

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УДК 621.757:621.791:622.692.4:625.16

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
-------------

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Трунов А.А.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
<b>ОПК(У)-2</b>	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
<b>ОПК(У)-3</b>	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
<b>ОПК(У)-4</b>	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.
<b>ОПК(У)-5</b>	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-5</b>	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
<b>ПК(У)-6</b>	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

<b>ПК(У)-7</b>	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<b>ПК(У)-8</b>	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
<b>ПК(У)-9</b>	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
<b>ПК(У)-10</b>	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
<b>ПК(У)-11</b>	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
<b>ПК(У)- 12</b>	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
<b>ПК(У)- 13</b>	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
<b>ПК(У)- 14</b>	Способность 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
<b>ПК(У)- 15</b>	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
<b>ПК(У)-16</b>	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
<b>ПК(У)-17</b>	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК(У)-18</b>	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
<b>ПК(У)-19</b>	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А60

Руководитель ВКР

Трунов А.А.

Ильященко Д.П.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП «Машиностроение»  
\_\_\_\_\_ Д. П. Ильяшенко  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломный проект  
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Трунову Андрею Александровичу

Тема работы:

<i>Разработка технологии сборки и сварки участка магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов на железнодорожном переезде из труб диаметром 1220 мм</i>	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	01.02.2021г. №32-106/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
<b>Перечень подлежащих исследованию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обзор и анализ литературы.</li><li>2. Объект и методы исследования.</li><li>3. Разработка технологических карт.</li><li>4. Конструкторский раздел.</li><li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li><li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li><li>7. Социальная ответственность.</li></ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Трунов А.А.		

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор и анализ литературы	15
17.02.2021	Объекты и методы исследования	15
17.03.2021	Разработка технологических карт	20
10.04.2021	Конструкторский раздел	15
10.05.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
21.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
25.05.2021	Социальная ответственность	10

**Составил преподаватель:**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Трунову Андрею Александровичу

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Промышленных технологий</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология и оборудование сварочного производства»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	15932062 руб 4043,91 руб 748,94 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока газ	14622 кг 7,343 кг 91 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Определение капитальных вложений

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	3.02.2021 г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н Доцент.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Трунов А.А.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Трунову Андрею Александровичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки резервуара на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></li> </ul>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>



<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Трунов А.А.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 147 с., 13 рисунков, 20 таблицы, 56 источников, 5 приложений, 2 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ГАЗ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СТЫК, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЦЕНТРАТОР, ПРОКОЛ, ПОДОГРЕВ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является процесс изготовления участка магистрального трубопровода.

Цель работы: разработка технологии сборки и сварки участка магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов на железнодорожном переезде.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, выбор сварочных материалов, нормирование операций, составление технологических карт.

В результате выполнения работ определены режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, определено время на выполнение сборочно-сварочных операций. Посчитано количество приеденных затрат.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики двутрубки: габаритные размеры 24000x1260 мм, масса 14622 кг., материал труб сталь 10Г2ФБЮ (класс прочности К60), поставляемых в соответствии с ТУ 1381-012-05757848-2005.

Область применения: Транспортировка нефти.

Значимость работы: в процессе выполнения выпускной квалификационной работы для сварки двутрубки применена сварка корневого шва механизированной сваркой проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа и остальные швы варятся механизированной сваркой, самозащитной проволокой, данное нововведение позволило сократить время изготовления резервуара и увеличить производительность труда.

## ***Abstract***

*Final qualifying work 147 pp., 13 figures, 20 tables, 56 sources, 5 annexes, 2 pages graphic material.*

*Key words: FUSION WELDING, GAS, WELDING MODES, JOINT, WELDING EQUIPMENT, CENTRALIZER, PUNCTURE, HEATING, INDUSTRIAL SAFETY, PRIME COST.*

*The object of development is the process of manufacturing a section of the main pipeline.*

*Purpose of the work: development of assembly and welding technology for a section of the main pipeline of oil and oil products at a railway crossing.*

*In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, the description of the steel grade, the choice of the welding method, the choice of welding materials, the rationing of operations, and the preparation of technological maps were carried out.*

*As a result of the work, the welding modes were determined, the welding equipment was selected, and the time for performing assembly and welding operations was determined. The number of costs incurred has been calculated.*

*The main design, technological and technical and operational characteristics of the double pipe: overall dimensions 24000x1260 mm, weight 14622 kg., Pipe material steel 10G2FBUYU (strength class K60) supplied in accordance with TU 1381-012-05757848-2005.*

*Scope: Oil transportation.*

*Significance of the work: in the process of completing the final qualifying work for welding a two-pipe, welding of the root seam by mechanized welding with a solid wire in a carbon dioxide environment was applied and the remaining seams are welded by mechanized welding, self-shielded wire, this innovation made it possible to reduce the time for manufacturing the tank and increase labor productivity.*

## Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Формирование соединений при сварке толстостенных труб из высокопрочных сталей дугой, управляемой магнитным полем	19
1.2. Режим УКП	21
1.3 Сварка самозащитной порошковой проволокой	22
1.4 Аппаратура для рентгеновского контроля	23
1.5 Заключение	25
2 Объект и методы исследования	26
2.1 Описание сварной конструкции	26
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	27
2.2.5 Подготовительные работы, сборка, сварка. Общие требования	27
2.2.2 Предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев	29
2.2.3 Механизированная сварка шва проволокой сплошного сечения в углекислом газе	30
2.2.3.1 Общие требования	30
2.2.3.2 Требования к механизированной сварке проволокой сплошного сечения в углекислом газе	32
2.2.3.3 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой	32
2.2.4 Требования к оформлению документации	33
2.2.5 Требования к контролю	33
2.6 Сооружение переходов под железными дорогами	34
2.6.1 Конструкции переходов магистральных трубопроводов	34
2.6.2 Закрытый способ прокладки защитного кожуха под автомобильными и железными дорогами	39
2.6.3 Монтаж трубной плети трубопровода в защитном кожухе	41
2.7 Методы проектирования	44
	12

2.8	Постановка задачи	45
3	Разработка технологической карты	47
3.1	Анализ исходных данных	47
3.1.1	Основные материалы	47
3.1.2	Обоснование и выбор способа сварки	48
3.1.3	Выбор сварочных материалов	49
3.2	Выбор технологических режимов	52
3.3	Выбор основного оборудования	61
3.4	Выбор оснастки	72
3.5	Выбор методов контроля, регламент, оборудование	73
3.5.1	Визуальный и измерительный контроль	73
3.5.2	Радиографический контроль	75
3.5.3	Ультразвуковой контроль	80
3.6	Разработка технической документации	81
3.7	Техническое нормирование операций	82
3.8	Материальное нормирование	84
3.8.1	Расход сварочной проволоки	84
3.8.2	Расход защитного газа	84
3.8.3	Расход электроэнергии	84
4	Конструкторский раздел	86
4.1	Выбор сборочно-сварочной оснастки	86
5	Проектирование участка сборки-сварки	87
5.1	Пространственное расположение производственного процесса	87
5.2	Расчет основных элементов производства	89
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	89
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	89
6	Финансовый менеджмент	91
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	91
6.2	Экономический анализ техпроцесса	91
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	92

6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	93
6.2.1.2	Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	94
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	95
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	95
6.2.2.2	Определение затрат на сварочные материалы	96
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	97
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	97
6.2.2.5	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	98
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	101
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	101
7	Социальная ответственность	103
7.1	Описание рабочего места	103
7.2.	Законодательные и нормативные документы	103
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	105
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	108
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	109
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	115
7.5	Охрана окружающей среды	116
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	116
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	118
	Заключение	121
	Библиография	122
	Приложение А (Сварной стык)	127
	Приложение Б (Операционная технологическая карта сборки и сварки порошковой проволокой неповоротных кольцевых стыковых соединений труб Ø1220x20 мм класса прочности К60)	128
	Приложение В (План участка)	134

Диск CD-R	в конверте на обложке
Графический материал	на отдельных листах
Неповоротный стык	демонстрационный лист
Сборка стыка труб	демонстрационный лист
Предварительный подогрев	демонстрационный лист
Сварка	демонстрационный лист
Методы контроля и оборудование	демонстрационный лист
Сооружение переходов под железными дорогами	демонстрационный лист
Положение сварочной горелки при механизированной сварке корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в углекислом газе методом УПК в различных пространственных положениях	демонстрационный лист
План участка	демонстрационный лист
Негативные факторы сварочного производства	демонстрационный лист
Основные технико-экономические показатели участка	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

## Обозначения и сокращения

НК – неразрушающий контроль.

ВИК – визуальный и измерительный контроль.

РК – радиографический контроль.

ОСН – остаточные сварочные напряжения.

Опасный производственный объект – это производственный объект с особыми условиями эксплуатации оборудования и техники безопасности признанный по приказу федеральной службы по экологическому, технологическому надзору «Об утверждении требований к регистрации объектов в государственном реестре и ведению государственного реестра опасных производственных объектов, формы свидетельства о регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» №471 от «30» ноября 2020 г.



## **Введение**

Как правило, нефтедобывающая промышленность не всегда находится там, где происходит переработка нефти. Это привело к возникновению задачи транспортировки нефти, что в свою очередь повлияло на создание большой сети нефтепроводов. По размеру грузооборота нефтепроводный транспорт в 2,5 раза превзошел железнодорожный в части перевозок нефти и нефтепродуктов.

На железной дороге основной поток нефти образуется в Западной Сибири и Поволжье. Из Западной Сибири нефть по железной дороге транспортируется на Дальний Восток, Южный Урал и страны центральной Азии. Из Урала нефть везут на Запад, Северный Кавказ и Новороссийск.

Транспортировка нефти водным путем обходится дешевле и экономичней других видов транспортировки, однако из-за географических особенностей нашей страны используется мало, в основном при перевозке нефти на экспорт, а также по внутренним бассейнам страны (Ленский, Амурский) и северному морскому пути.

Трубопроводы – наиболее эффективное средство транспортировки нефти (исключая морские перевозки танкерами). Трубопроводный транспорт – это важная подотрасль нефтяной промышленности. На данный момент существует большая сеть магистральных нефтепроводов, благодаря которой осуществляется поставка более 95% всей добываемой нефти при средней дальности перекачки 2300 км. В целом вся сеть нефтепроводов представлена двумя неравными по значимости и условиям управления группами объектов: внутрирегиональными, межобластными и системой дальних транзитных нефтепроводов.

Магистральные трубопроводы для транспортировки разнообразных материалов сваривают чаще всего с применением дуговых методов сварки.

Для выполнения сложных неповоротных стыков чаще всего пользуются ручной дуговой сваркой. Такой способ соединения дает возможность выполнять сварочный процесс в различных пространственных положениях.

Большой популярностью при строительстве нефтепроводов и газопроводов пользуется механизированный способ сварки с применением порошковой проволоки, позволяющей получать правильную геометрию сварочного шва в различных пространственных положениях. Такая технология сварки трубопроводов дает возможность оптимизировать затраты на их строительство. Механизированный сварочный процесс позволяет повысить производительность и осуществлять сварку со скоростью 30-60 см/мин, а при ручной дуговой сварке этот показатель составляет около 10-20 см/мин.

На современном этапе развития сварочного производства в связи с развитием научно-технической революции резко возросло изучение свариваемых толщин, материалов, видов сварки. В настоящее время сваривают материалы толщиной от несколько микрон до нескольких метров.

Современные способы строительства магистральных трубопроводов позволяют в значительной степени механизировать процессы сварки и более широко применять сварочные автоматы и полуавтоматы.

## **1 Обзор и анализ литературы**

### **1.1 Формирование соединений при сварке толстостенных труб из высокопрочных сталей дугой, управляемой магнитным полем**

Для предприятий в разных странах, бизнес которых связан со сваркой труб, актуальным является обеспечение стабильности качества сварных соединений неповоротных стыков стальных труб, выполняемых высокопроизводительными технологиями. Важным является также снижение влияния роли сварщика на технологический процесс.

Отмеченное особенно актуально при выполнении соединений труб с повышенной (более 4-5 мм) толщиной стенки, а также при необходимости выполнения соединений в монтажных условиях.

В настоящей работе проведены исследования по расширению возможностей прессовой сварки, в частности, под воздействием внешнего управляющего магнитного поля (УМП). В работе исследованы [1]:

- поведение сварочной дуги в узком зазоре, примерно 2 мм, между торцами толстостенных труб под действием внешнего УМП;
- скорость движения дуги в процессе нагрева торцов толстостенных труб;
- особенности нагрева торцов толстостенных труб;
- поведение жидкого расплава в процессе нагрева труб;
- влияние жидкого расплава на формирование сварного соединения.

Была разработана технология сварки труб с толщиной стенки более 4...5 мм и оборудование для прессовой сварки магнитоуправляемой дуговой (ПСМД) труб в стационарных и монтажных условиях.

Области применения технологии: сварка газовых и нефтяных трубопроводов; сварка труб для систем термостабилизации грунта при окружающей температуре до  $-40$  °С (сварено более 7 тыс. км трубопроводов

малого диаметра, поддерживающих в мерзлом состоянии в общей сложности 25 млн м<sup>3</sup> грунта на площади 2,5 млн м<sup>2</sup>); при строительстве теплиц (сварено более 50 тыс. стыков труб малого диаметра); области промышленности, где применяется стыковая сварка труб с фитингами, заглушками и др.; сварка трубных заготовок при изготовлении гидравлических цилиндров (сварено более 37 тыс. стыков).

К основным отличиям технологии ПСМД относится возможность выполнения сварки стальных труб на воздухе, без применения защитных газов, а также осуществление технологии ПСМД труб с толщинами стенки, превышающими размеры активных пятен мощных дуговых разрядов.

Сварочная дуга, при использовании способа ПСМД, перемещается под действием внешнего постоянного магнитного поля. Способ сварки применяется в промышленности преимущественно для соединения деталей трубчатого сечения с толщиной стенки до 4 мм диаметром до 100 мм, используемых в автомобильной промышленности, при этом используются защитные газы [1–4]. В ИЭС им. Е. О. Патона была разработана технология ПСМД и сварено более 7 млн полых деталей автомобильного сортамента, без использования защитного газа [5]. Выполнены разработки технологий и оборудования для сварки ПСМД различных трубопроводов [6]. Несмотря на высокую производительность и другие технологические преимущества по сравнению с электродуговыми способами, процесс ПСМД до настоящего времени не нашел широкого промышленного применения в ответственных энергетических установках, в частности, котлостроении, газо- и нефтепроводах высокого давления. В значительной степени это обусловлено ограниченной информацией о механических свойствах соединений, выполненных ПСМД, а также отсутствием технологий сварки ПСМД труб с толщиной стенки более 5 мм.

Исследования, проведенные в настоящей работе, были направлены на разработку технологии и оборудования для ПСМД неповоротных соединений труб с толщиной стенок 10...20 мм из высокопрочных сталей и на их основе создание технологии сварки труб диаметром до 320 мм с толщиной стенок,

превышающих размеры активных пятен дуги и адаптированной к условиям работы в монтажных и стационарных условиях. Сваривались трубы из различных сталей, в том числе X60, X70, X80, ст35, STPG410, 01Star520. Сварка выполнялась на машинах для ПСМД типа МД1, МД-205, разработанных в ИЭС им. Е. О. Патона. В процессе сварки выполнялся операционный контроль основных параметров процесса: ток, напряжение, перемещение и усилие при деформации в процессе осадки. Процессы, протекающие в дуговом промежутке между деталями, изучались с использованием скоростной видеосъемки с высокой разрешающей способностью (до 4500 кадров/с), а также осциллографией процесса. Сварные соединения испытывались в соответствии с требованиями международных стандартов для газопроводов и нефтепроводов (API, DNY) [7].

## **1.2. Режим УКП**

Благодаря «покапельному» управлению переносом металла, аппарат ДС400.33УКП позволяет выйти на новый качественный уровень сварки, при котором ведется независимое управление сварочным током и скоростью подачи проволоки при помощи быстродействующего микропроцессора и обратных связей, позволяющих контролировать и изменять параметры сварочной дуги более 1000 раз в секунду.

Технология УКП позволяет повысить производительность, исключить прожоги, снизить требования к точности подготовки кромок под сварку.

Применяется для сварки корневого прохода при сварке трубопроводов. Позволяет при односторонней сварки без подкладок получить корневой шов с гарантированным обратным валиком.

Аппарат идеален для выполнения корневого прохода при односторонней сварке. При этом возможна как сварка в полуавтоматическом режиме, так и с использованием систем автоматической сварки, таких как установка

автоматической сварки УАСТ-1 (выпускаемой НПП «ТехноТрон»). Гарантируется получение «обратного валика». Сформированный корень шва отличается высокими механическими показателями и хорошими металлургическими свойствами. Сварка с управляемым каплепереносом позволяет избежать «карманов» в корневом шве и позволяет сваривать металлы малых толщин без коробления, во всех пространственных положениях [8].

### **1.3 Сварка самозащитной порошковой проволокой**

Сварка при помощи самозащитной порошковой проволоки является механизированным способом. В данном случае легирование и защита шва металлов осуществляется с использованием шихты, находящейся в проволоке, имеющей стальную оболочку и неметаллический сердечник.

Внутри сердечника проволоки размещены компоненты, образующие требуемую газовую и шлаковую защиту металлу в момент нагрева. Так как порошковые проволоки могут иметь различный состав и свойства, область их использования может быть также различной.

В качестве оболочки порошковой проволоки выступает углеродистая сталь. Ее сердечник представлен в виде смеси металлов и сплавов. Кроме этого, в составе сердечника присутствуют газообразующие, шлакообразующие материалы, определённые добавки и стабилизаторы дуги.

Используя порошковые проволоки, нет нужды в применении больших баллонов с газом, а также шлангов и редукторов. Но минусы у такого метода сварки тоже имеются. При первичном применении порошковой проволоки сварщик может столкнуться с такими проблемами, как сильное разбрызгивание металла и сложности в формировании шва.

Данная проблема разрешится со временем, когда появится больше опыта и если для этого правильно настроить сварочный инвертор. Важно при этом, чтобы проволока подавалась с такой же скоростью, как и плавилась.

Регулировка индуктивности, очень полезная функция. Чтобы металлические частицы меньше разлетались, следует плавно осуществлять сжимающее усилие, которое появляется в момент короткого замыкания. С этой целью в источник сварочного тока вводится регулируемая индуктивность. Также, в зависимости от конструкции блока питания, подбирается сжимающее усилие.

Величина индуктивности оказывает влияние на скорость нарастания сжимающего усилия. Если используется малая индуктивность, капли металла сжимаются быстрее, а соответственно от электрода летят брызги. Большая индуктивность обеспечивает увеличение времени отделения капли, поэтому она плавными движениями попадает в сварочную ванну. Так удаётся получить гладкий и ровный сварной шов [9].

#### **1.4 Аппаратура для рентгеновского контроля**

Для получения и использования рентгеновского излучения применяют рентгеновские аппараты.

Основными элементами конструкции рентгеновского аппарата являются рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный генератор и пульт управления. Высоковольтный генератор состоит из высоковольтного трансформатора, трансформатора накала трубки и выпрямителя. Пульт управления обычно содержит автотрансформатор, регулятор напряжения и силы тока, измерительные приборы, сигнальную систему и систему управления.

В практике радиационной дефектоскопии широко распространены рентгеновские аппараты с постоянной нагрузкой (подразделяемые на аппараты-моноблоки и аппараты кабельного типа) и импульсные.

Импульсные аппараты конструктивно состоят из двух блоков – рентгеновского и блока управления. Конденсатор блока управления заряжается

через выпрямитель от трансформатора и с помощью электронного ключа разряжается на повышающий трансформатор в цепи трубки.

Под действием импульса высокого напряжения в рентгеновской трубке с холодным катодом возникает ток автоэлектронной эмиссии. Вследствие этого катод разогревается, и с его поверхности испускаются электроны, образуя облако плазмы, которое движется к аноду трубки с постоянной скоростью. В результате высокое напряжение (250...300 кВ) на вторичной обмотке высоковольтного трансформатора оказывается приложенным между передним фронтом движущейся плазмы и анодом рентгеновской трубки, что приводит к росту силы анодного тока, а следовательно, к генерации рентгеновского излучения.

Анодом двухэлектродной трубки служит массивный вольфрамовый стержень с наконечником в форме конуса (с углом при вершине  $30^\circ$ ), а катодом – вольфрамовый цилиндр с заостренной торцевой кромкой. В начальный период работы рентгеновской трубки эмиссия электронов начинается не со всей торцевой поверхности катода, а только из точки с наибольшей напряженностью электрического поля, поэтому интенсивность излучения распределяется неравномерно.

С ростом числа включений трубки изменяется микроструктура катода и сглаживаются особо острые зубцы на его поверхности. Вследствие этого увеличивается начальное напряжение автоэлектронной эмиссии, что приводит к возрастанию нестабильности интенсивности и спектрального состава рентгеновского излучения от включения к включению.

Импульсные трубки имеют большую мгновенную мощность, но длительность генерируемых ими импульсов очень мала (2...100 нс), а достигаемая частота их повторения не превышает 50 Гц.

Следует отметить, что небольшие габаритные размеры и малая масса импульсных аппаратов обусловили их широкое применение в промышленности, но главным образом они используются при контроле



магистральных трубопроводов, судостроительных конструкций и монтаже для проверки сварных соединений толщиной до 30 мм.

Основными недостатками импульсных рентгеновских аппаратов являются малый срок службы трубки и более низкая чувствительность, чем у ранее рассмотренных аппаратов. К их достоинствам относятся малая масса, портативность и возможность работы от низковольтных (12 В) источников питания [10].

## **1.5 Заключение**

Для сварки труб с большой толщиной стенки ведутся разработки новых технологий. Благодаря технологии УКП возможно повысить производительность выполнения сварки, исключить прожоги, снизить требования к точности подготовки кромок под сварку. Применение порошковой самозащитной проволоки упрощает технологию сварки, так как применение баллонов с защитным газом не требуется. Импульсные рентгеновские аппараты имеют небольшие габариты, что обеспечивает их мобильность.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

В выпускной квалификационной работе рассматривается изготовление магистрального трубопровода, проходящего через железнодорожный переезд. Проход под железной дорогой проход осуществляется двухтрубкой заключенной в защитный кожух изготовленный из стальных труб [11]. Двухтрубка представляет собой стыковое соединение труб диаметром 1220 мм и толщиной стенки 20 мм, изготовленных из стали 10Г2ФБЮ (класс прочности К60), поставляемых в соответствии с ТУ 1381-012-05757848-2005. Сварной стык труб представлен в приложении А.

Габаритные размеры изделия: 24000x1260 мм.

Масса, кг: 14622 кг.

Концы защитного кожуха должны выводиться на расстояние менее 5 м от подошвы откоса насыпи и 3 м от бровки откоса выемки;

На подземных переходах нефтепроводов через железные пути концы защитных кожухов должны иметь герметизирующие устройства из диэлектрического материала.

После укладки кожуха под препятствием в него протаскивают заранее подготовленный трубопровод. Для облегчения процесса протаскивания на трубопроводе закрепляют опорные устройства. Положение нефтепровода в кожухе должно быть зафиксировано по всей длине перехода центрирующими устройствами с диэлектрическим покрытием, обеспечивающими сохранность изоляционного покрытия труб [11]. Эти устройства не только облегчают процесс протаскивания трубопровода, но и фиксируют его положение в кожухе таким образом, чтобы исключался электрический контакт между кожухом и трубопроводом [12].

## **2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции**

В связи с тем, что наше изделие согласно перечню 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 Нефтегазодобывающее оборудование (НГДО) (Утвержден решением НТС НАКС протокол №17 от 20.03.2007 г) выполнение работ должно вестись в соответствии с СТО Газпром 2–2.2–136–2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть I».

### **2.2.1 Подготовительные работы, сборка, сварка. Общие требования**

Подготовка, сборка, сварка соединений труб должны выполняться в соответствии с требованиями операционно-технологических карт сборки и сварки, разработанных по аттестованным технологиям сварки, согласованных главным сварщиком или лицом, ответственным за сварочное производство – специалистом сварочного производства IV-го уровня профессиональной подготовки в соответствии с ПБ 03–273–03 [14] и утвержденных организацией, выполняющей сварочные работы. Типовые формы операционно-технологических карт сборки и сварки приведены в приложении Ж [13].

Дефекты наружной поверхности механического происхождения (риски, продиры, царапины) концов труб, размеры которых превышают предельно допустимые по специальным ТУ, ГОСТ, должны быть устранены механическим способом шлифмашинками, при этом шероховатость поверхности после шлифовки должна быть не более Rz40, толщина стенки

концов труб, после механической обработки не должна выйти за пределы минусовых допусков.

Свариваемые кромки труб с забоинами глубиной до 5,0 мм включ. допускается ремонтировать сваркой с последующей механической зачисткой мест исправления дефектов до восстановления необходимого угла скоса и притупления кромки. Ремонт следует выполнять с обязательным предварительным подогревом дефектного участка до температуры  $+100^{+30}$  °С для труб с толщиной стенки до 27,0 мм включительно электродами с основным видом покрытия диаметром от 2,5 до 3,2 мм, при этом тип электродов должен соответствовать классу прочности основного металла труб.

Концы труб с плавными вмятинами глубиной до 3,5 % включительно от номинального диаметра труб, а также овальностью в пределах значений, регламентированных специальными ТУ, ГОСТ, следует устранить с помощью безударных разжимных устройств (калибраторов) гидравлического типа с обязательным местным подогревом независимо от температуры окружающего воздуха до температуры от  $+150$  °С до  $+200$  °С для труб из стали с классом прочности выше К54. Не допускается правка концов труб ударным инструментом.

В случае несоответствия заводской разделки кромок труб требованиям технологии механизированной сварки, обработку (переточку) кромок под сварку необходимо производить механическим способом с применением станков подготовки кромок типа СПК. Для обеспечения возможности механической обработки, трубы должны быть выложены на инвентарных опорах (лежках), деревянных брусках, мешках с песком или др. наполнителем под углом от  $15^{\circ}$  до  $20^{\circ}$  к оси траншеи таким образом, чтобы расстояние между нижней образующей трубы и грунтом было не менее 450 мм.

Внутренняя полость труб перед сборкой должна быть очищена от попавшего грунта, снега и других загрязнений. При очистке внутренней полости труб с внутренним гладкостным покрытием его целостность не должна быть нарушена [13].

## 2.2.2 Предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев

Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву, требования к персоналу определяются нормативными документами ОАО «Газпром» и настоящим разделом.

Для предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева кромок свариваемых соединений следует применять:

- при толщинах стенки св. 17,0 до 22,0 мм при температуре воздуха выше 0 °С – установки индукционного нагрева;
- при толщине стенки 20 мм при отрицательных температурах воздуха – установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом электросопротивления или нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия.

Выбор оборудования для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева выполняется производителями сварочных работ.

Оборудование должно обеспечивать равномерный предварительный подогрев свариваемых соединений по толщине стенки и периметру в зоне шириной не менее 150 мм (т.е. не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок), и, если необходимо, подогрев в процессе выполнения прихваток и межслойный подогрев в процессе сварки.

При проведении подогрева установками индукционного нагрева в случаях прекращения энергообеспечения или при выходе из строя установок нагрева, допускается выполнять нагрев газопламенными нагревательными устройствами (кольцевыми газовыми подогревателями, однопламенными горелками и др.) до возобновления энергообеспечения или замены вышедшего из строя оборудования, но не более, чем до конца рабочей смены или полного завершения сварного шва.

Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. При применении газопламенных нагревательных устройств (горелок) следует применять

термоизоляционные материалы (термоизолирующие пояса) и/или боковые ограничители пламени. Максимальная температура нагрева трубы в месте начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать +100 °С.

Температура предварительного подогрева свариваемых кромок труб перед выполнением прихваток, первого (корневого) слоя шва должна соответствовать требованиям таблицы 10.3 [15] – для механизированной сваркой проволокой сплошного сечения в углекислом газе,

Количество мест контроля температуры подогрева рекомендуется назначать по количеству прихваток.

В случае снижения температуры кромок свариваемых элементов в процессе сборки и сварки ниже значений, регламентированных 10.3.6 [13], необходимо выполнить подогрев до регламентированной температуры предварительного подогрева.

Допускается при снижении температуры предварительного подогрева свариваемых кромок не более, чем на 10 °С ниже регламентированного значения +50 °С, не более 20 °С ниже регламентированного значения +100 °С и не более, чем на 30 °С ниже регламентированных значений +150 °С и +200 °С выполнять подогрев газопламенными устройствами (ручными, кольцевыми, одно- и многосопловыми горелками).

## **2.2.3 Механизированная сварка шва проволокой сплошного сечения в углекислом газе**

### **2.2.3.1 Общие требования**

Механизированную сварку неповоротных кольцевых стыковых соединений труб одной толщины стенки выполняют по комбинированной технологии сварки, при которой сварка корневого слоя шва выполняется

проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа, сварка заполняющих и облицовочного слоев шва самозащитной порошковой проволокой.

Механизированная сварка проволокой сплошного сечения в углекислом газе (МП) рекомендуется для сварки корневого слоя шва неповоротного кольцевого стыка соединений труб одной толщины стенки линейной части магистральных трубопровода диаметром 1220 мм с толщинами стенок 20 мм.

Для механизированной сварки корневого слоя шва в углекислом газе должны применяться сварочные установки, укомплектованные источниками сварочного тока, механизмами подачи сварочной проволоки, сварочными горелками, газовыми рампами с баллонами углекислого газа и вспомогательным оборудованием, отвечающие специальным требованиям и условиям эксплуатации, приведенным в разделе 8 [13].

Проволоки сплошного сечения, рекомендованные к применению для механизированной сварки в углекислом газе приведены в таблице Д.11 (приложение Д) [13].

Кромки труб для механизированной сварки корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в углекислом газе должны иметь нормативную заводскую разделку, либо должны быть подготовлены механическим способом станками подготовки кромок типа СПК с нормативным притуплением.

Для труб с толщиной стенки 20 мм следует применять зауженные сопла диаметром 9,6 мм.

Для улучшения обзора зоны сварки следует выдвигать наконечник горелки из сопла на расстояние до 6,0 мм.

Для предотвращения замерзания, газовые редукторы баллонов с углекислым газом следует оснастить подогревателями.

### **2.2.3.2 Требования к механизированной сварке проволокой сплошного сечения в углекислом газе**

Механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде активных газов (способ сварки МП) следует применять для сварки корневого слоя шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб диаметром 1220 мм с толщиной стенки 20,0 мм.

Для механизированной сварки корневого слоя шва в среде активных газов должны применяться комплекты сварочного оборудования, включающие в себя: специализированный источник сварочного тока, механизм подачи сварочной проволоки, сварочную горелку, баллон с углекислым газом, подогреватель газа и вспомогательное оборудование.

Сварка корневого слоя шва должна выполняться в углекислом газе сорта «Высший» по ГОСТ Р ИСО 14175-2010.

Сварку следует выполнять в защитных укрытиях (сварочных палатках) либо в цеховых условиях (например, при укрупненной сборке трубных узлов) [16].

### **2.2.3.3 Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой**

Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой (МПС) рекомендуется для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб диаметром 1220 мм с толщинами стенок от 20,0 мм [13].



## **2.2.4 Требования к оформлению документации**

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами.

ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль». ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы». ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки». ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка». СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть I».

## **2.2.5 Требования к контролю**

Контроль качества сварных соединений трубопроводов должен производиться лабораториями неразрушающего контроля, аттестованными в соответствии с ПБ 03-372-00 [17], специалистами неразрушающего контроля, аттестованными в соответствии с ПБ 03-440-02 [18].

Контроль качества сварных соединений трубопроводов должен осуществляться визуальным, измерительным и физическими методами контроля (основным, дублирующим, дополнительным) [13]. Все кольцевые сварные соединения системы трубопроводов, выполненные дуговыми

методами сварки, подлежат 100% неразрушающему радиографическому контролю и, по требованию Заказчика дублируется радиографический контроль. До начала сварки технология методов неразрушающего контроля в виде технологической инструкции должна быть представлена на утверждение Заказчику. Все рекомендованные к использованию методы неразрушающего контроля должны соответствовать требованиям настоящего свода Правил, ГОСТ 7512 и ГОСТ 14782, а их технология должна быть аттестована.

Сварные соединения подвергаются неразрушающему контролю в следующих объемах [19]:

- ВИК;
- радиографический метод 100%.

В качестве дополнительного или дублирующего физического метода контроля качества сварных соединений применяют УЗК 25% [19].

Контроль качества сварных соединений неразрушающими методами в соответствии с приказом Госстандарта РФ № 282 от 16.09.96 могут осуществлять производственные испытательные лаборатории, прошедшие аккредитацию на техническую компетентность (наличие обученного персонала, современного оборудования и нормативной документации), а также имеющие лицензию Госгортехнадзора России на проведение работ по неразрушающему контролю [20].

## **2.6 Сооружение переходов под железными дорогами**

### **2.6.1 Конструкции переходов магистральных трубопроводов**

Переходы магистральных трубопроводов под железными дорогами состоят из защитного кожуха, рабочего трубопровода (трубной плети), электрических опор, манжет, отводной трубы.

При пересечении дорог трубопроводы, как правило, укладываются в специальные защитные кожуха, состоящие из стальных.

Переходы магистральных трубопроводов под железными должны прокладываться под любым углом к их оси.

Строительство переходов под железными дорогами представляет комплекс специальных строительных и монтажных работ, который включает в себя [20]:

- изготовление узлов и деталей перехода;
- прокладку защитного кожуха;
- монтаж, сварку, контроль сварки и испытание трубной плети;
- очистку, изоляцию, контроль изоляции и оснастку трубной плети опорными элементами;
- размещение трубной плети в кожухе.

Длина участка перехода и защитного кожуха определяется исходя из категории дорог, ширины земляного полотна, высоты насыпи и крутизны откосов.

Глубина заложения защитных кожухов нормируется СНиП 2.05.06 -85\* и СТН Ц-01-95. Для магистральных трубопроводов глубина заложения защитного кожуха под железными дорогами должна быть не менее 2 м от подошвы рельса, а при прокладке трубопровода методом продольного или горизонтального бурения - не менее 3 м: в выемках и на нулевых местах – от подошвы рельса, на насыпях - от подошвы насыпи.

При этом, во всех случаях глубина заложения от дна продольных водоотводов (лотков, кюветов, водоотводных канав, дренажей и т. п.) должна быть не менее 1,5 м. Все расстояния даны до верхней образующей защитного кожуха.

Минимальная глубина заложения верха рабочей трубы трубопровода на расстоянии 50 м в обе стороны от земляного полотна должна быть не менее 2,5 м от дневной поверхности.

Расстояние от искусственных сооружений (мостов, путепроводов, водопропускных труб и т.п.) до места пересечения трубопроводов всех классов с железной дорогой должно быть не менее 150 м.

Устройство переходов трубопроводов в теле насыпей и прокладка их в отверстия железнодорожных искусственных сооружений категорически запрещаются [20].

Защитный кожух.

Защитный кожух предназначен для защиты трубопровода на переходах через железные дороги от воздействия внешних нагрузок, создаваемых движущимся транспортом.

Защитный кожух также позволяет при необходимости заменить или отремонтировать трубопровод без нарушения движения железнодорожного транспорта.

Основными параметрами защитного кожуха являются диаметр, длина и толщина стенки.

Для изготовления защитного кожуха перехода трубопровода используют, как правило, стальные трубы диаметром 1720 мм и длиной 6-12 м. толщина стенки 16 мм - при бестраншейном способе прокладки и 18 мм - при открытом методе.

Наружная поверхность защитного кожуха покрывается изоляцией усиленного типа в заводских, базовых или трассовых условиях [20].

Трубная плеть.

Трубопровод подземного перехода через железные дороги относится к участкам В и I категории магистрального трубопровода.

Для изготовления трубной плети перехода используют трубы с соответствующей этой категории утолщенной стенкой.

Длина плети перехода и прилегающих участков указывается в проекте.

Сваренная плеть перед нанесением на нее изоляции и размещением в кожухе подвергается контролю.

Испытание плети на прочность и герметичность выполняют гидравлическим способом в соответствии с СП 111-34-96.

После контроля стыков на наружной поверхности плети наносят изоляцию. Изоляция стыков выполняется термоусаживающимися манжетами.

Для предохранения изоляции от механических повреждений ее покрывают оберточным рулонным материалом.

Опоры.

Опоры служат для размещения внутри защитного кожуха трубной плети.

Опоры выполняют несколько функций. Они воспринимают нагрузку трубопровода и передают ее защитному кожуху. Служат скользящими элементами при протаскивании плети в кожухе, а при эксплуатации – диэлектрическим изолятором между трубопроводом и кожухом.

Количество опор и расстояния между ними определяются расчетом и указываются в рабочих чертежах.

Опоры бывают роликовые и ползунковые.

Роликовые опоры используют при прокладке плети в защитных кожухах большой длины.

Конструкция опорно-направляющего кольца приведена на рисунке 2.1. Она состоит из неметаллических опорных элементов – 2, болтовых соединений сегментов – 3 и сегментов опорного кольца – 4 [20].

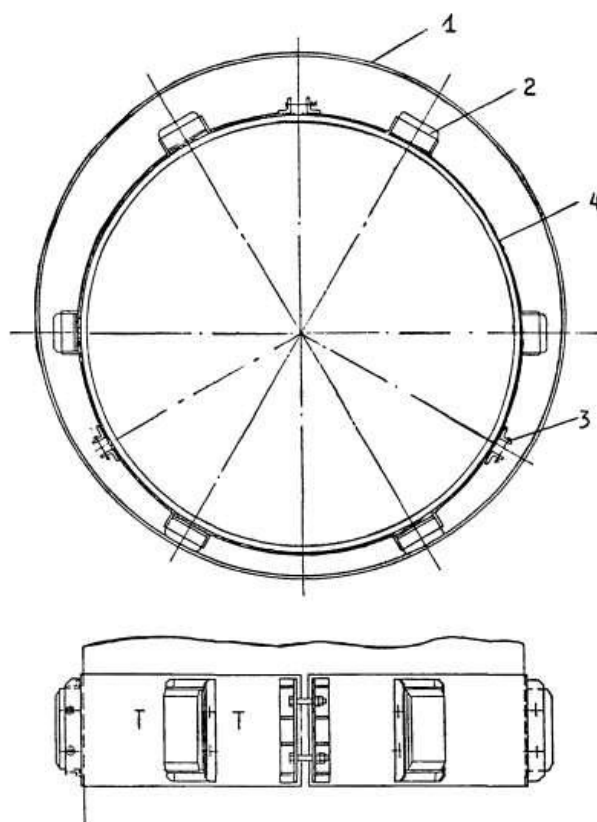


Рисунок 2.1 – Опорно-направляющее кольцо:

1 – кожух; 2 – неметаллический опорный элемент; 3 – болтовое соединение сегментов; 4 – сегмент опорного кольца

Опорно-направляющие кольца могут быть изготовлены полностью из полимерных материалов (полиэтилен, полиуретан).

Манжеты.

Манжеты предназначены для герметизации межтрубного пространства между защитным кожухом и трубопроводом. Они предохраняют от проникновения влаги в полость защитного кожуха. Манжеты устанавливаются на обоих концах защитного кожуха.

Манжеты должны выдерживать значительные механические нагрузки от воздействия грунта и подпора грунтовых вод. Кроме того, они должны противостоять осевым и радиальным перемещениям, возникающим в трубопроводе от изменения давления и температуры газа.

Конструкция манжеты приведена на рисунке 2.2. Резиновая манжета надевается сначала на плетень, затем – на кожух с таким условием, чтобы образовалась гофра между плетью и кожухом, которая служит компенсатором при перемещениях трубопровода относительно кожуха.

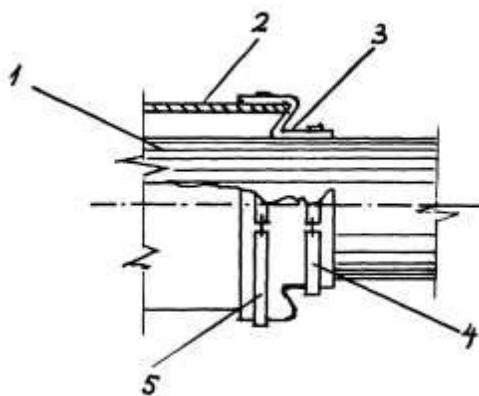


Рисунок 2.2 – Герметизирующая манжета:

1 - трубная плетень; 2 - защитный кожух; 3 - резиновая манжета; 4 - малый хомут;  
5 – большой хомут

При прокладке кабеля внутри кожуха в манжетах делаются отверстия для пропуска защитных трубок, которые зажимаются хомутиками.

Для предохранения манжеты от воздействия грунта засыпки на нее по периметру надевают короб (например, из автопокрышек) [20].

### **2.6.2 Закрытый способ прокладки защитного кожуха под автомобильными и железными дорогами**

Закрытый способ прокладки защитных кожухов при строительстве переходов магистральных трубопроводов под железными дорогами является основным способом.

При закрытом способе прокладки защитного кожуха следует применять следующие способы бестраншейной проходки:

- продавливание;
- горизонтальное бурение.

Работы по прокладке защитного кожуха закрытым способом могут быть разделены на два этапа:

- первый - подготовка участка и земляные работы;
- второй - прокладка защитного кожуха.

Процесс прокладки защитного кожуха происходит следующим образом. Подготовленное для прокладки первое звено защитного кожуха длиной 3-6 м 5 с лобовой обделкой (ножом) опускают на направляющую раму и устанавливают на его торце нажимную заглушку.

Затем включают в работу гидродомкраты. Штоки гидродомкратов упираются в фланцызаглушки и продвигают защитный кожух в насыпь дороги. При этом передний открытый конец защитного кожуха внедряется в массив грунта. В процессе внедрения грунт входит в полость защитного кожуха, образуя грунтовую пробку, которую впоследствии разрабатывают вручную или средствами малой механизации.

Грунт из забоя удаляют специальной тележкой после снятия заглушки, которая передвигается внутри защитного кожуха. Тележку с грунтом поднимают краном наверх и разгружают. После того, как защитный кожух внедрят в грунт на длину, равную ходу штоков гидродомкратов, штоки отводят в исходное положение. Вместе со штоками в исходное положение возвращается нажимная заглушка. В образовавшийся просвет между торцом защитного кожуха и заглушкой вставляется нажимной патрубков, длина которого несколько меньше рабочего хода штоков. Снова включают гидродомкраты и защитный кожух с нажимным патрубком и заглушкой продвигают вперед на полную длину хода штоков гидродомкратов. Затем штоки гидродомкратов с зажимной заглушкой опять отводят назад и в образовавшийся просвет вставляют уже другой нажимной патрубков, длина которого равна двойной длине первого патрубка.



Продвижение защитного кожуха и смену нажимных патрубков осуществляют до тех пор, пока первое звено кожуха не будет полностью вдавлено в насыпь. После этого штоки гидродомкратов отводят назад вместе с заглушкой одновременно удаляют и нажимные патрубки.

На освободившееся от патрубков место укладывают второе звено, которое центрируют и присоединяют к первому звену защитного кожуха сваркой.

Для производства сварочных работ в котловане сооружается приямок, в котором размещаются сварщики. Если в приямке накапливается вода, то ее время от времени удаляют насосом.

Затем в принятой последовательности все операции повторяют до тех пор, пока лобовой конец первого звена не войдет в приемный котлован. При необходимости защитный кожух наращивают до проектной длины со стороны приемного котлована [20].

### **2.6.3 Монтаж трубной плети трубопровода в защитном кожухе**

Сварка трубной плети трубопровода осуществляется непосредственно на участке строительства перехода из одиночных труб.

Сварка стыков плети на месте строительства перехода выполняется в неповоротном положении, как правило, ручной дуговой сваркой.

Сборку и сварку стыка проводят следующим образом. Сначала укладывают на инвентарные лежки и зачищают их кромки до металлического блеска. Затем при помощи внутреннего центриатора собирают стыки с установлением технологического зазора.

Все сваренные стыки трубной плети трубопровода перед нанесением на нее изоляции и размещением в защитном кожухе подвергают контролю рентгеновским способом.

На наружную поверхность трубной плети наносят изоляционное покрытие в соответствии с проектом.

Очистку поверхности труб выполняют электроинструментом с металлическими щетками или портативными приспособлениями. На очищенную поверхность плети наносят грунтовку, а затем изоляционное защитное покрытие усиленного типа. Полимерные ленты рекомендуется наносить с помощью портативных приспособлений. Для предохранения изоляционного покрытия от механических повреждений при монтаже плети в защитном кожухе на нее накладывают защитный оберточный материал.

На трубной плети в пределах защитного кожуха монтируются опорно-направляющие кольца в соответствии с п. 3.24 [20].

Футляр для кабеля связи изготавливается из стальной трубы диаметром 50 мм с толщиной стенки 3,5 мм (ГОСТ 8732-58), размещается в верхней части плети и прикрепляется капроновыми канатами.

В футляр прокладывается проволока диаметром 3-5 мм для протаскивания через него кабеля связи. Трубы футляров для кабеля свариваются между собой встык и изолируются.

Укладка трубной плети в защитный кожух осуществляется путем протаскивания ее с помощью кранов-трубоукладчиков и трактора (рисунок 2.3) в следующем технологическом порядке:

- плеть на монтажных полотенцах поднимается кранами – трубоукладчиками и перемещается в створ траншей;
- к плети присоединяется канат, который другим концом через защитный кожух прикреплен к трактору-тягачу;
- головная часть плети вводится в защитный кожух, а вся плеть приводится в соосное с защитным кожухом положение;
- продольным перемещением кранов-трубоукладчиков и трактором-тягачом плеть протаскивается в защитный кожух до выхода ее головной части на необходимую величину.

Протаскивание плети в защитный кожух рекомендуется производить в холодное время дня (утром).

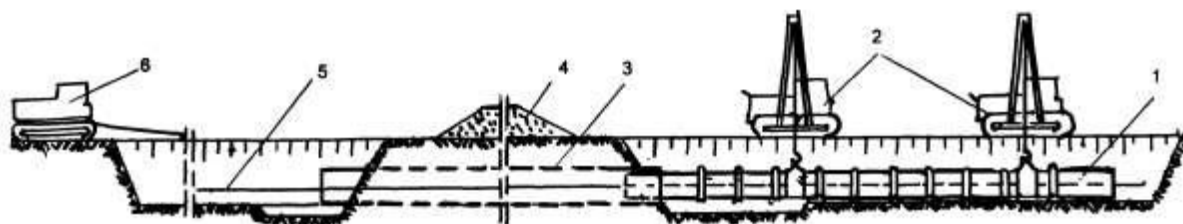


Рисунок 2.3 – Схема прокладки трубной плети в защитном кожухе:  
1 - трубная плеть; 2 - краны - трубоукладчики; 3 - защитный кожух; 4 - железная дорога; 5 - канат; 6 - трактор – тягач

При укладке плети в защитный кожух не допускается повреждение изоляции.

Трубная плеть должна иметь опоры на дне рабочего и приемного котлованов на протяжении не менее 8 м с каждой стороны перехода.

В качестве опор могут быть использованы мешки с песком, расположенные один от другого с интервалом 1 м.

После размещения трубной плети в защитном кожухе проверяют сплошность изоляционного покрытия.

Сущность метода состоит в катодной поляризации построенного перехода и оценке переходного сопротивления по смещению разности потенциала "труба - земля" и силе поляризующего тока, вызывающей его смещение. Оценку переходного сопротивления осуществляют путем расчета по результатам измерения смещения потенциала при заданной силе тока на участке перехода определенной длины.

Для оценки переходного сопротивления используют передвижную исследовательскую лабораторию электрохимической защиты (ПЭЛ.ЭХЗ).

После проверки изоляции производят испытание на прочность и герметичность гидравлическим способом в два или три этапа в зависимости от категории участка.

По окончании работ по прокладке плети в защитном кожухе выполняют монтаж манжет и другие работы, предусмотренные проектом перехода.

Перед засыпкой конца защитного кожуха все металлические наружные части, которые будут находиться в грунте, изолируют, а части на поверхности покрывают масляной краской.

Рабочий и приемный котлованы засыпают бульдозером с подбивкой грунта под трубопроводом и в пазухах, устраивая грунтовый валик по оси трубопровода. Затем засыпают отводной трубопровод [20].

## **2.7 Методы 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. Сложность процесса проектирования (как и любой другой творческой деятельности), нестандартность проектных (жизненных) ситуаций вызывают необходимость знания различных методов и умения владеть ими.

Метод – это прием или способ действия с целью достижения желаемого результата. Его выбор зависит не только от вида решаемой задачи, но и индивидуальных черт разработчика (его характера, организации мышления, склонности к риску, способности принимать решения и нести за них ответственность и т. п.), условий его труда и оснащенности средствами оргтехники.

Применение метода позволяет найти то или иное решение и, в итоге, выбрать окончательное.

Решение, которое будет обладать отличными характеристиками и высокой эффективностью, часто называют сильным решением.

В настоящее время известно множество методов, как универсальных, так и предназначенных для решения узкого круга задач. Ниже приведена классификация методов, используемых в проектировании, и даны ссылки на источники, содержащих сведения о наиболее распространённых из них.

Основные группы методов.

В процессе проектирования вид разрабатываемой системы (устройства, процесса, явления и т. д.) проходит развитие от первоначально нечётких словесных описаний, приведённых в техническом задании, до детальных чертежей и опытных образцов. Этот процесс сопровождается решением отдельных взаимосвязанных задач, применением тех или иных моделей. В зависимости от объёма и вида сведений о решаемой задаче методы можно подразделить на эвристические, экспериментальные и формализованные.

Методы конструирования.

Методы проектирования, применяемые в выпускной квалификационной работе:

- расчетным методом определяются технологические режимы, техническое и материальное нормирование операций, экономическая часть;
- проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки двухтрубки.

## **2.8 Постановка задачи**

Целью работы является: разработка технологии сборки и сварки участка магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов на железнодорожном переезде.

Задачами данной выпускной квалификационной работы являются: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, выбрать сварочное

оборудование, пронормировать операции, составить технологические карты, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

### 3 Разработка технологической карты

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Согласно пункту 2.1, трубы изготавливаются из стали 10Г2ФБЮ по ТУ 1381-012-05757848-2005, химический состав и механические свойства материала трубы должен соответствовать требованиям СП 101-34-96 «Свод правил по выбору труб для сооружения магистральных газопроводов». Трубы поставляются с наружным трехслойным антикоррозионным и внутренним гладкостным покрытиями и предназначены для сооружения магистральных трубопроводов на рабочее давление до 9,8 МПа включительно. Химический состав и механические свойства стали 10Г2ФБЮ приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10Г2ФБЮ [21]

<i>C</i> , %	<i>Si</i> , %	<i>Mn</i> , %	<i>V</i> , %	<i>Nb</i> , %	<i>S</i> , %	<i>P</i> , %
					Не более	
0,12	0,5	1,75	0,12	0,01	0,006	0,020

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10Г2ФБЮ [21]

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %
590	460	20

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [22]:

- 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 [13]:

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

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10Г2ФБЮ:

$$C_{\text{э}} = 0,12 + 1,75/6 + (0 + 0 + 0,12 + 0 + 0,01)/5 + (0 + 0)/15 + 15 \times 0 = 0,34 \text{ \%}.$$

10Г2ФБЮ – конструкционная низколегированная сталь для сварных конструкций [23]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости.

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Режимы сварки выбирается согласно СТО Газпром 2–2.2–136–2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть I». 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 10Г2ФБЮ рекомендуются способы сварки, приведенные на страницах 65-81 СТО Газпром 2–2.2–136–2007. Механизированную сварку неповоротных кольцевых стыковых соединений труб одной толщины стенки выполняется по комбинированной технологии сварки, при которой сварка корневого слоя шва выполняется проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа, сварка заполняющих и облицовочного слоев шва – самозащитной порошковой проволокой.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

Для сварки корневого шва в среде защитных газов выберем сварочную проволоку *Ultra 70S-G* (1,2 мм) классификация *ER70S-G* по *AWS A5* [24] диаметром 1,2 миллиметра. Типовой химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Типовой химический состав наплавленного металла [25]

Содержание элементов, %								
<i>S</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Mo</i>	<i>V</i>
Требования ТУ 1227-004-42791317-2014								
0,04- 0,10	0,45- 1,20	1,00- 2,00	≤0,10	≤0,10	≤0,15	≤0,03	≤0,01	0,01

Таблица 3.4 – Типовые механические свойства наплавленного металла [25]

Временное сопротивление разрыву, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>			
			KCV <sup>20</sup>		KCV <sup>40</sup>	
Требования ТУ 1227-004-42791317-2014						
			≥80		≥50	
			ед. значение	ср. значение	ед. значение	ср. значение
560-620	440-500	≥22	87	97	74	77

Сварочная проволока *Ultra 70S-G* сплошного сечения, покрытая специальным составом «*Ultra*» повышающим стабильность сварочно-технологических свойств.

Данная проволока рекомендуется к применению для технологии механизированной сварки проволокой сплошного сечения в среде активных газов и смесях (МП, МАДП) корневого слоя шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб класса прочности K60 включительно при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте промышленных и магистральных трубопроводов [25].

Заполняющие, корректирующий и облицовочный слои выполняются механизированной сваркой самозащитной порошковой NR-208XP (2,0 мм) классификация *E81T8-G* по AWS A5.29 ПС 49-A6У по ГОСТ 26271 [24].

Преимущества и основные особенности.

Сварка "на спуск" горячего, заполняющих и облицовочного проходов стыков труб из стали K60.

Высокие показатели работы удара металла шва при температуре  $-29^{\circ}\text{C}$ .

Высокопроизводительная механизированная и автоматическая сварка порошковой проволокой в полевых условиях, не требующая защитного газа.

Герметичная упаковка, специально разработанная для применения проволоки в монтажных и полевых условиях.

Пространственные положения:

Все, кроме вертикального "на подъем".

Область применения.

Сварка "на спуск" горячего, заполняющих и облицовочного проходов стыков труб из стали К60.

Сварка трубопроводов, эксплуатирующихся при низких температурах [26].

Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав наплавленного металла шва [26]

<i>C</i> , %	<i>Mn</i> %	<i>Si</i> , %	<i>P</i> , %	<i>S</i> , %
0,01-0,04	2,21-2,53	0,12-0,14	0,013	0,003

Таблица 3.6 – Механические свойства наплавленного металла шва [26]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	<i>KCV</i> , Дж
			$-29^{\circ}\text{C}$
500-550	590-615	21-28	70-90

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ).

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость,

плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Состав  $CO_2$ , в процентном соотношении [27]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
$CO_2$ (не менее)	99,8	99,5	98,8
$CO$ (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °С (не более), г/см <sup>3</sup> .	0,178	0,515	Не проверяют

### 3.2 Выбор технологических режимов

Параметры режимов сварки строго регламентируется руководящей документацией организации производящей строительства объекта, в нашем случае ОАО «Газпром». Поэтому режимы сварки выбирается согласно СТО Газпром 2–2.2–136–2007.

Сварку труб с толщиной стенки от 20,0 мм рекомендуется выполнять с предварительной обработкой кромок труб под специальную разделку (рисунок 3.1).

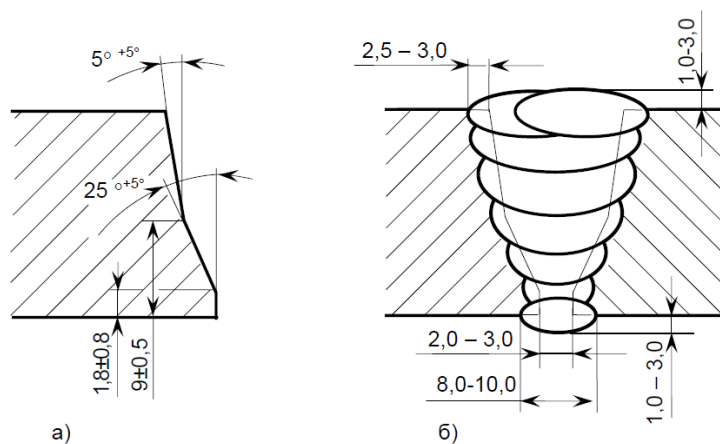


Рисунок 3.1 – Геометрические параметры специальной разделки кромок труб (а) и сварного шва (б) неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, выполненных механизированной сваркой самозащитной порошковой проволокой

В случае сварки корневого слоя шва механизированной сваркой проволокой сплошного сечения в углекислом газе зачистка проводится дисковой проволочной щеткой. При необходимости, в потолочной части сварного соединения чрезмерное усиление корневого слоя шва снимается шлифкругом.

До начала сварки корневого слоя шва независимо от температуры окружающего воздуха должен быть выполнен предварительный подогрев свариваемых кромок труб до температуры, соответствующей требованиям 10.3.6 [13].

Оптимальный вылет сварочной проволоки от 5,0 до 15 мм.

Техника ведения сварки корневого слоя шва механизированной сваркой проволокой сплошного сечения в углекислом газе:

- горелка при зажигании дуги устанавливается под углом от 20 ° до 30 ° относительно перпендикуляра к стыку, углом назад;
- после расплавления одной из кромок и стабилизации процесса горения, дуга переводится на противоположную кромку. Когда жидкий металл с обеих кромок сформируется в одну округлую сварочную ванну, дугу

необходимо расположить по центру зазора, после чего необходимо начать движение горелки вдоль свариваемых кромок;

- управление процессом формирования корневого шва производится регулированием линейной скорости сварки, углом наклона горелки, а также, при необходимости, введением соответствующих колебаний;

- линейная скорость сварки, т.е. скорость перемещения горелки по стыку, определяется установленным режимом сварки и величиной зазора между свариваемыми кромками;

- линейная скорость сварки поддерживается и визуально контролируется сварщиком исходя из условия формирования полноценного валика корня шва и гарантированного сплавления наплавляемого валика с основным металлом;

- углом наклона горелки контролируется положение пятна дуги в оптимальной точке передней части сварочной ванны;

- для обеспечения надёжного проплавления свариваемых кромок пятно дуги должно удерживаться на переднем фронте сварочной ванны, не выходя из ванны, или, при достаточном зазоре между свариваемыми кромками, в передней (головной) части сварочной ванны (передней трети сварочной ванны);

- поперечные дугообразные колебательные движения рекомендуется выполнять в верхней части стыкового соединения (нижнее пространственное положение) для предотвращения прожогов и стекания сварочной ванны;

- на вертикальном и потолочном участках стыкового соединения при увеличенном зазоре поперечные дугообразные колебания выполняются для предотвращения образования утяжины;

Рекомендуются следующие углы наклона горелки (относительно перпендикуляра к поверхности трубы):

- в положении от  $0^{00}$  до  $1^{00}$  ч – от  $20^{\circ}$  до  $30^{\circ}$  (сварка углом назад);

- в положении от  $1^{00}$  до  $4^{00}$  ч – угол может увеличиваться до  $45^{\circ}$  (сварка углом назад);

- в положении от  $4^{00}$  до  $5^{00}$  ч – угол наклона горелки постепенно уменьшается и доводится до положения, близкого к перпендикулярному;
- в положении от  $5^{00}$  до  $6^{00}$  ч – угол наклона горелки может варьироваться от  $0^\circ$  (перпендикулярно к поверхности трубы) до величины от  $10^\circ$  до  $15^\circ$  (сварка углом назад либо углом вперед).

Схема положения сварочной горелки при механизированной сварке корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в углекислом газе в различных пространственных положениях приведена на рисунке 3.2.

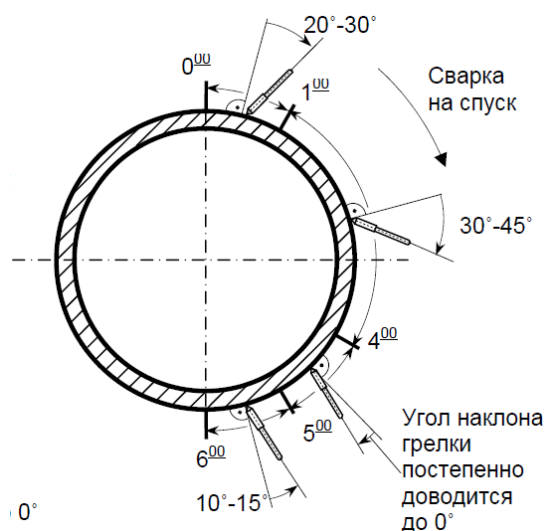


Рисунок 3.2 – Положение сварочной горелки при механизированной сварке корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в углекислом газе в различных пространственных положениях

Количество операторов механизированной сварки, одновременно выполняющих сварку корневого слоя шва должно быть не менее 2-х для сварных соединений Ду 1220 мм.

Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом УКП приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Рекомендуемые параметры режимов механизированной сварки методом УКП [16]

Параметр	Величина параметра
Направление сварки	на спуск
Тип и полярность тока	постоянный, обратная
Базовый ток, А	45 – 60*
Пиковый ток, А	250 – 270
Горячий старт, усл. ед.	35 – 40
Скорость подачи проволоки, м/мин	2,4 – 2,7*
– в положении от 0 <sup>00</sup> до 1 <sup>00</sup> ч	3,0 – 3,0*
– в положении от 1 <sup>00</sup> до 6 <sup>00</sup> ч	
Спад, усл. ед.	3
Вылет электрода, мм	5 – 10**
Расход защитного газа, л/мин	10 – 16

\* При повышенных зазорах рекомендуется установить значение базового тока от 35 до 40 А, а скорость подачи проволоки в положении от 0<sup>00</sup> до 1<sup>00</sup> понизить от 2,7 до 2,4 м/мин и в положении от 1<sup>00</sup> до 6<sup>00</sup> ч до величины 3 м/мин.

\*\* Допускается вылет сварочной проволоки до 15 мм.

Параметры режимов сварки могут быть откорректированы при подготовке к квалификационным (аттестационным) испытаниям технологии сварки. При проведении квалификационных (аттестационных) испытаний технологии сварки все параметры режимов сварки должны быть зафиксированы в протоколах квалификации процедуры сварки и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

Корневой слой шва при сборке на внутреннем центраторе рекомендуется выполнять без прихваток. В случае технической обоснованности применения прихваток они должны быть удалены механическим способом шлифмашинками при выполнении корневого слоя шва.



Механизированная сварка корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в углекислом газе должна выполняться на постоянном токе обратной полярности. Направление сварки – на спуск.

Возбуждение дуги должно проводиться только на кромках свариваемых элементов. Для предотвращения образования пор, обрыв дуги следует проводить на одной из свариваемых кромок.

Сварку рекомендуется начинать в положении 0<sup>00</sup> ч и заканчивать в положении 6<sup>00</sup> ч на расстоянии не менее 100 мм от заводских швов труб.

Начальный и конечный участок корневого слоя шва, выполненного первым оператором, следует обработать механическим способом (абразивным кругом) для обеспечения плавного перехода при сварке корневого слоя шва вторым оператором.

После выполнения корневого слоя шва его необходимо зачистить механическим способом шлифмашинками.

При наличии видимых дефектов корневого слоя шва типа непроваров, подрезов и др., необходимо выполнить подварку дефектных участков ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия согласно требованиям 10.2.40–10.2.42 [13].

Операции по подварке изнутри корневого слоя шва следует рассматривать как составную часть технологического процесса и предусматривать при составлении операционно-технологических карт сборки и сварки [13].

Заполняющие, корректирующий и облицовочный швы варятся механизированной сваркой, самозащитной проволокой.

Сварка самозащитной порошковой проволокой выполняется на спуск постоянным током прямой полярности.

Перед началом работ необходимо на механизме подачи сварочной проволоки установить два параметра сварочного процесса – напряжение и скорость подачи проволоки.

Следует строго соблюдать соотношение между устанавливаемыми параметрами сварочного процесса, т.к. отклонение значения напряжения для конкретной скорости подачи проволоки более чем на 1,0 В может приводить к возникновению дефектов.

Рекомендуемые режимы механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой диаметром 2,0 мм приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Рекомендуемые режимы механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой диаметром 2,0 мм

Слои	Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин)	Напряжение, В
Заполняющие	200 (90)	18,5-19,5
	250 (100)	19,5-20,5
	280(110)	20,5-21,5
Корректирующий	200 (80)	17,5-18,5
	230 (90)	18,5-19,5
Облицовочный	200 (80)	17,5-18,5
	230 (90)	18,5-19,5

При работе в потолочном положении рекомендуется понизить скорость подачи проволоки. Это делается без остановки процесса сварки переключением в положение 2 переключателя, расположенного на рукоятке горелки.

При этом скорость подачи проволок понижается на величину от 15 % до 20 %.

Одновременно необходимо увеличить вылет до величины от 25 до 30 мм.

Сварка выполняется способом на спуск.

При сварке стыковых сварных соединений труб с толщинами стенок более 14 мм заполняющие слои, начиная с третьего, рекомендуется выполнять по методу «слой за два прохода».

Облицовочный слой шва стыковых сварных соединений труб с толщинами стенок более 14 мм следует выполнять по методу «слой за три прохода».

Начинать сварку следует при вылете проволоки от 12 до 15 мм. После зажигания дуги вылет электрода (проволоки) должен быть увеличен до 20 мм. В потолочном положении рекомендуется увеличить вылет электрода до 25-30 мм.

Угол наклона проволоки должен постоянно меняться в процессе сварки (рисунок 3.3):

- в точке начала сварки ( $0^{00}$  ч) угол должен составлять от  $20^\circ$  до  $30^\circ$  (углом назад);
- в положении  $0^{00} \div 3^{00}$  ч угол постепенно увеличивается до величины в интервале от  $45^\circ$  до  $60^\circ$  (углом назад);
- в положении  $3^{00} \div 5^{00}$  ч угол постепенно доводится до  $0^\circ$  (перпендикулярно телу трубы в точке касания);
- в положении  $5^{00} \div 6^{00}$  ч угол доводится до величины в интервале от  $10^\circ$  до  $15^\circ$  (углом вперед).
- При изменении угла наклона сварочной горелки изменяется степень проплавления. При уменьшении угла степень проплавления увеличивается, при увеличении угла – уменьшается.
- При сварке заполняющих и облицовочного слоев шва необходимо следить за тем, чтобы температура перед наложением каждого последующего слоя была не ниже  $+50^\circ\text{C}$  и не более  $+200^\circ\text{C}$ . Если температура участка шва, подлежащего сварке, упала ниже  $+50^\circ\text{C}$ , необходимо подогреть свариваемые кромки до температуры предварительного подогрева.



Рисунок 3.3 – Изменение угла наклона сварочной горелки при механизированной сварке самозащитной порошковой проволокой неповоротных кольцевых стыковых соединений труб

Межслойная зачистка после первого заполняющего слоя («горячего прохода») выполняется дисковой проволочной щеткой или шлифкругом; после последующих слоев – дисковой проволочной щеткой.

В связи с неравномерностью заполнения разделки по периметру стыкового соединения и ослаблением сечения шва в вертикальном положении перед выполнением облицовочного слоя в положении  $1^{30} \div 4^{30}$  и  $9^{30} \div 7^{30}$  ч (ориентировочно) выполняется дополнительный (корректирующий) слой.

Для обеспечения лучшей формы облицовочного слоя шва рекомендуется некоторое «недозаполнение» разделки перед его выполнением в нижнем и потолочном положениях (на величину от 1,0 до 1,5 мм в нижнем положении и на величину от 1,0 до 2,0 мм в потолочном положении). При этом в вертикальном положении разделка должна быть заполнена практически «заподлицо» с поверхностью стыкуемых труб.

Облицовочный слой шва и прилегающая поверхность труб должны быть подвергнуты чистовой обработке дисковой проволочной щеткой для очистки

поверхности от шлака и брызг. Допускается использование шлифкругов для выравнивания возможных неровностей поверхности облицовочного слоя.

Для труб с толщиной стенки от более 18 мм за два прохода.

В случае рестарта (возобновления процесса сварки) сварка начинается с верхней части предварительно очищенного от шлака кратера, кратер заполняется с малыми колебаниями электрода, и после этого сварка продолжается с нужной скоростью.

В случае вынужденного перерыва в работе сварное соединение следует накрыть влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом. При этом перед началом сварки следует проконтролировать температуру сварного шва и при его охлаждении ниже +50 °С возобновлять работу допускается только после подогрева стыкового соединения до температуры +50 °С.

Оставлять не полностью сваренные соединения не допускается. В случае, когда производственные условия не дают возможности без перерыва завершить сварку соединения, следует соблюдать требования 10.2.49 [13].

Процесс дуговой сварки рекомендуется начинать и заканчивать на расстоянии не менее 100 мм от заводского шва трубы или детали трубопровода.

Место начала и окончания процесса сварки каждого слоя (замок шва) должно располагаться на расстоянии не менее 20 мм от замков предыдущего слоя шва.

Не допускается возбуждать дугу на поверхности трубы. Дуга должна возбуждаться только на поверхности разделки кромок или на поверхности металла уже выполненного шва [13].

### **3.3 Выбор основного оборудования**

Выбираем сварочное оборудование для механизированной сварки проволокой сплошного сечения в углекислом газе и дуговой сварки порошковой самозащитной проволокой. Полуавтомат должен соответствовать

выбранной технологии и обеспечивать требуемые режимы сварки. Исходя из этих данных выбираем: аппарат ДС400.33УКП [8]; подающий механизм ПМ-4.33 [28]. Оборудование входит в реестр оборудования ОАО «Газпром» [29]

Профессиональные аппараты нового поколения для полуавтоматической сварки с управляемым каплепереносом в среде защитных, активных газов и их смесей – ДС400.33УКП незаменимы для работы, когда требуется минимальное разбрызгивание, гарантированное проплавление и качество шва. Аппараты ДС400.33УКП надежны и выполнены на высочайшем профессиональном уровне с использованием последних достижений в области электроники и сварочных технологий.

Аппарат ДС400.33УКП – мощный 400-амперный инверторный источник питания для:

- полуавтоматической сварки с управляемым каплепереносом в среде CO<sub>2</sub>. Режим УКП.
- традиционной полуавтоматической сварки и наплавки. Режим MIG/MAG.
- использования в составе установок автоматической сварки.

Предназначен для работы с подающим механизмом ПМ-4.33, но может эксплуатироваться и с подающими устройствами других типов [8].

Достоинства:

- резкое снижение уровня разбрызгивания;
- отсутствие деформаций металла за счет четкого управления тепловложением;
- гарантированное проплавление и обратный валик;
- возможность ведения сварки во всех пространственных положениях;
- качество сварки сравнимое с аргонодуговой, при производительности в 3-5 раз выше;
- цифровая индикация тока и напряжения сварки;
- питание, как от стационарной сети, так и от дизель-генератора.

Технические характеристики аппарата ДС400.33УКП представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики аппарата ДС400.33УКП [8]

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	380,+10% -10%
Потребляемая мощность, кВА, не более	20
Номинальный режим работы ПН, % (при +20°C)	100
Максимальный ток при ПН=100%, А	400
Диапазон рабочих температур, °С	От - 40 до + 40
Масса, кг	44
Габаритные размеры (ШхВхГ), мм	280x535x610

Внешний вид аппарата ДС400.33УКП показан на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Аппарат ДС400.33УКП

Подающий механизм ПМ-4.33 «Трасса» – предназначен для подачи сплошной стальной, алюминиевой и порошковой проволоки от 0,6 до 2,4 мм при работе с аппаратом ДС400.33М или любым другим источником, имеющим «жесткую» вольтамперную характеристику. Полуавтомат выполнен в пыле- и влагозащищенном исполнении и отлично подходит для работы в трассовых условиях.

Функциональные возможности [28]:

- цифровое задание всех параметров сварки непосредственно с подающего механизма;
- цифровая индикация скорости подачи проволоки, сварочного тока и напряжения;
- плавная регулировка скорости подачи сварочной проволоки и напряжения на дуге;
- энергонезависимая память режимов сварки;
- плавное зажигание дуги, благодаря установке замедления проволоки вначале сварки;
- установка времени продува в начале сварки и обдува газа после ее окончания;
- плавное гашение дуги, благодаря установке замедления проволоки при окончании сварки;
- четырехроликовый механизм подачи проволоки фирмы *cooptim ltd.*, (профиль ролика зависит от диаметра и вида сварочной проволоки);
- зубчатое зацепление подающих и прижимных роликов;
- регулируемое усилие прижима;
- возможна эксплуатация на удалении до 50м от сварочного источника;
- отсекаТЕЛЬ защитного газа.
- «тест газа» и «тест проволоки».
- подача сварочной проволоки со стандартных 5 и 15кг катушек.
- возможность работы в непрерывном 2-х и 4-х тактном режиме.



Технические характеристики подающего механизма ПМ-4.33 «Трасса» представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики подающего механизма ПМ-4.33 [28]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	~36
Потребляемая мощность, кВА, не более	0,15
Скорость подачи проволоки, м/мин	1 - 17
Диаметр проволоки, мм	
Сплошная (сталь)	0,6-1,6
Сплошная (алюминий)	1,0-2,4
Порошковая	0,9-2,4
Диапазон рабочих температур, °С	От - 40 до + 40
Масса(без учета массы катушки с проволокой), кг	14
Габаритные размеры, мм	685x250x430

Внешний вид подающего механизма ПМ-4.33 показан на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Подающий механизм ПМ-4.33 «Трасса»

Для предварительного нагрева сварного шва применяется установка индукционного нагрева УИИТ-100-2,4\*. Она предназначена для улучшения свариваемости материала, понижения уровня остаточного напряжения металла и послесварочной термической обработки.

Используется для [31]:

- термообработки сварных швов трубопроводов;
- предварительного подогрева металла перед сваркой;
- термообработки прямолинейных сварных швов;
- индукционного нагрева металлов различного технологического назначения.

Преимущества:

- установка УИИТ-100-2,4 обеспечивает автоматическое поддержание заданных режимов термообработки;
- есть возможность вывода на *Flesh* накопитель и на ноутбук;
- мобильность установки обеспечивает встроенная в конструкцию транспортная тележка;
- установка укомплектована входными и выходными кабелями, блоком компенсирующих конденсаторов и высокочастотным проводом для индуктора.

Установка в базовой комплектации выполняет качественную термообработку сварных швов трубопроводов и подогрев сварных стыков перед сваркой. По заказу мы доукомплектуем установку теплоизоляционными материалами, дополнительными индукторами, приборами для измерения и регистрации температуры [31].

Технические характеристики установки УИИТ-100-2,4 представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Технические установки УИИТ-100-2,4 [31]

Технические характеристики	ЭЛТЕРМ-С УИИТ 100-2,4
Максимальная мощность, кВт	100
Номинальная выходная частота, кГц	2,4
Охлаждение	воздушное
Коэффициент полезного действия, %	93
Габаритные размеры, мм	1640x990x1755
Вес, кг	1000
Пределы задания режимов термообработки	
Температура, °С	840
Интервалы времени выдержки, час	1,2,3,4,5
Скорость набора температуры, °С/час	50,10,150,200,250
Скорость снижения температуры, °С/час	50,10,150,200,250
Максимальный диаметр трубопровода, мм	1420

Внешний вид установки индукционного нагрева УИИТ-100-2,4 показан на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 Установка индукционного нагрева УИИТ-100-2,4

Термоизолирующий пояс ТИП-1220 используется для обеспечения медленного остывания сваренного шва. Необходимость медленного остывания

металла шва и околошовной зоны обусловлена процессами образования горячих и холодных трещин в результате превращения аустенита в мартенсит при быстром охлаждении.

В то время как при медленном охлаждении аустенит превращается в нормальную феррит перлитовую структуру. Базовая ширина термоизолирующего пояса составляет 230 мм – это оптимальная ширина для гарантированного прилегания пояса к металлу свариваемых изделий между защитными изоляционными покрытиями на свариваемых деталях. Рабочая (жаростойкая) сторона термопояса выполнена из стеклоткани с односторонним силиконовым покрытием, значительно увеличивающим износостойкость к истиранию и текстильные свойства материала в целом. Наружная сторона термоизолирующего пояса выполнена из высокопрочной армированной ПВХ ткани на которой нашит и ярлык изделия. Внутренний термоизолирующий слой состоит из негорючего, жаростойкого наполнителя.

Замковый элемент выполнен в виде пружины, закрепленной на одном конце пояса, которая в натянутом состоянии одевается на крюк закрепленный на втором конце пояса. Использование в качестве замка – пружины, позволяет обеспечить качественное и полное прилегание пояса к трубе или арматуре, не зависимо от условий окружающей среды [32].

Технические характеристики термоизолирующего пояса ТИП-1220 представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Технические термоизолирующего пояса ТИП-1220 [32]

Характеристики	Значения
Диаметр трубы, мм	1220
Длина, мм	4000
Ширина, мм	230
Вес, кг	21

Внешний вид термоизолирующего пояса ТИП-1220 показан на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 Термоизолирующий пояс ТИП-1220

Прокладка трубопровода под железнодорожным полотном осуществляется методом «прокола». При выполнении «прокола» под железнодорожным полотном продавливаются труба большего диаметра, чем трубопровод. Затем при помощи тягача протягивается нитка трубопровода, для облегчения работы тягача применяются трубоукладчики. Для выполнения «прокола» применим установку для продавливания труб УБПТ-400.

Установка продавливания труб УБПТ-400 выполняет задавливание труб в диапазоне диаметров 150-1420 мм, протяженностью до 90 метров, и с усилием задавливания 400 тонна-сила. Установка УПБТ-400 - это идеальное решение для задавливания труб средних диаметров. Сбалансированные характеристики (масса, габариты, усилие) в установке УПБТ-400 позволяют снизить затраты на подготовку котлована в сравнении с установками производителей.

Комплектация установки [33]:

- силовой блок на базе 2-ух гидроцилиндров, плита упорная, рама направляющая, нажимное устройство, стационарный пульт управления;
- дизельная маслостанция, возможно комплектация на базе бензинового либо электрического двигателя;
- комплект соединительных шлангов РВД.

Технические характеристики установки для продавливания труб УБПТ-400 представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Технические характеристики установки для продавливания труб УБПТ-400 [33]

Характеристики	Значения
Диаметр трубы, мм	150-1420
Длина продавливания, м	90
Макс. усилие, тс	400
Ход штока, мм	1250
Тип двигателя	электро
Ном. расход, л/мин	5
Макс. давление, МПа	70
Вес, кг	2800
Габариты (ДхШхВ), мм	3500x1500x1500

В случае, если требуется обрезать трубу, то потребуется произвести разделку кромок. Для этой операции применяется электрический разъёмный труборез "Констар" Модель Р5972.

Технические характеристики электрического разъёмного трубореза "Констар" Модель Р5972 приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Технические характеристики электрического разъемного трубореза "Констар" Модель P5972 [34]

Характеристики	Значения
1	2
Диаметры обрабатываемых труб, мм	Ø1020...1220
Материал обрабатываемых труб	Стали углеродистые; стали коррозионностойкие
Привод электрический	Мощность 2...5 кВт; эл. питание: 220 В; 50 Гц; с планетарным редуктором
Привод пневматический	Мощность 1,0...3,0 кВт; рабочее давление воздуха - 4,5...6,5 кгс/см <sup>2</sup> ; расход воздуха 1,5...3 м <sup>3</sup> /мин.; с планетарным редуктором
Привод гидравлический (с гидростанцией)	Напряжение питания -380 В; потребляемая мощность -11 кВт; давление 0...130 бар; объемный расход 20...60 л/мин; объем масляного бака -130 л; тип масла – ISO32; масса - 450 кг
Частота вращения планшайбы, об/мин. (+/-10%)	3/6
Подача радиальная автоматическая, мм/об. планшайбы	0,075
Скорость резания, м/мин	для коррозионностойкой стали – 9...12 м/мин; для углеродистой стали - 18...25 м/мин

Продолжение таблицы 3.15

1	2
Потребляемый ток эл. привода, А	не более 12
Режущий инструмент	резцы из стали P18 ГОСТ 19265-73
Габаритные размеры вращателя (D вн × D нар.), мм	1282×1530
Габаритные размеры вращателя (высота), мм	80
Вес вращателя, кг	170
Климатическое исполнение	УХЛ-4
Эксплуатация допускается при	с пневмоприводом: от +1 до +35 °С; с электроприводом: от -30° до +35°С; не более 80 % при 25 °С
Категория размещения исполнения с гидроприводом	1
Эксплуатация допускается при	температуре от -35° до +40°С; влажности - не более 80 % при 20°С

### 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.



При выполнении кольцевого стыка труб применяются: внутренний центратор ЦВ-127.

### **3.5 Выбор методов контроля, регламент, оборудование**

#### **3.5.1 Визуальный и измерительный контроль**

ВИК сварных соединений трубопроводов должен выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ РЕН 13018-80 «Контроль визуальный», ГОСТ 8.05-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм».

Визуальный и измерительный контроль свариваемых изделий на стадии входного контроля выполняют с целью подтверждения их соответствия требованиям НД, ПТД.

Визуальный и измерительный контроль качества сборки, сварки и ремонта выполняют с целью подтверждения соответствия качества выполнения этих операций требованиям НД или ПТД.

Визуальный и измерительный контроль должен выполняться до проведения неразрушающего контроля сварного соединения физическими методами.

При доступности визуальный и измерительный контроль основного металла и сварных соединений следует выполнять не только с наружной, но и с внутренней стороны сборочного элемента.

Дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, должны быть исправлены до выполнения последующей технологической операции, предусмотренной технологической картой. Исправление дефектов в основном металле должно выполняться в соответствии с требованиями НД/ПТД.

Контролируемая зона сварного соединения, должна включать сварной шов, а также примыкающие к нему участки основного металла и составлять не менее 20 мм в обе стороны от шва, но не менее толщины стенки свариваемой детали [35].

Визуальный контроль основных материалов и сварных соединений проводится невооруженным глазом и с применением оптических приборов (луп, эндоскопов, зеркал, и др.), увеличение которых должно быть 4-7-кратное.

Для измерения формы и размеров сборочных элементов трубопровода и сварных соединений, а также поверхностных дефектов следует применять исправные, прошедшие метрологическую поверку, инструменты и приборы:

- лупы измерительные по ГОСТ 25706-83;
- угольники поверочные 90° лекальные по ГОСТ 3749-77;
- штангенциркули по ГОСТ 166-89 и штангенрейсмасы по ГОСТ 164-90;
- шаблоны, в том числе универсальные, типа УШС;
- толщиномеры ультразвуковые по ГОСТ 28702-90;
- шероховатости (сравнения) по ГОСТ 9378-93.

Измерительные приборы и инструменты должны периодически, а также после ремонта, проходить поверку в метрологических службах в сроки, установленные НД на соответствующие приборы и инструменты.

Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

Визуальный и измерительный контроль при монтаже трубопроводов, выполняют непосредственно по месту монтажа (ремонта). При этом должно быть обеспечено удобство подхода лиц, выполняющих контроль, к месту производства контрольных работ, созданы условия для безопасного производства работ.

Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для достоверного выявления дефектов и в соответствии с требованиями ГОСТ 23479-79 составлять не менее 500 Лк.

Подготовку объектов к визуальному и измерительному контролю производят подразделения предприятий (организаций), выполняющие монтаж или ремонт.

Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от продуктов коррозии, окалины, изоляции, грязи, краски, масла, шлака, брызг расплавленного металла, и других загрязнений, препятствующих проведению контроля. Зона зачистки должна составлять не менее 20 мм (но не менее толщины стенки) и включает [35]:

- при сварке стыковых соединений – кромки и поверхность свариваемых деталей;
- при сварке угловых соединений – поверхность вокруг отверстия под ввариваемую деталь и само отверстие на всю глубину, поверхность ввариваемой детали.

### **3.5.2 Радиографический контроль**

Сварные кольцевые стыки трубной плети контролируются методами просвечивания рентгеновскими лучами согласно СП 105-34-96 [13], в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82 и СТО Газпром 2 - 2.4 - 083- 2006.

Радиографическому контролю в соответствии с требованиями раздела 6 подвергают сварные соединения газопроводов, выполненные всеми видами автоматической, полуавтоматической и ручной электродуговой сваркой плавлением.

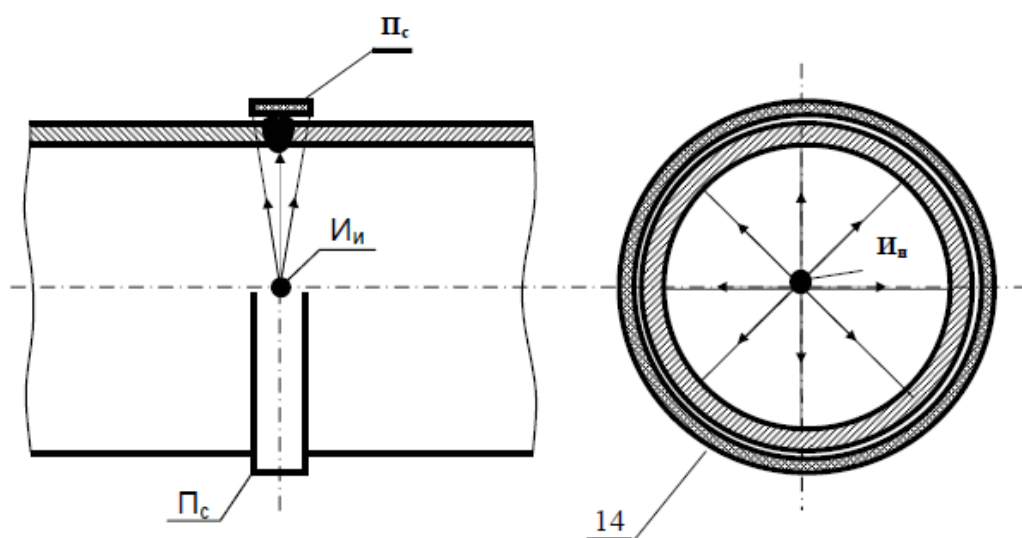
Радиографический контроль проводят в соответствии с технологической картой контроля, утвержденной руководством организации.

При радиографическом контроле следует использовать источники ионизирующих излучений, предусмотренные ГОСТ 20426-82. Энергия источников гамма-излучения, анодное напряжение на рентгеновской трубке

выбирают в зависимости от толщины металла просвечиваемых изделий и типа применяемой рентгенпленки таким образом, чтобы была обеспечена требуемая чувствительность контроля, производительность работ и радиационная безопасность всего обслуживающего персонала.

Схемы просвечивания сварных соединений.

Кольцевые сварные швы свариваемых изделий, в которые возможен свободный доступ внутрь контролируются за одну установку источника излучения по схеме, представленной на рисунке 3.8 [35].



Принятые обозначения: Ии – источник излучения изнутри; Пс – пленка снаружи

Рисунок 3.8 – Схема панорамного просвечивания кольцевого сварного шва за одну установку источника излучения

Линейную часть газопроводов целесообразнее контролировать по схеме (рисунок 7) с помощью внутритрубного устройства («кроулера»), технические характеристики которого выбирают исходя из следующих параметров: диаметра трубы; толщины стенки; чувствительности контроля; типа рентгенпленки; источника ионизирующего излучения; темпов сооружения линейной части и т.д.

Проведение радиографического контроля.

После устранения всякого рода дефектов сварного шва, выявленных визуальным контролем, производят разметку сварного соединения. Сварной шов размечают на отдельные участки, задают начало и направление нумерации для определенной последовательности каждого снимка, с целью привязки изображения сварного шва к его местоположению по периметру стыка.

Разметку сварного соединения выполняют несмывающейся быстросохнущей краской или маркером по металлу, обеспечивающими сохранение маркировки до сдачи трубопровода под изоляцию. Если при контроле используют мерительный пояс со свинцовыми цифрами, то достаточно одной метки начала укладки и направления укладки пленки (рулонной) или кассет с пленкой.

Для привязки снимков к сварному соединению системой свинцовых маркировочных знаков, установленных на стыке (на участке сварного стыка), обозначают [35]:

- направление укладки кассет;
- номер пленки;
- шифр (характеристика) объекта;
- номер стыка;
- шифр (клеймо сварщика или бригады);
- шифр (клеймо дефектоскописта);
- дату проведения контроля.

Допускается маркировка радиографических снимков после проявления простым карандашом или маркером по следующим позициям [35]:

- номер пленки;
- шифр (клеймо) сварщика (или бригады);
- шифр (клеймо) дефектоскописта.

На контролируемых участках также должны быть установлены эталоны чувствительности так, чтобы на каждом снимке было полное изображение эталона. При панорамном просвечивании кольцевых сварных соединений

допускается устанавливать эталоны чувствительности по одному на каждую четверть окружности сварного соединения [35].

Для проведения радиографического контроля применяется портативный импульсный рентгеновский аппарат «Моноскан 3».

Портативный рентгеновский аппарат Моноскан 3 – легкий и малогабаритный рентгеновский аппарат, что делает его очень мобильным. Свинцовая защита в корпусе рентгеновского аппарата сводит к минимуму утечки излучения в период работы аппарата. Кнопка временной задержки и пульт дистанционного управления позволяет оператору находиться на безопасном расстоянии от портативного рентгеновского аппарата, когда он находится в рабочем режиме. Портативный рентген аппарат предупреждает оператора о начале работы визуально и звуковым индикатором. Кроме того, портативный рентгеновский аппарат Моноскан-3 не содержит радиоактивных материалов [36].

Технические характеристики портативный рентгеновский аппарат Моноскан-3 представлены в таблице 3.16

Таблица 3.16 – Технические характеристики портативный рентгеновский аппарат Моноскан- 3 [36]

Параметр	Значение
1	2
Параметры рентгеновского излучения	
Амплитуда импульса высокого напряжения	270 кВ
Толщина стали, доступная для рентгенографирования с помощью высоконтрастных рентгеновских пленок	35 мм
Доза излучения за 1 импульс на расстоянии 0,5 м от рентгеновской трубки	2,3 мР – 3,6 мР
Диаметр фокусного пятна	3 мм
Напряжение питания от аккумулятора	18 В

Продолжение таблицы 3.16

1	2
Срок службы, импульсов	не менее 100 000
Диапазон рабочих температур	-23 ... +50 °С
Массогабаритные характеристики	
Масса	5,7 кг
Длина/с аккумулятором	360/415 мм
Ширина	110мм
Высота	180 мм
Дополнительные параметры	
Разогрев рентгеновского аппарата	не требуется
Пульт дистанционного управления	есть
Разъем для штатива	есть

Внешний вид системы портативного рентгеновского аппарата Моноскан- 3 показан на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Портативный рентгеновский аппарат Моноскан-3

### **3.5.3 Ультразвуковой контроль**

Ультразвуковой контроль проводят после проведения визуального и измерительного контроля.

Ультразвуковой контроль сварных соединений выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86, положениями настоящего раздела и разработанной технологической картой контроля.

Контроль проводят по технологическим картам контроля (технологическим процессам).

Карта контроля должна соответствовать требованиям настоящего регламента, иметь номер и детально отражать процедуру контроля конкретного сварного соединения.

Карта контроля должна содержать информацию о конструкции объекта контроля (включая допущенные отклонения в технологии сборки и сварки), схеме прозвучивания, ширине зоны зачистки, конкретных параметрах контроля, аппаратуре и преобразователях, способах настройки чувствительности и параметрах отражателей в СОП, правилах и нормах оценки результатов контроля.

Карты контроля разрабатывают специалисты не ниже 2-го уровня. Каждая карта контроля должна быть подписана ее разработчиком и руководителем службы контроля.

При отсутствии полных данных о конструкции сварного соединения в условиях эксплуатационного контроля, карту контроля составляют с учетом определения фактической геометрии сварного соединения.

Подготовка сварного соединения к контролю.

Обеспечивают доступ к сварному соединению для беспрепятственного сканирования околошовной зоны.



Околошовную зону стыкового сварного соединения по обе стороны от шва и по всей его длине очищают от пыли, грязи, окалины, застывших брызг металла, забоин и других неровностей.

Чистота обработки поверхности околошовной зоны газопровода должна быть не хуже  $R_z 40$ , волнистость не должна превышать величину 0,015 [35].

Для контроля применяется ультразвуковой дефектоскоп А1214 Эксперт.

### **3.6 Разработка технической 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 [37].

Разработка технологических процессов включает:

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

В результате должны быть достигнуты:

- 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 картами.

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

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- 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 [37].

Технологическая карта изготовления неповоротного кольцевого стыкового соединения труб приведена в приложении Б.

### **3.7 Техническое нормирование операций**

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [38]:

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

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

$L$  – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

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

где,  $T_o$  – основное время сварки;

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

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

Время сварки для 1 метра шва.

$$T_o = \frac{7 \times 7,85 \times 60}{200 \times 15} + \frac{8 \times 7,85 \times 60}{200 \times 15} + \frac{22,33 \times 7,85 \times 60}{220 \times 15} \times 9 = 31,04 \text{ мин.}$$

Определим время на сварку кольцевого неповоротного стыка труб.

Зачистка кромок  $t_1=5$  мин.; подготовка кромок  $t_2=15$  мин.; масса трубы (2 шт)  $m_1=7311$  кг; установка краном на площадку  $t_3=7,4 \cdot 2=14,8$  мин.; установка центриатора и фиксация стыка  $t_4= 8$  мин.; установка индукционного подогревателя, термопоясов и подогрев  $t_5= 21$  мин.; снятие индукционного подогревателя и термопоясов  $t_6= 2,1$  мин; демонтаж центриатора  $t_7= 3$  мин.

$$t_{в.ш} = 5 + 15 + 14,8 + 8 + 21 + 2,1 + 3 = 68,9 \text{ мин.};$$

$$T_{н.ш-к} = (31,04 + 0,75) \times \left( 1 + \frac{17}{100} \right) = 37,19 \text{ мин.};$$

Так как сварку выполняем двумя аппаратами одновременно, время на сварку уменьшаем в два раза.

$$T_{ш} = 37,19 \times 3,833 + 68,9 = 211,45 \text{ мин.}$$

### 3.8 Материальное нормирование

#### 3.8.1 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [22]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \times (1 + \psi_p) \times M_{НО}, \quad (3.5)$$

где  $K_{р.п.}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$ ; принимаем  $K_{р.п.} = 1,03$  [22];

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , [22];

$M_{н.о.}$  – масса наплавленного металла;

Для проволоки Ultra 70S-G: принимаем  $\psi_p = 0,1$

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 0,211 = 0,239 \text{ кг.}$$

Для проволоки NR-208 XP: принимаем  $\psi_p = 0,07$

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,07) \times 6,288 = 6,930 \text{ кг.}$$

#### 3.8.2 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [22]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.6)$$

где,  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 11 \times 8,29 = 91 \text{ л.}$$

#### 3.8.3 Расход электроэнергии

С учетом полевых условий работы, в данный расчет следует включить:

- расход дизельного топлива, потребляемого генератором:

$$C_{мон} = t_{дэ} \times M_{мон} \times Ц_{мон} \text{ руб}, \quad (3.7)$$

где  $t_{дг}$  – продолжительность работы дизельного генератора во время сварки одного стыка, при нагрузке 70%,  $t_{дг}=3,524$  ч;

$M_{топ}=34$  л/час – расход топлива за час работы при нагрузке 70%;

$\Pi_{топ}=20$  руб/л – цена дизельного топлива;

$$C_{топ}=3,524 \times 34 \times 20 = 5392 \text{ руб},$$

- расход масла:

$$C_{мас}=t_{дг} \times M_{мас} \times \Pi_{мас}, \text{ руб}, \quad (3.8)$$

где  $M_{мас}=0,07$  л – расход масла за час работы при нагрузке 70%;

$\Pi_{мас}=70$  руб/л – цена масла.

$$C_{мас}=3,524 \times 0,07 \times 70 = 17,3 \text{ руб},$$

Затраты на электроэнергию составят:

$$Z_{мэ} = 5392 + 17,3 = 5409,3 \text{ руб}.$$

## 4 Конструкторский раздел

### 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 [39].

При сборке-сварке труб использован центратор ЦВ147 [40]. Внешний вид центратора ЦВ127 представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 Центратор внутренний гидравлический ЦВ-127

## **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 [41]:

- 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 [41]:

- 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 балластирования (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 сборки и сварки трубопровода находятся трубоукладчик, дизельная электростанция, механизм подачи проволоки ПМ-4.33, сварочный аппарат ДС400.33УКП. Планировка участка представлена в приложении В.

## **5.2 Расчет основных элементов производства**

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [45].

### **5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования**

На участке сборки и сварки двухтрубки требуется два комплекта оборудования для выполнения механизированной сварки в смеси защитных газов.

### **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 трубоукладчика 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 технологического процесса изготовления неповоротных кольцевых стыковых соединений труб допускает различные варианты решения.

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

Показатель приведенных затрат является обобщенным показателем. В нем находят отражения большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса. Расчет приведенных затрат  $Z_{п}$ , руб/изд. производят по формуле [42]:

$$Z_{п} = C + E_{н} \times K, \quad (6.1)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

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

$K$  – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

В разработанном технологическом процессе изготовления неповоротных кольцевых стыковых соединений труб в качестве способа сварки предложена механизированная сварка, корневой шов выполняется сплошной проволокой *Ultra 70S-G* (1,2 мм) классификация *ER70S-G* по *AWS A5*, а заполняющие швы выполняются порошковой проволокой *NR-208XP* (2,0 мм) классификация *E81T8-G* по *AWS A5.29* ПС 49-А6У по ГОСТ 26271-84. Для механизированной сварки принято следующее оборудование: механизм подачи проволоки ПМ-4.33, сварочный тиристорный выпрямитель ДС400.33УКП.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса изготовления неповоротных кольцевых стыковых соединений труб. Расчеты будем проводить для трубы диаметром 1220 мм, толщиной стенки 22 мм. Длина сварного шва одного стыка 3,833 м. Расчетный производственный цикл сварки и контроля включает 1 этап (единица изделия): изготовление одного стыка труб.

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [42]:

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

где  $K_o$  – стоимость сварочного оборудования;

$K_n$  – стоимость приспособлений;

$K_{п.о.}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{зд}$  – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [44]:

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

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

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [28,43]

Наименование оборудования		Ц <sub>о</sub> , руб
ДС400.33УКП	2 шт.	269152,4
ПМ-4.33	2 шт.	219700

$$K_{CO} = 269152,4 \times 2 \times 0,674 = 40440 \text{ руб} \times \text{год}.$$

$$K_{CO} = 219700 \times 2 \times 0,674 = 296156 \text{ руб} \times \text{год}.$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К <sub>со</sub> , руб. · год
ДС400.33УКП	2 шт.	362817
ПМ-4.33	2 шт.	296156
Итого		658973

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [44]:

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

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

$\Pi_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$  – коэффициент загрузки  $j$ -го приспособления.

$$K_{\text{пр}} = 1930620 \times 1 \times 0,95 = 389872 \text{ руб.} \times 200.$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [40]

Наименование оборудования	Ц <sub>пр.</sub> руб	С <sub>п.</sub> шт	К <sub>пр.</sub> руб/ед.год
Центратор внутренний гидравлический ЦВ-127	1390620	1	1321089
ИТОГО			1321089

### 6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в трубоукладчик ТГ-30.50Е1/Е2 ВД [44] определяют по формуле:

$$K_{\text{п.о.}} = Ц_{\text{п.о.}} \times \mu_{\text{п.о.}}, \quad (6.5)$$

где  $Ц_{\text{п.о.}}$  – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$\mu_{\text{п.о.}}$  – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{\text{п.о.}} = 13952000 \times 1 = 13952000 \text{ руб.}$$

## 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 продукции по формуле:

$$C = N_2 \times (C_M + C_{с.м.} + C_{зп.сд.} + C_{э.с.} + C_{об}), \quad (6.6)$$

где  $C_M$  – затраты на основной материал, руб;

$C_{с.м.}$  – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{зп.сд.}$  – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{э.с.}$  – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [37]:

$$C_M = m_M \times k_{т.з.} \times C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (6.7)$$

где  $m_M$  – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$C_M$  – средняя оптовая цена стали 10Г2ФБЮ, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 10Г2ФБЮ  $C_M=60,7$  руб./кг [45], при  $m_M=14622$  кг;

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.}=1,04$  [37].

$$C_m = 1,04 \times (14622 \times 60,7) = 923057,62 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [42]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.8)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  
 $G_d = 0,239$  кг – для проволоки *Ultra 70S-G* для сварки корня;  $G_d = 7,125$  кг – для проволоки *NR-208 XP* для сварки заполняющих и облицовочного швов;

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки [42],  $k_{п.с.} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [42],  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,1$ ;

$C_{п.с.} = 134,4$  – стоимость сварочной проволоки *Ultra 70S-G*, руб/кг на 01.01.2021 [46];

$C_{п.с.} = 900$  – стоимость сварочной проволоки *NR-208 XP*, руб/кг на 01.01.2021 [47].

$$C_{н.с.предл.} = (0,239 \times 134,4 + 7,125 \times 900) \times 1,03 \times 1,1 = 7301,76 \text{ руб.}$$

Затраты на углекислый газ определяем по формуле [42]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \times C_{г.з.} \times T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (6.9)$$

где  $g_{з.г.}$  – расход углекислого газа,  $g_{з.г.} = 0,66 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$C_{г.з.}$  – стоимость углекислого газа,  $\text{м}^3$ ,  $C_{г.з.} = 52 \text{ руб./м}^3$  [48];

$T_0$  – основное время сварки в смеси газов, ч.,  $T_0 = 0,138$  ч.

$$C_{з.г.} = 0,66 \times 52 \times 0,138 = 4,74 \text{ руб/изд.}$$



### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [42]:

$$C_3 = t_k \times ЧТС \times K_{доп} \times K_{д.з.} \times K_c \quad (6.10)$$

где  $t_k$  – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб. [42];

$K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4 [42];

$K_{д.з.}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2 [42];

$K_c$  – 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 [42].

$$C_3 = 3,524 \times 74,85 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,3 = 748,94 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

С учетом полевых условий работы, в данный расчет следует включить:

- расход дизельного топлива, потребляемого генератором:

$$C_{топ} = t_{дг} \times M_{топ} \times Ц_{топ}, \text{ руб}, \quad (6.11)$$

где  $t_{дг}$  – продолжительность работы дизельного генератора во время сварки одного стыка, при нагрузке 70%,  $t_{дг}=3,524$  ч;

$M_{топ}=34$  л/час – расход топлива за час работы при нагрузке 70%;

$Ц_{топ}=20$  руб/л – цена дизельного топлива [49];

$$C_{топ} = 3,524 \times 34 \times 20 = 5392 \text{ руб},$$

- расход масла:

$$C_{мас} = t_{дг} \times M_{мас} \times Ц_{мас}, \text{ руб}, \quad (6.12)$$

где  $M_{\text{мас}}=0,07$  л – расход масла за час работы при нагрузке 70%;

$C_{\text{мас}}=70$  руб/л – цена масла [50].

$$C_{\text{мас}}=3,524 \times 0,07 \times 70 = 17,3 \text{ руб},$$

Затраты на электроэнергию составят:

$$Z_{\text{тэ}} = 5392 + 17,3 = 5409,3 \text{ руб}.$$

### 6.2.2.5 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

#### 1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [42]:

$$C_{\text{об}} = \frac{K_O \times \mu_o}{T_O \times N_z} + \frac{K_{\text{п}} \times \mu_n}{T_{\text{п}} \times N_z} + \frac{K_{\text{п.о}} \times \mu_{\text{п.о}}}{T_{\text{п.о}} \times N_z}, \quad (6.13)$$

где  $K_O$  – стоимость основного сварочного оборудования;

$T_O$  – срок службы основного сварочного оборудования,  $T_O = 5$  лет;

$K_{\text{п}}$  – стоимость приспособлений;

$T_{\text{п}}$  – срок службы приспособлений,  $T_{\text{п}} = 5$  лет;

$K_{\text{п.о}}$  – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{\text{п.о}}$  – срок службы подъемно-транспортного оборудования,  $T_{\text{п.о}}=20$  лет [51].

$N_{\Gamma}$  – годовая программа выпуска,  $N_{\Gamma} = 1$  шт.

$$C_{об} = \frac{(269152,4 + 219700) \times 2}{5 \times 1} + \frac{1390620 \times 1}{5 \times 1} + \frac{13952000 \times 1}{20 \times 1} = 1171264,96 \text{ руб.}$$

## 2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [41]:

$$C_{рво} = \frac{(K_O \times \mu_o + K_{II} \times \mu_n + K_{II.O} \times \mu_{n.o}) \times k_{рво}}{N_z}, \quad (6.14)$$

где  $k_{рво}$  – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{рво} = \frac{[(269152,4 + 219700) \times 2 + 1390620 \times 1 + 13952000 \times 1] \times 0,03}{1} = 489609,74 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	923057,62
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	7301,76
2.3	Затраты на защитный газ	4,74
2.4	Стоимость флюса	
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	748,94

4	Затраты на электроэнергию	4043,91
---	---------------------------	---------

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	
5.1	Амортизационные отчисления	1171264,96
5.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	489609,74
ИТОГО технологическая себестоимость:		2596031,67

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=1 \times (923057,62+7301,76+4,74+748,94+4043,91+1171264,96+489609,74)= \\ = 2596031,67 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 658973+1321089+ 13952000= 15932062 \text{ руб/изд.} \times \text{год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_n^2 = 2596031,67+0,15 \times 15932062 = 4985840,97 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	1
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	3,52
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных рабочих, чел	2
5	Норма расхода материала, кг	20274
6	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	4985840,97
7	Себестоимость одного изделия, руб	2596031,67

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

- капитальные вложения 15932062 руб;
- себестоимость продукции 2596031,67 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 4985840,97 руб/изд.×год.

## **7 Социальная ответственность**

### **7.1 Описание рабочего места**

В данной выпускной квалификационной работе производится сварка и контроль качества неповоротных кольцевых стыковых соединений труб. По предлагаемому технологическому процессу производится механизированная сварка сплошной и порошковой проволокой. В качестве сварочного оборудования используется механизм подачи проволоки ПМ-4.33, сварочный аппарат ДС400.33УКП. В качестве контролирующих методов используются: визуально-измерительный; метод неразрушающего радиографического контроля с помощью рентгеновский аппарат Моноскан-3.

### **7.2. 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.

### **7.3 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 и последующем рентгенографическом контроле могут быть выявлены следующие опасные и вредные факторы [52]:

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

При изготовлении трубопроводов с применением дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м<sup>3</sup>) с содержанием марганца до 13,7%, а также CO<sub>2</sub> до 0,5-0,6%, CO – до 160 мг/м<sup>3</sup>, окислов азота до 8 мг/м<sup>3</sup>, озона – до 0,35 мг/м<sup>3</sup>. 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 радиолиза воздуха вне помещения опасности, не представляют, так как рассеиваются в большом объеме окружающего воздуха.

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- механизм подачи проволоки ПМ-4.33;
- сварочный аппарат ДС400.33УКП;
- 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 [53].

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.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники.

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [54].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

4. 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. 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.

### 5. 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.

Вибрацию создают углошлифовальные машинки.

### **7.3.1 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.

При сварке неповоротного кольцевого сварного стыка применимо только световое время суток. В разные времена года оно различно. Так в летний период времени рабочий день составляет 12 часов, а в зимний – не более 8 часов, поэтому практический расчет освещения производится не будет.

## **7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды**

Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение от нагретого металла, сварочной ванны и сварочной дуги, так называемое лучистое тепло, может быть опасным для работающего. Нагретые твердые тела становятся источниками теплоты и путем конвекции нагревают воздух вокруг себя. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения, в организме человека происходят биохимические сдвиги и нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем.

Рентгеновский аппарат Моноскан-3 может представлять опасность как источники рентгеновского излучения. При проведении рентгенографического контроля персонал может подвергаться воздействию прямого и рассеянного излучения.

### **2. Защита от сварочных и рентгеновских 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, исключаящие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень

средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.1.

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 [55].

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

Другим опасным фактором является ионизирующее излучение. При эксплуатации рентгеновских аппаратов следует руководствоваться «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99), «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-99), «Санитарными правилами и нормативами» (СанПиН 2.6.1.1015-01), а также инструкциями по эксплуатации аппаратов.

В соответствии с НРБ-99 установлены следующие категории облучаемых лиц:

- персонал, то есть работающие с источниками радиоактивного

облучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);

- население.

Для этих категорий установлены следующие дозовые пределы, превышение которых рассматривается как повышенное или аварийное облучение (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Пределы облучения

Категория	Дозовый предел эффективной дозы, м <sup>3</sup> в/год	Проектная мощность дозы, мР/смену
Группа А	20, но не более 50	8
Группа Б	5, но не более 12,5	2
население	1, но не более 5	0,03 мР/ч

Снижение уровня дозовой нагрузки до указанных предельных значений осуществляют следующим образом:

- применение барьерной защиты из поглощающих материалов;
- защита расстоянием, т.е. удалением от аппарата на безопасное расстояние;
- защита временем, т.е. ограничением времени работы аппарата.

Практически возможна комбинированная защита всеми тремя способами или их попарными сочетаниями. Применяемые методы защиты определяются условиями, в которых проводится рентгенографический контроль.

При просвечивании в полевых условиях защита осуществляется расстоянием, а при необходимости и ограничением времени наработки в смену. При этом персонал должен находиться в наиболее безопасной зоне вне прямого пучка. Для импульсных рентгеновских аппаратов такой зоной является конус с

углом при вершине  $150^{\circ}$ , ось которого совпадает с продольной осью аппарата, направление противоположно пучку излучения, а вершина находится в фокусе рентгеновской трубки. Безопасное расстояние в этой зоне составляет 20 м для персонала группы А и 100 м для персонала группы Б. Мощность экспозиционной дозы при этом для первых не превышает 1,5 мкР/с, а для вторых – 0,15 мкР/с. В этом случае время работы ограничено только тепловыми режимами аппарата и составляет 50% общего рабочего времени. Если необходимое для контроля время еще меньше, то и безопасная зона может быть уменьшена. При необходимости нахождения оператора на меньшем расстоянии, чем указано выше и 50% сменной наработке, следует использовать дополнительные ширмы и экраны. Граница радиационно-опасной зоны должна обозначаться знаками радиационной безопасности и предупреждающими плакатами с расстоянием видимости не менее 3 м.

Рабочий пучок излучения следует ограничивать тубусами, коллиматорами и т.д. За изделием рекомендуется ставить свинцовый экран.

Во время работы аппаратуры оператор не должен оставлять без присмотра пульт управления.

До начала работ должны быть разработаны, согласованы и утверждены инструкции по радиационной безопасности, определены перечни лиц, которые будут работать в сфере действия рентгеновского излучения, обеспечены их обучение и инструктаж, назначены приказами лица, отвечающие за радиационную безопасность, контроль, учет и хранение аппаратов. Должна проводиться периодическая проверка знаний по технике безопасности, а также контроль за соблюдением правил и норм радиационной безопасности и за дозами облучения персонала.

### 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.

#### 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 напряжение 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 [56]:

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

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

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

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

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

Определяем потребное 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;

$\eta_3$  – 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  $\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом см;

$l_{II}$  – длина полосы, см;

$b$  – ширина полосы, см;

$h$  – глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [56]:

$$l_n = 1,05 \times a \times (n-1), \quad (7.4)$$

где  $a$  – расстояние между заземлениями, см;

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

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

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

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

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

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

$n$  – число труб заземлений, шт;

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

$h_{II}$  – коэффициент использования соединительной полосы,  $h_{II} = 0,7$ .

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

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.

#### **7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов**

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м<sup>2</sup>;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

## **7.5 Охрана окружающей среды**

В процессе сварки выделяются вредные и токсичные вещества, а также их оксиды их соединения. Так как сварка магистральных трубопроводов производится в полевых условиях, то о целесообразности охраны окружающей среды вопрос не стоит. Но при применении кабины в механизированной сварке есть возможность установки фильтра очистки во избежание вредных выбросов в атмосферу.

При сварке вблизи леса необходимо наличие рядом со сварщиком не менее 2 огнетушителей и ящика с песком чтобы не допустить возгорание лесного массива.

## **7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях**

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

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

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

ЧС военного времени. Особенности опасностей (чрезвычайных ситуаций) военного времени:

- они планируются, подготавливаются и реализуются человеком, его разумом и поэтому имеют более сложный и изощрённый характер, чем природные и техногенные опасности;
- в реализации опасностей военного времени меньше стихийного и случайного; оружие применяется, как правило, в самый неподходящий момент для жертвы агрессии и в самом уязвимом для неё месте;
- развитие средств поражения всегда опережает развитие адекватных средств защиты;
- для создания средств поражения всегда используются последние научные достижения, привлекаются лучшие научные силы, лучшая научно-производственная база; всё это ведёт к тому, что от некоторых средств нападения практически невозможно найти средств и методов защиты (например, ракетно-ядерное оружие);
- современные и будущие войны всё чаще носят террористический, антинациональный характер; мирное население воюющих стран превращается в один из объектов вооружённого воздействия с целью подрыва воли и способности противника оказывать сопротивление.

Основные принципы защиты населения при ЧС мирного и военного времени:

- обучение всех групп населения правилам поведения и основным способам защиты от ЧС, приёмам оказания первой медицинской помощи пострадавшим, правилам пользования средствами коллективной и индивидуальной защиты;
- обучение руководителей всех уровней управления действиям по защите населения от ЧС;
- выработка у руководителей и специалистов в области защиты от ЧС навыков по подготовке и управлению силами и средствами, входящими в единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС;
- практическое усвоение работниками в составе сил РСЧС своих обязанностей при действиях в ЧС.

Защита населения в ЧС представляет собой комплекс мероприятий, проводимых с целью не допустить поражения людей или максимально снизить степень воздействия поражающих факторов.

Обязательным является комплексность проведения защитных мероприятий, использования одновременно различных способов защиты. Это связано со значительным разнообразием опасных и вредных факторов и повышает эффективность имеющихся в настоящее время способов защиты.

К основным способам защиты населения в ЧС относятся:

- укрытие населения в защитных сооружениях (средства коллективной защиты);
- использование средств индивидуальной защиты и медицинской защиты;
- рассредоточение и эвакуация населения из опасных зон.

Рабочие места обеспечиваются следующими средствами тушения пожара:

- огнетушитель химический пенный ручной ОП-10, предназначенный для тушения пожара твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 для тушения небольших поверхностей горючих жидкостей, электрооборудования и установок, находящихся под напряжением.

## **7.7 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.



## **Заключение**

В представляемой выпускной квалификационной работе разработана технология сборки-сварки изготовления неповоротных кольцевых стыковых соединений труб диаметром 1220 мм.

В ВКР представлен рациональный выбор способа сварки, произведен выбор режимов сварки. В работе предложено использовать для сварки корневого шва сплошную проволоку с использованием защитного газа, а для выполнение заполняющих и облицовочного швов применять сварку порошковой самозащитной проволокой. Представлены методы контроля качества кольцевых сварных соединений тремя методами.

Разработаны мероприятия по технике безопасности и охрана труда при выполнении сборочно-сварочных и слесарных операций.

Приведен технико-экономический анализ разработанного технологического процесса изготовления неповоротных кольцевых стыковых соединений труб.

В качестве оборудования используется механизм подачи проволоки ПМ-4.33 с аппаратом ДС400.33УКП.

Количество приведенных затрат составило 4985840,97 руб/изд.

## Библиография

1. Hagan D., Riley N. (1979) MIAB welding. Part 2. Fabrication the Fiesta rear axle. Metal Construction, 12, 625, 627-629.
2. Ganovski F.J. (1974) The magnetarc welding process. Weld. Met. Fab., June.
3. Kenji Takagi, Hirokazu Otsuka, Fumiho Abakida et al. (1987) Establishment of optimum welding conditions of magnetically impelled arc butt welding and application to field operation. International Institute of Welding, III-8801.
4. Edson D. A. (1982) Magnetically Impelled Arc Butt Welding of Thick Wall Tubes. Ibid, III-726-82, July.
5. Кучук-Яценко С. И., Качинский В. С., Игнатенко В. Ю., Коваль М. П. (2010) Прессовая сварка магнитоуправляемой дугой деталей автомобильного сортамента. Автоматическая сварка, 6, 33-37.
6. Takagi K., Aracida F. (1982) Magnetically Impelled Arc Butt Welding of Gas Pipeline. Metal Construction, 10, 542-548.
7. Качинский В.С., Кучук-Яценко С.И. / Формирование соединений при сварке толстостенных труб из высокопрочных сталей дугой, управляемой магнитным полем // Автоматическая сварка - №8 – 2017 – С. 47-53.
8. Аппарат ДС400.33УКП [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://xn--e1aqadalkdy.xn--plai/ru/product/ds40033ukp/>
9. Сварка самозащитной порошковой проволокой [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Особенности сварки самозащитной порошковой проволокой \(mmasvarka.ru\)](http://mmasvarka.ru)
10. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Овчинников В.В. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 224 с

11. СТО Газпром 2-2.1-249-2008 Магистральные газопроводы
12. Опорно-центрирующее изделие для предохранения изоляционного покрытия трубопровода в защитном кожухе (варианты) [Электронный ресурс] – режимы доступа к ст.: [Опорно-центрирующее изделие для предохранения изоляционного покрытия трубопровода в защитном кожухе \(варианты\) \(edrid.ru\)](http://edrid.ru)
13. СТО Газпром 2–2.2–136–2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть I».
14. Правила Госгортехнадзора России ПБ 03–273–99 «Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 30.10.02 г. № 63)».
15. Руководящий документ Госгортехнадзора России РД 03–615–03 «Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов (утвержден постановлением Госгортехнадзора России от 19.06.03 г. № 103)».
16. Технические требования к сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири», в том числе при пересечении зон активных тектонических разломов.
17. Правила Госгортехнадзора России ПБ 03–372–00 «Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.00 г. № 29)».
18. Правила Госгортехнадзора России ПБ 03–440–02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 г. № 3)».
19. СТО Газпром 2 - 2.4 - 083- 2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов».

20. СП 109-34-97 «Сооружение переходов под автомобильными и железными дорогами».

21. ТУ 1381-012-05757848-2005 Трубы стальные электросварные прямошовные наружным диаметром 508-1420 мм для магистральных трубопроводов на рабочее давление до 9,8 МПа.

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

23. 10Г2ФБЮ – Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://mashinform.ru/marochnik/stal-konstrukcionnaia/10g2fbyu-obj250.html>

24. Перечень сварочных материалов, рекомендованных к применению в составе технологий сварки при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов ПАО «Газпром» (сформирован ООО «Газпром ВНИИГАЗ» по состоянию 10.06.2020 г.) (для групп опасных технических устройств – НГДО, ГО)

25. Ultra 70S-G [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Ultra70S-G | ООО "СварМонтажСтрой" \(svarms.ru\)](#)

26. Самозащитная порошковая проволока МГМ NR-208 XP [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Самозащитная порошковая проволока МГМ NR-208 XP | Унипрофит-Союз - сварочные материалы и оборудование \(uniprofit.ru\)](#)

27. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов.

28. Подающий механизм ПМ-4.33 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Купить подающий механизм ПМ-4.33 на Сварщик бай \(svarshik.by\)](#)

29. Перечень сварочного оборудования и оборудования для термической резки, рекомендованного к применению в составе технологий сварки при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов ПАО «Газпром».

31. Установка индукционного нагрева УИИТ-100-2,4\* [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Установка индукционного нагрева УИТ-100-2,4 для термообработки труб диаметром до 1420 мм и сварных швов купить \(remontenergo.ru\)](#)

32. Термоизолирующий пояс ТИП-1220 (защита сварочного шва) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Термоизолирующий пояс ТИП-1220 \(защита сварочного шва\) купить в интернет-магазине «СВАРБИ» \(svarbi.ru\)](#)

33. Установка для продавливания труб УБПТ-400 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [УБПТ-400 Горизонт - установка для продавливания труб, купить в Москве \(e-eng.ru\)](#)

34. Разъемный труборез P5972 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Разъемный труборез P5972 \(rubicon.org.ru\)](#)

35. СТО Газпром 2 - 2.4 - 083- 2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов».

36. Портативный импульсный рентгеновский аппарат Моноскан 3 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Портативный рентгеновский аппарат Моноскан 3 рентген Арион 600 \(monoscan.ru\)](#)

37. 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.

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

39. Ковалев Г.Д., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г.

40. Центратор внутренний гидравлический ЦВ-127 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Центратор внутренний гидравлический ЦВ-127 по цене от 1390620 руб купить ТехноМашХолдинг \(tmh.su\)](#)

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

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

43. Сварочный полуавтомат Технотрон ДС400.33УКП [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочный полуавтомат Технотрон ДС400.33УКП Украина. Купить Технотрон ДС400.33УКП – цена в Украине, гарантия, отзывы, доставка от svarbaza.com.ua \(tig-svarka.com.ua\)](#)

44. ТРУБОУКЛАДЧИК ТГ-30.50Е1/Е2 BDF [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Трубоукладчик ТГ-30.50Е1/Е2 BDF \(utcentr.ru\)](#)

45. Труба стальная 1220 мм 10Г2ФБЮ в РОССИИ [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Труба стальная 1220 мм 10Г2ФБЮ купить в РОССИИ по выгодной цене \(pulscen.ru\)](#)

46. Проволока сварочная Ultra 70S-G 1.2ММ 18КГ AWS А5.18 ООО "СварМонтажСтрой" [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Проволока сварочная Ultra 70S-G 1.2ММ 18КГ AWS А5.18 ООО СварМонтажСтрой, 24.34.13.120 - Проволока \(etpgpb.ru\)](#)

47. Порошковая проволока PIPELINER NR 208 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Порошковая проволока PIPELINER NR 208 купить за 900 руб./кг в Нижнем Новгороде от компании ООО "Конвект-НН" \(pulscen.ru\)](#)

48. Углекислота в Кемерово [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Углекислота купить в Кемерово по выгодной цене \(pulscen.ru\)](#)

49. Цены на бензин, ДТ, газ в Кемеровской области [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Цены на бензин, ДТ, газ в Кемеровской области \(benzin-price.ru\)](#)

50. Автомобильные масла оптом по лучшим ценам, сравните прямо сейчас [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Oil-Clubs — Автомобильные масла оптом по лучшим ценам!](#)

51. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.

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

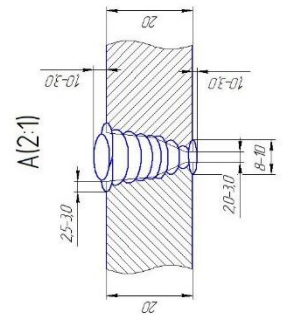
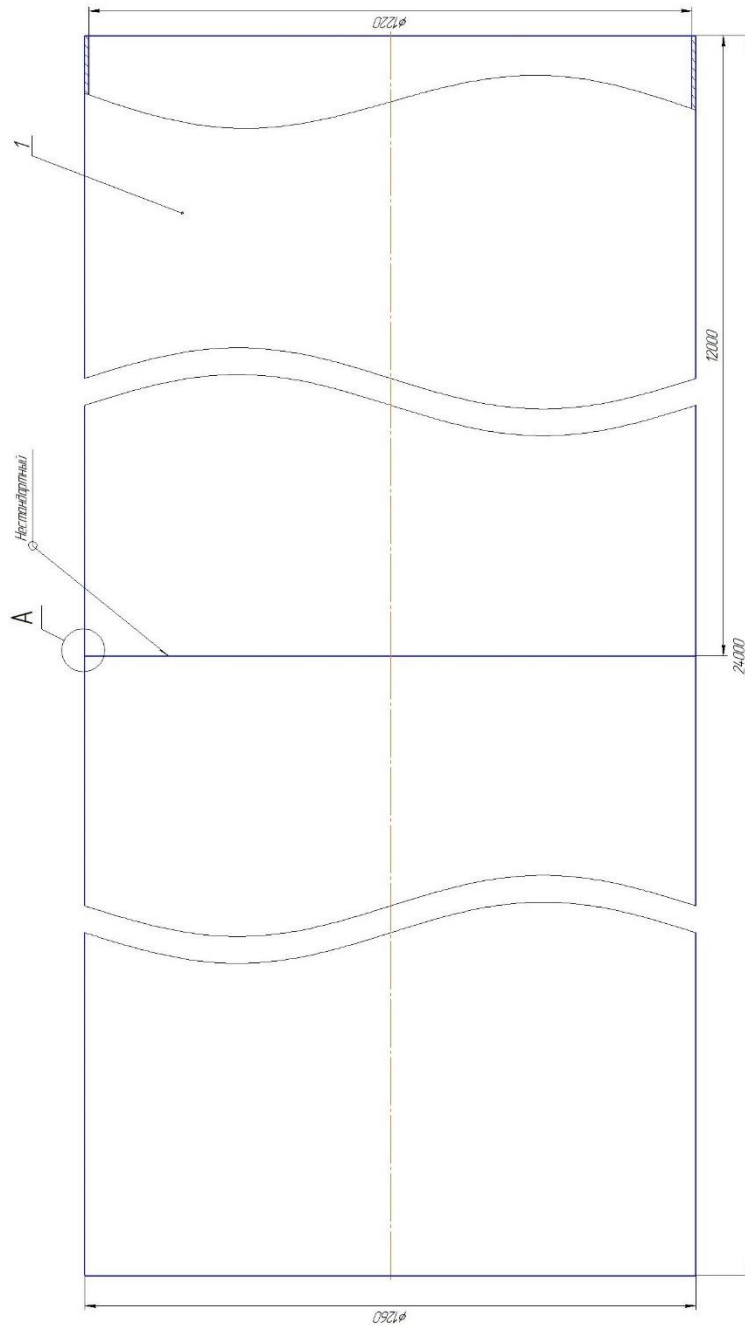
53. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.

54. 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.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(Обязательное)  
Сварной стык



1 - Размеры для справок



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(Обязательное)**

Операционно - технологическая карта

**Операционная технологическая карта сборки и сварки порошковой проволокой неповоротных кольцевых стыковых соединений труб Ø1220x20 мм класса прочности К60**

Организация		Наименование газопровода				Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений	Шифр карты
						МП+МПС	Труба+труба	
Характеристика труб и элементов		Способ сварки		Конструктивные элементы сварных соединений		Шифр карты		
Номер ТУ, ГОСТа, марки стали	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Класс прочности	Нормативное значение временного сопротивления разрыву, МПа	Нормативный эквивалент углерода, (Сэкв) %	Предварительный подогрев	Параметры разделки кромок и сварного шва	Сварочные материалы
Труба 10Г2ФБЮ ТУ 1381-012- 05757848-2005	1220	20,0	К60	590	0,34	<p>Произвести равномерный предварительный подогрев до температуры +100-300°С независимо от температуры окружающего воздуха.</p> <p>Ширина зоны равномерного нагрева не менее 150 мм (не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок)</p>		<p>1). Сварочная проволока Ultra 70S-G по ER70S-G классификация AWS A5 диаметр 1,2 мм (корневой слой шва).</p> <p>2). Защитный газ CO<sub>2</sub> 100% - сварка корневого слоя шва</p> <p>3). Сварочная проволока NR-208XP классификация E81T8-G по AWS A5.29 ПС 49-А6У по ГОСТ 26271 диаметр 2 мм (заполняющие, корректирующий и облицовочный слои шва).</p>

Режимы механизированной сварки корневого слоя шва		Дополнительные требования и рекомендации						
Направление сварки	Скорость подачи проволоки*, м/мин: - в положении от 0° до 10° ч; - в положении от 10° до 60° ч	Род тока, полярность	Пиковый ток, А	Вылет электрода, мм	Горячий старт, УСИ	Спад, УСИ	Расход газа, л/мин	
	На спуск	2,4 - 2,7* 3,0 - 3,0*	обратная	250-270	45-60*	5-10**	35-40	3
<p>* При повышенных зазорах рекомендуется установить значение базового тока от 3,5 до 4,0 А, а скорость подачи проволоки в положении от 0° до 10° понизить от 2,7 до 2,4 м/мин и в положении от 10° до 60° ч до величины 3 м/мин.</p> <p>** Допускается вылет сварочной проволоки до 15 мм.</p> <p>Угол наклона электрода (назад): в положении от 0° до 10° ч - от 20° до 30° (сварка углом назад); в положении от 10° до 40° ч - угол может увеличиваться до 45° (сварка углом назад); в положении от 40° до 50° ч - угол наклона горелки постепенно уменьшается и доводится до положения, близкого к перпендикулярному; в положении от 50° до 60° ч - угол наклона горелки может варьироваться от 0° (перпендикулярно к поверхности трубы) до величины от 10° до 15° (сварка углом назад либо углом вперед).</p>								
Режимы сварки заполняющих и облицовочного слоев шва								
Сварочные слои	Направление сварки	Диаметр, мм	Полярность	Сварочный ток, А	Скорость подачи проволоки, см/мин (дюйм/мин)	Напряжение, В		
Заполняющие	На спуск	2,0	прямая	-	200(90) 250(100) 280(110)	18,5-19,5 19,5-20,5 20,5-21,2		
	Корректирующий	На спуск	2,0	прямая	-	200(80) 230(90)	17,5-18,5 18,5-19,5	
Облицовочный	На спуск	2,0	прямая	-	200(80) 230(90)	17,5-18,5 18,5-19,5		
<p>При сварке порошковой проволокой следует строго соблюдать соотношение между скоростью подачи проволоки и напряжением.</p>								
<p>1. Сварка каждого слоя шва выполняется одновременно не менее чем 2 сварщиками.</p> <p>2. Сборку кольцевого сварного соединения труб следует производить с использованием внутреннего пентрагатора без прихваток. В случае невозможности осуществления сварки без прихваток их количество должно быть не менее 4, а длина каждой 100-200 мм каждая. Режки сварки - как для корневого слоя шва. Прихватки должны располагаться на расстоянии не менее 100 мм от заводских швов труб. Во время сварки корневого слоя шва прихватки должны быть полностью удалены механическим способом с помощью шлифштанки.</p> <p>3. Не допускается перемещать или подвешивать любым внешним воздействием трубы до полного завершения сварки соединения.</p> <p>4. Разрешается оставлять незаконченными сварные соединения в случае, если высота сварного шва составляет не менее 2/3 толщины стенки трубы.</p> <p>5. Температура на кромок труб перед сваркой корневого слоя шва должна быть не ниже установленной для каждой толщины стенки номинального значения.</p> <p>6. Межслойная температура должна составлять не менее 50°C и не более 250 °С. Допускается при снижении температуры предварительного подогрева свариваемых кромок низка регламентированного значения +100 °С и не более, чем на 30 °С выполнять подогрев газопламенными устройствами (ручными, кольцевыми, одно- и многооперцовыми горелками).</p> <p>7. Возбуждение дуги при сварке следует выполнять только на поверхности разделки свариваемых кромок или на поверхности ранее выполненном сварном слое шва. Запрещается зажигать дугу на поверхности металла труб. Присоединение обратного кабеля должно обеспечивать токоподвод преимущественно в разделку кромок элементов. Не допускается приваривать к телу трубы какие-либо крепежные элементы обратного кабеля.</p> <p>8. При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции.</p> <p>9. На изоляционном покрытии (на расстоянии от 100 до 150 мм от края изоляции) маркером или несмываемой краской должно быть нанесено клеймо/шифр бригады сварщиков, выполнявших сварку соединения трубы.</p> <p>10. Не допускается приваривать обратный кабель к телу трубы.</p> <p>11. Порошковая проволока (при отсутствии прямого попадания влаги) не требует прокалки перед использованием.</p>								

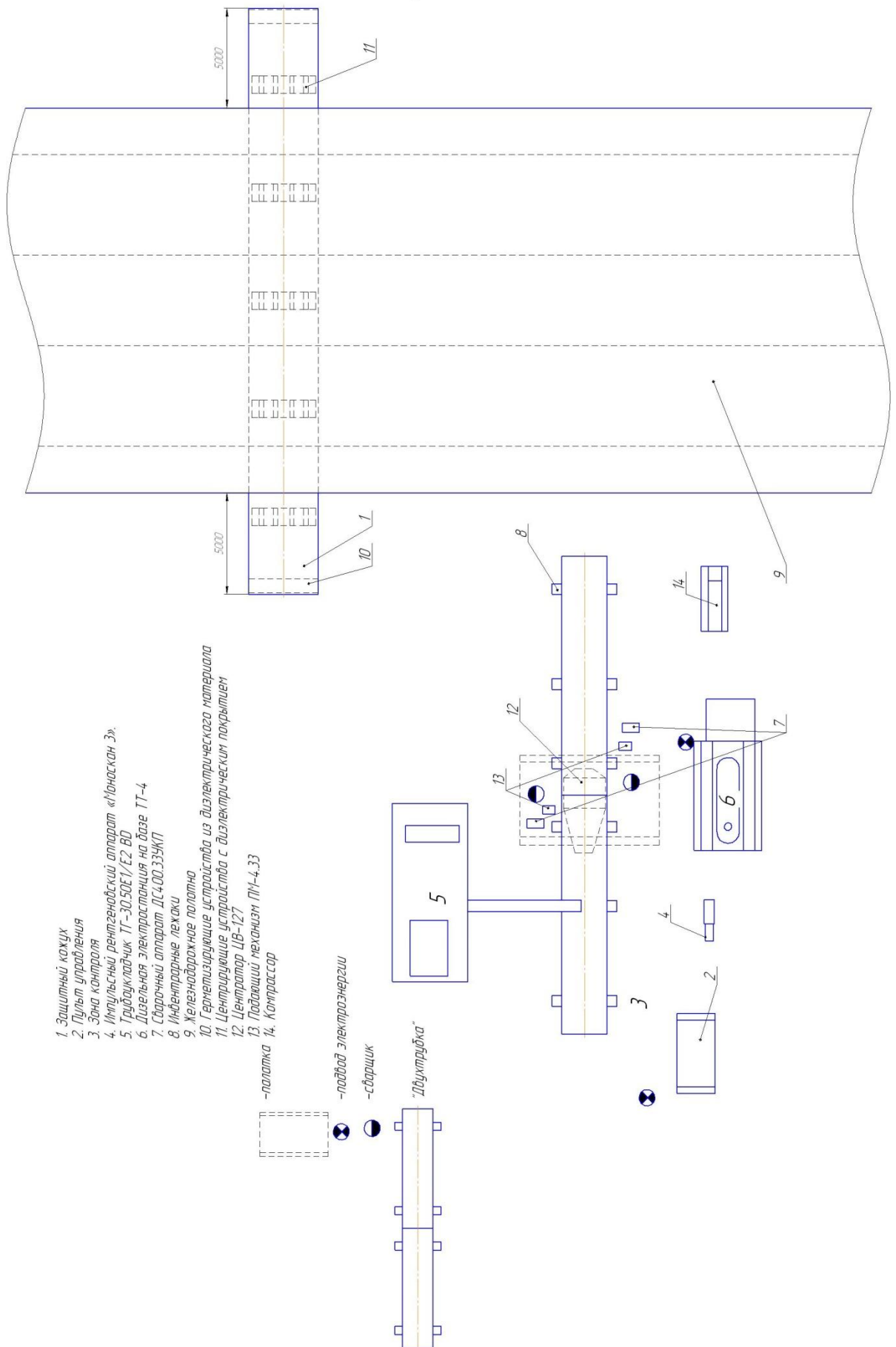
<b>ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИИ СБОРКИ И СВАРКИ</b>		<b>Оборудование и инструмент</b>
<b>№ п/п</b>	<b>Операция</b>	<b>Содержание операций</b>
<b>1</b>	<b>Очистка труб</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Внутреннюю и наружную неизолированную поверхность труб очистить от земли, снега, наледи и других загрязнений. При очистке внутренней полости труб не должна быть нарушена целостность внутреннего гладкостенного покрытия.</li> <li>• Усиление заводских швов снаружи трубы должно быть удалено шлифованием до остаточной величины от 0,5 до 1,0 мм на расстоянии от 10 до 15 мм от торца трубы.</li> <li>• Усиление внутреннего заводского шва труб на длине не менее 150 мм от торцов должно быть снято до величины от 0 до 0,5 мм, допускается снятие усиления наружного шва на длине не менее 150 мм от торцов труб до величины от 0 до 0,5 мм.</li> <li>• Устранить шлифованием на наружной поверхности неизолированных торцов труб царапины, риски, задиры глубиной до 1,0 мм.</li> <li>• Концы труб с царапинами, рисками, задирами глубиной более 1,0 мм, а также забойными и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 42,7 мм следует обрезать, а образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделки кромок.</li> <li>• Резку труб производить с применением разъемной трубореза "Констар".</li> <li>• Забойны и задиры глубиной до 5 мм на краях труб ремонтировать электродами с основным видом покрытия типа Э60 (E8018-G) Ø 2,5 мм с обязательным предварительным подогревом дефектного участка до температуры +100<sup>+30</sup> °С.</li> <li>• Плавные вмятины на торце трубы глубиной до 42,7 мм выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом изнутри трубы до 150-200°С независимо от температуры окружающего воздуха.</li> <li>• После правки плавных вмятин, с целью выявления возможных расслоений, необходимо выполнить ультразвуковой контроль поверхности трубы в границах, превышающих размеры вмятин на величину не менее 40 мм.</li> <li>• С целью выявления возможных расслоений провести УК контроль всего периметра кромок на ширине не менее 40 мм от резаного торца. При наличии расслоений торец трубы должен быть отрезан на расстояние не менее 300 мм и проведен повторный ультразвуковой контроль в аналогичном порядке.</li> <li>• Зачистить до чистого металла прилегающие к кромкам, внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов на ширину не менее 15 мм.</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Подготовка кромок</b>	<p>Шаблон сварщика УШС-4, Электрический разъемный труборез "Констар" Модель P5972, линейка 300, штангенциркуль ШЦ-2, шлифмашинка BOCH GRB 14 PROFESSIONAL 06018A9000 - 2 шт с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток, станок подготовки кромок, контактный термометр или пирометр, ультразвуковой дефектоскоп</p>

3	Сборка соединения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Осуществить сборку стыкового соединения на внутреннем центраторе с зазором <b>2,0-3,0 мм</b>.</li> <li>• Заводские швы смещать относительно друг друга на расстояние не менее <b>100 мм</b>. Заводские швы рекомендуются располагать в верхней половине периметра.</li> <li>• Наружное смещение кромок соединяемой трубы не должно превышать <b>2,0 мм</b>, допускаются локальные смещения кромок до <b>3,0 мм</b> при общей протяженности участков с указанным смещением не более <b>1/6</b> периметра свариваемого соединения.</li> <li>• Не допускается для установления необходимых параметров сборки зазора, смещения кромок применять ударный инструмент.</li> </ul>	<p>Внутренний центратор ЦВ127, универсальный шаблон сварщика УПС-4, линейка 300</p>
4	Подогрев соединения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Установить на свариваемое соединение индукционный подогреватель и осуществить предварительный подогрев кромок стыкуемых труб до температуры не менее <b>+100 ±30 °С</b> не зависимо от температуры окружающего воздуха. В случаях прекращения энергообеспечения или при выходе из строя установки индукционного нагрева, допускается выполнять нагрев газолампными нагревательными устройствами (кольцевыми газовыми подогревателями) до возобновления энергообеспечения или замены вышедшего из строя оборудования, но не более, чем до конца рабочей смены или полного завершения сварного шва. Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. При применении газолампных нагревательных устройств (горелок) следует применять термозащитные пояса или боковые ограничители пламени. Максимальная температура нагрева элементов в месте начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать <b>120±10°С</b>.</li> <li>• Контроль температуры выполнить непосредственно перед выполнением корневого слоя шва на наружной поверхности в местах, равномерно расположенных в каждой четверти по периметру сварного соединения на расстоянии от <b>10-15 мм</b> и от <b>60-75 мм</b> в обе стороны от свариваемых кромок соединения.</li> <li>• Снять подогревающий пояс.</li> </ul>	<p>Установка индукционного подогрева УИПТ-100-2,4, Термозащитный пояс ТИП-1220, контактный термометр или пирометр</p>

5	<p><b>Сварка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнить сварку корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа методом УПК «на спуск» без сварки прихваток. Сварка выполняется одновременно двумя сварщиками, при этом каждый сварщик сваривает один из полуциркуляров трубы.</li> <li>• В месте начала выполнения корневого слоя шва вторым сварщиком (положение 0 ч) полностью вышлифовать первые 1–2 см шва, выполненные первым сварщиком, и далее шлифовать до минимально возможной величины верхнюю часть шва на длине не менее 2 см для обеспечения плавного выхода на сварку второй полукруглости трубы.</li> <li>• В месте выполнения «замка» вторым сварщиком (положение 6 ч) сошлифовать до минимально возможной толщины участок корневого слоя шва на длине не менее 2 см, выполненный первым сварщиком.</li> <li>• Произвести тщательную обработку дисковой проволочной щеткой поверхности корневого слоя шва.</li> <li>• Провести визуальный контроль корневого слоя шва снаружи и внутри трубы. Усиление корневого слоя шва внутри трубы должно составлять 1-3 мм при ширине 8-10 мм.</li> <li>• Выполнить сварку самозащитной порошковой проволокой «на спуск» первого и последующих заполняющих слоев шва.</li> <li>• Места начала и окончания сварки каждого последующего слоя должны быть смещены относительно мест начала и окончания предыдущего слоя, при этом место начала сварки следует смещать на расстояние не менее 30 мм, место окончания сварки - на расстояние не менее 70 мм. При многопроходной сварке места начала и окончания сварки соседних проходов следует смещать друг от друга на расстояние не менее 30 мм. Производить последнюю зачистку от шлака и брызг.</li> <li>• По завершении каждого прохода производить последнюю зачистку от шлака и брызг. При этом после выполнения первого заполняющего слоя зачистка производится абразивным кругом или дисковой проволочной щеткой, всех последующих слоев - дисковой проволочной щеткой.</li> <li>• Перед наложением облицовочного слоя выполнить сварку порошковой проволокой корректирующего слоя в положениях <math>130 \div 430</math> ч и <math>930 \div 730</math> ч (ориентировочно). Расположение корректирующего слоя зависит от толщины стенки труб и особенности заполнения разделки каждым сварщиком.</li> <li>• Выполнить сварку порошковой проволокой облицовочного слоя шва.</li> <li>• Выполнить сварку порошковой проволокой подварочного слоя шва.</li> <li>• В процессе сварки должен осуществляться поперационный внешний осмотр качества выполнения каждого слоя шва. При этом видимые поверхностные дефекты слоев шва должны устраняться по мере их выявления.</li> <li>• Выровнять шлифмашинкой видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя шва и зачистить набором дисковых проволочных щеток прилегающую к нему поверхность труб на расстоянии не менее 15 мм от шлака и брызг.</li> <li>• После окончания сварки, сварное соединение при температуре окружающего воздуха ниже +5°C и/или наличии осадков следует накрыть термоизолирующим поясом до полного остывания.</li> <li>• Маркировку (клеймение) кольцевых швов соединений труб следует выполнять маркерами или несмываемой краской на наружной поверхности трубы на расстоянии от 100 мм до 150 мм от края изоляции.</li> </ul>	<p>Механизм подачи проволоки ПМ-4.33 кол-во 2 шт. Сварочный аппарат ДС400.33УКП кол-во 2 шт. Внутренний центратор ЦВ-127 кол-во 1шт, шлифмашинка BOCH GRB14 PROFESSIONAL 06018A9000 - 2 шт с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток, установка индукционного подогрева, кольцевой, контактный термометр или пиrometer, металлическая щетка STAINLESSSTEL 2 шт. шаблон сварщика УПС-4, термометр сварщика, термопояс, маркер или несмываемая краска</p>
---	---	--

6	Контроль качества	<ul style="list-style-type: none"> <li>• В процессе выполнения сборочно-сварочных работ выполнять пооперационный контроль качества.</li> <li>• Провести неразрушающий контроль. Объёмы контроля: ВИК 100%; РК 100%; УЗК 25%.</li> <li>• Методы неразрушающего контроля осуществить согласно НТД.</li> </ul>	Оборудование и приборы ЛНК
Карта разработана:  «__» _____ 20__ г.		Согласовано:  _____ «__» _____ 20__ г.  _____ «__» _____ 20__ г.	Утверждено:  _____ «__» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(Рекомендованное)  
План участка



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

Направление подготовки 15.01.03 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

# **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА НЕФТИ И НЕФТЕПРОВОДКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕЕЗДЕ ИЗ ТРУБ ДИАМЕТРОМ 1220 ММ**

Автор: студент гр. 3-10А60

Трунов А.А.

Руководитель:  
к.т.н., доцент ЮТИ

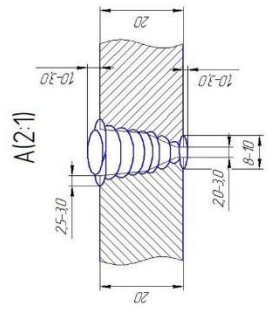
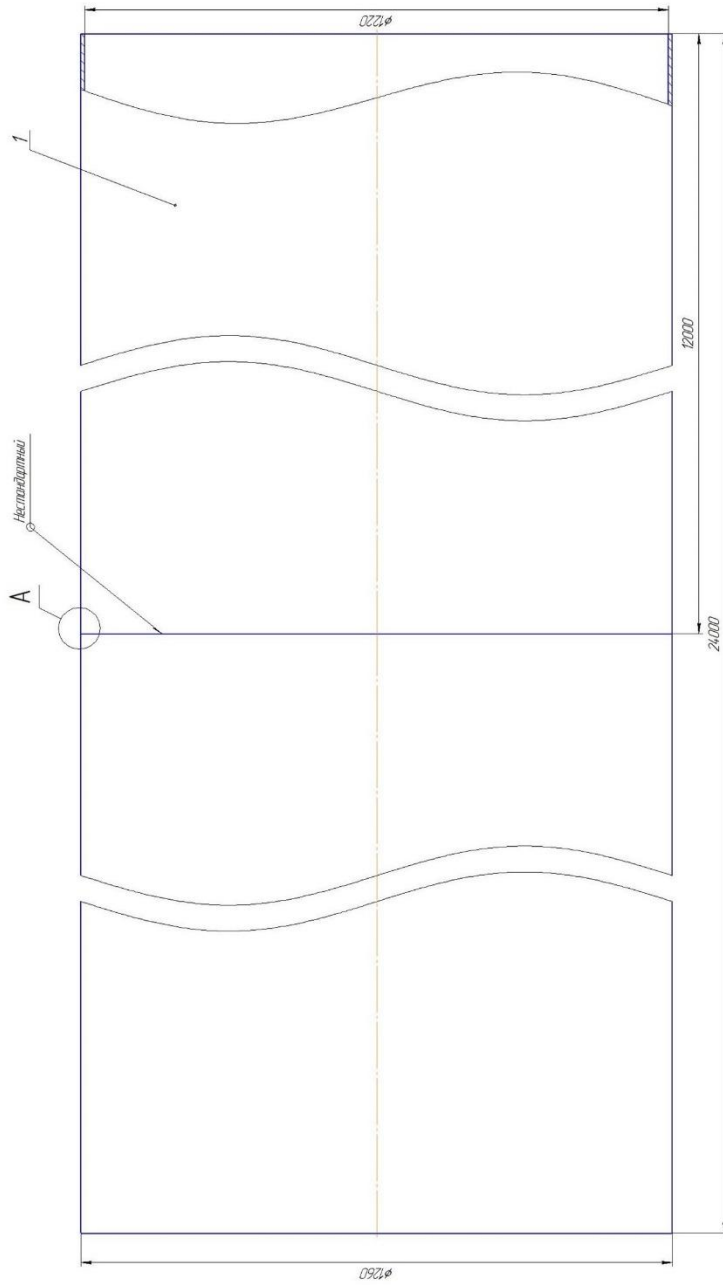
Ильященко Д. П.

г. Юрга 2021 г.



# НЕПОВОРОТНЫЙ СТЫК

2



1 - Размеры для справок

Докладчик: Трунов А.А.

## Сборка стыка труб

3

- Сборка стыкового соединения осуществляется на внутреннем центраторе с зазором **2,0-3,0 мм**.
- Заводские швы смещаются относительно друг друга на расстояние не менее **100 мм**. Заводские швы рекомендуются располагать в верхней половине периметра.
- Наружное смещение кромок соединений труб не должно превышать **2,0 мм**, допускаются локальные смещения кромок до **3,0 мм** при общей протяженности участков с указанным смещением не более **1/6** периметра свариваемого соединения.



## Предварительный подогрев

4

На свариваемое соединение устанавливается индукционный подогреватель и осуществляется предварительный подогрев кромок стыкуемых труб до температуры не менее  $+100^{+30} \text{ }^{\circ}\text{C}$  не зависимо от температуры окружающего воздуха. Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. При применении газопламенных нагревательных устройств (горелок) следует применять термоизолирующие пояса или боковые ограничители пламени. Максимальная температура нагрева элементов в месте начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать  $120 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Установка индукционного  
нагрева УИИТ-100-2,4

Механизированная сварка неповоротных кольцевых стыковых соединений труб с толщиной стенки 20 мм выполняется по комбинированной технологии сварки, при которой сварка корневого слоя шва выполняется проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа, сварка заполняющих и облицовочного слоев шва – самозащитной порошковой проволокой. Для выполнения сварки применяется оборудование:



– Аппарат ДС400.33УКП

Подающий механизм ПМ-4.33 «Грасса»

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

Применяются неразрушающие методы контроля. Объёмы проведения контроля следующие:

ВИК 100%;

РК 100%;

УЗК 25%.



Для проведения радиографического контроля применяется портативный импульсный рентгеновский аппарат «Моноскан 3».

Переходы магистральных трубопроводов под железными дорогами состоят из защитного кожуха, рабочего трубопровода (трубной плети), диэлектрических опор, манжет, отводной трубы.

Сварка трубной плети трубопровода осуществляется непосредственно на участке строительства перехода из одиночных труб.

Укладка трубной плети в защитный кожух осуществляется путем протаскивания ее с помощью кранов-трубоукладчиков и трактора.

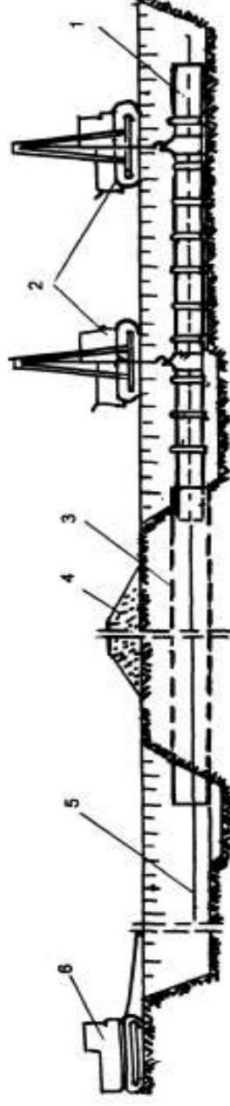
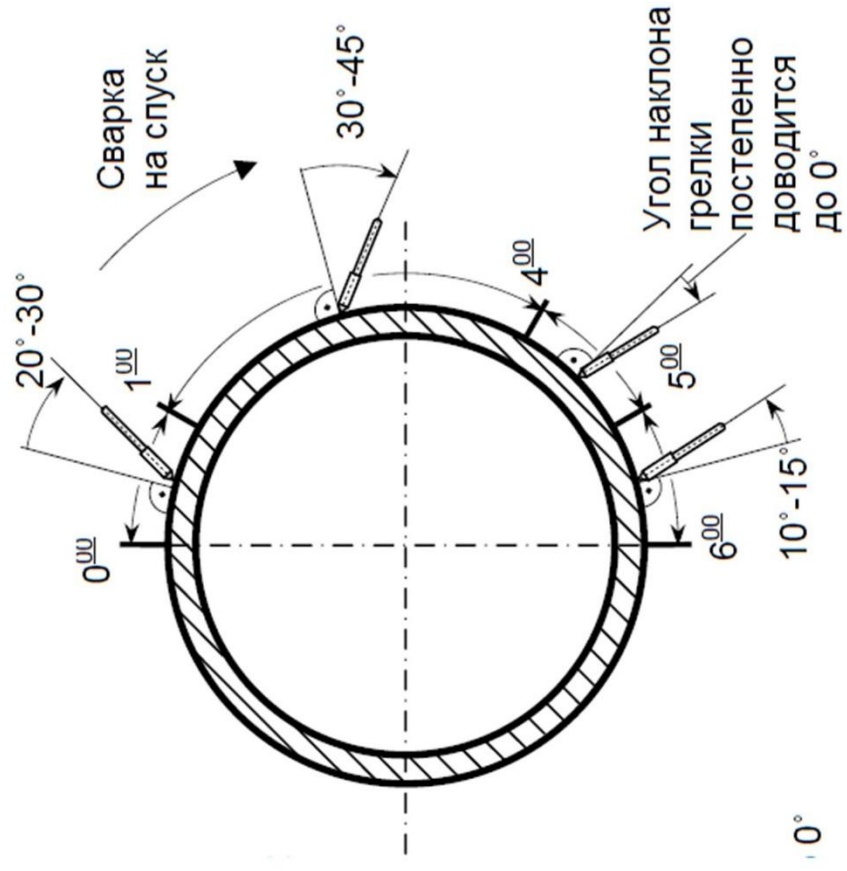


Схема прокладки трубной плети в защитном кожухе:

- 1 - трубная плеть; 2 - краны - трубоукладчики; 3 - защитный кожух; 4 - железная дорога; 5 - канат; 6 - трактор - тягач

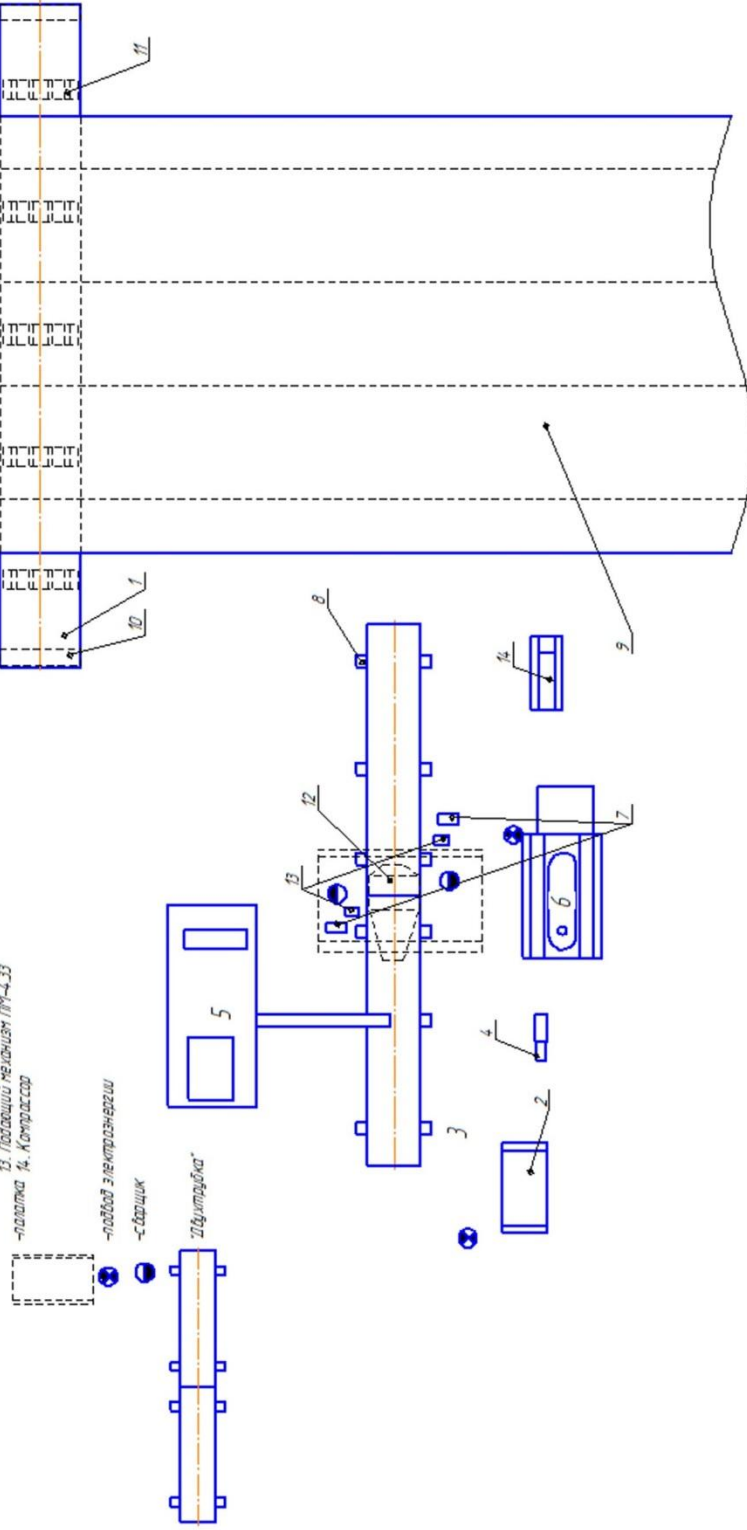
Положение сварочной горелки при механизированной сварке  
корневого слоя шва проволокой сплошного сечения в углекислом  
газе методом УПК в различных пространственных положениях



# ПЛАН УЧАСТКА

9

1. Защитный кожух
2. Пульта управления
3. Звон контроля
4. Импульсный рентгеновский аппарат «Волна-Эк»
5. Трубокачалыч ТТ-3050Е1/Е2 ВД
6. Двигательная электростанция на базе ТТ-4
7. Стартовый аппарат ДС-00.335КП
8. Индикаторные лампы
9. Железобетонная платформа
10. Герметизирующие устройства из диэлектрического материала
11. Центрирующие устройства с диэлектрическим покрытием
12. Центриатор ЦБ-127
13. Подвешив. механизм ПМ-4.33
14. Компрессор





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, пневмокопоз, фиброзные изменения в легких	Местная и общеобменная вентиляция, респираторы
Локальные вибрации	Ручной вибринструмент 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, противощумные наушники и др. 2. Звукоизолирующие коврики, 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 тоководов, диэлектрические перчатки, боты, коврики, маты и подставки
Ионизирующие излучения	Гамма-рентгено-дефектоскопия	Злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни.	Защитная среда: вода, алюминий, свинец
Электромагнитные поля	Сварочные машины	Нарушения функции ЦНС, дыхательной системы, пищеварительного тракта, раздражительность.	Металлические экраны, проволочные сетки, эластичные пенопласты

Нормативные документы: ГОСТ 12.3.004-75 "ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности"; СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве"; "Правила техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах"; "Санитарными правилами при сварке, наплавке и резке металлов"; "Правила техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах".

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УЧАСТКА

11

Статьи затрат	Сумма по предлагаемому технологическому процессу, руб.
Прямые расходы	
1. Основной металл	923057,62
3. Электроэнергия	4043,91
4. Зарботная плата	748,94
5. Амортизация оборудования и ремонт оборудования	1660874,7
Косвенные расходы	
6. Себестоимость	2596031,67
7. Капитальные вложения	15932062
8. Количество приведенных затрат	4985840,97

1. Расчетная длина 1 стыка сварного шва (труба 1220x20), пог. м	3,833
2. Количество единиц оборудования, шт	2
3. Средний коэффициент загрузки оборудования, %	67,4
4. Общее количество работающих, чел в том числе:	11
электросварщик	2
вспомогательных рабочих	2
стропальщик	1
контролеры качества продукции	1
ИТР	1
наладчик сварочного оборудования, чел.	2
машинист трубоукладчика, чел.	1
электрик, чел.	1
5. Средний тарифный разряд производственных рабочих	4
6. Расход сварочных материалов на 1 стык сварного шва (труба 1220x20), кг	7,354
7. Количество приведенных затрат, руб. на 1 изделие	4985840,97

**При механизированной сварке изготовления кольцевого неповоротного стыка составит 3,52 часа.**

## ВЫВОДЫ

В работе произведены:

- разработка операционно-технологической карты;
  - рациональный выбор способов сварки;
  - описаны режимы;
  - для сварки корня шва выбран способ механизированной сварки проволокой сплошного сечения в среде защитных газов методом УПК;
  - для заполнения и облицовочного слоев механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой;
  - разработаны мероприятия по технике безопасности и охране труда при выполнении сборочно–сварочных работ;
  - приведен технико-экономический анализ разработанного технологического процесса изготовления неповоротных кольцевых стыковых соединений труб.
- Технология УКП позволяет повысить производительность, исключить прожоги, снизить требования к точности подготовки кромок под сварку.
- Сварка самозащитной проволокой значительно повышает качество получаемого шва, позволяет получать изделия с таким химическим составом, повторить который в обычной промышленности практически невозможно.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**