



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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПЛАНОВОГО РЕМОНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ ДЮКЕРНОГО УЗЛА НАПОРНОГО НЕФТЕПРОВОДА

УДК 622.692.4-049.32

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
	Макрушин А.В.		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2023 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

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

А.В. Макрушин
Д.П. Ильященко



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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

Д.П. Ильященко

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-10А81	Макрушин Алексей Вадимович

Тема работы:

Разработка технологических мероприятий планового ремонта с применением сварки дюкерного узла напорного нефтепровода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. №31-79/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<ol style="list-style-type: none"> Рабочий чертеж сварного неразъемного соединения Служебное назначение детали. Программа выпуска 10 деталей в год.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> Аналитический обзор по теме ВКР. Разработка технологических мероприятий планового ремонта с применением сварки дюкерного узла напорного нефтепровода Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение проекта. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Презентация
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ильященко Д.П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Макрушин А.В.		24.04.2023 г.

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

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	24.04.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2023	Обзор литературы	20
25.02.2023	Объекты и методы исследования	20
25.03.2023	Расчеты и аналитика	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25..05.2023	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Макрушин А.В.		

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А81	Макрушину Алексею Вадимовичу

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

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Капитальные вложения на оборудования 867365 руб Фонд заработных начислений на изготовление дьюкерного узла (10 сварных соединений) 27450 руб. Производственные расходы 2926006,75 руб.
1. Нормы и нормативы расходования ресурсов: металл сварочные материалы	1544,2кг на 1 трубу L=10 м. 36279 руб.
2. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала:

1. Основные показатели эффективности ИП (техничко-экономические показатели проекта)
2. презентация

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком

24.04.2023 г.

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

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А81	Макрушин А.В.		

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Макрушину Алексею Вадимовичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
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-ремонта дюнкерногоузла на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
---	--

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997. Санитарные правила и нормы СанПиН		
2. Производственная безопасность:			
1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	<ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).		
1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия			
3. Экологическая безопасность:			
<ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	Вредные выбросы в атмосферу.		
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:			
<ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.		
Перечень графического материала:			
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)		Презентация	
Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком		24.04.2023 г.	

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Макрушин А.В.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 110 страниц, 19 рисунков, 25 таблиц, 39 источника, 3 приложений, 6 листов графического материала.

Ключевые слова: РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА, ТЕХНОЛОГИЯ РЕЖИМОВ СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Тема данной выпускной квалификационной работы актуальна в наше время. Подводные переходы напорных нефтепроводов являются наиболее уязвимыми участками трассы, к ремонту и эксплуатации которых предъявляются особые требования.

Объектом разработки является процесс изготовления плети из десяти труб Ду630 x 10,0 мм.

Цели и задачи исследования (работы). Производится разработка технологических мероприятий планового ремонта с применением сварки дюкерного узла напорного нефтепровода.

В процессе работы подобраны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, определены нормы времени сборочных и сварочных операций.

В результате проведенной работы разработана операционная технологическая карта сварки.

В результате выполнения работ рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, про нормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приведенных затрат.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики плети из десяти труб диаметром 630 мм и толщиной стенки 10 мм, Используемый материал – труба, материал -сталь

10Г2ФБЮ (временное сопротивление σ_B Н/мм² 590, класс прочности К60). Труба поставляется в соответствии с ГОСТ 19281-2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия», ТУ14-3-1573-96 «Трубы стальные электросварные прямошовные диаметром 530-1020 мм с толщиной стенки до 32 мм для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов».

Область применения: Транспортировка нефти.

Значимость работы: для ремонта дюкерного узла напорного нефтепровода применен гидравлический наружный центратор ЦНГ61, машина без огневой резки Волжанка, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс. В качестве контролирующих методов применены: визуально измерительный, ультразвуковой, радиографический контроль универсальным Российским автоматизированным комплексом «УНИСКАН-МТ».

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования. Данные нововведения позволили сократить время изготовления стыка труб и увеличить производительность труда.

ABSTRACT

Final qualifying work 110 pages, 19 figures, 25 tables, 10
39 sources, 3 applications, 6 sheets. graphic material.

Key words: MANUAL ARC WELDING, TECHNOLOGY WELDING
MODES, WELDING CURRENT POWER, WELDING EQUIPMENT,
PERFORMANCE SITE PLAN, DEVICES, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The topic of this final qualifying work is relevant in our time. Underwater crossings of pressure oil pipelines are the most vulnerable sections of the route, for the repair and operation of which special requirements are imposed.

The object of the development is the process of making a whip of ten pipes DN 630x10,0 mm.

Goals and objectives of the research (work). The development of technological measures for planned repairs with the use of welding of the ducker node of the pressure oil pipeline is being carried out.

In the course of work, welding modes were selected, welding equipment was selected, and time standards for assembly and welding operations were determined.

As a result of the work carried out, an operational technological map of welding was developed.

The main design, technological and technical and operational characteristics of a lash of ten pipes with a diameter of 630 mm and a wall thickness of 10 mm, the material used is 10G2FBYu steel pipe (tensile strength σ_V N / mm² 590 strength class K60), the pipe is supplied in accordance with GOST 19281-2014 " Rolled high strength. TU14-3-1573-96.

Scope: Transportation of oil.

Significance of the work: for the repair of the siphon unit of the pressure oil pipeline, the hydraulic external centralizer TsNG61, the machine without flame cutting Volzhanka were used, the welding modes were calculated, the technological process was developed, the following methods were used as control methods: visual

measuring, ultrasonic, radiographic control by the universal Russian automated complex "UNISCAN-MT".

In addition, this paper provides a justification for the choice of welding method, welding materials and equipment, this innovation has reduced the time for manufacturing a pipe joint and increased labor productivity.

Содержание

Определения, обозначения, сокращения	17
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	20
1.1 Техническая документация на строительство и эксплуатацию подводных переходов	21
1.2 Резервная ветка (дюкерный узел)	21
1.3 Способ прокладки дюкерного узла методом наклонного бурения	22
1.4 Рекомендации по технологии ремонта сварных соединений магистральных газопроводов из сталей повышенной деформационной способностью	23
1.5 Организация сварочно-монтажных работ на объекте при строительстве и капитальном ремонте трубопроводов	24
1.6 Дефекты нефтепровода	25
1.7 Интегрированная система неразрушающего контроля качества сварных соединений труб напорных трубопроводов «УНИСКАН МТ»	26
1.8 Заключение	31
2 Объект и методы исследования	32
2.1 Описание сварной конструкции	32
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	35
2.2.1 Подготовка кромок	35
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	36
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	38
2.2.4 Требования к сварке	38
2.2.5 Требования к контролю	41
2.3 Методы и средства проектирования	45
2.4 Постановка задачи	45
3 Разработка технологического процесса	46

3.1 Анализ исходных данных	46
3.1.1 Основные материалы	46
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки.	47
3.1.3 Выбор сварочных материалов	49
3.2 Подбор технологических параметров режима сварки	51
3.3 Выбор основного оборудования	53
3.4 Выбор оснастки	55
3.5 Составление схем узловой и общей сборки	60
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	60
3.7 Разработка технологической документации.	67
3.8 Техническое нормирование операций	69
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения	72
4.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	73
4.1.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	74
4.1.2 Расчет себестоимости единицы продукции	75
4.1.3 Определение затрат на основные материалы	76
4.1.4 Определение затрат на заработную плату	77
4.1.5 Определение затрат на силовую электроэнергию	78
4.1.6 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	79
4.1.7 Затраты на амортизацию приспособлений	80
4.1.8 Расчет технико-экономической эффективности	81
4.1.9 Основные технико-экономические показатели участка	82
5 Социальная ответственность	83
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	83
5.1.1 Законодательные и нормативные документы	85
5.2 Производственная безопасность	87
5.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	87
5.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке	91

5.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды	91
5.3 Экологическая безопасность	100
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
Заключение	103
Библиография	104
Приложение А. Операционная технологическая карта сборки и ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб	
Приложение Б. Схема участка проведения работ демонстрационный лист	
Приложение В. Сварной стык.	

Определения, обозначения, сокращения

В данной выпускной квалификационной работе используются следующие сокращения:

ВИК – Автоматизированный визуальный и измерительный контроль;

ВИК – Визуальный и измерительный контроль;

ЗТВ – Зона термического влияния;

НТ – Напорный нефтепровод;

НАКС – Национальное агентство контроля сварки;

НТД – Нормативная техническая документация

НД – Нормативная документация;

НК – Неразрушающий контроль;

ННБ – Наклонно направленное бурение;

ПЭП – Пьезоэлектрический преобразователь;

РК – Радиографический контроль;

РДС – Ручная дуговая сварка;

СОП – стандартный образец предприятия;

СО – Стандартный образец;

СМР – строительно-монтажные работы;

СОП – Стандартный образец предприятия;

ТУ – Технические условия;

УЗК – Ультразвуковой контроль;

ТС - Трубопроводная система;

ГВВ - Горизонт высоких вод;

СВ –сварное соединение;

СШ –сварной шов;

НДГО – Нефтегазодобывающее оборудование;

ПП – Подводный переход.

Введение

Система трубопроводов Российской Федерации - самая большая в мире по длине и промышленной производительности. Протяженность магистральных трубопроводов составляет более 150 тыс. км, их общая совокупная мощность с компрессорными станциями - 42 млн кВт. Трубопроводная система обеспечивает транспорт запланированных объемов нефти и газа для потребителей России, СНГ и дальнего зарубежья.

Свое основное развитие ТС получила в 70-80-е годы. В настоящее время износ основных фондов составил 56%, что привело к снижению технической производительности ТС на 59,7 млрд. куб.м.

Амортизационный срок истек у порядка 14 % нефтепроводов, более половины (64 %) эксплуатируются в течении 10-32 лет.

В настоящее время средний возраст напорных нефтепроводов – 23 года, число отказов – 0,815 на 1000 километров [1].

Подводные переходы напорных нефтепроводов являются наиболее уязвимыми участками трассы, к ремонту которых предъявляются особые требования.

Выделяют следующие причины возникновения повреждений подводных переходов: основные и второстепенные.

К основным можно отнести коррозию стенок трубопровода, а также гидрологию зоны строительства дюкера.

К второстепенным – нарушение технологии производства строительно - монтажных работ, механическое разрушение под влиянием внешней среды, воздействие флоры и фауны, природные и климатические нагрузки, отклонение от проектных и технологических режимов перекачки продукта.

При высоких скоростях водного потока может нарушаться речное ложе, а при возникновении зон вакуума при обтекании трубы потоком возникает кавитация, которая вызывает эрозионное разрушение участка.

При наличии скрытых дефектов может произойти повышение концентрации водорода. Тогда атомы водорода при внедрении в решетку металла создают внутреннее напряжение, что приводит к растрескиванию. Для защиты подводных участков нефтепроводов принято применять усиленные изоляционные покрытия, а также катодную и дренажную защиту [2].

Для восстановления технико-экономических характеристик, увеличения надежности и безотказности работы напорных нефтепроводов проводятся комплексы мероприятий по ремонту и модернизации составляющих элементов напорных трубопроводов.

Цель работы является:

Разработка технологических мероприятий планового ремонта с применением сварки дюкерного узла напорного нефтепровода $D_u = 630$ мм, $S = 10$ мм, длина заменяемого участка 100 метров.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести литературный обзор по теме квалификационной работы;
- разработать технологию сборки и сварки напорного трубопровода;
- подобрать режимы сварки и подобрать сварочные материалы, учесть природно-климатические условия;
- разработать операционно-технологическую карту сварки.

1 Обзор и анализ литературы

Система технического обслуживания и ремонта магистральных трубопроводов нефти и газа предусматривает организацию работ, обеспечивающую безопасность трубопроводов при надлежащем уровне контроля, выбор рациональных методов предупреждения аварийных ситуаций, а также готовность к ликвидации последствий аварий [3].

Во время проведения сварочно-монтажных работ на трубопроводе возможно появление различных дефектов. Причинами дефектов могут являться неудовлетворительная свариваемость металла, плохое качество электродов, покрытий и флюсов, неправильные технология и режим сварки, недостаточная квалификация сварщика, а также природные факторы. Для трубопроводов необходим постоянный контроль за соблюдением качества работы, чтобы обеспечить их безопасную эксплуатацию [3].

Сооружение подводных переходов магистральных трубопроводов

Трубопроводы пересекают огромное число разнообразных водных препятствий: малых и больших рек, водохранилищ, озер, глубоких болот и т.д. Пересечение водных преград магистральными, напорными трубопроводами чаще всего решается путем строительства подводных переходов [4].

Подводным переходом называется гидротехническая система сооружений одного или нескольких трубопроводов, пересекающая водные преграды, при строительстве которой применяются специальные методы производства подводно-технических работ.

1.1 Техническая документация на строительство и эксплуатацию подводных переходов

Техническая документация на подводный переход включает проектные и исполнительные профили, план участка в горизонталях с расположением базисов и реперов и хранится в электронной базе данных, что позволяет получать результаты наблюдений за ряд лет и совмещать линии размывов и плановых деформаций дна с целью прогнозирования их развития.

Основные параметры, характеризующие состояние подводного трубопровода, антикоррозионной защитной изоляции, электро- и химзащиты, защиты от размыва дна и берегов, состояние постоянных сигнальных знаков охранной зоны и другое анализируются на протяжении всего жизненного цикла подводного перехода [4].

1.2 Резервная ветка (дюкерный узел)

Резервная нитка трубопровода – это запасная нить трубопровода, по которой перепускается жидкость в случае аварии на трубопроводе.

В состав подводного перехода входят [4]:

- участок основной и резервных ниток, ограниченный для многониточных переходов запорной арматурой, установленной на берегах водоема, а для однопниточных – горизонтом высоких вод (ГВВ) не ниже отметок 10% обеспеченности;
- берегоукрепительные сооружения, предназначенные для предохранения трубопроводов от размывов, оползней и т.д.;
- защитные сооружения от аварийного выхода перекачиваемых продуктов;
- информационные знаки ограждения охранной зоны ПП на

судоходных и сплавных водных путях;

- вертолетные площадки;
- специальные защитные сооружения, предотвращающие повреждения трубопровода тормозными устройствами плотов, якорями на судоходных и сплавных реках;

1.3 Способ прокладки дюкерного узла методом наклонного бурения

Наиболее распространены траншейные способы сооружения подводных переходов трубопроводов. Наряду с их достоинствами траншейные способы имеют ряд существенных недостатков и в полной мере не отвечают современным требованиям – необходимому уровню конструктивной надежности и защите окружающей среды. Основными недостатками траншейного способа являются большой объем земляных и трудоемких водолазных работ, необходимость громоздких, утяжеляющих пригрузов или других средств, удерживающих трубопровод в проектом положении в обводненной траншее. Механизированная разработка нижних слоев грунта береговых и русловых участков переходов, особенно в сочетании с взрывными работами, наносит ущерб экологическому состоянию водоемов.

Преимущества метода ННБ:

- экологическая безопасность;
- минимальный объем вынутого грунта;
- долговечность;
- надежная защита от внешних механических повреждений;
- возможность строительства:
- при отрицательных температурах;
- на ограниченных по площади строительных площадках;
- в стесненных условиях;

- под гидротехническими сооружениями и глубоко расположенными коммуникациями;

- в вечной мерзлоте.

К недостаткам метода ННБ, ограничивающим его применение, относятся:

- большие единовременные затраты на приобретение оборудования;

- необходимость глубокого (до 40 м от дна) геотехнического бурения и гидрогеологических изысканий;

- сложность проходки в галечниковых, валунных, илистых и карстовых грунтах;

- повышенные требования к устойчивости береговых откосов.

Несмотря на все недостатки, метод ННБ является одним из самых прогрессивных в строительстве подводных переходов [4].

1.4 Рекомендации по технологии ремонта сварных соединений магистральных газопроводов из сталей повышенной деформационной способностью

С учетом выполненных экспериментальных исследований по оценке свариваемости сталей с повышенной деформационной способностью, на основе изучения особенностей кинетики распада аустенита, роста зерна аустенита, влияния теплофизических условий при заварке дефектов способами РД, на изменение свойств сварных соединений, а также испытаний отремонтированных реальных кольцевых стыковых сварных соединений (КСС) разработаны технологии ремонта.

Разработанные технологии предполагается использовать при ремонте сварных соединений магистральных газопроводов, изготовленных из сталей с повышенной деформационной способностью с нормативным значением

временного сопротивления на разрыв (σ_v) до 590 МПа включительно, номинальным диаметром до DN 1400 включительно с толщиной стенки до 37,9 мм включительно [5].

1.5 Организация сварочно-монтажных работ на объекте при строительстве и капитальном ремонте трубопроводов

При выполнении сварочных работ при строительстве и капитальном ремонте трубопроводов с заменой трубы независимо от класса прочности труб следует соблюдать следующие требования [6]:

В случае выявления недопустимых дефектов более чем в 20% стыков из числа выполненных сварщиком в течении последних десяти суток или направления на вырезку более чем 10% стыков из числа выполненных сварщиком на объекте, сварщик отстраняется от выполнения сварочных работ до выяснения причин образования дефектов. Допуск к выполнению работ сварщиков, допустивших дефекты, осуществляется в соответствии с требованиями РД, после прохождения процедуры допускных испытаний;

При повторном выявлении недопустимых дефектов более чем в 20% стыков, выполненных сварщиком за последние десять суток или направления на вырезку более чем 10% стыков, из числа выполненных сварщиком на объекте, сварщик, допустивший дефекты, направляется на внеочередную аттестацию в органах НАКС, с последующим прохождением процедуры допускных испытаний в соответствии с требованиями РД-25.160.10-КТН-011-10. Готовый участок трубопровода на специальных колесах для защиты изоляционного покрытия изображен на рисунок 1.1.



Рисунок 1.1 – Трубопровод на роликовых колесах для защиты изоляционного покрытия трубопровода

1.6 Дефекты нефтепровода

По месту расположения в шве дефекты могут быть внешними и внутренними. Степень влияния дефектов на прочность изделия зависит от их формы, глубины и расположения по отношению к действующим усилиям. Наиболее опасны вытянутые дефекты с острыми очертаниями, менее опасны – дефекты округлой формы. Чем больше глубина дефекта, тем сильнее его влияние на прочность соединения. В ответственных конструкциях недопустимы дефекты, глубина которых превышает 5-10% толщины основного металла. Дефекты, расположенные перпендикулярно растягивающему усилию, более опасны, чем расположенные параллельно или под небольшим углом к главному действующему усилию. Поэтому самое отрицательное влияние на прочность сварных соединений оказывают, например, такие дефекты, как трещины, расположенные по оси шва, узкие глубокие не провары.

Согласно нормативной технической документации (РД 25.160.00 КТН-016-15 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте

магистральных трубопроводов» [7], «Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие для вузов» Н.П. Алешин [8]) дефекты секций магистральных газопроводов и нефтепроводов можно классифицировать:

- 1) дефекты определенного вида на участке секции;
- 2) комбинированные дефекты на участке секции;
- 3) дефекты определенного вида в области сварных швов;
- 4) дефекты секций с двумя и более ремонтными конструкциями.

Дефекты определенного вида на участке секции, имеющие минимальное расстояние от границы одного дефекта до границы другого или до линии перехода шва к основному металлу больше значения четырех толщин стенки трубы называются дефектами определенного вида на участке секции. К ним относятся:

- 1) дефекты геометрии трубы;
- 2) дефекты сварного соединения;
- 3) дефекты стенки трубы;
- 4) недопустимые соединительные детали.

1.7 Интегрированная система неразрушающего контроля качества сварных соединений труб напорных трубопроводов «УНИСКАН МТ»

Неразрушающий контроль (НК) качества сварных соединений физическими методами имеет одну общую ключевую особенность, которая хорошо известна специалистам, а именно: физические методы контроля – косвенные, т. е. средства контроля фиксируют параметры физических полей, взаимодействующих с дефектами, и на основании зарегистрированных параметров делается заключение о размерах и положении дефектов. При этом выявляемость дефекта зависит от конкретного сочетания его ориентации, вида, а также примененного физического метода. Использование нескольких

методов контроля позволяет существенно повысить нахождение дефектов [9-10].

Дополнительное преимущество имеет подход к контролю качества сварных соединений, при котором рассмотрение результатов контроля, полученных с применением различных физических методов, осуществляется совместно с учетом возможностей и ограничений всех методов контроля. Нормы, по которым дается оценка качества сварного соединения с использованием методики совместного рассмотрения, разрабатываются с учетом возможностей конкретных методов контроля и предполагают, что преимущество в отбраковке имеет тот метод, который в данном случае наиболее информативен и точен. Такой подход не только позволяет снизить пере браковку, но и дает возможность более точно определить характер, вид дефекта, а также оценить степень его опасности [9].

Современные методы диагностики комплексом «УНИСКАН МТ».

Существенный прогресс в развитии цифровой радиографии позволил плоско панельным цифровым рентгеновским детекторам полностью вытеснить пленочную радиографию в медицине. Промышленное применение цифровых детекторов до недавних пор ограничивались заводскими поточными линиями. Например, РК продольного сварного шва уже несколько лет выполняется только методами прямой цифровой радиографии [9].

Многочисленные попытки решения задачи переноса технологии цифровой радиографии в трассовые условия привели к созданию в России удобной конструкции, позволяющей специалистам получить в трассовых условиях при контроле МГ такие преимущества прямой цифровой радиографии, как мгновенное получение результата, высокое качество радиографического изображения, сокращение во многих случаях дозы излучения и времени контроля [9].

Расшифровка радиографического изображения на мониторе компьютера с использованием современного программного обеспечения во многом облегчает оператору поиск и описание дефектов за счет возможности увеличения изображения, его фильтрации, подчеркивающей дефекты, процедур измерения поперечных и продольных размеров дефектов [9].

Предложенная конструкция комплекса «УНИСКАН МТ» использует проверенную временем механику отечественной сварочной системы завода «Технотрон» с рядом решений, значительно упрощающих процесс съемки, хранения и передачи данных, делающих работу цифрового детектора независимой от внешних условий и навыков оператора [9].

На трассе внедрены конструкции, позволяющие проводить контроль по схемам как через одну, так и через две стенки (рисунки 1.2., 1.3.). Практика показала, что цифровая радиография по схеме через две стенки приносит пользователю, помимо уже упомянутых преимуществ, возможность сокращения времени контроля до нескольких раз [9].



Рисунок 1.2 – Комплекс «УНИСКАН МТ». Контроль по схеме «Фронтально» (через две стенки) на строительстве МГ «Сила Сибири», этап 2.7, участок 1636–1817,9 км, май 2018 г. Труба 1420 × 21,7 мм, время монтажа/демонтажа комплекса 5-7 мин, время контроля 21 мин.

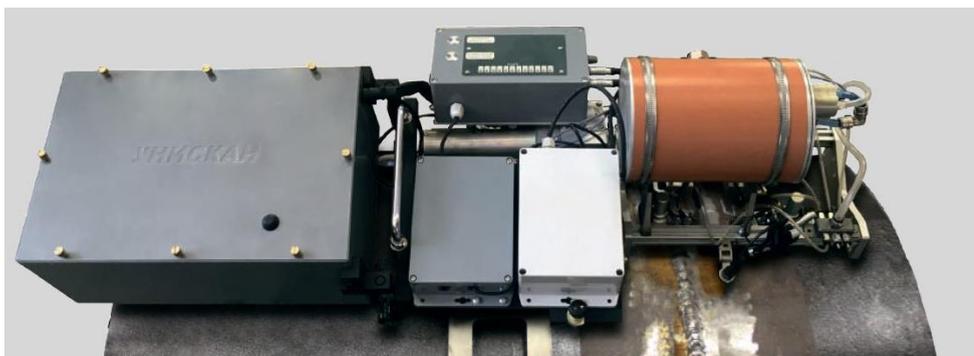


Рисунок 1.3 – Дополнительный модуль АВИК «ВИЗИО МТ», установленный на блок детектора комплекса «УНИСКАН МТ». Время сканирования сварного соединения DN1400 – 2 мин. Параметры формы и размеров сварного соединения измеряются в соответствии с РД 25.160.00 КТН-016-15. (Строительство МГ «Сила Сибири», этап 2.7, участок 1636–1817,9 км, май 2018г.)

Простота и надежность механической платформы комплекса «УНИСКАН МТ» позволяют использовать ее для установки на кольцевое сварное соединение элементов, обеспечивающих другие методы контроля, – ВИК и УЗК (рисунок 1.3., 1.4.). В основе модуля автоматизированного, визуального и измерительного контроля (АВИК) «ВИЗИО МТ» использован 2D-лазерный сканер триангуляционного типа.



Рисунок 1.4 – Проведение АВИК сканированием

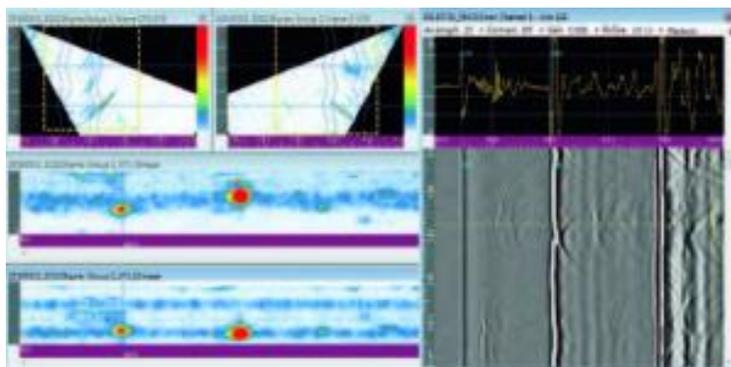


Рисунок 1.5 – Обнаруженные дефекты ультразвуковым методом

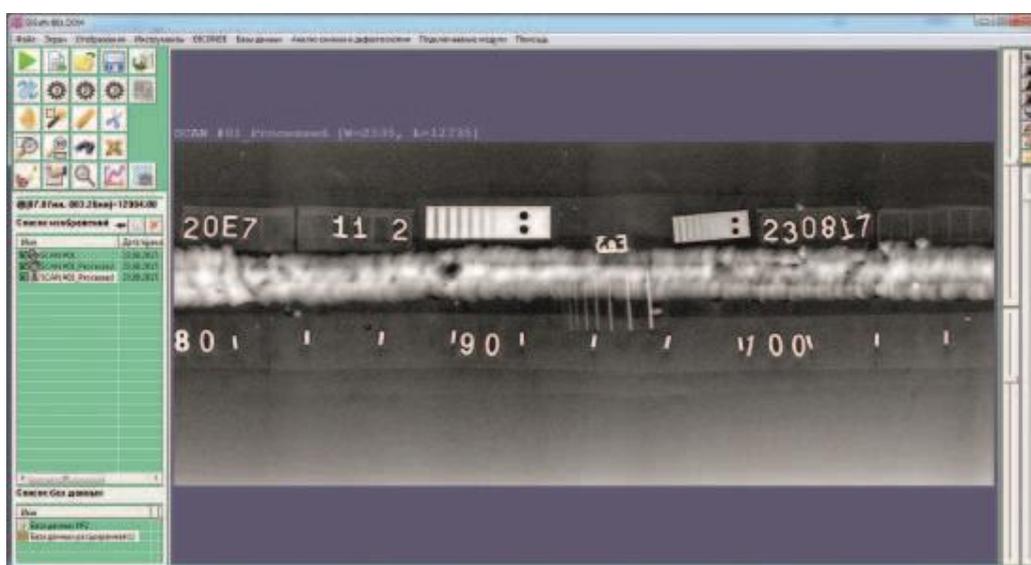


Рисунок 1.6 – Снимок методом цветной радиографии

После сканирования прибором «УНИСКАН МТ» видны дефекты, выявленные методом УЗК (рисунок 1.5.), а также методом цветной радиографии (рисунок 1.6). Расположение дефектов идентично, что подтверждает данные о точности прибора.

1.8 Заключение

Проведенный обзор информационных источников позволил определить основные направления повышения технологических мероприятий планового ремонта с применением сварки напорного нефтепровода.

В области не разрушаемого контроля выполнено ознакомление с литературой и методикой проведения работ автоматизированным комплексом «УНИСКАН МТ».

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

В выпускной квалификационной работе разрабатываются технологические мероприятия планового ремонта с применением ручной дуговой сварки дюкерного узла напорного нефтепровода Ду 630 мм, $S = 10$ мм. Выбор ручной дуговой сварки при ремонте напорного трубопровода соответствует требованиям технических условий в РД-25.160.10-КТН-011-10. В данном случае документ не определяют конкретный метод сварки, поэтому рекомендуется использовать ручную дуговую сварку. Это объясняется тем, что при использовании ручной дуговой сварки в болотистой местности на слабонесущих грунтах с особыми климатическими условиями обеспечивается возможность контроля процесса сварки в режиме реального времени, что позволяет реагировать на возможные дефекты и корректировать процесс сварки. Важным преимуществом ручной дуговой сварки является также возможность ее применения в условиях ограниченной доступности к месту сварки, что может быть актуально при ремонте трубопроводов.

Используемый материал труба, материал сталь 10Г2ФБЮ (см. пункт 2.1). Труба поставляется в соответствии с ГОСТ 19281-2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия», ТУ14-3-1573-96 «Трубы стальные электросварные прямошовные диаметром 530-1020 мм с толщиной стенки до 32 мм для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов», учитывая природно-климатические условия, низкие температуры, сильные ветра и наличие ледяного покрова» [11].

Таблица 2.1 – Нормативные значения временного сопротивления стали

Номер группы	Класс прочности	Нормативное значение временного сопротивления разрыву основного металла, МПа
2	K55...K60	539...590

Свариваемая линейная часть (плеть) трубопровода укладывается в траншею, центруется наружным центратором и сваривается в единую нить бригадой сварщиков (Рисунок 2.2.). Затем производится контроль выполненных работ лабораторией не разрушаемого контроля (ЛНК). После выдачи заключения по визуально измерительному контролю, ультразвуковому контролю, радиографическому методу контроля автоматизированным прибором «УНИСКАН МТ» [10] труба изолируется полиэтиленовой изоляцией, дополнительно обшивается древесной рейкой, протягивается до заданного пикета с помощью лебедки и трубоукладчиков. Свариваются захлесты и производится контроль лабораторией (ЛНК), после чего труба закапывается.

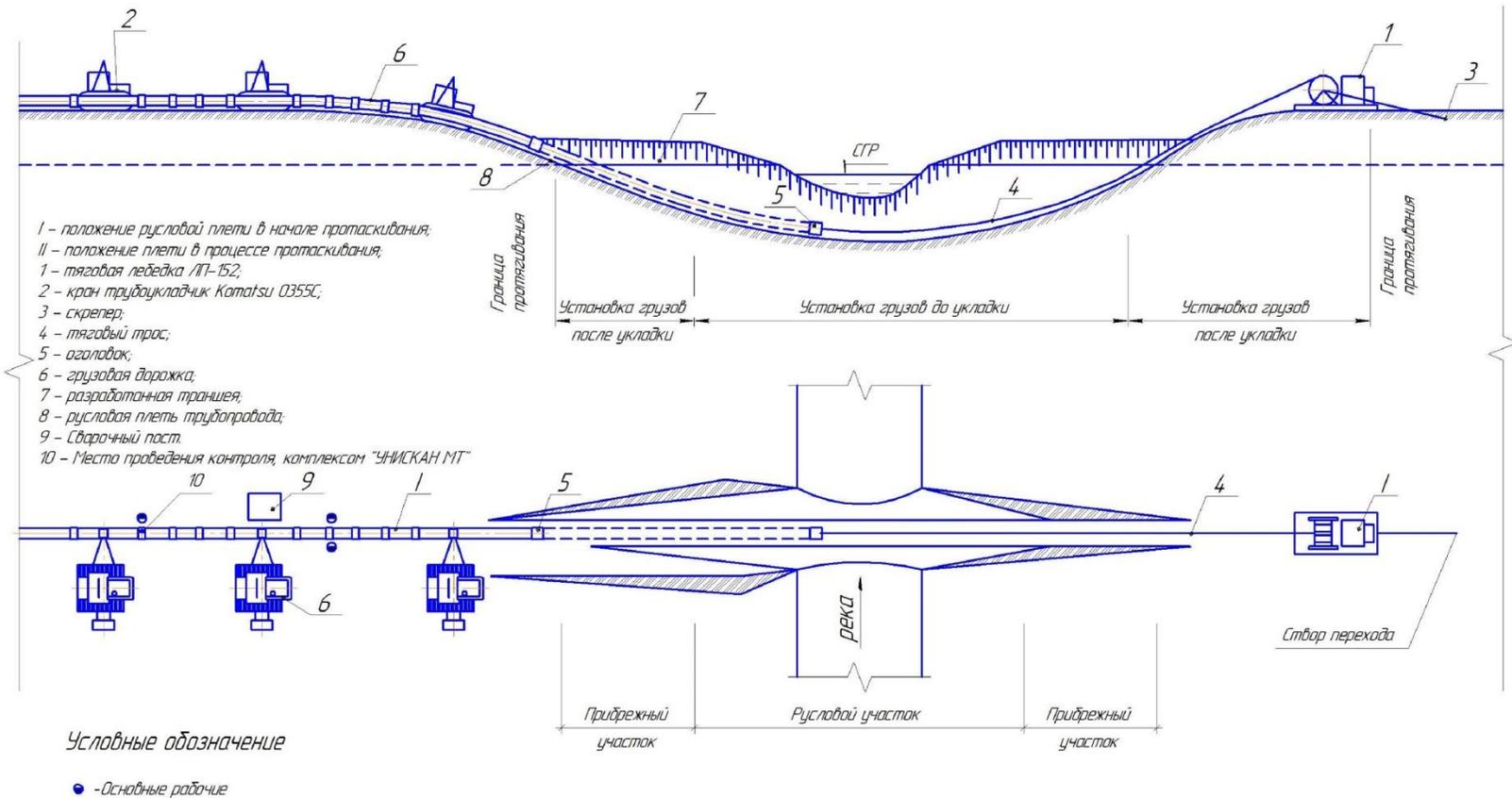


Рисунок 2.2 Схема участка с технологией протаскивания трубопровода

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Напорный трубопровод, согласно «Перечню групп технических устройств опасных производственных объектов, сварка (наплавка) которых осуществляется аттестованными сварщиками с применением аттестованных сварочных материалов, сварочного оборудования и технологий сварки (наплавки)» (протокол №17 от 20.03.2007 г., утвержденный решением НТС НАКС) относится к группе технических устройств «Нефтегазодобывающее оборудование» (НГДО), а предприятие ПАО «Транснефть» контролируется государством [6].

Техническая документация на подводный переход включает проектные и исполнительные профили, план участка в горизонталях с расположением базисов и реперов и хранится в электронной базе данных, что позволяет получать результаты наблюдений за ряд лет и совмещать линии размывов и плановых деформаций дна с целью прогнозирования их развития.

Основные параметры, характеризующие состояние подводного трубопровода, антикоррозионной защитной изоляции, электро- и химзащиты, защиты от размыва дна и берегов, состояние постоянных сигнальных знаков охранной зоны и другое, анализируются на протяжении всего жизненного цикла подводного перехода [4].

2.2.1 Подготовка кромок

Форма и размеры разделки кромок торцов труб под сварку в зависимости от толщины стенки должны соответствовать установленным РД-25.160.10-КТН-011-10. В нормативном документе отсутствует тип соединения на

ручную дуговую сварку покрытыми электродами, поэтому по ГОСТ 16037-80 выбираем сварное соединение тип С-17.

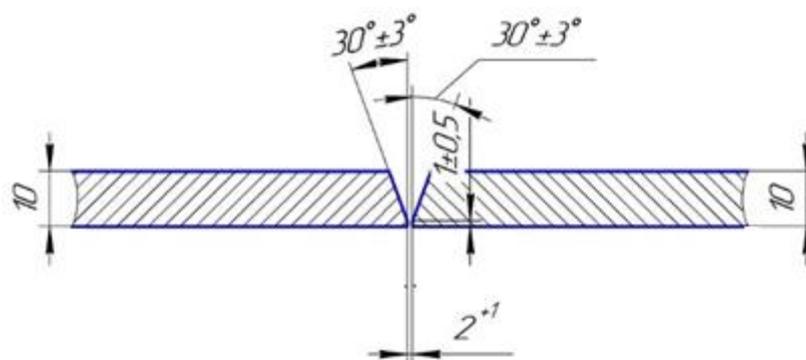


Рисунок 2.3 – V-образная разделка кромок под сварку С17

Смещение осей наружного и внутреннего швов на торцах труб не должно превышать 3,2 мм для толщины стенки до 21,3 мм с перекрытием не менее 1,5 мм, а при толщине стенки свыше 21,3 мм смещение не должно превышать 15% номинальной толщины стенки с перекрытием швов не менее 1,0 мм. Перекрытие швов обеспечивается технологией сварки [6].

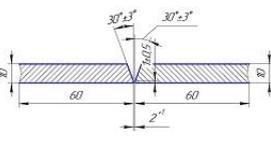
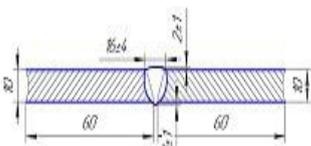
В сварном соединении труб допускается относительное смещение кромок по высоте не более 1 мм, до 10% номинальной толщины стенки, но не более 3 мм [6].

Ремонт сваркой труб, предназначенных для строительства подводных переходов, не допускается [6].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

В технологии ручной электродуговой сварки используется стандартная разделка кромок по ГОСТ 16037-80. Для толщины $S=10$ мм применяется сварное соединение С17 [12].

Таблица 2.2 – Форма разделки кромок

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы и размеры		Способ сварки	$s-s_1$	b	c	e	g
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Сварного шва						
C17			<i>P</i>	10	$2,0^{+1,0}$	$1,0^{+0,5}$	16^{+4}	$2,0^{+2,0}_{-1,5}$

Перед сборкой труб необходимо провести осмотр поверхности кромок свариваемых элементов. В случае несоответствия заводской разделки кромок требованиям технологии сварки следует произвести обработку (переточку) кромок под сварку механическим способом с применением специализированных станков.

При применении труб с обработанными специальными станками кромками следует проверить соответствие формы, размеров и качества подготовки свариваемых кромок требованиям РД [6].

При сборке заводские продольные швы следует смещать относительно друг друга не менее чем, на 100 мм.

Сборку стыка необходимо производить на специальном наружном гидравлическом центраторе. Участки корневого слоя шва должны равномерно располагаться по периметру стыка.

После снятия центратора все сваренные участки должны быть зачищены, а их концы обработаны абразивным кругом.

Удаление наружного центратора при сборке стыков труб и запорной арматуры допускается после выполнения прихваток и установки страховочных опор [6].

При выполнении сборки стыков на наружном центраторе он может быть удален после выполнения не менее 60 % периметра корневого слоя шва.

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

При сборке захлестов, труб с запорной арматурой диаметром 630 мм количество прихваток следует увеличить на одну, а длину на 15-20 мм от максимальной длины прихваток (таблица 2.3) [6].

Установка прихваток и сварка соединений диаметром 630 мм выполняются двумя электросварщиками одновременно [6].

Прихватки следует выполнять на следующем расстоянии от заводских продольных швов [6]:

- для труб диаметром более 100 мм – не менее 100 мм.

Таблица 2.3 – Рекомендуемое количество прихваток.

Диаметр стыкуемых элементов, мм	Минимальное количество прихваток	Длина прихваток
630	3- рекомендуемое	60 -100
	4 - при сборке за хлестов	75-120

2.2.4 Требования к сварке

Сварочные материалы следует выбирать в соответствии с требованиями настоящего РД [6].

Рабочее место сварщика, а также свариваемая поверхность должны быть защищены от дождя, снега и ветра укрытием (палаткой) из несгораемого материала. Допустимая скорость ветра при выполнении сварочных работ определяется в зависимости от выбранных способа сварки и сварочных

материалов и указывается в технологической карте сборки и сварки. При ручной дуговой сварке электродами с основным видом покрытия допускаемая скорость ветра в зоне сварки, измеряемая анемометром, составляет не более 10 м/с.

Все подготовительные и сборочно-сварочные операции следует производить в соответствии с операционными технологическими картами, указания которых должны быть подтверждены результатами аттестации технологии сварки.

Зажигание дуги следует производить в разделке кромок или с поверхности уже выполненных участков шва. Запрещается зажигать дугу на поверхности трубы или детали.

В местах видимых дефектов – несплавлений, не проваров и других поверхностных дефектов, а также на участках периметра со смещениями кромок более 2 мм (при условии, что эти смещения являются допустимыми) общая протяженность участков подварки не должна превышать 1/2 периметра трубы.

Количество слоев шва, равное трем, для толщины стенки трубы $S = 10,0$ мм и применяемой технологии сварки, соответствует требованиям раздела РД [6] (рисунок 2.4, таблица 3.10).

В сварных соединениях труб, соединительных деталях при ширине раскрытия кромок более 14 мм, применяется «валиковая» сварка заполняющих и облицовочного слоев шва. Ширина каждого валика должна составлять от 9 до 12 мм. Смежные валики должны перекрывать друг друга на величину, составляющую не менее 1/3 от ширины одного валика. Валики облицовочного слоя должны иметь плавный переход к основному металлу. Количество валиков сварного шва отражается в операционно-технологической карте.

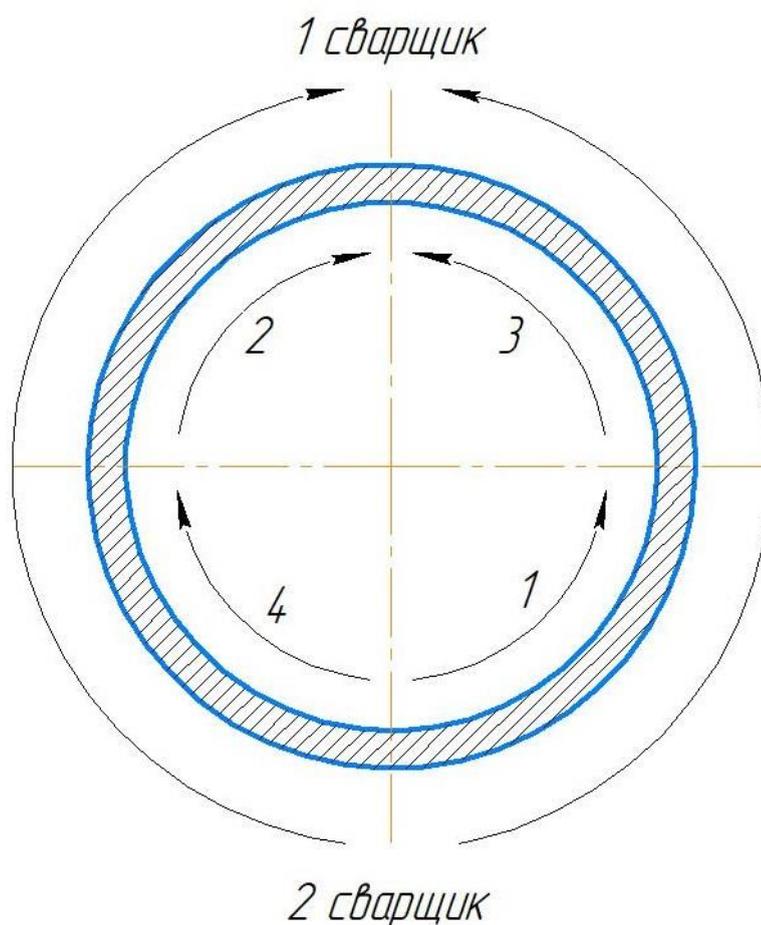


Рисунок 2.4 – Схема сварки двумя сварщиками вертикального стыка трубы, где 1- 4 - последовательность наложения сварного шва

В процессе сварки стыка производится послойная зачистка механическим способом всех слоев шва от шлака и брызг металла.

Место начала сварки каждого последующего слоя должно быть смещено относительно начала предыдущего слоя шва не менее чем на 30 мм.

Интервал времени между завершением первого наружного и началом сварки внутреннего слоя шва не должен превышать 30 минут при температуре окружающего воздуха выше 0 °С и 10 минут при температуре окружающего воздуха 0 °С и ниже.

В случае превышения указанных интервалов следует обеспечить поддержание температуры на уровне значений не ниже температуры

предварительного подогрева вплоть до момента сварки следующего слоя, при невыполнении данного требования стык подлежит вырезке [6].

2.2.5 Требования к контролю

В связи с повышением требований к качеству и конкурентоспособности продукции существенным образом возрастает роль физических методов неразрушающего контроля [8].

Для выявления дефектов (наружных и внутренних) применяется комплекс мероприятий (методов контроля) (см. таблицу 2.4.) [5].

Таблица 2.4 – Комплекс мероприятий по неразрушающему контролю

№	Категория трубопровода	Вид неразрушающего контроля		
		ВИК	РК	УЗК
1	Категория II	100%	100%	100%

Комплекс мероприятий по контролю:

– ВИК по РД-25.160.10-КТН-016-15 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. ПАО «Транснефть»;

– УЗК по ГОСТ Р 55724-2013 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые»;

– РК по ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод»;

Для измерения параметров сварных соединений и поверхностных дефектов следует применять средства измерений исправные, прошедшие метрологическую поверку/ калибровку [7]:

Шероховатость поверхности зон, примыкающих к сварному шву, должна составлять не более $Rz40$ мм, что обеспечивается зачисткой поверхностей свариваемых изделий и сварных швов перед контролем шаберами, напильниками, шлиф машинками с круглыми металлическими щетками [7].

Перед началом контроля специалист, осуществляющий контроль, должен ознакомиться с технологической инструкцией и операционной технологической картой, конструкцией и особенностями технологии выполнения сварных соединений в части способа сварки, а также документацией, в которой указаны допущенные отклонения от установленной технологии.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать [5]:

- наличие маркировки шва (нанесенной несмываемым маркером) и правильность её выполнения;
- наличие клейма сварщика (бригады сварщиков);
- отсутствие на поверхности сварных соединений следующих дефектов: поверхностных трещин всех видов и направлений, включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, не проваров, брызг расплавленного металла, не заваренных кратеров;
- прижогов металла в местах касания сварочной дугой поверхности основного металла;

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

После проведения контроля выдать заключение по визуально-измерительному контролю.

В основе ультразвукового контроля при его проведении используются ультразвуковые колебания. В однородном материале звуковые волны не меняют свою траекторию. Отражение же волн говорит о присутствии упругих сред с

разным акустическим сопротивлением. В объект излучают разные акустические колебания, а отраженные волны фиксируются дефектоскопом с пьезоэлектрическим преобразователем. По амплитуде эхосигнала можно сделать вывод о наличии отклонений, узнать глубину залегания и длину протяженности дефекта.

Средства измерений (дефектоскопы с преобразователями, меры и др.), используемые для УЗК сварных соединений, подлежат метрологическому обеспечению (контролю) в соответствии с действующим законодательством [13].

Поверхность соединения, по которой перемещают преобразователь, не должна иметь вмятин и неровностей. С поверхности должны быть удалены брызги металла, отслаивающиеся окалина и краска, загрязнения [13].

Сканирование сварного соединения выполняют с помощью перемещения преобразователя при постоянных или изменяющихся углах ввода и разворота луча.

Результаты УЗК должны быть отражены в рабочей, учетной и приемосдаточной документации, перечень и формы которой принимаются в установленном порядке [13].

Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых, окисных и других включений [13].

При радиографическом контроле не выявляют [13]:

- любые несплошности и включения с размером в направлении просвечивания менее удвоенной чувствительности контроля;
- не провары и трещины, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания и (или) величина раскрытия менее установленных значений.
- любые несплошности и включения, если их изображения на снимках совпадают с изображениями посторонних деталей, острых углов или резких перепадов трещин просвечиваемого металла.

При радиографическом контроле следует использовать источники излучения, предусмотренные ГОСТ 20426-82 [13].

Просмотр и расшифровку снимков следует производить после их полного высыхания в затемненном помещении с применением специальных осветителей-негатоскопов [13].

Следует использовать негатоскопы с регулируемой яркостью и размерами освещенного поля. Максимальная яркость освещенного поля должна составлять не менее 10^{D+2} кд/м², где D – оптическая плотность снимка. Размеры освещенного поля должны регулироваться при помощи подвижных шторок или экранов-масок в таких пределах, чтобы освещенное поле полностью перекрывалось снимком [13].

Снимки, допущенные к расшифровке, должны удовлетворять требованиям [13]:

- на снимках не должно быть пятен, полос, загрязнений и повреждений эмульсионного слоя, затрудняющих их расшифровку; на снимках должны быть видны изображения ограничительных меток, маркировочных знаков и эталонов чувствительности;

- оптическая плотность изображений контролируемого участка шва, около шовной зоны и эталона чувствительности должна быть не менее 1,5 е.о.п;

- уменьшение оптической плотности изображения сварного соединения на любом участке этого изображения по сравнению с оптической плотностью изображения эталона чувствительности не должно превышать 1,0.

Условная запись дефектов при расшифровке снимков и документов оформления результатов радиографического контроля должна соответствовать условным обозначениям, приведенным в таблице дефектов [13].

Радиографические снимки хранятся до сдачи трубопровода в эксплуатацию в ЛНК.

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование – это совместная творческая, исследовательская деятельность научного руководителя и исследователя, деятельность, направленная на достижение общего результата исследования.

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме современные методы контроля сварки.

Необходимо подобрать технологические режимы. Расчетным методом рассчитываются техническое и материальное нормирование операций, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки плети напорного трубопровода.

2.4 Постановка задачи

Цель работы – разработка технологических мероприятий планового ремонта с применением сварки дюкерного узла напорного нефтепровода Ду 630мм, $S = 10$ мм.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести литературный обзор по теме квалификационной работы;
- разработать технологию сборки и сварки напорного трубопровода;
- подобрать параметры режимы сварки, сварочные материалы, учесть природно-климатические условия, включая низкие температуры воздуха, сильные ветры и наличие ледяного покрова;

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

В пункте 2.1 сказано, что трубы изготавливаются из стали 10Г2ФБЮ. Химический состав и механические свойства стали 10Г2ФБЮ приведен в таблицах 3.1. и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10Г2ФБЮ, % (ТУ 14-3-1573-96)

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>V</i>	<i>Nb</i>	<i>Ti</i>	<i>Al</i>	<i>Ni</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cr</i>	<i>N</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>
							Не более						
0,08- 0,13	0,15- 0,35	1,6- 0,35	0,05- 0,12	0,02- 0,06	0,01- 0,035	0,02- 0,05	0,3	0,035	0,3	0,3	0,12	0,3	0,08

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10Г2ФБЮ (ТУ 14-3-1573-96)

ГОСТ, ТУ	Состояние поставки	Диаметр, мм	σ_T , Мпа	σ_B , Мпа	δ_5 , %
ТУ 14-3-1573-96	Труба электросварная прямошовная	630	≥ 590	≥ 460	≥ 20

Для изготовления трубы для подземных магистральных трубопроводов используют ТУ 14-3-1573-96 «Трубы стальные электросварные прямошовные диаметром 530-1020 мм с толщиной стенки до 32 мм для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов».

Применение в производстве алюминия, марганца и ниобия обуславливают высокую прочность, которая предназначена для изготовления электросварных прямошовных труб группы прочности К60 для магистральных газопроводов и нефтепроводов.

Условное обозначение трубы:

Труба ХЛ – 630 х 10,0 – К60;

ХЛ – хладостойкое исполнение обеспечивает требования по ударной вязкости при температуре от -20 °С до - 60 °С;

прямо шовные трубы (с одним продольным швом), Ø от 530 – 1420 мм; 630 – диаметр трубы, мм;

10,0 – толщина стенки трубы, мм;

К60 – класс прочности материала труб; Предел прочности, МПа – 590;

Относительное удлинение, % – 2.

Физические характеристики стали 10Г2ФБЮ допускают ее применение для эксплуатации при высоких давлениях в диапазоне температур от -20 0С до +450;780⁰С. Марка относится к низколегированным конструкционным сплавам без ограничений по свариваемости.

Сталь 10Г2ФБЮ применяется в машиностроении в нефтяной промышленности. Сталь отлично воспринимает пластические деформации, быстро обрабатывается режущим инструментами, сваривается без ограничения не склонна к отпускной хрупкости. Из стали изготавливают электросварные прямо шовные трубы класса К60, фасонные детали трубопроводов, листовой прокат.

Масса трубы Ду 630 х10.0 = 1544,2 кг из расчета на 10 м трубы (ТУ 14-3-1573-96).

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки.

Согласно заданием выпускной работы, напорный трубопровод расположен в болотистой местности на слабонесущих грунтах с особыми климатическими условиями. Исходя из этих условий согласно ГОСТ 16037-80 (таблица 2.2), РД 25.160.00-КТН-011-10 ПАО «Транснефть», выбираем ручную дуговую сварку покрытыми электродами. В наше время она является

самой распространенной при изготовлении разных сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможностью выполнять сварку в различных пространственных положениях, полевых условиях и труднодоступных для автоматизированной и механизированной сварки.

Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. В случае применения газопламенного нагрева следует применять терм изолирующие пояса и/или боковые ограничители пламени.

Средства нагрева должны обеспечивать равномерный подогрев торцов по периметру стыка и прилегающих к нему участков поверхностей труб в зоне шириной 150 мм (± 75 мм в обе стороны от стыка).

Для оценки склонности металла трубы к появлению холодных трещин используют углеродный эквивалент, который используют как показатель, характеризующий свариваемость:

Для расчета эквивалентного содержания углерода используют уравнение:

$$C_{\text{экв}} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15, \quad (3.1)$$
$$C_{\text{экв}} = 0,08 + 1,6/6 + (0,3 + 0,05)/5 + (0,3 + 0,3)/15 = 0,45\%.$$

Итого получаем для стали 10Г2ФБЮ по ТУ 14-3-1573-96 углеродный коэффициент, равный 0,45%.

Если коэффициент эквивалента углерода имеет значение до 0,45%, то сталь считается не склонной к образованию трещин.

Таблица 3.3 – Определение температуры предварительного подогрева

Эквивалент углерода металла труб, %	Температура предварительного подогрева (? °C) при толщине стенки трубы, мм					
	До 12,0	12,1-14	14,1-16	16,1-18	18,1-20	Свыше 20
≤ 0,41			«минус» 25°C	«минус» 10°C		
0,42-0,46		0°C				
Примечания ?						
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> – подогрев до 50 °C при температуре окружающего воздуха ниже 0°C и/или при наличии влаги на кромках труб </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; background-color: #cccccc; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 5px;"> «минус» 20 °C </div> – подогрев до «плюс» 100⁺³⁰ °C при температуре окружающего воздуха ниже указанной и до 50°C при температуре окружающего воздуха выше указанной </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; background-image: linear-gradient(to top right, transparent 49%, #cccccc 49%, #cccccc 51%, transparent 51%); background-size: 3px 3px; margin-right: 5px;"></div> – подогрев до «плюс» 100⁺³⁰ °C независимо от температуры окружающего воздуха. </div> </div>						

Подогреваем до 50°C при температуре окружающего воздуха ниже 0°C или при наличии влаги на кромках труб.

Предварительный подогрев стыков труб с толщиной стенки 10 мм (при необходимости проведения подогрева) должен осуществляться с помощью установок индукционного нагрева или кольцевых пропановых горелок.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Основные материалы для РДС, согласно рекомендации РД [6] для сварки корневого шва с классом прочности трубы до 60 включительно, необходимо использовать электроды ТИП Э50А (ГОСТ 94-67) а для заполняющих и облицовочных слоев электроды ТИП Э60 (ГОСТ 94-67) таблица 3.7.

Из реестра ПАО Транснефть для корневого шва принимаем электроды LB-52U Ø 2,60 мм E 7016, для заполняющих слоев ОК 74.70 ТИП Э60 по (ГОСТ 94-67) E 80-18-G по AWS A 5.5, таблица 3.7.

Электроды LB-52U, Ø2,6 мм.

Использование данного электрода позволяет получить отличный наплавленный металл шва и аккуратный корневой чешуйчатый валик без дефектов при сварке с одной стороны соединения. LB-52U обеспечивает высокую ударную вязкость, и его часто используют для сварки труб, морских конструкций и сооружений типа резервуаров, которые можно сваривать только, с одной стороны.

Сварку производят на короткой длине дуги по очищенным кромкам. Прокалка перед сваркой до температуры $350 \pm 10^\circ\text{C}$ продолжительностью 1 час.

Таблица 3.5 – Химический состав наплавленного металла электродов *LB-52U* в %

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Mo</i>	<i>Ni</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Si</i>
0,06	1,00	0,01	0,01	0,011	0,005	0,52

Механические характеристики

Предел текучести – 450 МПа;

Предел прочности – 540 МПа;

Удлинение линейное – 31-35%

Ударная вязкость при – 20°C

- Электроды ОК 74-70 Ø4,0 мм.

Назначение для сварки и ремонта заполняющих и облицовочного слоев сварочного шва поворотных неповоротных стыков труб и других ответственных конструкций из сталей классом прочности до К60 включительно обеспечивает повышенные вязкопластические свойства.

Сварка производится во все положения, коэффициент наплавки г/А×ч 8,5, расход электродов на 1 кг наплавленного металла 1,7 кг.

Таблица 3.6 – Химический состав наплавленного металла электродами ОК 74.70 электродов

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Si</i>
0,110	0,800-1,200	0,030	0,030	0,180-0,450

Механические характеристики

Предел текучести – 540 МПа;

Предел прочности – 620 Мпа;

Относительное удлинение – 20%;

Легкая отделимость шлаковой корки, отсутствие подрезов, хорошее формирование швов с мелко чешуйчатой поверхностью обеспечивают получение металла шва с высокой холодостойкостью и низким содержанием углерода.

Сварку производят на короткой длине дуги по очищенным кромкам. Прокатка перед сваркой до температуры $350 \pm 10^\circ\text{C}$ продолжительностью 1 час.

3.2 Подбор технологических параметров режима сварки

Напорный трубопроводы, транспортирующие товарную нефть, относятся к опасным технологическим объектам (НДГО). В связи с этим выбор параметров режимов сварки строго регламентируется руководящей документацией организации, производящей строительства объекта, в нашем случае ПАО «Транснефть». Режимы сварки выбираются согласно НТД [6] «Режим ручной дуговой сварки с основным видом покрытия электродов труб из углеродистой и низколегированных сталей».

Сварочные материалы для сварки технологических трубопроводов и линейных участков магистральных трубопроводов (включая трубопроводы

обвязки камер приема запуска), изготовленных из труб классом прочности до К54 (независимо от сейсмичности участка), а также магистральных трубопроводов, изготовленных из труб классом прочности К55 и более, прокладываемых в районах с сейсмичностью менее 8 баллов при подземной прокладке и менее 6 баллов при надземной прокладке, представлены в таблицах 3.7 - 3.10 [6].

Таблица 3.7 – Выбор электродов

Нормативное значение временного сопротивления разрыву основного металла, МПа (кгс/мм ²)		От 539 до 588 (55-60) включительно
Группа стали		М03
Группа материала труб, деталей		2
Классы прочности трубной стали		От К55 до К60 включительно
Способы и технологии сварки		
Ручная дуговая кольцевых стыков электродами с основным видом покрытия методом на подъем.	Корневой,	LB-52U / AWS A5.1 Ø2,6 мм
	Заполняющие, облицовочный	OK 70 74/ AWS A5.5 E80(18,16,15) Ø 4,0 мм

Таблица 3.8 – Таблица величина зазоров на стыках, выполняемая ручной дуговой сваркой

Способ сварки	Диаметр электрода или сварочной проволоки, мм	Величина зазора, мм
Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия	2,6-4,0	2,0

Таблица 3.9 – Режимы ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия методом «на подъем»

Сварочные слои	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А		
		Нижнее положение сварки	Вертикальное положение сварки	Потолочное положение сварки
Корневой	2,6	90-120	70-90	70-80
Заполняющий	4,0	130-160	120-160	120-150
Облицовочный	4,0	130-160	120-160	120-150

Таблица 3.10 – Минимальное число слоев шва при сварке электродами с основным видом покрытия «на подъем»

Толщина стенки трубы, мм	Минимальное число слоев
10,0	3

3.3 Выбор основного оборудования

Все технологии сварки, применяемые при сооружении, реконструкции, капитальном и текущем ремонте трубопроводов организации системы «Транснефть» подлежат аттестации в соответствии с требованиями настоящего РД 25.160.00-КТН-011-10.

Из реестра ПАО «Транснефть» на 2020 г. [18] выбираем источник: двух постовой дизельный сварочный агрегат *Denyo DCW-480ESW*.

Агрегат предназначен для питания двух постов при ручной дуговой сварке, резке и наплавке металлов постоянным током плавящимся и неплавящимся электродом в полевых условиях, рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Внешний вид сварочного агрегата *Denyo DCW-480ESW*

Таблица 3.11 – Характеристики *Denyo DCW-480ESW*

Параметр	Значение
1	2
Мощность номинальная, кВт	17,1
Напряжение	230/240
Пуск	Электростартер
Диапазон тока -1 пост, А	60-480
Диапазон тока -2 пост, А	30-240
Сварочный ток, <i>min-max</i>	480А
Марка двигателя	<i>KubotaV 1505</i> 4 такта
Обороты двигателя, об/мин	3600
Емкость топливного бака, л	45
Расход топлива л/ч	6
Тип генератора	Бесщеточный
Уровень шума /дб	67
Масса, кг	525
Производитель	Япония

Конструкция и принцип действия.

Агрегат *Denyo DCW-480ESW* используется как полностью автономная единица для ремонта и строительства магистральных газопроводов, а также проведения строительных работ в условиях отсутствия электричества. Агрегат может проводить сварку на постоянном токе до 480 А. Уникальная система управления характеристиками сварочного тока, разработанная и изготовленная фирмой *Denyo* с использованием современных транзисторов обеспечивает стабильные выходные параметры, что гарантирует высокое качество сварки любыми электродами во всех пространственных положениях.

Сварочный генератор приводится в действие четырехтактным дизельным двигателем. Крутопадающие внешние вольтамперные характеристики генератора, необходимые при ручной дуговой сварке, формируются за счет внутренних реактивных сопротивлений машины. Также в агрегате расположен стационарный бак на 45 литров, что обеспечивает бесперебойную работу двигателя на 6 литров в час при нагрузке 75%.

Сварочные аппараты *Denyo DCW-480ESW* аттестованы по НАКС в ПАО «Транснефть», включены в РД 08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 "Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов".

3.4 Выбор оснастки

Гидравлический центратор ЦНГ61 для трубопровода с условным диаметром 630 мм устанавливается на наружной части трубы - поверх кромок свариваемых труб и фиксируется посредством зажимов. Гидродомкрат прижимает прижимные ролики, в результате звенья стягиваются и эффективно центрируют трубу. Также центратор имеет крепкую раму, состоящую из стандартных звеньев с гидродомкратом, осей, роликов для прокатки вдоль трубопровода и прижимные винты, способные исправить овальность кромок. Наличие гидродомкрата, повышается производительность труда, развивает

усилие на сжатие до 12 тонн. Производится российской компанией ТехноМашХолдинг. Наружный центратор гидравлический ЦНГ61 показан на рисунке 3.2 [25].



Рисунок 3.2 – Наружный центратор гидравлический ЦНГ61

Машина без огневой резки МРТ 219-820 «Волжанка» предназначена для работы с трубами, диаметр которых составляет 219-820 мм. Без огневой резка трубы осуществляется посредством лезвийного режущего инструмента, при этом происходит одновременная разделка кромок для предстоящей сварки. Машина МРТ 219-820 используется в качестве инструмента для вырезки поврежденных участков, а также линейной арматуры в случаях утечки нефти или газа без необходимости предварительного опустошения трубопровода.

Среднее время монтажа машины «ВОЛЖАНКА» составляет не более 10 минут. Для безопасной резка трубы необходим просвет под трубой не менее 370 мм. Машина для резки труб показана на рисунке 3.3 [26].



Рисунок 3.3 – Машина для резки труб

Подогреватель сварных стыков трубопроводов с условным диаметром 630мм, известный также как кольцевая горелка либо кольцевой подогреватель, состоит из двух разъемных полуколец, по периметру которых размещены газовые сопла - горелки, которые с помощью замков соединены друг с другом. При помощи приваренных опор внутри полуколец, подогреватель размещается на трубе. Благодаря наличию рукояток пользоваться кольцевой горелкой удобно и достаточно легко даже одному человеку. Каждое полукольцо имеет штуцер для подключения горючего газа, который подается по штангам. Пламя выходит через горелки, что приводит к равномерному прогреванию всего участка трубы в месте сварного шва. Кольцевой подогреватель показан на рисунке 3.4 [29].



Рисунок 3.4 – Кольцевой подогреватель

Электрические печи предназначены для прокаливания и сушки электродов как в условиях стационарного размещения, так и на передвижных сварочных постах. Данное оборудование представляет собой ящик из металла с камерой, в которой находятся съемные полки для расположения электродов. Электрическая печь с датчиком температуры нагрева показана на рисунке 3.5 [27].



Рисунок 3.5 – Электрическая печь с датчиком температуры нагрева

Пенал-термос ПТ10 предназначен для хранения просушенных и (или) прокаленных горячих сварочных электродов на рабочем месте сварщика. Пенал-термос ПТ10 показан на рисунке 3.6 [28].



Рисунок 3.6 – Пенал-термос ПТ10

Пирометр - устройство для замеров температуры на поверхности или вокруг контрольного объекта или среды. Пирометр показан на рисунке 3.7 [31].



Рисунок 3.7 – Пирометр

Термопояс.

Основной задачей термопояса для труб с условным диаметром 630мм является защита сварочных швов стыков труб и мест подвергшимся термическому воздействию от быстрого остывания и окружающей среды, в частности, от осадков атмосферы. Термопояс для труб предотвращает образование закалочных структур в металле шва труб за счет плавного его остывания. Термопояс показан на рисунке 3.8 [30].



Рисунок 3.8 – Термопояс

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Сборкой называют технологический процесс последовательного соединения деталей трубопровода между собой прихватками или сборочными приспособлениями для образования узла сборочной единицы. От качества выполнения этой операции больше всего зависит качество сварной конструкции и трудоемкость сварочно-сборочных работ.

Технологический процесс сборки сварных конструкций с помощью ручной дуговой сварки обеспечивает высокое качество собираемого изделия в полевых условиях. Это объясняется простотой и мобильностью применяемого оборудования, возможностью выполнять сварку в различных пространственных положениях и труднодоступных для автоматизированной и механизированной сварки местах.

Сборка под сварку – это размещение элементов в порядке, указанном в технологической карте:

1. Соблюдение последовательной сборки конструкции и ее элементов.
2. Применение инструментов, приспособлений, повышающих производительность труда.
3. Полная согласованность сборочных и сварочных операций.
4. Проведение службой контроля (ЛНК) операционного контроля качества сборки.
5. Соблюдение правил охраны труда при выполнении установленных операций и приемов сборки.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Визуальный и измерительный контроль.

ВИК сварных соединений НТ должен выполняться в соответствии с требованиями РД 25.160.10-КТН-016-15. ВИК должен выполняться до проведения неразрушающего контроля (НК) сварного соединения другими методами [5].

Для проведения визуально-измерительного контроля используется универсальный набор.

Контроль должен выполняться до проведения НК другими методами.

Визуально-измерительный контроль осуществляется без нарушения целостности контролируемого соединения.

Освещенность рабочего места должна соответствовать с ГОСТ 23479 и РД 03-606-03 составлять не менее 500 лк при естественном освещении или общем освещении лампами накаливания.

Перед проведением ВИК поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от изоляции, продуктов коррозии, окалины, грязи, краски, масла, шлака, брызг расплавленного металла, и других загрязнений, препятствующих проведению.

Шероховатость поверхности зон R_z , примыкающих к сварному шву, должна составлять не более 40 мкм, что обеспечивается зачисткой поверхностей свариваемых изделий и сварных швов перед контролем шаберами, напильниками, шлифовальными машинками с круглыми металлическими щетками.

Контроль производится в соответствии с операционной технологической картой.

Измерительный контроль СВ осуществляется для:

- измерения величины смещения кромок свариваемых элементов;
- проверки геометрических параметров сварного соединения шва;
- измерение чешуйчатости на СВ соединении;
- определение координат и протяжённости поверхностных дефектов;
- измерение глубины и протяжённости подрезов.

Высота и ширина сварного шва должны определяться не реже, чем через один метр по длине соединения, но не менее, чем в трех сечениях, равномерно расположенных по длине шва.

Высота усиления и величина вогнутости стыкового шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности шва от уровня расположения наружной свариваемой поверхности.

Все замечания после проведения контроля должны быть исправлены (отремонтированы).

Результаты контроля оформляются заключением в соответствии с требованиями РД [4].

Ультразвуковой метод контроля.

Сварное соединение допускается к проведению УЗК при наличии заключения о годности данного сварного соединения по результатам ВИК.

УЗК проводится для выявления внутренних и выходящих на поверхность протяженных (не провары, не сплавления, трещины, подрезы, цепочки скопления пор и включений) и непротяженных (одиночные газовые поры, шлаковые включения) дефектов [11].

В качестве контактной смазки в зависимости от температуры окружающего воздуха следует применять специальные контактные смазки, в том числе специализированные пасты отечественного и производства. В данном случае при работе с низкими температурами будем использовать пропилен гликоль для t° от -20°C до -50°C .

Перед проведением контроля дефектоскопист должен ознакомиться с технической документацией трубопровода и интерпретацией допустимых и недопустимых объектов на данный объект предприятия.

Перед проведением контроля заказчик подготавливает объект контроля: к СВ соединению должен быть 100% подход, частота обработки - не ниже $Rz=40$ мм.

Настройку дефектоскопа производят на стандартных образцах СО-2, СО-3 по ГОСТ Р 55724-2013 [11], рисунок 3.10, рисунок 3.11.

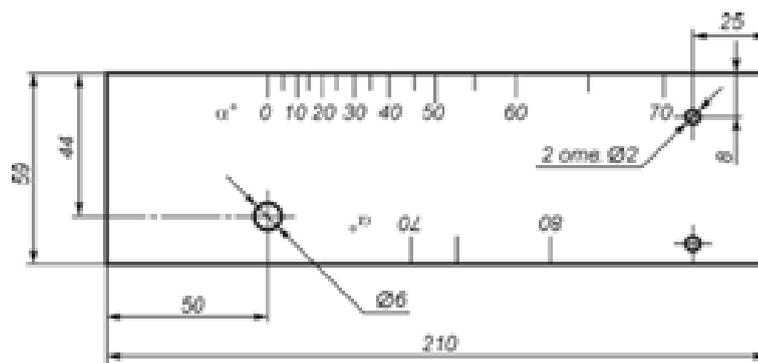


Рисунок 3.10 – Стандартный образец С0-2

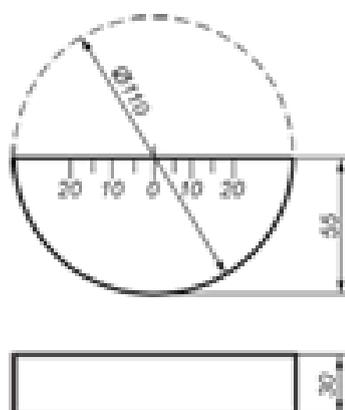


Рисунок 3.11 – Стандартный образец С0-3

Далее производится настройка по зарубке заданной на контроль толщины контроля.

Контроль сварных соединений осуществляют путём перемещения (сканирования) ПЭП в соответствии с рисунком 3.12 по поверхности около шовной зоны сваренных элементов параллельно сварному шву сверху вниз прямым и обратно отраженным лучом.



Рисунок 3.12 – Сканирование прямым и обратно отраженным лучом.

Дефекты СШ обозначают в виде букв, длину - в виде цифр:

- *SH* – дефект непротяжённый;
- *LS* – протяжённый в СШ;
- *LB* – протяжённый в корне шва;
- *CC* – цепочки скопления.

Радиографический метод контроля.

РК сварных соединений трубопроводов (и их участков после ремонта сваркой) должен выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 7512 [12].

РК проводится для выявления внутренних и выходящих на поверхность дефектов, таких как: газовые поры, шлаковые включения, не провары, не сплавления, трещины, подрезы и др.

При проведении РК контролируемая зона сварного соединения должна включать не только изображения сварного шва, но и прилегающую к нему около шовной зоны шириной не менее толщины стенки (при толщине стенки до 20 мм) и не менее 20 мм при толщине стенки 20 мм и более.

Сварное соединение допускается к проведению РК при наличии заключения о годности данного сварного соединения по результатам ВИК и заключения по УЗК.

Для сокращения времени экспозиции радиографические плёнки можно применять с металлическими усиливающими экранами. При использовании металлических усиливающих экранов необходим хороший контакт между пленкой и экранами.

Предпочтение следует отдавать рентгенографическим пленкам в светозащитной упаковке в комбинации с усиливающими металлическими экранами.

Для защиты пленки от рассеянного излучения рекомендуется со стороны, противоположной от источника излучения, экранировать кассету с пленкой свинцовыми экранами толщиной от 1 до 3 мм.

Радиационная толщина (в месте установки эталона чувствительности) показана, в мм, для схем просвечивания и толщины контролируемого металла плюс толщина канавочного эталона чувствительности на рисунке 3.15.

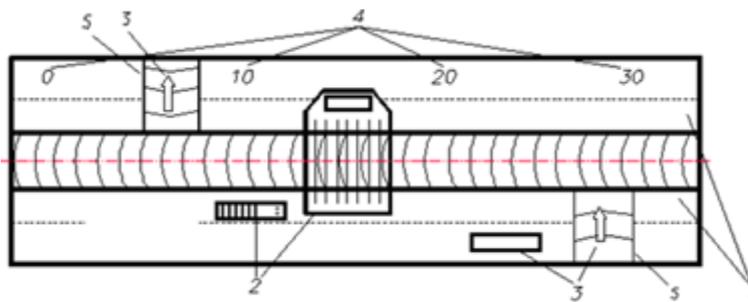


Рисунок 3.15 – Эскиз установки эталонов чувствительности, маркировочных знаков, мерного пояса

1 – зона контроля сварного соединения; 2 – эталоны чувствительности (проволочный, канавочный); 3 – маркировочные знаки; 4 – мерный пояс; 5 – продольный сварной шов

При определении чувствительности контроля расчет необходимо вести по той толщине стенки трубы, на которую установлены эталоны чувствительности. Эталоны чувствительности устанавливаются на меньшую толщину.

Фото обработку радиографической пленки следует производить в соответствии с требованиями фирмы-изготовителя этой пленки.

На снимках должны быть видны изображения сварного шва, эталонов чувствительности и маркировочных знаков, ограничительных меток, имитаторов (при их использовании) и мерных поясов.

Длина каждого снимка должна обеспечивать перекрытие изображения смежных участков сварного соединения на величину не менее 20 мм.

Оптическая плотность самого светлого участка сварного шва должна быть не менее 1,5 е.о.п.

При расшифровке снимков размеры дефектов до 3,0 мм следует округлять в большую сторону с дискретностью 0,1 мм, при размерах дефектов более 3,0 мм округление производят с дискретностью 0,5 мм.

Запись высоты дефектов указать с помощью знаков «>» или «≤» (величина дефекта по отношению к максимально допустимой для данного сварного соединения).

Запись диаметра дефекта заменяет запись протяженности, ширины и высоты дефекта.

Запись размеров дефектов производить для параметров, имеющих нормы.

Для недопустимых дефектов указать только протяженность.

В заключениях по результатам РК допускается одной строкой записывать данные расшифровки по снимкам одинаковой чувствительности и не имеющим изображения дефектов.

Оборудование «Унискан МТ».

Для контроля сварных соединений магистральных трубопроводов применяется комплекс автоматизированного неразрушающего контроля «УНИСКАН МТ» [21].

Комплекс «УНИСКАН МТ» позволяет проконтролировать сварные соединения тремя методами контроля – визуальным и измерительным контролем (ВИК), автоматизированным ультразвуковым контролем (АУЗК), цифровой радиографией – с привязкой к географической координате расположения объекта контроля с выводом цифрового паспорта сварного шва.

Комплекс автоматизированного неразрушающего контроля кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов «УНИСКАН МТ» включает в себя [21]:

– система автоматизированного ультразвукового контроля "УНИСКАН МТ-УЗК";

- система автоматизированного цифрового рентгеновского контроля "УНИСКАН МТ-ЦР";
- модуль автоматизированного цифрового визуального и измерительного контроля "ВИЗИО МТ".

При разработке комплекса «УНИСКАН МТ» был применен инновационный подход к выполнению неразрушающего контроля качества сварных соединений, основанный на объединении трех методов контроля на одной аппаратно-программной платформе.

Целью указанного подхода является повышение достоверности контроля, минимизация влияния человеческого фактора на результат контроля, а также формирование цифрового паспорта качества сварного соединения для последующего анализа на этапе эксплуатации магистрального трубопровода в ходе технической диагностики.

Основные преимущества системы "УНИСКАН МТ-УЗК" [21].

Применение универсальной системы "УНИСКАН МТ-УЗК" позволяет проводить контроль трубопроводов диаметром от 500 мм и толщиной стенок труб от 8 мм и более. В зависимости от задач контроля в системе могут использоваться различные модули: РА 32:128 + 2 канала *TOFD/UT* и/или модуль 6 каналов *TOFD/U*. Благодаря беспроводному выводу информации на любое устройство (ноутбук, анероид) специалист может проводить анализ контроля в режиме реального времени, что упрощает работу при заполнении заключений в лаборатории ЛНК.

3.7 Разработка технологической документации.

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [20].

Разработка технологических процессов включает:

1. Разбор изделия на сборочные единицы;
2. Применение последовательности сборочно-сварочных, слесарных, операций;
3. Подбор оборудования и вида сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- наименьшая продолжительность производственного цикла;
- привлечения к процессу числа участников производственного цикла;
- наиболее оптимальное использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- цели экономии производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [19]:

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

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

Технологическая карта изготовления кольцевого стыкового соединения труб приведена в приложении А.

3.8 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [19-20]:

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

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

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

где, T_o – основное время сварки [19-20];

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

$a_{\text{обс.}}$, $a_{\text{отл.}}$, $a_{\text{п-з}}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени.

$$T_o = \frac{60}{V_{\text{св}}} \times n \times 2 \times \pi \times r, \quad (3.4)$$

где $V_{\text{св}}$ – скорость сварки, м/ч,

n – число проходов;

r – радиус диаметра трубы, м;

$r_{\text{к}} = 0,305\text{м}$;

$r_{\text{з}} = 0,310\text{м}$;

$r_{\text{ош}} = 0,315\text{м}$;

Согласно ЕНИР сборник Е22-2-2 принято стыковое соединение со скосом кромок С17 (таблица 8) [20].

Выбираем среднюю норму времени на вертикальный неповоротный шов - 2,5 часа, для выполнения работы сварщиком 6 разряда.

$$T_{\text{ср.н}} = 2,5 \text{ часа.}$$

$$T_o = \frac{60}{20,6} \times 1 \times 2 \times 3,14 \times 0,305 = 39,6 \text{ мин.}$$

на корень шва.

$$T_o = \frac{60}{20,6} \times 1 \times 2 \times 3,14 \times 0,310 = 40,1 \text{ мин.}$$

на заполнение шва.

$$T_o = \frac{60}{20,6} \times 1 \times 2 \times 3,14 \times 0,315 = 40,75 \text{ мин.}$$

на облицовку шва.

Сварное соединение Ду 630x10 сваривают два сварщика. Получаем затраченное время на одно кольцевое сварное соединение:

$$T_{\text{общ}} = 39,6 + 40,1 + 40,75 = 120,45 = 2 \text{ ч } 27 \text{ мин.}$$

Расчетные значения не противоречат значениям сборника Е22-2-2 ЕНИР, для стыкового соединения со скосом кромок С- 17 таблица 8 [20].

Расчет норм расхода сварочных материалов при ручной дуговой сварке покрытыми электродами:

Находим площадь сварного шва с разделкой кромок С-17 [20]:

$$S_1 = 0,013 \times 0,010 = 0,00013 \text{ м}^2,$$

$$L_{\text{ш}} = 630 \times 3,14 = 3,98 \text{ м.}$$

Массу наплавленного металла рассчитываем по формуле:

$$m_{\text{н}} = \rho \times F_{\text{н}}, \quad (3.5)$$

где ρ – удельная плотность наплавленного металла, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ (углеродистых сталей);

$F_{\text{н}}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва.

$$m_{\text{н}} = 7850 \times 0,00013 = 1,02 \text{ кг,}$$

масса наплавленного металла.

Рассчитываем удельную норму расхода G_3 (кг/м) по формуле:

$$G_3 = K_p \times m_{\text{н}}, \quad (3.6)$$

где K_p – коэффициент расхода, учитывающий неизбежные потери покрытых электродов и сварочной проволоки, $K_p = 1,7$.

$$G_3 = 1,7 \times 1,02 = 1,74 \text{ кг.}$$

Определяем норму расхода H_3 (кг):

$$H_3 = G_3 \times L_{ш}, = 1,74 \times 1,98 = 3,43 \text{ кг.} \quad (3.7)$$

затрат на один стык.

На 10 кольцевых соединений $H_3 \times n_{\text{стыков}} = 3,43 \times 10 = 34,3$ кг на всю продукцию.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [19]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (4.1)$$

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

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = (N \times T) / 60, \quad (4.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N = 10$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

Для стыка кольцевого шва:

$$T_r = (10 \times 120,45) / 60 = 20,075 \text{ ч.,}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени в одну смену равен 1973 часа, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 1973 - 5\% = 1874 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{20.075}{1874} = 0,011,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,011}{1} = 0,011.$$

4.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [19]:

$$K = K_o + K_{\Pi} + K_{зд}, \quad (4.3)$$

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

K_{Π} – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

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

4.1.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [19]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n \Pi_{O_i} \times O_i \times \mu_{O_i}, \quad (4.4)$$

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

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (см. пункт 3,4);

μ_{O_i} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера (см. пункт 3,4).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (см. таблицу 4.1)

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [24]

Наименование оборудования		Ц _о , руб
<i>Denyo DCW-480ESW</i>	1 шт.	2280000 Р

$$K_{CO} = 2280000 \times 1 \times 0,011 = 25080 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _{со} , руб.
<i>Агрегат Denyo DCW-480ESW</i>	1 шт.	25080 руб.
Итого		25080 руб.

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [19]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (4.5)$$

где $K_{\text{пр}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб. [27,28,29,30,31,32,33];

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. пункт 3,4);

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. пункт 3,4).

$$K_{\text{пр}1} = 166560 \times 1 \times 0,011 = 183150 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр}2} = 575000 \times 1 \times 0,011 = 632500 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр}3} = 5650 \times 1 \times 0,011 = 6215 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр}4} = 1850 \times 2 \times 0,011 = 4070 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр}5} = 6000 \times 1 \times 0,011 = 6600 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр}6} = 8250 \times 1 \times 0,011 = 9750 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления [25,26,27,28,29,30,31]

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	С _п , шт	К _{пр} , руб.
Гидравлический центратор "ЦНГ61"	166 560	1	183 150
Машина безогневой резки "Волжанка"	575 000	1	632 500
Печь для проковки электродов	5 650	1	6 215
Пенал-термос "ПТ-10"	1 850	2	4 070
Термопояс защитный Ду 630	6 000	1	6 600
Пирометр инфракрасный от -50°С до 900°С	8 250	1	9 750
ИТОГО			842 285

4.1.2 Расчет себестоимости единицы продукции

- затраты на металлы;
- затраты на сварочные материалы;

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

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [19]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{ руб./год.} \quad (4.6)$$

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

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

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

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

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

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

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

4.1.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия, определяем по формуле [19]:

$$C_{\text{М}} = N_{\text{М}} \times k_{\text{т.з.}} \times \text{Ц}_{\text{М}}, \text{ руб./изд.}, \quad (4.7)$$

где $N_{\text{М}}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.1,1);

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

$\text{Ц}_{\text{М}}$ – средняя оптовая цена стали 10Г2ФБЮ, на 01.01.2023, руб./кг:

- для стали 10Г2ФБЮ $\text{Ц}_{\text{М}}=65$ руб./кг [34], при $m_{\text{М}}=1544,2$ кг.

$$C_{\text{М}} = 1,04 \times 1544,2 \times 65 = 104387,92 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на электроды определяем по формуле [19]:

$$C_{э.с} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times Ц_э, \text{ руб./изд.}, \quad (4.8)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродов, кг: $G_d = 1,02$ кг – *LB-52U* для сварки корня; $G_d = 1,02$ кг – для электродов *OK 70.74* для сварки заполняющих и облицовочного швов (см. пункт 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход электродов [20], $k_{p-п.с.} = 1,7$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [20], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем для электродов *LB-52U* $\psi_p = 1,15$, принимаем для проволоки *OK 70.74* $\psi_p = 1,15$ [20];

$Ц_{п.с} = 234$ руб. – стоимость сварочных электродов *LB-52U* $\varnothing 2,6$, руб./кг на 01.01.2023 [33];

$Ц_э = 360$ руб. – стоимость сварочных электродов *OK 70.74* $\varnothing 4,0$, руб./кг на 01.01.2023 [34];

$$C_э = 1,02 \times 234 \times 1,15 \times 1,7 + 1,02 \times 360 \times 1,15 \times 1,7 = 1057,81 \text{ рублей.}$$

$1057,81 \times 34,3 = 36279$ рублей стоимость электродов на десять сварных соединений.

4.1.4 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [23]:

$$C_з = (C_{чи} \times T_o \times K_{доп} \times K_{сс} \times K_{рай.}) / 60, \quad (4.9)$$

где $C_{чи}$ – часовая тарифная ставка сварщика 6 разряда на 01.01.2023, руб./ч., $C_{чи} = 337,5$ руб.;

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

$K_{доп}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{доп} = 2,25$ [23];

$K_{сс}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,385 [23].

$K_{рай.}$ – районный коэффициент, $K_{рай} = 1,3$ [23];

$$C_3 = (337,5 \times 120,45 \times 2,25 \times 1,385 \times 1,3) / 60 = 2745 \text{ руб./стык.}$$

Так как варят трубопровод Ду 630 два сварщика одновременно то фонд начисления на одного сварщика 1372,5 руб./стык

Фонд заработных начислений заработной платы за 10 сварных соединений Ду 630 толщиной стенки 10 мм составит 27450 руб.

4.1.5 Определение затрат на силовую электроэнергию

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

– расход дизельного топлива, потребляемого генератором (см. рисунок 3.1):

$$C_{топ} = t_{дг} \cdot M_{топ} \cdot Ц_{топ}, \text{ руб.}, \quad (4.10)$$

где $t_{дг}$ – продолжительность работы дизельного генератора во время сварки одного стыка, при нагрузке 75%, $t_{дг} = 120,45$ мин (таблица 3.11);

$M_{топ} = 6$ л/час – расход топлива за час работы при нагрузке 75%; $Ц_{топ} = 54$ руб./л – цена дизельного топлива;

$$C_{мон} = 2,27 \times 6 \times 54 = 734,48 \text{ руб.},$$

на 1 сварное соединение, на 10 стыков 7354,8 руб.

4.1.6 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [23]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \times O_i \times \mu_{oi} \times a_i \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.10)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15 \%$ [32],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [23],

$$C_{31} = \frac{2280000 \times 1 \times 0,011 \times 0,15\% \times 1,15}{10} = 4326 \text{ руб.}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		C_3 , руб./изд.
<i>Агрегат Denyo DCW-480ESW</i>	1 шт.	4326
ИТОГО		4326

4.1.7 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [23]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.11)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [35];

$$C_{u1} = \frac{166560 \times 1 \times 0,15}{10} = 27482 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

$$C_{u2} = \frac{575000 \times 1 \times 0,011 \times 0,15}{10} = 94875 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

$$C_{u3} = \frac{5670 \times 1 \times 0,011 \times 0,15}{10} = 621 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

$$C_{u4} = \frac{1850 \times 2 \times 0,011 \times 0,15}{10} = 61 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

$$C_{u5} = \frac{6000 \times 1 \times 0,011 \times 0,15}{10} = 99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

$$C_{u6} = \frac{8250 \times 1 \times 0,011 \times 0,15}{10} = 1361 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Затраты на амортизацию приспособлений [25,26,27,28,29,30,31]

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб.	П _г , шт.	С _и , руб./изд.
Гидравлический центратор "ЦНГ61"	166 560	1	27 482
Машина без огневой резки "Волжанка"	575 000	1	94 875
Печь для проковки электродов	5 650	1	621
Пенал термос "ПТ-10"	1 850	2	61
Термопояс защитный Ду 630	6 000	1	99
Пирометр – инфракрасный от -50°С до 900°С	8 250	1	1 361
ИТОГО			124 499

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	104387,2
02	Затраты на электроды	36279
3	Заработная плата	2745
4	Затраты на электроэнергию	7354,8
5	Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	4326
6	Затраты на амортизацию приспособлений	124499
ИТОГО технологическая себестоимость:		279 591

4.1.8 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 10 \times (104387,2 + 36279 + 2745 + 7354,8 + 4326 + 124499) =$$

$$= 2\,795\,910 \text{ руб./изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 25080 + 842285 = 867365 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 2\,795\,910 + 0,15 \times 867365 = 2\,926\,014,75 \text{ руб./изд.} \times \text{год.}$$

4.1.9 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	10
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	2,27
3	Количество оборудования, шт.	1
4	Количество производственных рабочих, чел	2
5	Норма расхода материала, кг	1544,2
6	Количество приведенных затрат, руб/изд. х год.	2926014,75
7	Себестоимость одного сварного стыка, руб.	279591

Вывод; в ходе исследования финансового менеджмента, ресурс эффективности и ресурсосбережения была установлена цена на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны

капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления, так же затраты на основной металл, сварочные электроды, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, в ходе чего мы получили следующие значения:

- капитальные вложения 867365руб.;
- себестоимость 1 сварного соединения 279 591 руб./изд.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 2 926014,75 руб./изд. × год.

5 Социальная ответственность

В данной выпускной квалификационной работе производится сборка и сварка трубы дюкерного узла напорного нефтепровода. По предлагаемому технологическому процессу производится ручная дуговая сварка покрытыми электродами. В качестве сварочного оборудования использован двух постовой дизельный сварочный агрегат *Denyo DCW-480ESW*.

В качестве контролирующих методов используется: визуально-измерительный, ультразвуковой, радиографический контроль с помощью универсального Российского автоматизированного комплекса «УНИСКАН-МТ» [21].

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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

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

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

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

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

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

техническими устройствами;

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

5.1.1 Законодательные и нормативные документы

Форма 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:

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд.

стандартов, 1984.

Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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.

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.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

5.2 Производственная безопасность

5.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1 Влияние метеорологических условий на работающих.

перепады температур;

влажность;

условия труда и быта;

2 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 [35]:

запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;
психофизиологические нагрузки на рабочего;
пожароопасность;
опасность поражения электрическим током;
повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
повышенная яркость света при осуществлении процесса сварки.

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

3 Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:
машина без огневой резки "Волжанка";
сварочная дуга;

слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер, углошлифовальная машина УШМ-125/800, ГОСТ 12.2.013.3-2002.

Шумом принято называть любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, и представляющий собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Характеристикой шума является уровень звукового давления. Используемый дизельный агрегат Denyo DCW-480ESW уровень шума 67Дб, аппарат является тихим.

Источниками шума на участке служит угловая шлифовальная машинка.
[39].

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.

4 Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энерготратами 172÷293 Дж/с (150÷250 ккал/ч) [40].

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.

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.

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

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

Вибрацию создают углошлифовальные машинки.

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

Важным для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, специальные крема для защиты рук и лица.

5.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

Требуемый уровень освещения определяется степенью точности сборочных работ.

При сварке неповоротных кольцевых сварных соединений применимо световое время суток, но в данной работе производятся ремонтные работы. Так в летний период времени рабочий день составляет 12 часов, а в зимний – не более 8 часов, поэтому практический расчет освещения производится не будет.

Будут использованы переносные стационарные светильники во взрывозащищенном корпусе с напряжением 12 Вольт в количестве 3 штук.

5.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

Особенности полевых работ. Влияние метеорологических условий на работающих.

Особенности полевых работ состоят в том, что они выполняются под открытым небом при перепадах температур и влажности.

Полевые работы выполняются при частых переменах рабочего места. Значительное отклонение микроклимата рабочей зоны от оптимального может быть причиной ряда физиологических нарушений в организме работающих, привести к резкому снижению работоспособности и даже к профессиональным заболеваниям. В тяжелых случаях наступает тепловой, при работе на открытом воздухе – солнечный удар. При условиях низких температур допускается производство работ в поле в безветренную погоду при температуре до – 25, а на ветру -10, с периодическим обогреванием.

Длительное и сильное воздействие низких температур может вызвать различные неблагоприятные изменения в организме человека: отморожение, обморожение, смерть.

Условия труда и быта в полевых условиях

На полевых работах труд и быт работников неотделимы, поэтому здоровье работников и их работоспособность во многом зависят от устройства быта и отдыха, питания и ночлега. В полевых условиях необходимо уметь оценивать воздействие различных факторов и его последствия. Важным фактором является водно-питьевой режим. Работники должны быть обеспечены питьевой водой, соответствующей требованиям СанПиН 10-124-РБ 99.

Вредные факторы, влияющие на организм человека

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения, в организме человека происходят биохимические сдвиги, нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги [38].

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 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 применимы стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на 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
Маска сварщика хамелеон для ESAB A-30	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск [38].

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 ионизирующего излучения (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 5.2).

Таблица 5.2 – Пределы облучения

Категория	Дозовый предел эффективной дозы, м ³ 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 (свинцовые экраны);

защита расстоянием, т.е. удалением от аппарата на безопасное расстояние (25 м для персонала группы контроля);

защита временем, т.е. ограничением времени работы аппарата (время работы ограничено только тепловыми режимами аппарата и составляет 50% общего рабочего времени).

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 направления прямого пучка и находиться за ним на всю вытянутую линию кабеля. Если кабель менее 25 метров, то при включении персонал должен удаляться на безопасное расстояние.

3 Повышенная яркость света при осуществлении процесса сварки.

Маска сварщика «хамелеон» для ESAB A-30, очки защитные от ультрафиолетовых лучей.

4 Электрический ток.

На данном участке используется двух постовой дизельный сварочный агрегат *Denyo DCW-480ESW*. Агрегат предназначен для питания двух постов при ручной дуговой сварке, резки и наплавки металлов постоянным током плавящимся и неплавящимся электродом в полевых условиях. Регулировка осуществляется с пульта управления. Включение агрегата осуществляется как с пульта, так и стационарно. Так же в агрегате расположен стационарный бак на 45 литров, что обеспечивает бесперебойную работу двигателя на 6 литров в час при нагрузке 75%.

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 напряжения между оборудованием и землей до безопасной величины.

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

Сопротивление заземляющего устройства R_3 для установок мощностью до 100 кВт должна быть 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 [39]:

$$R_{TP} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l_T} \times \ln \frac{2 \times l_T}{d}, \quad (5.1)$$

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

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

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

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

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{TR}}{R_3 \times \eta_3}, \quad (5.2)$$

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

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

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

Принимаем $n=4$ шт.

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

$$R_n = \frac{\rho}{2 \times h \times l} \times \ln \frac{2 \times l_{II}^2}{b/n}, \quad (5.3)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_{II} – длина полосы, см;

b – ширина полосы, см;

h – глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [39]:

$$l_n = 1,05 \times a \times (n-1), \quad (5.4)$$

где, a – расстояние между заземлениями, см;

$$a = 2 \times l_{mp} = 2 \times 2 = 4 \text{ см}, \quad (5.5)$$

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

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

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

$$R_c = \frac{R_{TP} \times R_{II}}{R_{TP} \times h_{II} + R_{II} \times \eta_{\Sigma} \times n}, \quad (5.6)$$

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

n – число труб заземлений, шт;

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

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 получается, что система заземления состоит из четырёх труб, вертикально вбитых в землю диаметром 50 мм и длиной 2 метра. Сопротивление одиночного заземлителя равно 13 Ом. Отдельно вбитые элементы заземления соединены между собой металлической полосой.

5. Микроклимат

Особенности полевых работ состоят в том, что они выполняются под открытым небом при перепадах температур и влажности.

Нормируемые параметры микроклимата на рабочих местах определены санитарными нормами "СанПиН 2.2.4.548-96.2.2.4. «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Полевые работы выполняются при частых переменах рабочего места. Значительное отклонение микроклимата рабочей зоны от оптимального может быть причиной ряда физиологических нарушений в организме работающих, привести к резкому снижению работоспособности и даже к профессиональным заболеваниям.

В тяжелых случаях наступает тепловой, при работе на открытом воздухе – солнечный удар. При условиях низких температур допускается производство работ в поле с периодическим обогреванием. Длительное и сильное воздействие низких температур может вызвать различные неблагоприятные изменения в организме человека: отморожение, обморожение, смерть.

В полевых работах труд и быт работников неотделимы, поэтому здоровье работников и их работоспособность во многом зависят от устройства быта и отдыха, питания и ночлега.

Для обеспечения безопасных условий труда работодатель должен создать благоприятные условия.

Климат района континентальный, с продолжительной холодной зимой (температура достигает до -50°C) и коротким тёплым летом (до $+35^{\circ}\text{C}$). Наибольшее количество осадков выпадает в осенне-зимний период. Всем сотрудникам привлекаемых для работающих в особых климатических условиях выдается спецодежда.

Таблица 7.2 Средства индивидуальной защиты в летнее и зимнее время.

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм безветренный	ТУ 17-08-327-91
Сапоги кирзовые	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Костюм хлопчатобумажный с водоотталкивающим покрытием	ТУ 38-106359-79
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92
Чуни	ГОСТ 27507-90
Костюм зимний с пристегивающейся утепляющей	ГОСТ 29.335-92

прокладкой	
Сапоги резиновые болотные	ГОСТ 5305-79
Маска защитная от ветра	ГОСТ 8267-82

Летом: костюм безветренный, костюм хлопчатобумажный с водоотталкивающим покрытием, костюм противознцифалитный, сапоги кирзовые. Зимой: куртка на утепленной прокладке, костюм зимний с пристегивающейся утепляющей прокладкой, чуни.

Зимой, работы на открытом воздухе запрещаются при следующих условиях таблица 7.3

Таблица 7.3 Условия, при которых запрещаются работы на открытом воздухе

Скорость ветра V м/с При безветренной погоде	Температура t° C
Не более 5	-40
5,1-10	-35
10,1-15	-25
15,1-20	-15
>20	-5
	0

5.3 Экологическая безопасность

В процессе сварки выделяются вредные и токсичные вещества, а также оксиды их соединений. Так как сварка напорных трубопроводов производится в полевых условиях, то вредные факторы воздействия на окружающую среду по сравнению с производством работ в цехе незначительны.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация техногенного характера — событие, ограниченное определенной территорией, произошедшее в связи с

промышленной аварией или иным бедствием, несущее отрицательные последствия для жизнедеятельности человека.

В данном случае берем, тип чрезвычайной ситуации возможный при проведения полевых работ -это разгерметизация пожар взрыв.

Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» есть требования, которые обязывают проектировщиков вносить в проектную документацию пожарно-технические характеристики зданий, сооружений, строительных конструкций, инженерного оборудования и строительных материалов.

Алгоритм разработки инструкций о мерах пожарной безопасности:

Установить ответственных лиц ответственных за обеспечение пожарной безопасности. Это может быть руководитель или лица, назначенные руководителем соответствующим приказом или распоряжением по предприятию и выдачей наряд допуска на проведения работ повышенной опасностью с росписью в журнале выдачей задания и в наряде допуске. (Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 №528).

Обучение персонала, проведение учений по пожарно техническому минимуму.

Определить и уточнить специфику пожарной опасности, технологического процесса, технологического и производственного оборудования; Информацию указываем в общих положениях инструкции, нарядах на проведение работ повышенной опасности.

Провести мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технологических процессов при эксплуатации оборудования и производстве пожароопасных работ;

Распределить обязанности и действия работников при пожаре, в том числе при вызове пожарной охраны, обеспечить первичными средствами пожаротушения (шанцевый инструмент, кашпо, огнетушители воздушно эмульсионные (ОВЭ), порошковые закачные (ОП), углекислотные(УО), выставить наблюдающих с газоанализаторами «Драгер», за наблюдениями за

газовоздушной средой, оборудовать место проведения работ аудио и видеосвязью.

Оградить ремонтную зону согласно границам, установленным в Схеме возможных путей эвакуации (допускается использовать сигнальную ленту) с установкой на видных местах предупреждающих знаков (плакатов). В темное время предусмотреть специальное освещение.

Проверка включения автоматических систем противопожарной защиты отключение при необходимости электроэнергии (за исключением систем противопожарной защиты), остановку работы транспортирующих устройств, агрегатов,

Удаление за пределы опасной зоны всех работников, не задействованных в проведении работ повышенной опасности;

Осуществление общего руководства тушением пожара (с учетом специфических особенностей объекта защиты) до прибытия подразделения пожарной охраны;

После проведения огневых работ, убрать рабочее место, оставить наблюдающих для наблюдения за объектом в течение 2 часов.

При этом наблюдение может осуществляться дистанционно, в том числе путем применения средств видеонаблюдения.

После проведения работ повышенной опасности наряд допуск на проведение работ сдается в архив и хранится бмесяцев.

Заключение

В целях увеличения надежности и безопасности работы напорных нефтепроводов, при проведении их ремонтов необходим комплекс мероприятий, включающих в себя качественный и эффективным контроль.

Для ремонта дюкерного узла напорного нефтепровода применен гидравлический наружный центратор ЦНГ61, машина без огневой резки «Волжанка», разработана операционная -технологическая карта, рассчитаны режимы сварки.

В качестве контролирующих методов применен: визуально-измерительный, ультразвуковой, радиографический контроль универсальным Российским автоматизированным комплексом «УНИСКАН-МТ».

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда, посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 10 изделий.

Средний коэффициент загрузки оборудования – 90 %.

Количество приведенных затрат – 2 926014,75 руб./изд.×год.

Библиография

1. Семкин Д.С. Обоснование рациональных параметров и режимов работы оборудования для разработки грунта под магистральным трубопроводом: дис. канд. техн. наук/ Семкин Д.С.; Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)– Омск, 2012, -161с.

2. Чурилина Юлия Юрьевна научный журнал «*IN SITU*» ISSN (p) 2411-7161 / ISSN (e) 2712-9500 №3 / 2022 Самарский государственный технический университет, доклад на тему АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

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

4. Иванов В.А., Кузьмин С.В. и др. Сооружение подводных переходов магистральных трубопроводов: Курс лекций. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2003. 217 – с.

5. 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.

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

7. РД-25.160.10-КТН-016-15 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов.

8. А-49 Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие. 2_е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2013. — 576 с.: ил. Алешин Н.П.

9. ГОСТ ISO 17636-2–2017. Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль.

URL <http://docs.cntd.ru/document/1200158604> (дата обращения 06.05.2023).

10. Кострюков А.Ю., Скворцов А.Ю., /Интегрированная система неразрушаемого контроля качества сварных соединений труб магистральных газопроводов «УНИСКАН МТ» / Газовая промышленность, Спецвыпуск №3(773) – С.80-84.

11. ТУ14-3-1573-96 Трубы стальные электросварные прямо шовные диаметром 530-1020 мм с толщиной стенки до 32мм для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.

12. ГОСТ 16037-80 соединения сварные стальных трубопроводов.

13. ГОСТ 7512-82 Государственный стандарт союза ССР. Контроль неразрушающей, соединения сварные. Радиографический метод.

14. ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности.

15. ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий соединения сварные. Методы ультразвуковые.

16. ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки.

17. ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий соединения сварные. Методы ультразвуковые.

18. Реестр основных видов продукции ПАО Транснефть; *reestrtransneft.xlsx*

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

20. Волков В.И. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки. Томск 2017

21. Комплекс автоматизированного неразрушающего контроля «УНИСКАН МТ». Комплекс автоматизированного контроля «УНИСКАН МТ» купить в гео-нтд (geo-ntd).

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

23. 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.

24. Новые технологии, Агрегат Denyo DCW-480ESW, dne@nt-rt.ru, +7(3843)20-46-81, Denyo.nt-rt.ru.

25. "Инженерика», инструмент для сварки г. Москва, Гидравлический центратор "ЦНГ61" тел +7(499)677-15-24, info@enginerika.ru

26. Promportal.su, тел +7(8452)76-08-60, г Саратов машина без огневой резки "Волжанка"

27. Moskva.regmarkets.ru, Печь для просушки и прокалки электродов.

28. ООО «Равиком-М», Пенал термос ПТ-10, тел +7(912) 774-93-60.

29. "Центратор", инструмент для сварки г. Москва, +7(499)705-23-34, кольцевой подогреватель.

30. "Центратор", инструмент для сварки г. Москва, +7(499)705-23-34 Термопояс защитный Ду 630.

31. г. Москва, 1 институтский проезд, дом, 3 Федеральный научный центр, тел +7(495)129-45-55, Пирометр – инфракрасный от 50°С до 900°С.

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

33. Market.yandex.ru, Электрод для ручной дуговой сварки с основным покрытием, для ММА сварки Ø3мм, L= 350мм.

34. *Market.yandex.ru*, Электрод для ручной дуговой сварки с основным покрытием, для ММА сварки Ø4мм, L= 450мм.

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

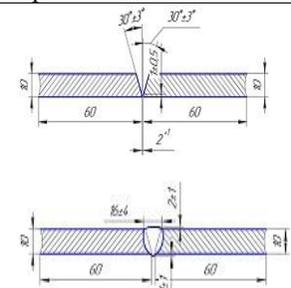
36. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

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

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

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

Приложение А Операционно-технологическая карта сварки

ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					
сборки и ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб					
Организация	Наименование трубопровода провода	Диаметр, толщина стенки, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений	Шифр карты
ПАО Транснефть	Нефтепровод напорный	Ø 630 ; 10,0 мм	РД	Труба + труба	
Характеристика труб			Предварительный подогрев	Подготовка под сварку, сборка и параметры сварного шва	Сварочные материалы
Класс прочности	Нормативные механические свойства (не менее)			<p>Просушка электродов перед сваркой до +350°C-1 час независимо от температуры окружающего воздуха. Предварительный подогрев при выполнении ремонтных работ перед сваркой до +100°C независимо от температуры окружающего воздуха.</p> <p>Ширина зоны подогрева не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок</p>	<p>Для сварки корневого, LB-52U. E70-16 Заполняющий, Облицовочный ОК74.70.Э60А E 80-18-G по AWS AWS A5,5</p>
	Временное сопротивление разрыву, МПа (кгс/мм ²)	Предел текучести, МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, %		
K60	539-590	460	20		
					
				<p>ГОСТ 16037-80.Соединения сварных стальных трубопроводов, РД-25.160.10-КТН-011-10 Сварка при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов. Минимальное количество проходов не менее 3</p>	
Режимы сварки			Дополнительные требования и рекомендации		
Сварочные слои	Марка электрода	Диаметр, мм	Полярность	Сварочный ток, А	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допустимая минимальная толщина стенки 10 мм. 2. Направление сварки всех слоев шва - на подъем. 3. Сварка каждого слоя шва выполняется одновременно не менее 2-х сварщиков 4. Обязательный подогрев металла трубы. 5. Освобождать жимки центриатора разрешается после завершения сварки 100% периметра корневого слоя шва. 6. Длина прихваток 60-100мм 7. В процессе сварки производится послойная зачистка механическим способом всех слоев шва от шлака и брызг металла. 8. Допускается проведение сопутствующего подогрева с помощью кольцевых подогревателей. 9. С целью предотвращения быстрого остывания стыков после сварки следует применять защитные теплоизолирующие пояса. 10. При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции 11. Электроды перед использованием должны быть прокалены при температуре 350°C в течение 1ч.
Корневой	LB-52U	2,6	прямая обратная	Нижнее: 90 - 120 Вертикальное: 90-110 Потолочное: 80 - 110	
Заполняющий	ОК70.74	4,0	обратная	Нижнее: 130 - 160 Вертикальное: 120-160 Потолочное: 120 - 150	
Облицовочный	ОК70.74	4,0	обратная	Нижнее: 100 - 120 Вертикальное: 120 - 160 Потолочное: 120 - 150	

ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ			
№ п/п	Операция	Содержание операций	Оборудование и инструмент
1	Очистка труб	Внутреннюю и наружную поверхности торцов труб очистить от земли и других загрязнений.	Скребок, щетка.
2	Подготовка кромок	Осмотреть наружные и внутренние поверхности торцов труб. Устранить шлифованием на наружной поверхности торцов труб царапины, риски, задиры глубиной до 5 % от нормативной толщины стенки, но не более минусового допуска на толщину стенки по РД-25.160.10-КТН-011-10 Сварка при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. Зачистить отремонтированные кромки труб шлифованием, при этом должна быть восстановлена требуемая разделка кромок, а толщина стенки трубы не должна быть выведена за пределы минусового допуска. Удалить усиление наружных заводских продольных и спиральных швов до величины от 0 до 0,5мм на участке шириной от 10 до 15 мм от торца трубы. Резка труб производится с помощью с применением специальных станков. Ремонт сваркой труб, предназначенных для строительства подводных переходов, не допускается.	Набор ВИК, Ультразвуковой толщиномер, шаблон сварщика УШС, линейка, шлифмашинка, газовая горелка, контактный термометр, термокарандаш.
3	Подогрев	Осуществить предварительный подогрев до температуры, указанной в разделе "Предварительный подогрев". Предварительный подогрев при выполнении ремонтных работ перед сваркой до +100°С независимо от температуры окружающего воздуха. Межслойная температура в процессе выполнения сварных швов труб из сталей прочностных классов до К60 включительно должна находиться от 50°С до 250°С. Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. В случае применения газопламенного нагрева следует применять термоизолирующие пояса или боковые ограничители пламени. Замер температуры торцов труб осуществлять не менее чем в четырех точках по периметру стыка на расстоянии на расстоянии от 60 до 75 мм в обе стороны от свариваемых кромок. Снять подогреватель.	Кольцевой подогреватель Комплект индукционных установок ППЧ-20-10 контактный термометр, термокарандаш.
4	Сборка	Осуществить сборку труб на гидравлическом центраторе ЦНГ-61. Смещение кромок должно быть равномерно распределено по периметру стыка. Смещение кромок после сборки не должны при сборке не должна превышать 20 % от нормативной толщины стенки, но не более 3мм. При сборке заводские продольные швы следует смещать относительно друг друга не менее чем на 100 мм – при диаметре труб 630 мм. При установке зазора в стыках, выполняемых различными способами сварки, следует руководствоваться требованиями ГОСТ 16037-80, С-17. При сборке захлестов, труб с запорной арматурой диаметром 630 мм количество прихваток следует увеличить на одну, а длину на 15-20 мм от максимальной длины прихваток. Установка прихваток и сварка соединений диаметром 630 мм – двумя электросварщиками одновременно.	Центратор гидравлический ЦНГ-61, шаблон сварщика УШС-3, линейка.
5	Сварка	Сварку корневого слоя шва следует осуществлять на постоянном токе прямой или обратной полярности. Сварку заполняющих и облицовочного слоев шва электродами с основным видом покрытия следует осуществлять на постоянном токе обратной полярности электродами диаметром 3,0/4,0 мм. В случае сварки с прихватками их следует выполнить равномерно по периметру стыка. Зачистить прихватки и обработать шлифовальным кругом начальный и конечный участки каждой из них. Сварку следует вести на короткой дуге. Тщательно зашлифовать абразивным кругом корневой слой шва. Осуществить визуальный контроль корневого слоя шва изнутри трубы. Выполнить сварку заполняющих и облицовочного слоев шва электродами с основным видом покрытия. Производить послойную зачистку слоев от шлака и брызг. Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя шва и зачистить прилегающую поверхность трубы.	Наружный центратор гидравлический ЦНГ -61, сварочный агрегат двухпостовой Denyo DCW 480 ESW, шлифмашинка, концевой подогреватель, контактный термометр,термопояс, шаблон сварщика УШС, линейка
6	Контроль качества	<ul style="list-style-type: none"> • в процессе выполнения сборочно-сварочных работ выполнять пооперационный контроль качества. • провести неразрушающий контроль. Объемы контроля: ВИК 100%; РК 100%; УЗК 100%. • методы неразрушающего контроля осуществить согласно НТД. РД 25.160.00 КТН-016-15 	Оборудование и приборы ЛНК автоматизированным комплексом «УНИСКАН-МТ»
Не оговоренные в данной технологической карте операции должны выполняться в соответствии с требованиями			
Разработал	Ф.И.О.	Подпись	Дата
Студент	Макрушин А.В.		
Проверил	Ф.И.О.		Оценка выполненной работы
к.т.н., доцент	Ильященко Д.П.		



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



**ЮРГИНСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПЛАНОВОГО РЕМОНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ ДЮКЕРНОГО УЗЛА НАПОРНОГО НЕФТЕПРОВОДА

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

**Исполнитель:
студент гр. 3-10А81**

Макрушин А.В.

**Руководитель:
к. т. н., доцент**

Ильященко Д.П.

Юрга 2023 г.

Актуальность



Подводные переходы напорных нефтепроводов являются наиболее уязвимыми участками трассы, к строительству и ремонту которых предъявляются особые требования.

Для восстановления надежности, и безотказности работы напорных нефтепроводов проводятся комплексы мероприятий по ремонту и модернизации составляющих элементов, напорных трубопроводов дюкерных узлов ,запорной арматуры.

Цель и задачи

Цель работы: разработать технологию сборки и сварки дюкерного узла напорного нефти провода Ду 630, S=10,0мм, L=100 метров в полевых условиях.

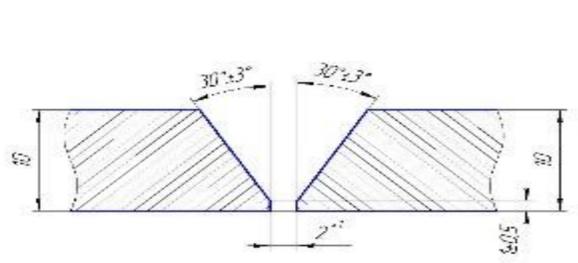
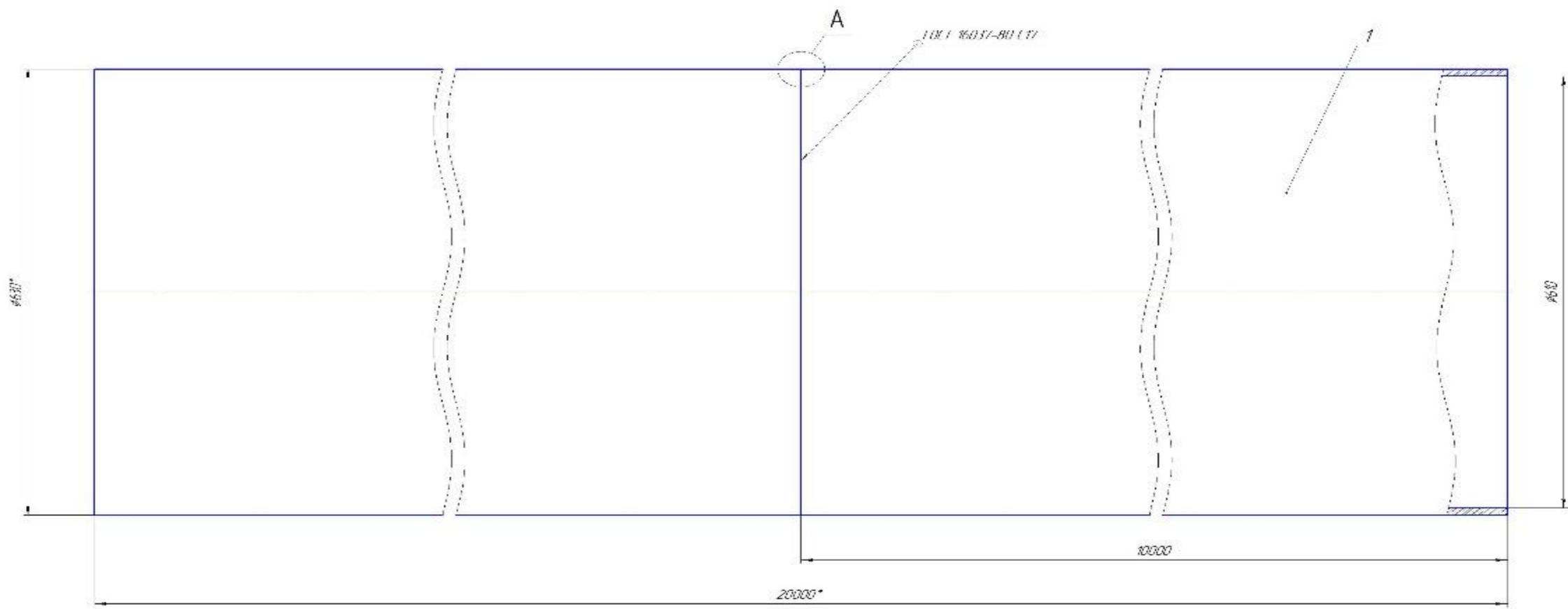
Для достижения заданной цели необходимо решить следующие *задачи*:

- выбрать способ сварки, оптимальный для проведения работ в полевых условиях;
- подобрать сварочные материалы, оборудование и параметры режимов сварки для обеспечения прочности и пластичности сварных соединений;
- разработать операционную технологическую карту сборки и сварки неповоротных стыков труб;
- выбрать оборудование для проведения неразрушающего контроля, обеспечивающее максимальную степень автоматизации.

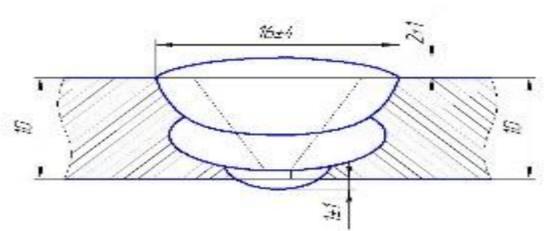
Сварной шов неповоротного стыкового соединения труб Ø 630x10,0мм

CT630.00.000 CB

Сварное соединение



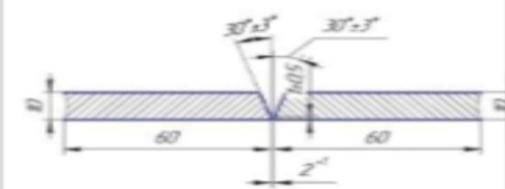
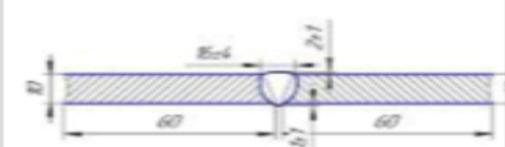
A(4:1)



1. Изделие: труба

CT630.00.000 CB				Лист	Масштаб	Масштаб
Исполнитель	№ документа	Дата	Возраст	30/16	1:2.5	
Проверенный	Сварочный					
Утвержденный	Сварочный					
Специальный	Сварочный					
Специальный	Сварочный					
ГОСТ 21688-14 14-3-1573-96				ИТЯ 1173		
Копия				стр. 3-10/181		
				Исполн. А1		

Операционная технологическая карта сборки и сварки неповоротных стыков труб

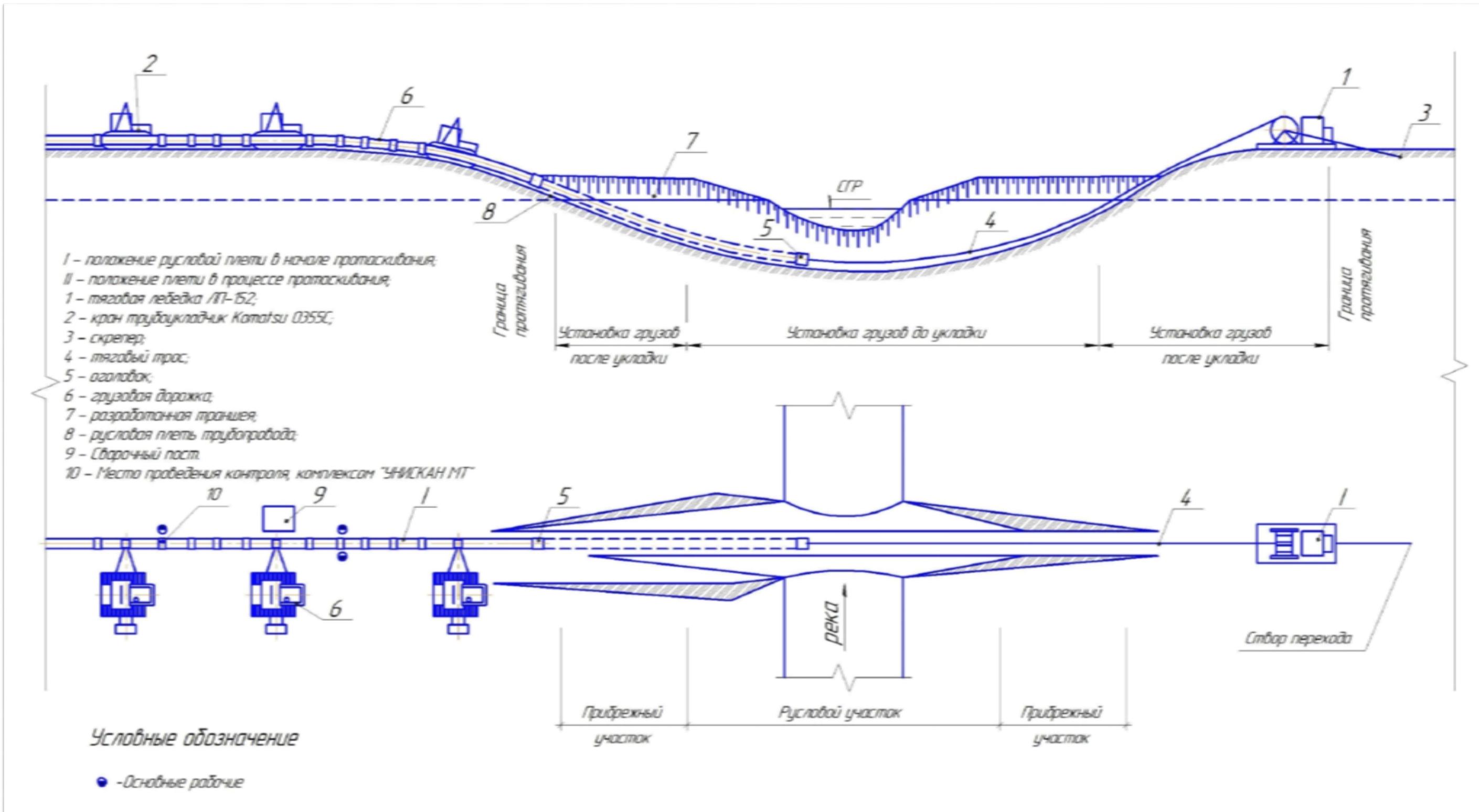
ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА					
сборки и ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия неповоротных кольцевых стыковых сварных соединений труб					
Организация	Наименование трубопровода	Диаметр, толщина стенки, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы сварных соединений	Шифр карты
ПАО Транснефть	Нефтепровод напорный	Ø 630 ; 10,0 мм	РД	Труба + труба	
Характеристика труб			Предварительный подогрев	Подготовка под сварку, сборка и параметры сварного шва	Сварочные материалы
Класс прочности	Нормативные механические свойства (не менее)			<p>Просушка электродов перед сваркой до +350°C-1 час независимо от температуры окружающего воздуха. Предварительный подогрев при выполнении ремонтных работ перед сваркой до +100°C независимо от температуры окружающего воздуха. Ширина зоны подогрева не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок.</p>   <p>ГОСТ 16037-80.Соединения сварных стальных трубопроводов, РД-25.160.10-КТН-011-10. Сварка при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов. Минимальное количество проходов не менее 3</p>	<p>Для сварки корневого, LB-52U. E70-16 Заполняющий, Облицовочный ОК74.70.Э60А E 80-18-G по AWS AWS A5,5</p>
	Временное сопротивление разрыву, МПа (кгс/мм ²)	Предел текучести, МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, %		
K60	539-590	460	20		
Режимы сварки			Дополнительные требования и рекомендации		
Сварочные слои	Марка электрода	Диаметр, мм	Полярность	Сварочный ток, А	<ol style="list-style-type: none"> Допустимая минимальная толщина стенки 10 мм. Направление сварки всех слоев шва - на подъем. Сварка каждого слоя шва выполняется одновременно не менее 2-х сварщиков Обязательный подогрев металла трубы. Освобождать жимки центриатора разрешается после завершения сварки 100% периметра корневого слоя шва. Длина прихваток 60-100мм В процессе сварки производится послойная зачистка механическим способом всех слоев шва от шлака и брызг металла. Допускается проведение сопутствующего подогрева с помощью кольцевых подогревателей. С целью предотвращения быстрого остывания стыков после сварки следует применять защитные теплоизолирующие пояса. При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции Электроды перед использованием должны быть прокалены при температуре 350°C в течение 1ч
Корневой	LB-52U	2,6	прямая обратная	Нижнее: 90 - 120 Вертикальное: 90-110 Потолочное: 80 - 110	
Заполняющий	ОК70.74	4,0	обратная	Нижнее: 130 - 160 Вертикальное: 120-160 Потолочное: 120 - 150	
Облицовочный	ОК70.74	4,0	обратная	Нижнее: 100 - 120 Вертикальное: 120 - 160 Потолочное: 120 - 150	

Операционная технологическая карта сборки и сварки неповоротных стыков труб

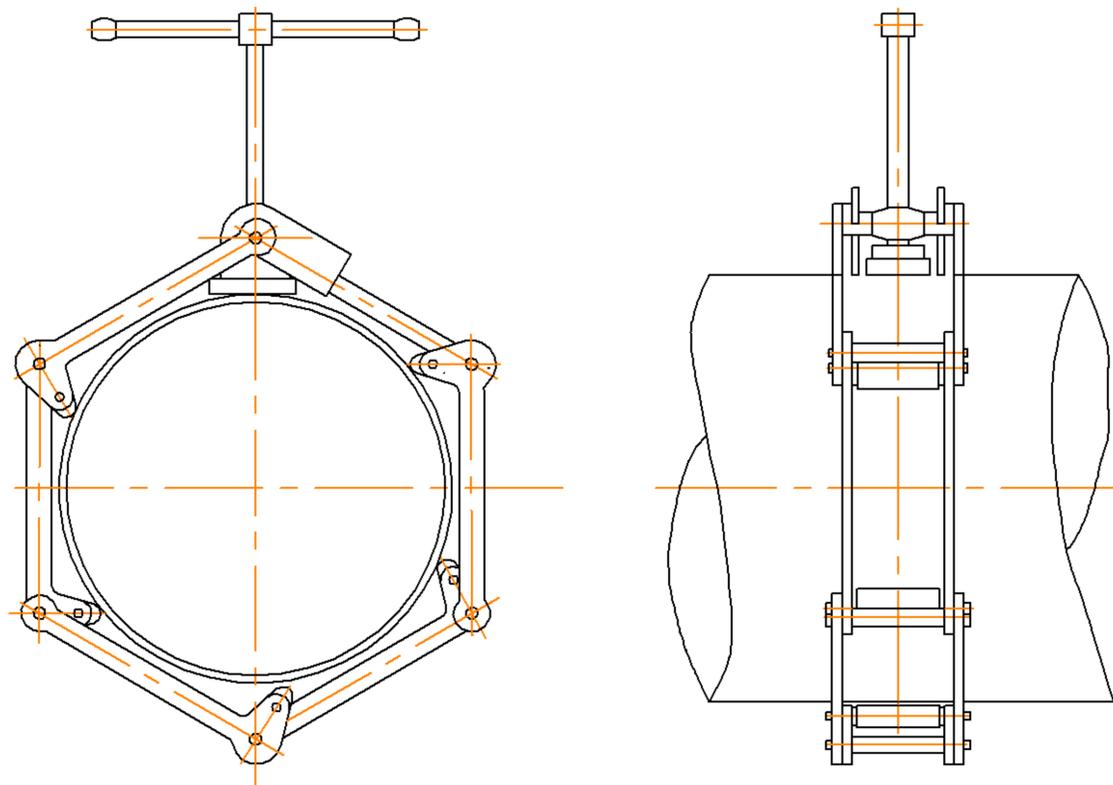


ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ И СВАРКИ			
№ п/п	Операция	Содержание операций	Оборудование и инструмент
1	Очистка труб	Внутреннюю и наружную поверхности торцов труб очистить от земли и других загрязнений.	Скребок, щетка.
2	Подготовка кромок	Осмотреть наружные и внутренние поверхности торцов труб. Устранить шлифованием на наружной поверхности торцов труб царапины, риски, задиры глубиной до 5 % от нормативной толщины стенки, но не более минусового допуска на толщину стенки по РД-25.160.10-КТН-011-10 Сварка при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. Зачистить отремонтированные кромки труб шлифованием, при этом должна быть восстановлена требуемая разделка кромок, а толщина стенки трубы не должна быть выведена за пределы минусового допуска. Удалить усиление наружных заводских продольных и спиральных швов до величины от 0 до 0,5мм на участке шириной от 10 до 15 мм от торца трубы. Резка труб производится с помощью с применением специальных станков. Ремонт сваркой труб, предназначенных для строительства подводных переходов, не допускается.	Набор ВИК, Ультразвуковой толщиномер, шаблон сварщика УШС, линейка, шлифмашинка, газовая горелка, контактный термометр, термокарандаш.
3	Подогрев	Осуществить предварительный подогрев до температуры, указанной в разделе "Предварительный подогрев". Предварительный подогрев при выполнении ремонтных работ перед сваркой до +100°С независимо от температуры окружающего воздуха. Межслойная температура в процессе выполнения сварных швов труб из сталей прочностных классов до К60 включительно должна находиться от 50°С до 250°С. Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. В случае применения газопламенного нагрева следует применять термоизолирующие пояса или боковые ограничители пламени. Замер температуры торцов труб осуществлять не менее чем в четырех точках по периметру стыка на расстоянии на расстоянии от 60 до 75 мм в обе стороны от свариваемых кромок. Снять подогреватель.	Кольцевой подогреватель Комплект индукционных установок ППЧ-20-10 контактный термометр, термокарандаш.
4	Сборка	Осуществить сборку труб на гидравлическом центраторе ЦНГ-61. Смещение кромок должно быть равномерно распределено по периметру стыка. Смещение кромок после сборки не должно превышать 20 % от нормативной толщины стенки, но не более 3мм. При сборке заводские продольные швы следует смещать относительно друг друга не менее чем на 100 мм – при диаметре труб 630 мм. При установке зазора в стыках, выполняемых различными способами сварки, следует руководствоваться требованиями ГОСТ 16037-80, С-17. При сборке захлестов, труб с запорной арматурой диаметром 630 мм количество прихваток следует увеличить на одну, а длину на 15-20 мм от максимальной длины прихваток. Установка прихватки и сварка соединений диаметром 630 мм – двумя электросварщиками одновременно.	Центратор гидравлический ЦНГ-61, шаблон сварщика УШС-3, линейка.
5	Сварка	Сварку корневого слоя шва следует осуществлять на постоянном токе прямой или обратной полярности. Сварку заполняющих и облицовочного слоев шва электродами с основным видом покрытия следует осуществлять на постоянном токе обратной полярности электродами диаметром 3,0/4,0 мм. В случае сварки с прихватками их следует выполнять равномерно по периметру стыка. Зачистить прихватки и обработать шлифовальным кругом начальный и конечный участки каждой из них. Сварку следует вести на короткой дуге. Тщательно зашлифовать абразивным кругом корневой слой шва. Осуществить визуальный контроль корневого слоя шва изнутри трубы. Выполнить сварку заполняющих и облицовочного слоев шва электродами с основным видом покрытия. Производить послойную зачистку слоев от шлака и брызг. Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя шва и зачистить прилегающую поверхность трубы.	Наружный центратор гидравлический ЦНГ -61, сварочный агрегат двухпостовой Denyo DCW 480 ESW, шлифмашинка, концевой подогреватель, контактный термометр, термопояс, шаблон сварщика УШС, линейка
6	Контроль качества	<ul style="list-style-type: none"> • в процессе выполнения сборочно-сварочных работ выполнять операционный контроль качества. • провести неразрушающий контроль. Объемы контроля: ВИК 100%; РК 100%; УЗК 100%. • методы неразрушающего контроля осуществлять согласно НТД РД 25.160.00 КТН-01 6-15 	Оборудование и приборы ЛНК автоматизированным комплексом «УНИСКАН-МТ»
Не оговоренные в данной технологической карте операции должны выполняться в соответствии с требованиями			
Разработал	Ф.И.О.	Подпись	Дата
Студент	Макрушин А.В.		
Проверил	Ф.И.О.		Оценка выполненной работы
к.т.н., доцент	Ильященко Д.П.		

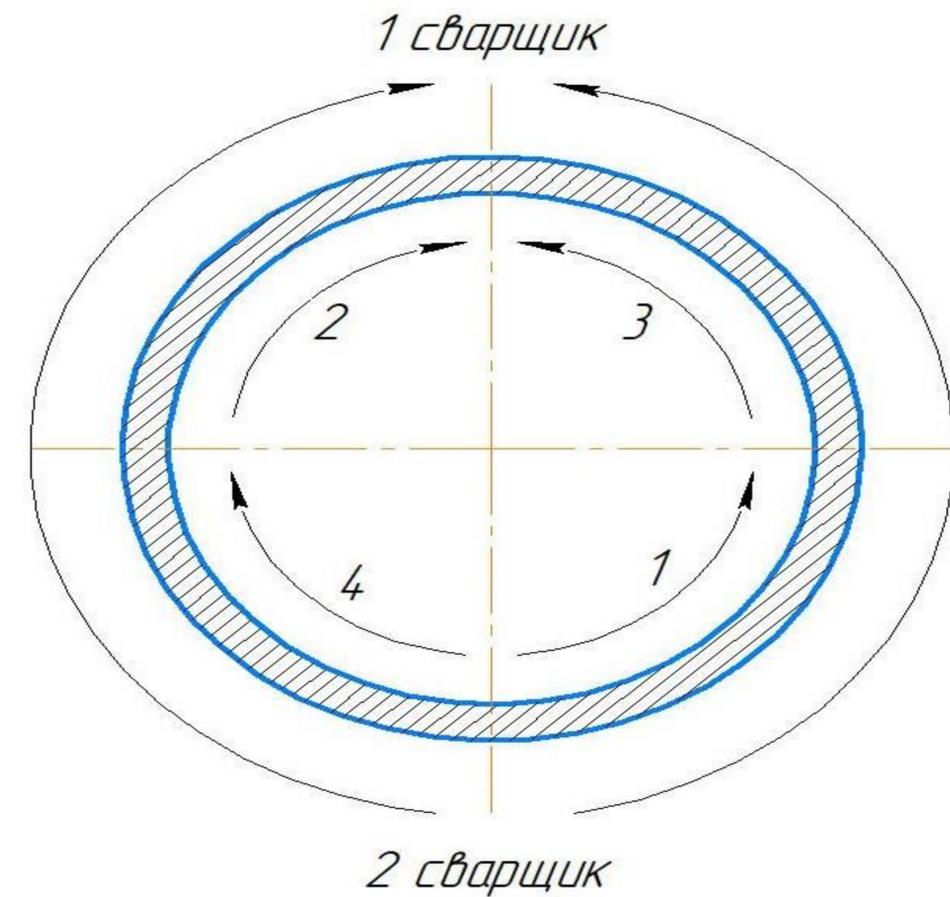
План участка



Этапы сборки-сварки трубопровода Ø 630 мм

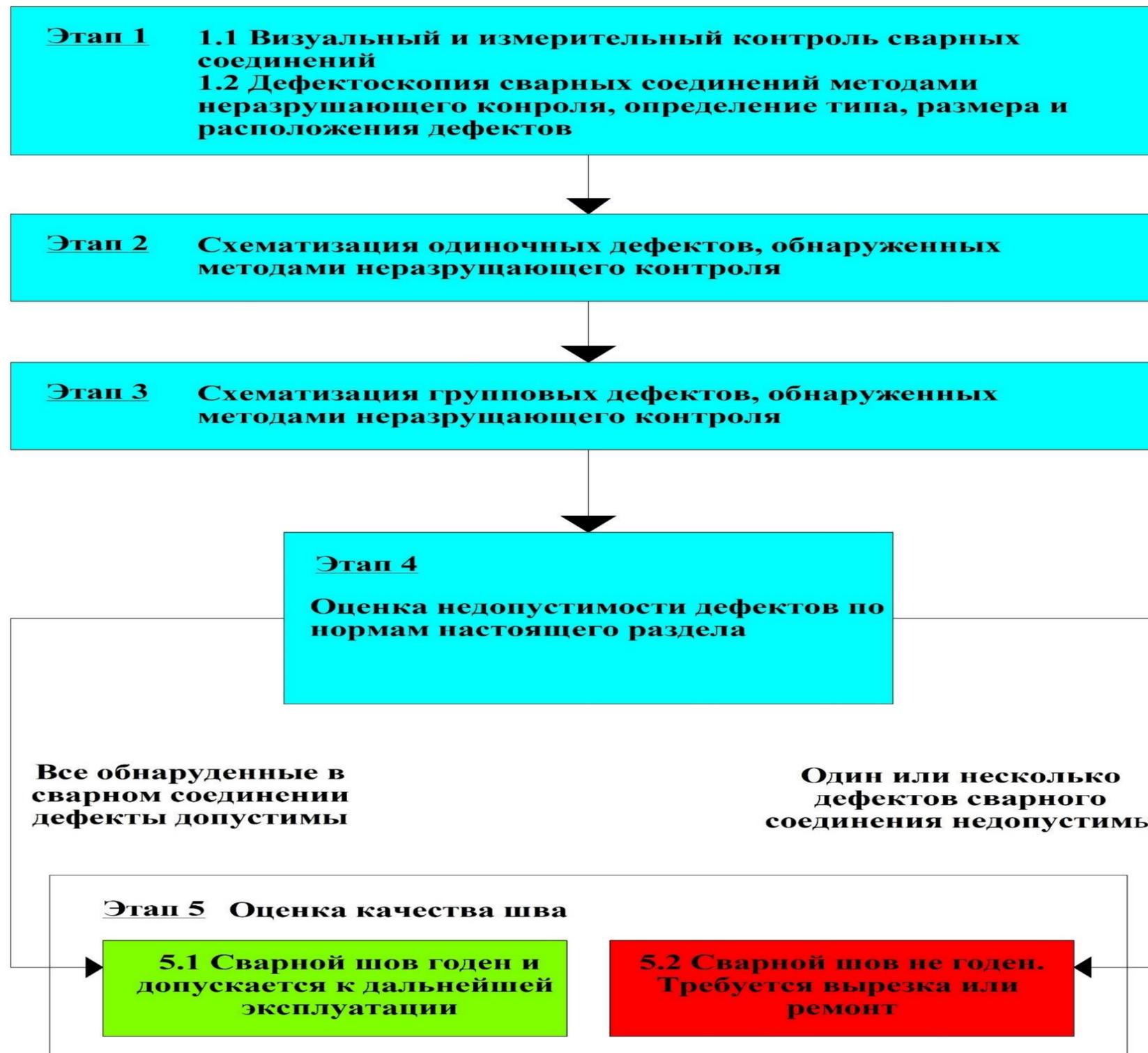


Центратор ЦНГ 61



**Схема сварки двумя сварщиками
неповоротного стыка трубы,**

Регламент проведения НК



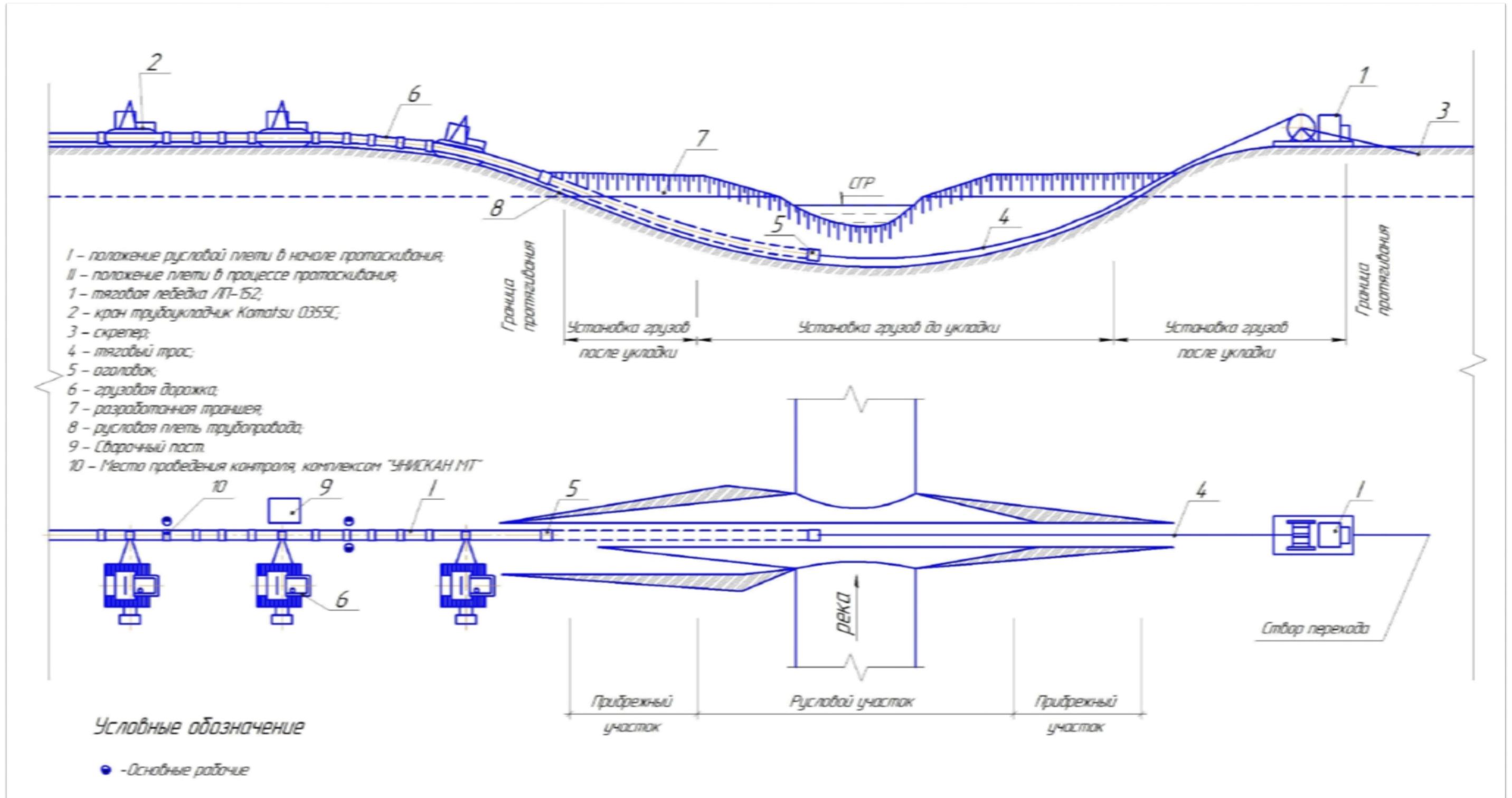
Методы контроля и оборудование



Комплекс автоматизированного неразрушающего контроля кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов "УНИСКАН МТ" включает в себя:

- система автоматизированного ультразвукового контроля "УНИСКАН МТ-УЗК";
- система автоматизированного цифрового рентгеновского контроля "УНИСКАН МТ-ЦР";
- модуль автоматизированного цифрового визуального и измерительного контроля "ВИЗИО МТ".

Схема объекта



Основные технико – экономические показатели участка

Статьи затрат	Сумма по разработанному технологическому процессу,руб.
Капитальные вложения на оборудование	867365
Электроэнергия	7385,8
Сварочные материалы	36279
Стоимость 1 трубы Ду 630мм,L=10м.	104387,92
Фонд зачисления заработной платы за 10 сварных соединений	27450
Себестоимость одного изделия	279591
Себестоимость готового узла состоящего из 10 труб	2795910
Количество приведенных затрат	2926014,75

Социальная ответственность

В разделе социальная ответственность был произведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе работы на участке проведения работ, по разработанному технологическому процессу и были разработаны мероприятия по защите от них.

Вывод о проделанной работы

1. В работе предложено использовать ручную дуговую сварку, так как она на сегодняшний день наиболее приемлемая при проведении ремонтов на трубопроводах нефти и газа.
2. Выбрано сварочное оборудование, соответствующее техническим требованиям.
3. Разработана операционно-технологическая карта сборки и сварки кольцевых стыковых сварных соединений труб.
4. Для проведения неразрушающего контроля предложено использовать автоматизированный комплекс «УНИСКАН МТ», так как на сегодняшний день автоматизированный комплекс является перспективным.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!