. ГОРНОЕ ДЕЛО. РАЗРАБОТКА РУДНЫХ И НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ URL: https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/51136/1/conference_tpu-2018-C11_V2_p529-531.pdf (дата обращения: 03.05.2023)

3. Поникаров С.И., Валеев С.И., Вилохин С.А., Рачковский С.В. Монтаж, техническая диагностика и ремонт технологических трубопроводов – Издательство "Фэн" Академии наук Республики Татарстан (Казань), 2019 г. – 440 с. УДК: 66.02(075)

4. Паутов В.И. Способ замены дефектного участка магистрального трубопровода – Тип: патент на изобретение. Номер патента: RU 2580234 С1. Патентное ведомство: Россия. Год публикации: 2016 Номер заявки: 2014150670/06. Дата регистрации: 15.12.2014. Дата публикации: 10.04.2016. Патентообладатели: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательский институт транспорта нефти и нефтепродуктов Транснефть" (ООО "НИИ Транснефть").

5. РД 23.040.00-КТН-201-17 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Технология проведения ремонта трубопровода с применением ремонтных конструкций.

6. Муфта П1 (ТУ 1469-001-18031254-2011, ТУ 4834-004-60528196-2009) URL: <https://gazovikpipe.ru/mufta-p1-svarnaya-kompozitnaya> (дата обращения: 08.05.2023)

7. РД-19.100.00-КТН-001-10 Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов.

8. ТУ 14-3-1573-96 Трубы стальные электросварные прямошовные диаметром 530-1020 мм с толщиной стенки до 32 мм для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия.

9. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.

10. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.

11. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение,1984. - 216 с.

12. Паспорт URL: [http://lb-kobe-steel.ru/upload/iblock/ff6/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%20%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9D%D0%95%D0%A4%D0%A2%D0%AC%20\(rus\).pdf](http://lb-kobe-steel.ru/upload/iblock/ff6/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%20%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9D%D0%95%D0%A4%D0%A2%D0%AC%20(rus).pdf)

(дата обращения: 17.05.2023)

13. Технологическая карта на монтаж муфты по композитно-муфтовой технологии (КМТ) типа П1 ППР-Т-ТГП-20-ТК

14. Сварочный генератор *Denyo DCW-480ESW* URL: https://japan-air.ru/product/svarocnyi-generator-denyo-dcw-480esw?utm_medium=cpc&utm_source=yandex.search&utm_campaign=japan-air.ru%20%D0%98%D0%BB%D1%8C%D1%8F%20%28z-catalog,%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F%29%20denyo&utm_content=4854407337&utm_term=Denyo%20DCW%20480ESW&_openstat=ZGlyZWN0LnIhbmRleC5ydTs3MjIxNjUyNjsxMTg3MTAwODY0OTt5YW5kZXgucnU6cHJlbW11bQ&yclid=11154109776336257023 (дата обращения

08.05.2023)

15. Домкрат БелАК (БЕЛАВТОКОМПЛЕКТ) БАК.00046 URL: <https://novosibirsk.220-volt.ru/catalog-399909/> (дата обращения: 03.05.2023)

16. РД-25.160.00-КТН-011-10. Сварка при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов

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

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

19. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

20. СН 452-73. Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов.

21. Сварная композиция муфта П1 URL: <http://mufta-rem.ru/pages/cp1.php> (дата обращения: 12.05.2023)

22. Электроды для ручной дуговой сварки *KOBELCO LB-52U* 3.2мм 5кг URL: https://market.yandex.ru/product--elektrod-dlia-ruchnoi-dugovoi-svarki-kobelco-lb-52u/1778126110?glfilter=14871214%3A0LrRgNCw0YHQvdGL0Lk_1971337788&glfilter=15299352%3A3.2~3.2_1971337788&glfilter=41673273%3A3.2~3.2_1971337788&cpc=WtuUgQb_7TS7NPxgEDpIZZ8Nf (дата обращения: 12.05.2023)

23. Электрод для ручной дуговой сварки *KOBELCO LB-52U*, 4 мм URL: https://market.yandex.ru/product--elektrod-dlia-ruchnoi-dugovoi-svarki-kobelco-lb-52u/1778126110?glfilter=14871214%3A0LrRgNCw0YHQvdGL0Lk_1971337788&glfilter=15299352%3A4~4_1971338655&glfilter=41673273%3A3.2~3.2_1971337788&cpc=1&cpc=WtuUgQb_7TS7NPxgEDpIZZ8 (дата обращения: 12.05.2023)

24. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)».

25. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: Академия, 2006 – 176 с.

26. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

27. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

28. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА, РЕКОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ДИАМЕТРОМ 1020

ММ

Автор: студент гр. 3-10А81

Подкур С.В.

Руководитель:

К.Т.Н., доцент ЮТИ

Ильященко Д.П.

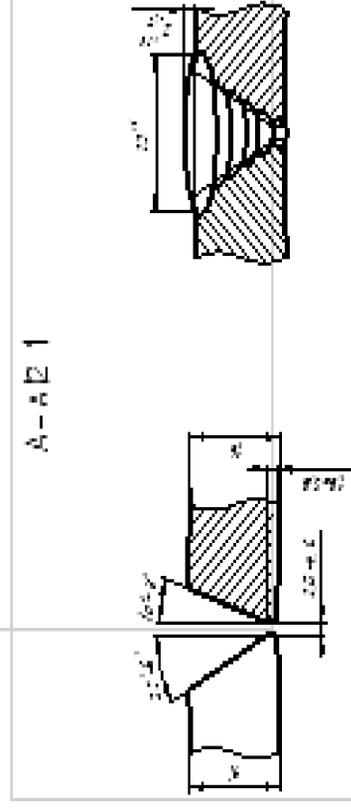
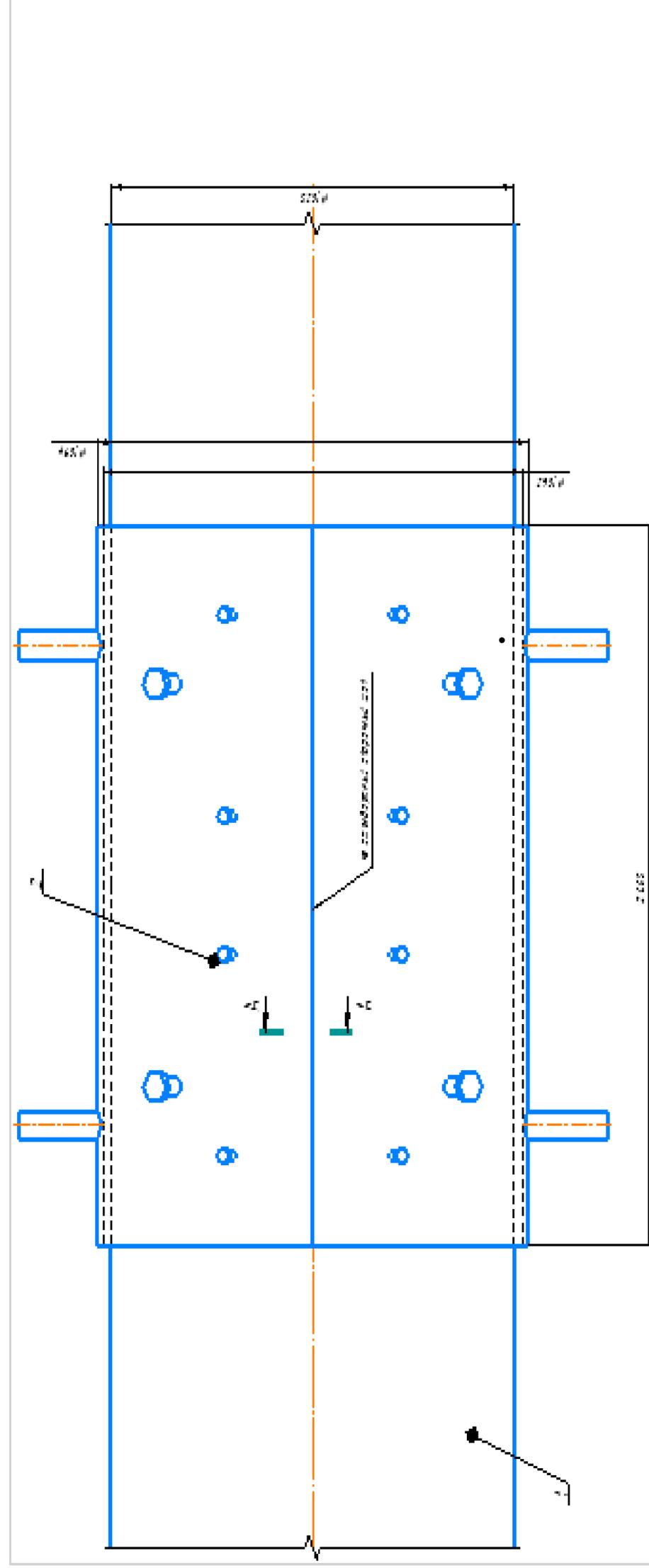
г. Юрга 2023 г.

Цель работы: разработка технологии ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм.

Задачи выполнения работы: выбор режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сварочного производства по разделам.

РЕМОНТНО КОМПОЗИТНАЯ МУФТА П-1

60 9 000001 00 0000 0001 0000 0000



1 Труда
2 Муфта композитная П-1

№	ИЗМ.	ИЗМЕНЕНИЯ	ИЗМ.	ИЗМЕНЕНИЯ	ИЗМ.	ИЗМЕНЕНИЯ	ИЗМ.	ИЗМЕНЕНИЯ
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Обязательное)

Операционно - технологическая карта

Операционно-технологическая карта сборки и установки муфты III (КМТ) с применением ручной дуговой сварки

Сварочные материалы		Режимы сварки					Скорость сварки, мм/с
Сварочные слои	Марка электрода	Диаметр, мм	Полярность	Сварочный ток, А			
Участки продольных швов полумуфт							
Электроды типа Э50А по ГОСТ 9467-75 (Е7016 по AWS А5.1)	Корневой	ОК 53.70, LB - 52U или аналогичные	3,2	обратная	100-120	1,40÷1,50	
	Заполняющие	ОК 53.70, LB - 52U или аналогичные	4,0	обратная	120-180	1,25÷1,50	
	Облицовочный	ОК 53.70, LB - 52U или аналогичные	4,0	обратная	120-180	1,25÷1,50	
Режим предварительного подогрева							
Эквивалент углерода основного металла (C _э), %	Температура предварительного подогрева (°С) при толщине свариваемых элементов 16,0 мм						
0,46	При тем температуре окружающего воздуха -35° С						
		подогрев до +100/+30° С при темп-ре окружающего воздуха ниже указанной и до +50/+30° С при температуре окружающего воздуха ниже +5° С и/или наличии влаги на концах труб					
№ п/п	Операция	Содержание операций				Оборудование и инструмент	
1.	Подготовка поверхности трубопровода и внутренней поверхности ремонтных полумуфт	<ul style="list-style-type: none"> • Разметить несмываемой краской (маркером) участок трубопровода, подлежащий дробеструйной обработке, длина которого должна быть равна длине муфты плюс 100-150 мм в каждую сторону. • Отметить на трубе положение дефекта и отмеченное место обработки не подвергать. • Произвести дробеструйную обработку наружной поверхности трубы в зоне ремонта и внутренних поверхностей полумуфт путем непрерывного и плавного перемещения сопла вдоль очищаемой поверхности. Расстояние от выходного отверстия сопла до очищаемой поверхности должно равняться 200-300 мм. • Провести контроль качества очищенной поверхности. 				<ul style="list-style-type: none"> • переносная дробеструйная установка • компрессор • абразивная дробь • деревянная подставка 	
2.	Монтаж ремонтной конструкции	<ul style="list-style-type: none"> • Отметить на отдробеструенном участке трубы две метки в окружном направлении обозначающая начало и конец муфты. • Уложить отдробеструенную нижнюю полумуфту на деревянные подкладки на дно котлована под трубу. • Уложить отдробеструенную верхнюю полумуфту на трубу. • Прижать нижнюю полумуфту к трубе с помощью домкрат. 				<ul style="list-style-type: none"> • деревянные подкладки • угловая шлифмашина 	

<p>на трубопроводе</p>	<ul style="list-style-type: none"> Собрать муфту, смещение продольных кромок не более 1,5 мм (при сборке многосекционных муфт смещение кромок для кольцевых швов не должно превышать 2 мм). Установить зазоры между свариваемыми продольными кромками с помощью клиньев, забиваемых между полумуфтами и трубой. Окончательно величину зазора между полумуфтами выставить с помощью мерных пластин толщиной 2-3,5 мм, стягивая муфты до закусывания (стыки для сварки продольных и кольцевых швов муфт должны быть собраны с зазором 2-3,5 мм). Зачистить металлической дисковой щеткой до чистого металла свариваемые кромки полумуфт на ширину не менее 15 мм по обеим сторонам от стыка. Произвести подогрев (просушку) свариваемых кромок газовой горелкой до температуры 50...100⁰ С на ширину не менее 100 мм в обе стороны от стыка. Температуру предварительного подогрева замерять на расстоянии 10-15 мм от свариваемых кромок. Произвести прихватку полумуфт сваркой параллельно двумя сварщиками с разных сторон трубы. Расстояние между прихватками для продольных швов 0,5 м длина прихватки 60-100 мм. В начале сделать прихватки по краям муфты, затем промежуточные прихватки (минимальное число прихваток-3). Прихватка кольцевых стыков муфт должна проводиться равномерно по периметру, длина прихватки 70-100 мм, количество прихваток- 4 (в положениях 2,4,7 и 10 часов). Прихватки выполнять с полным проваром в режиме сварки корневого слоя. Запилить начало и конец прихваток на длине 15-20 мм, обеспечив плавный переход от прихватки к корневой части разделки. Выставить зазор между муфтой и трубой используя установочные болты (величина зазора 6-40 мм). Вставить распорные клинья (на 6 и 12 часов) между муфтой и трубой с обеих концов муфты. Зачистить прихватки шлифмашинкой до металлического блеска. Выполнить сварку корневого слоя шва (выполняется одновременно двумя сварщиками с разных сторон трубы). Перед сваркой корневого слоя шва температура свариваемых кромок должна быть на уровне температуры просушки или предварительного подогрева. При установке многосекционных муфт в первую очередь выполняется сварка продольных швов. Зачистить корневой шов шлифмашинкой от шлака и брызг металла. Произвести сварку заполняющих и облицовочного слоев шва, выполняя последнюю зачатку шва шлифмашинкой от шлака и брызг металла. Сварку корневого и заполняющих слоев продольных швов выполнять в направлении от центра муфты к ее краям. Установить систему катодной защиты (для подключения соединительного провода приварить шпильки: к трубе - в положении 12 часов на расстоянии 200 мм от торца муфты, к муфте - в положении 12 часов на расстоянии 100 мм от торца муфты; Провести контроль качества сварных швов на муфте. Все сварочные работы на муфте и ремонт сварных швов выполнить до зачекки комpositного состава 	<ul style="list-style-type: none"> обжимное устройство (домкрат) распорные клинья мерные пластинки укрытие палаточного типа молоток шаблон сварщика УШС-3 линейка рулетка штангенциркуль уровень несмываемая краска или маркер (мел) сварочный пост-2шт. угловая шлифмашинка дисковая проволочная щетка абразивные круги газовая горелка контактный термометр
<p>3. Приготовление герметика и герметизация краев кольцевого зазора</p>	<ul style="list-style-type: none"> Приготовить герметик путем смешения смолы (жидкости) и наполнителя-отвердителя (порошка). Соотношение смолы к наполнителю-отвердителю 1:3. Сначала в ведро мерным стаканом налить смолу, затем, другим стаканом, насыпать наполнитель-отвердитель. Составляющие тщательно перемешивающим устройством до получения однородной массы. Произвести герметизацию краев кольцевого зазора герметиком. Герметизацию выполнить в два слоя. Первый слой заполняет боковой зазор между трубопроводом и муфтой на глубину 25 мм. Второй слой образует скос ремонтной 	<ul style="list-style-type: none"> передвижные термоконтейнеры компоненты герметика

	<p>конструкции. Скос обеспечивает плавный переход от внешней поверхности муфты к внешней поверхности трубы (угол между перпендикуляром к трубе и линией скоса должен быть не менее 30 градусов).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Дальнейшие операции проводить после затвердевания герметика. 	<ul style="list-style-type: none"> • ручное перемешивающее устройство • пластмассовое ведро (2 шт) • стакан мерный (2 шт) • компрессор • металлический шпатель (2 шт)
<p>Приготовление композитного состава и заполнение им кольцевого зазора</p> <p>4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Установочные болты выкрутить заподлицо с внутренней поверхностью муфты; • Подсоединить к нижним патрубкам нагнетательный и резервный, а к верхним патрубкам контрольные прозрачные армированные шланги; • Приготовить композитный состав путем смешения следующих компонентов смолы, отвердителя, наполнителя в следующей последовательности: вылить смолу в бункер миксера (ведро), вылить отвердитель в бункер миксера (ведро), перемешать смолу с отвердителем, насыпать наполнитель в бункер миксера (ведро), перемешать все компоненты до получения однородной массы. В зависимости от необходимого количества композитного состава используют миксер или ручное перемешивающее устройство. • Заполнить бункер нагнетательного насоса композитным составом. • Включить насос и нагнетать композитный состав пока он полностью не заполнит резервный шланг. Дальнейшее заполнение муфты контролировать при помощи контрольных отверстий; • Закончить заполнение при выходе композитного состава через верхние выходные патрубки на 300 - 400 мм. • Выдержать ремонтную конструкцию в течение 24 часов при температуре от +3 до +25°C. • Срезать с поверхности муфты заподлицо все патрубки и болты. • Устранить все неровности на поверхности муфты, зачистить сварные швы для приобретения ремонтной конструкцией гладкого вида, избегая длительного применения шлифовального круга на одном месте. 	<ul style="list-style-type: none"> • компоненты композитного состава • передвижные термоконтейнеры • миксер (ручное перемешивающее устройство) • ведро • растворитель • армированный прозрачный шланг • нагнетательный насос • ножовка по металлу • теплогенератор • зажимы • хомуты • отвертка • угловая шлифмашина • абразивные круги
<p>Изоляция отремонтированного участка трубопровода</p> <p>5.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • На сухую чистую поверхность трубопровода и на 500 мм старой изоляции с обеих сторон отремонтированного участка ровным слоем без подтеков, сгустков и пропусков с помощью брезентового полотнца нанести грунтовку. • На высохшую грунтовку намотать изоляционную ленту в 3-4 слоя с нахлестом не менее 20 мм. Нахлест конца каждого слоя новой ленты на предыдущий составляет 300 мм и на старую изоляцию-500 мм с обеих сторон отремонтированного участка. Ленту наносить вручную двумя рабочими. • Залить битумной мастикой концы ленты для улучшения герметизации заизолированного участка. • Произвести контроль качества изоляционного покрытия (в изоляционном покрытии не должно быть пузырей, термоусаживающиеся складок, зазоров между витками, разрывов и морщин). При выявлении дефекта ремонт изоляции произвести путем манжеты) 	<ul style="list-style-type: none"> • компоненты грунтовок • брезентовое полотенец • кисть • изоляционная лента термоусаживающиеся манжеты)

	<p>вырезки поврежденного участка (пузырь, складки, морщины) и наклейки трехслойной заплаты из той же изоляционной ленты, из которой произведено изоляционное покрытие. Заплата должна перекрывать вырезанный участок изоляции по периметру не менее чем на 100 мм.</p>	<p>нож</p>
<p>Дополнительные требования и рекомендации</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Для выполнения сварных соединений использовать муфты (полумуфты) с одинаковой нормативной толщиной стенки. 2. Не разрешается оставлять незаконченными сварные соединения. 3. Температура на кромках муфт перед сваркой корневого слоя шва (выполнения прихваток) должна быть не ниже установленного значения (см. раздел «Режим предварительного подогрева»). 4. Межслойная температура должна составлять не менее +50° С и не более +250° С. 5. Электроды перед использованием должны прокаливаться по рекомендациям завода-изготовителя, в случае отсутствия рекомендаций в течение 1 часа при температуре 300° С. 6. При вынужденных перерывах во время сварки первого (корневого) слоя шва необходимо поддерживать температуру торцов на уровне температуры предварительного подогрева. 7. При выпадении атмосферных осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. 8. Запрещается вести сварку с применением любых присадок, подаваемых в дугу дополнительно или закладываемых в разделку. 9. При устранении дефекта типа «Косой стык» методом наложения составной муфты, перед сваркой кольцевого стыкового стыка, допускается обработка торцов стыкуемых муфт абразивным инструментом с целью получения требуемых параметров сварочного зазора и разделки кромок свариваемых муфт. 		

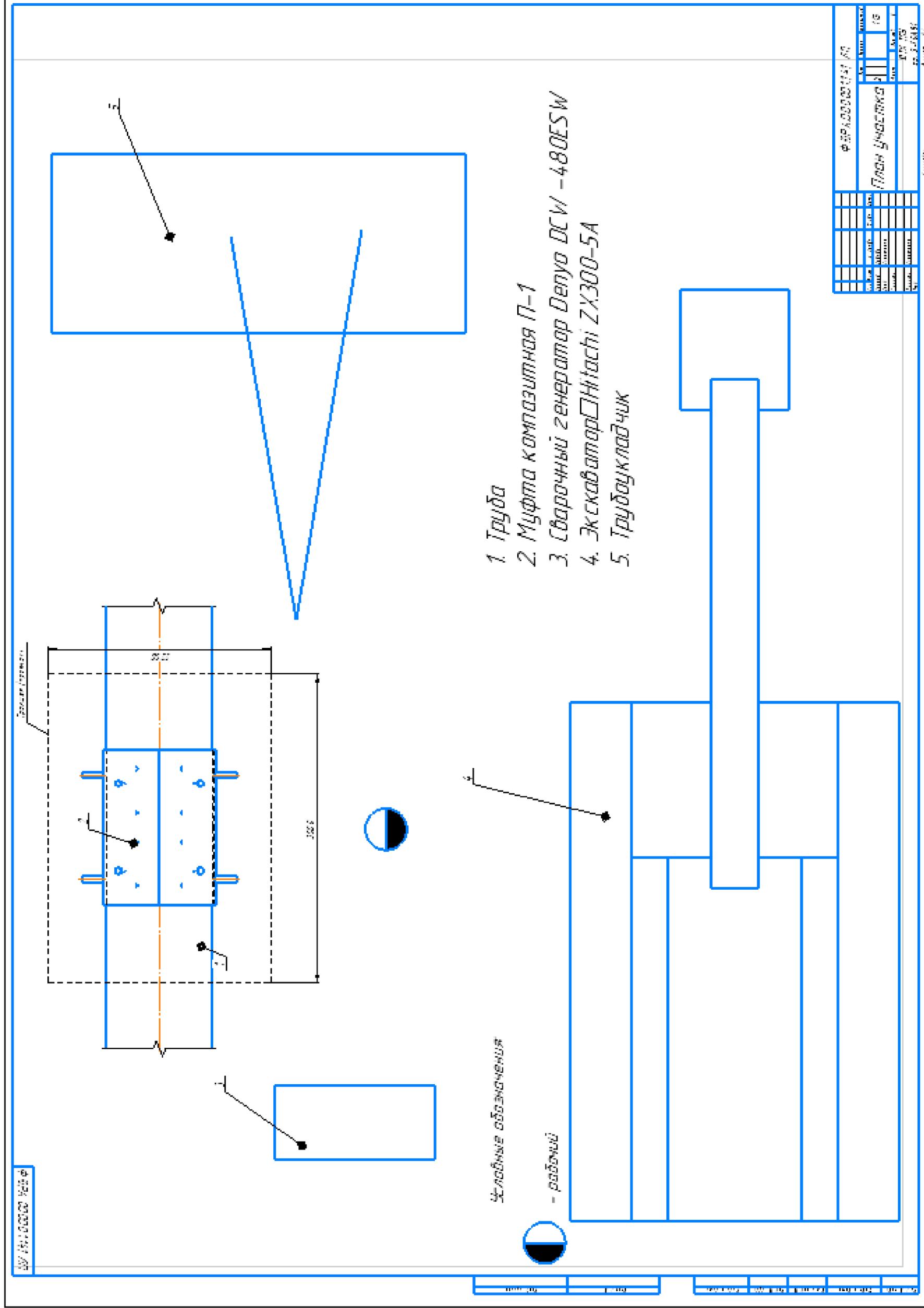
Состав сварочного оборудования

На участке сборки и сварки применяется следующее оборудование:

- ▲ Сварочный генератор *Денуо DCW-480ESW*;
- ▲ Домкрат БелАК .



План участка



Регламент проведения НК

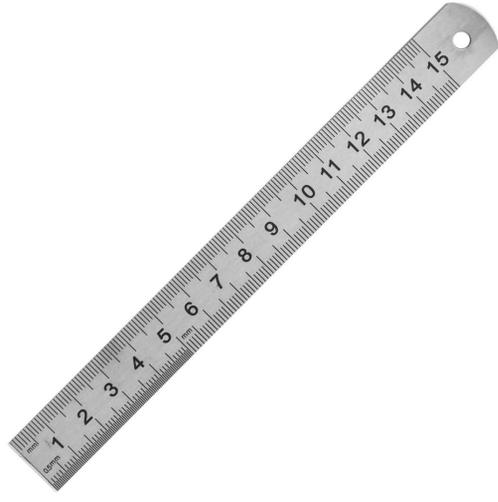
- ▶ В процессе выполнения сборочно-сварочных работ выполняется пооперационный контроль качества.
- ▶ Применяются неразрушающие методы контроля.
Объёмы проведения контроля следующие:
 - ▶ ВИК 100%;
 - ▶ УЗК 100%.

Методы контроля и оборудование

Визуальный и измерительный контроль

Документы по визуальному и измерительному контролю: РД-19.100.00-КТН-001-10 Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов.

- ▶ УШМ-3,
- ▶ линейка МЛ-150,
- ▶ штангенциркуль ШЦ-І-150,
- ▶ лупа.



Ультразвуковой метод контроля

- ▲ Контроль ультразвуковым методом проводится в соответствии с РД-19.100.00-КТН-001-10
- ▲ Ультразвуковой дефе.



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, прогнитошумные 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, проводочные сетки, эластичные пенопласты
<p>Нормативные документы: ГОСТ 12.3.004-75 "ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности"; СНиП Ш-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

Статьи затрат	Сумма по разработанному техпроцессу, руб.
<u>Основные показатели</u>	
1. Основной материал	148698,88
2. Электроды	6315,39
4. Зарботная плата	2219,35
5. Амортизация оборудования и ремонт оборудования	12128,18
Косвенные расходы	
6. Себестоимость	338723,58
7. Капитальные вложения	2001500
8. Количество приведенных затрат	638948,58

Выводы

- ▶ В работе произведены:
- ▶ - разработка операционно-технологической карты;
- ▶ - рациональный выбор способов сварки;
- ▶ - описаны режимы;
- ▶ - для сварки корня шва, заполняющих и облицовочного слоев выбран способ ручной дуговой сварки покрытыми электродами;
- ▶ - разработаны мероприятия по технике безопасности и охране труда при выполнении сборочно—сварочных работ;
- ▶ - приведен технико-экономический анализ разработанного технологического процесса ремонта, реконструкции магистрального трубопроводного транспорта диаметром 1020 мм .
- ▶ Данный метод позволяет провести ремонт без остановки трубопровода. Поэтому выбрана технология установкой муфты П-1, что позволяет выполнять ремонт на действующих магистральных нефтепроводах без остановки и разгерметизации трубопровода.

Спасибо за внимание!