

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Отделение электронной инженерии  
 Направление 15.03.01 Машиностроение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Технология сборки и сварки наклонной врезки Ду 200 мм с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода Ду 400 мм б=14мм из стали 14ХГС</b>

УДК 621.791.01:621.643.2-034.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В71	Шинкоренко Владимир Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Арышева Галина Владиславовна	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

## Планируемые результаты обучения по программе

<b>Планируемые результаты освоения ООП</b>	
<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
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 безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	способен 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)-5	умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-16	способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК(У)-18	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
ПК(У)-19	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
<b>Профессиональные компетенции университета</b>	
ДПК(У)-1	Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента,

	технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
ДПК(У)-2	Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
ДПК(У)-3	Способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение электронной инженерии  
 Период выполнения весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2022 г.	Общая часть. Характеристика конструкции изделия	10
06.04.2022 г.	Материал сварной конструкции. Оценка технологической свариваемости материала	10
10.04.2022 г.	Описание применяемого способа сварки. Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки	10
20.04.2022 г.	Параметры режима ручной дуговой сварки. Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки	10
29.04.2022 г.	Выбор вспомогательного сварочного оборудования. Эффект магнитного дутья и меры борьбы с ним	15
15.05.2022 г.	Технология наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода	15
23.05.2022 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2022 г.	Социальная ответственность	10
02.06.2022 г.	Заключение	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	к.т.н.		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Отделение электронной инженерии  
 Направление 15.03.01 Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Першина А.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В71	Шинкоренко Владимир Александрович

Тема работы:

Технология сборки и сварки наклонной врезки Ду 200 мм с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода Ду 400 мм $b=14$ мм из стали 14ХГС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	10 января 2022, №10-6/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2022 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Технологический трубопровод Ду 400 мм с толщиной стенки <math>\delta=14</math>мм. Труба для врезки Ду 200 мм. Марка стали 14ХГС</p> <p>Рабочее место сварщика расположено на открытом воздухе. Трасса газопровода Уренгой - Челябинск проходит в Ямало-Ненецком автономном округе, участок 325,5-429,8 км и 429,8-525,2 км. Местность равнинная. Климат резко-континентальный.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Введение</li> <li>2 Характеристики сварной конструкции</li> <li>3 Описание применяемого способа сварки</li> <li>4 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки</li> <li>5 Выбор параметров режимов ручной дуговой сварки</li> <li>6 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки</li> <li>7 Технология наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода</li> <li>8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>9 Социальная ответственность</li> <li>10 Заключение</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Титульный лист</li> <li>2 Общий вид конструкции</li> <li>3 Цели и задачи</li> <li>4 Сварочные материалы, оборудование и режимы сварки</li> <li>5 Технология сборки и сварки</li> <li>6 Технология сборки и сварки</li> <li>7 Технология сборки и сварки</li> <li>8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность;</li> <li>9 Социальная ответственность</li> <li>10 Вывод</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Якимова Татьяна Борисовна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

01 февраля 2022 г.

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В71	Шинкоренко Владимир Александрович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1В71	Шинкоренко Владимир Александрович

<b>Институт</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОТСП</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников предприятия
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- районный коэффициент – 1,3; - норма амортизации – 10-15 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	Общая система налогообложения. Отчисления во внебюджетные фонды (30,2 %);

**Перечень вопросов, подлежащих разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Потенциальные потребители результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование технического проекта	Формирование плана и графика разработки - определение структуры работ; - определение трудоемкости выполнения работ по проекту; - разработка графика.
3. Нормирование времени сварки и экономическая оценка сравниваемых способов сварки	Формирование операционных норм времени на сварку: - основное время на сварку; - вспомогательное время; - подготовительно-заключительное время; - штучное время; - штучно-калькуляционное время. Формирование текущих затрат на сварочные работы: - материальные затраты; - заработная плата; - отчисления во внебюджетные фонды; - амортизация оборудования.

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Диаграмма Ганта

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1В71	Шинкоренко Владимир Александрович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В71	Шинкоренко Владимир Александрович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Технология сборки и сварки наклонной врезки  $du$  200 мм с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода  $Du$  400 мм  $\delta=14$  мм из стали 14ХГС

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

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>- Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации</li> </ul>	<p><b>Объект исследования</b> – технология сборки и сварки наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода.</p> <p><b>Область применения</b> – нефтегазовая отрасль.</p> <p><b>Рабочая зона</b> – полевые условия</p> <p><b>Климатическая зона</b> – трасса газопровода Уренггой - Челябинск проходит в Ямало-Ненецком автономном округе, участок 325,5-429,8 км и 429,8-525,2 км. Местность равнинная. Климат резко-континентальный.</p> <p><b>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</b> - сварочный выпрямитель IdealArc DC-400.</p> <p><b>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- резка;</li> <li>- сборка;</li> <li>- сварка.</li> </ul>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p><b>Законодательные и нормативные документы по теме:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ГОСТ 32569-2013 Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах</li> <li>- Приказ Ростехнадзора от 27.12.2012 N 784 Об утверждении Руководства по безопасности Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов</li> <li>- ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка</li> <li>- ВСН 012 – 88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Часть II</li> </ul>
---	--

<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <p>- Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p><b>Выявить опасные факторы на сварочном участке:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;</li> <li>2. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов.</li> <li>3. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;</li> </ol> <p><b>Выявить вредные факторы на сварочном участке:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>2. Повышенный уровень шума;</li> <li>3. Повышенный уровень общей вибрации;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>5. Монотонность труда, вызывающая монотонию;</li> <li>6. Длительное сосредоточенное наблюдение.</li> </ol> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b></p> <p>сварочные краги, спецодежда, респираторы, сварочные маски.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>	<p><b>Воздействие на литосферу:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рекультивация земель.</li> <li>- необходимость утилизации отходов лома металлов и промышленного мусора.</li> </ul> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нарушении берега водоема при строительстве береговых траншей.</li> </ul> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбросы вредных сварочных аэрозолей.</li> </ul>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b> пожар, морозы, диверсии. <b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2022
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В71	Шинкоренко Владимир Александрович		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 73 с., 3 рис., 33 табл., 40 источников, 10 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: технологический трубопровод, наклонная врезка, ручная дуговая сварка, покрытые электроды, магнитное дутье.

Объектом исследования является технология сборки и сварки наклонной врезки с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода.

Целью ВКР является повышение производительности текущей технологии сборки и сварки наклонной врезки  $d_y$  200 мм с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода  $D_y$  400 мм  $\delta=14$  мм из стали 14ХГС.

В процессе исследования проводились: изучение способа сварки и сварочных материалов, расчет параметров режима сварки, изучение используемого оборудования, изучение влияния намагниченности на процесс сварки, ознакомление с технологией размагничивания, сварка труб с их предварительным размагничиванием, сварка без предварительного размагничивания труб с применением инвертора сварочного тока ИСТ-201.

В результате исследования был разработан технологический процесс наклонной врезки с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода без предварительного размагничивания труб с применением инвертора сварочного тока ИСТ-201.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технологические трубопроводы диаметром от 200 до 400 мм.

Область применения: разработанная технология может применяться для ремонта, строительства и модернизации трубопроводов.

Экономическая эффективность работы: разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (195 мин) и РДС МТ (170 мин),

составляет 25 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 13 %. По затратам на сварку стыка выгодна РДС без Р, она обходится дешевле на 541 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе «КОМПАС-3D V18».

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

### *Обозначения и сокращения*

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Ручная дуговая сварка – это способ соединения двух металлических частей при помощи электрической дуги и плавящегося покрытого электрода.

Коэффициент наплавки ( $\alpha_n$ ): это коэффициент, выраженный отношением массы металла, наплавленной за единицу времени горения дуги, отнесенной к единице сварочного тока.

### *Нормативные ссылки*

- 1) ГОСТ 32569-2013 Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах
- 2) Приказ Ростехнадзора от 27.12.2012 N 784 Об утверждении Руководства по безопасности Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов
- 3) ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- 4) ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

### *Определения*

КПД – коэффициент полезного действия;

РДС – ручная дуговая сварка покрытыми электродами;

ПДК – предельно допустимая концентрация

СКЗ – средства коллективной защиты

СИЗ – средства индивидуальной защиты

$\sigma_T$  – предел текучести;

$\sigma_B$  – временное сопротивление разрыву;

$\delta_5$  – относительное удлинение;

$d_э$  – диаметр электродного стержня;

$j$  – допустимая плотность тока;

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки;

$F_n$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла за проход;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла за данный проход;

$q_{эф}$  – эффективная тепловая мощность сварочной дуги;

$I_{св}$  – ток сварочной дуги;

$U_d$  – напряжение дуги;

$\eta_u$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой;

$V_{св}$  – скорость перемещения сварочной дуги.

## Оглавление

Введение.....	18
1 Обзор литературы по врезкам в магистральные трубопроводы .....	20
1.1 Характеристика конструкции изделия.....	20
1.2 Материал сварной конструкции.....	21
1.3 Оценка технологической свариваемости материала .....	23
1.4 Описание применяемого способа сварки .....	25
1.5 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки.....	27
1.6 Параметры режима ручной дуговой сварки.....	28
1.7 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки .....	29
1.8 Выбор вспомогательного сварочного оборудования .....	30
1.9 Эффект магнитного дутья и меры борьбы с ним.....	31
2 Технология наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода .....	36
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	40
3.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии .....	40
3.2 Планирование технического проектирования работ.....	41
3.2.1 Структура работ в рамках проектирования.....	41
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	42
3.2.3 Разработка проведения работ технического проектирования .....	43
3.3 Определение норм времени на сварку .....	45
3.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	50
3.4.1 Затраты на сварочные материалы .....	50
3.4.2 Затраты на заработанную плату рабочих .....	51
3.4.3 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды .....	52
3.4.4 Затраты на электроэнергию .....	53
3.4.5 Затраты на ремонт оборудования.....	54
3.4.6 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва .....	55

Выводы по разделу Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	55
4 Социальная ответственность .....	56
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	56
4.2 Производственная безопасность.....	58
4.3 Экологическая безопасность.....	63
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	65
Выводы по разделу Социальная ответственность .....	67
Заключение .....	69
Список используемых источников.....	70
Приложение А Комплект технологической документации.....	73

## **Введение**

К трубопроводам технологическим относятся трубопроводы в пределах промышленных предприятий, по которым транспортируется сырье, полуфабрикаты и готовые продукты, пар, вода, топливо, реагенты и другие вещества, обеспечивающие ведение технологического процесса и эксплуатацию оборудования, а также межзаводские трубопроводы, находящиеся на балансе предприятия.

Участок сварки находится на трассе газопровода Уренгой – Челябинск, которая проходит в Ямало-Ненецком автономном округе. Действующий технологический трубопровод Ду 400 мм предназначен для транспортировки воды по территории предприятия. Для подведения воды к новому объекту, необходимо сделать врезку в трубопровод.

Одной из актуальных проблем при врезке в действующий трубопровод является эффект магнитного дутья. Причина этого в большой намагниченности трубы. При этом процесс сварки становится нестабильным, материал начинает разбрызгиваться. В сварном шве начинают образовываться дефекты типа пор, шлаковых включений, и сварка становится невозможной из-за постоянного срыва дуги.

Основной причиной намагниченного состояния трубы считается использование диагностики их технического состояния магнитных дефектоскопов. Также дополнительный фактор такого состояния – это магнитное поле Земли, упругие напряжения, технологическая намагниченность труб при создании и перевозке.

Целью ВКР является повышение производительности текущей технологии сборки и сварки наклонной врезки  $d_y$  200 мм с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода Ду 400 мм  $\delta=14$  мм из стали 14ХГС.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- дать характеристику сварной конструкции;
- описать применяемый способ сварки;
- выбрать сварочные материалы для сварки;
- выбрать параметры режимов сварки;
- выбрать основное сварочное оборудование для сварки;
- разработать технологию наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода.

# 1 Обзор литературы по врезкам в магистральные трубопроводы

## 1.1 Характеристика конструкции изделия

Ответвление от трубопровода выполняют одним из способов, показанных на рисунке 1. Не допускается усиление ответвлений с помощью ребер жесткости.

Допускаются также врезки в трубопровод по касательной к окружности поперечного сечения трубы для исключения накопления продуктов в нижней части трубопровода.

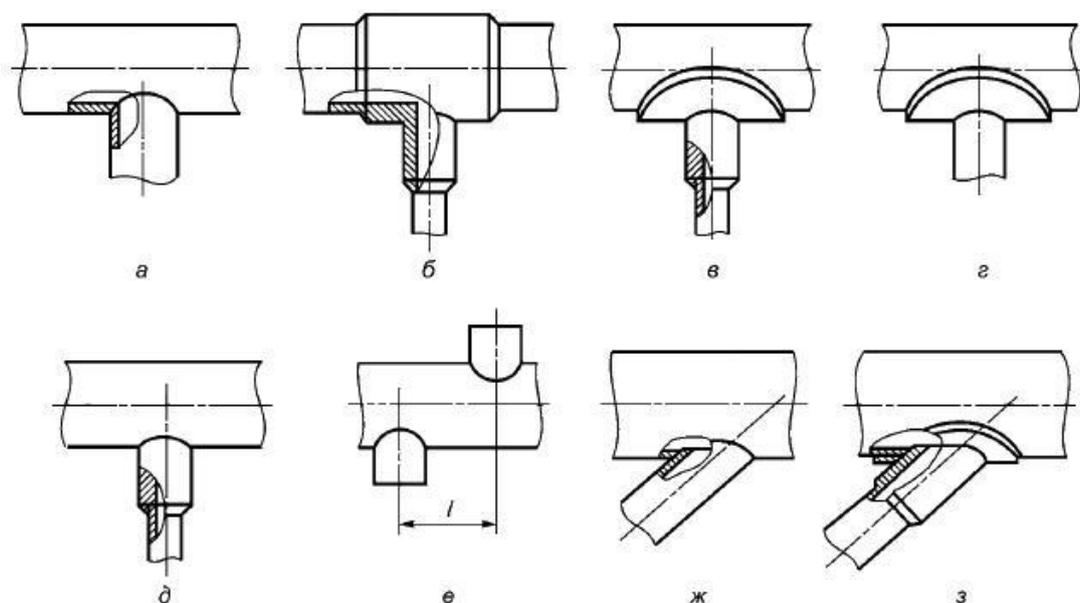


Рисунок 1 – Ответвления на технологических трубопроводах [1]

а - без укрепления; б - с помощью тройника; в - укрепленное штуцером и накладкой; г - укрепленное накладкой; д - укрепленное штуцером; е - крестообразное; ж - наклонная врезка без укрепления; з - наклонная врезка с укреплением штуцером и накладкой

Сваренные из труб тройники, штампосварные отводы, тройники и отводы из литых по электрошлаковой технологии заготовок допускается применять на давление до 35 МПа (350 кгс/см<sup>2</sup>). При этом все сварные швы и металл литых заготовок подлежат контролю УЗД в объеме 100 %.

В нашем случае рассматривается технология сборки и сварки наклонной врезки  $\text{du } 200 \text{ мм}$  (1) с укреплением штуцером (2) и накладкой (3) при изготовлении технологического трубопровода  $\text{Du } 400 \text{ мм}$   $\delta=14 \text{ мм}$  (4) из стали 14ХГС (рисунок 2).

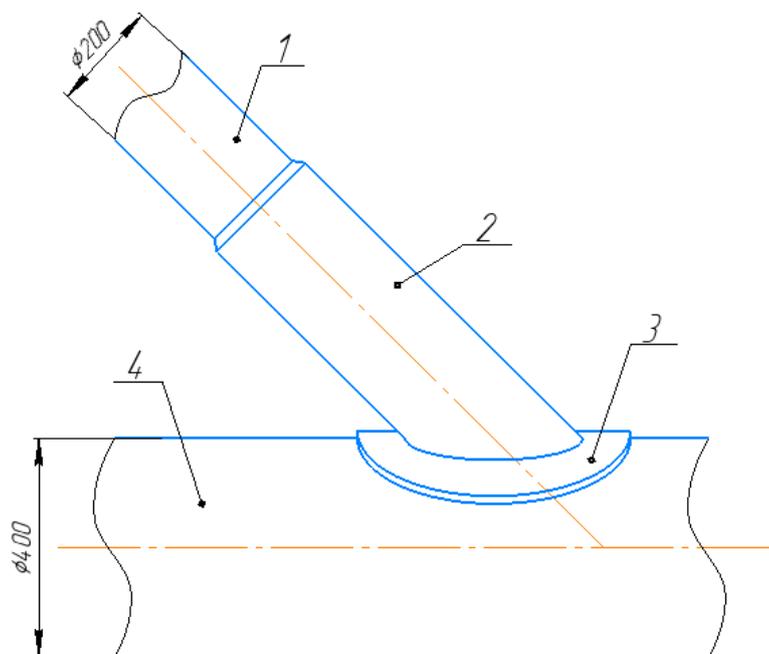


Рисунок 2 – Наклонная врезка с укреплением штуцером и накладкой

## 1.2 Материал сварной конструкции

Трубы предназначены для строительства технологических, нефтепромысловых трубопроводов категории I-II-III-IV, нефтепроводов и продуктопроводов в соответствии с РД-39-132-94 «Правила по эксплуатации, ремонту и отбраковки промысловых трубопроводов» [1], а так же применяются как обсадные и насосно-компрессорные трубы.

Трубы изготавливают из листовой стали классов прочности К50 по ГОСТ 19281-89 [2] из низколегированной конструкционной стали 14ХГС. Сталь 14ХГС обладает гарантированными механическими характеристиками и химическим составом, высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению при низких температурах и повышенной коррозионной стойкости.

Легированными называются стали, содержащие специально введенные элементы. Марганец – легирующий компонент при его содержании в стали более 0,7 % по нижнему пределу, а кремний более 0,4 %. Углеродистые стали с повышенным содержанием марганца относят низколегированным конструкционным сталям. Легирующие элементы, которые вводят в сталь, изменяют ее свойства, вступая во взаимодействие с железом и углеродом., что приводит к повышению механических свойств стали.

Сталь 14ХГС низколегированная конструкционная хромокремне-марганцового типа. Микроструктура феррито-перлитная. Наличие марганца в стали 14ХГС повышает ударную вязкость, способствует уменьшению содержания кислорода в стали, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. Кремний вводится как раскислитель и упрочняющий элемент. Хром вводится для повышенной коррозионной стойкости. По сравнению с другими низколегированными сталями из данной стали получают сварные соединения с более высокой прочностью при переменных и ударных нагрузках.

При производстве сварных конструкций широко используют конструкционные стали, с низким содержанием углерода и легирующих элементов. Общее содержание легирующих элементов в таких сталях обычно не превышает 4,0 %, а углерода 0,25 %. Химический состав стали 14ХГС, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 14ХГС, % по ГОСТ 19281-89 [2]

C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	Cr, %	Cu, %	S, %	P, %
0,11-0,16	0,4-0,7	0,9-1,3	до 0,3	0,5-0,8	до 0,3	до 0,04	до 0,035

Качество и свойства материалов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и подтверждаться сертификатами поставщиков. При отсутствии или неполноте сертификата или маркировки изготовитель труб должен провести все необходимые испытания

с оформлением их результатов протоколом, дополняющим или заменяющим сертификат поставщика материала.

В сертификате должен быть указан режим термообработки полуфабриката на предприятии-изготовителе.

Механические характеристики стали, приведены в таблице 2, где:

- $\sigma_T$  – предел текучести;
- $\sigma_B$  – временное сопротивление разрыву;
- $\delta_5$  – относительное удлинение при разрыве;
- КСУ – ударная вязкость.

Таблица 2 – Механические свойства стали 14ХГС при температуре 20 °С [2]

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа для толщин до 20 мм	$\delta_5$ , % для толщин до 20 мм	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>
490	345	22	340-390

Данная сталь содержит пониженное количество серы и фосфора, применяется при изготовлении сварных конструкций в большом объеме в состоянии поставки, после термической обработки (нормализации). Ведутся работы по термическому упрочнению этих сталей (закалка с отпуском).

### 1.3 Оценка технологической свариваемости материала

Свариваемость – свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией или эксплуатацией изделия.

Свариваемость металла зависит от его химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов [3].

Большое влияние на свариваемость металлов и сплавов оказывает их химический состав. Свариваемость углеродистой стали изменяется в зависимости от содержания основных примесей. Углерод является, наиболее

важным элементом в составе стали, определяющим почти все основные свойства стали в процессе обработки, в том числе и свариваемость. С увеличением содержания углерода в стали свариваемость ухудшается. В околосшовных зонах появляются закалочные структуры и трещины, а шов получается пористым. Поэтому для получения качественного сварного соединения возникает необходимость применять различные технологические приемы [3].

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали, известного химического состава является эквивалентное содержание углерода. Воспользуемся методикой определения полного эквивалента углерода для определения необходимого подогрева:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p, \quad (1)$$

где  $C_s$  – химический эквивалент углерода;

$C_p$  – размерный эквивалент углерода.

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле [3]:

$$C_s = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}, \quad (2)$$

$$C_s = 0,13 + \frac{1,1}{6} + \frac{0,6}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2} = 0,49 \%,$$

где С, Мп, Сг, Ni, Сu, Р – процентное содержание легирующих элементов в металле шва (см. таблицу 2).

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_s = 0,005 \cdot 10 \cdot 0,49 = 0,025 \%, \quad (3)$$

где  $\delta$  – толщина свариваемой стали, мм.

Находим полный эквивалент углерода:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p = 0,49 + 0,025 = 0,515 \%.$$

Полный эквивалент углерода  $C_s \leq 0,45$ , следовательно, требуется подогрев. Необходимая для подгрева температура определяется по формуле:

$$T_n = 350 \cdot \sqrt{\Sigma C_s - 0,25} = 350 \cdot \sqrt{0,515 - 0,25} = 182 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Температура подгрева принимается 180-200  $^\circ\text{C}$ . Стали с содержанием до 0,2 % С имеют высокую критическую скорость охлаждения при закалке, поэтому после сварки в наплавленном металле и зоне термического влияния не образуются структуры подкалки [3].

#### **1.4 Описание применяемого способа сварки**

Согласно правилам по строительству, эксплуатации и ремонту трубопроводов [1] для соединения могут быть использованы:

- ручная дуговая сварка покрытым электродом;
- аргонно-дуговая сварка вольфрамовым электродом с присадкой (ручная и автоматическая);
- сварка в активных защитных газах (полуавтоматическая и автоматическая).

Наибольшее применение находит ручная дуговая сварка покрытыми электродами, т.к. она отличается универсальностью процесса и простотой оборудования.

При этом способе выполняется газошлаковая защита расплавленного металла от взаимодействия с воздухом. Кроме того, шлаки позволяют проводить необходимую металлургическую обработку металла в ванне. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств шва при выполнении соединений на разных металлах для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований [4].

При сварке покрытыми электродами перемещение электрода вдоль линии сварки и подачу электрода в зону дуги по мере его плавления осуществляют вручную. При этом возникают частые изменения длины дуги, что отражается на постоянстве основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока. С целью поддержания более стабильного теплового режима в ванне при ручной дуговой сварке применяют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками [4].

Кроме источника питания дуги основным инструментом сварщика при ручной сварке покрытыми электродами является электрододержатель, предназначенный для крепления электрода, подвода к нему сварочного тока и возможности манипулирования электродом в процессе сварки. По способу закрепления электродо-держатели разделяют на вилочные, пружинные, зажимные [4].

Рациональная область применения дуговой сварки покрытыми электродами — изготовление конструкций из металлов с толщиной соединяемых элементов более 2 мм при небольшой протяженности швов, расположенных в труднодоступных местах и различных пространственных положениях.

Достоинства:

- возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;
- большой спектр свариваемых материалов;
- значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- низкая производительность;
- самый тяжелый способ по технике исполнения;
- многофакторность качества [4].

## 1.5 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки

Согласно документу ВСН 006-89 [5], рекомендуется для сварки корня шва использовать электроды МТГ-01К диаметром 2,5 мм, для сварки заполняющих и облицовочного проходов электроды УОНИ 13/55 диаметром 3 и 4 мм.

Сварочные электроды МТГ-01К. Тип электрода – Э50А, поставляются по ГОСТ 9467-75 [6].

Назначение электродов МТГ-01К – преимущественно для сварки корневого слоя шва поворотных и неповоротных стыков трубопроводов и других ответственных конструкций из низкоуглеродистых, углеродистых и низколегированных сталей прочностных классов до К60 включительно с нормативным временным сопротивлением разрыву до 589 МПа включительно.

Вид покрытия – основное. Допустимые пространственные положения: все, кроме вертикального сверху вниз. Химический состав и механические свойства наплавленного металла шва приведены в таблицах 3 и 4, соответственно.

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла, % [6]

С	Si	Mn	S, не более	P не более
0,04-0,08	0,25-0,50	1,20-1,45	0,035	0,035

Таблица 4 – Механические свойства металла шва [6]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	KCV, Дж/см <sup>2</sup>	KCV (-40 °С), Дж/см <sup>2</sup>
510-550	390-435	26	70	120	40

Достоинства сварочных электродов МТГ-01К:

- легкое начальное и повторное зажигание дуги;
- уменьшенное разбрызгивание;
- повышенная устойчивость обмазки к растрескиванию и осыпанию.

Электроды УОНИ 13/55 – предназначены для сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Сварка во всех пространственных положениях шва постоянным током обратной полярности. Обеспечивают получение металла шва с высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Сварку производят только на короткой длине дуги по очищенным кромкам.

Недостаток электродов марки УОНИ-13/55 заключается в том, что сварку можно вести только постоянным током обратной полярности, и, кроме того, при наличии ржавчины на кромках при увлажнении покрытия понижается стойкость против образования в металле шва пор (таблица 5-7).

Таблица 5 – Химический состав наплавленного металла, % [6]

С	Mn	Si	S	P
0,10	0,7	0,25-0,35	0,03-0,04	0,035

Таблица 6 – Механические свойства наплавленного металла [6]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %
350	500	25-28	70-75

Таблица 7 – Прокалка перед сваркой [6]

Температура прокалки, С°	Время прокалки, ч
350-400	1-2

## 1.6 Параметры режима ручной дуговой сварки

При ручной дуговой сварки следует руководствоваться режимами приведенными в таблице 8.

Таблица 8 – Режимы сварки [5]

Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А, при различных пространственных положениях шва		
		Нижнее положение	Вертикальное положение	Потолочное положение
МТГ-01К	2,5	65-75	70-80	80-90
УОНИ-13/55	3,0	80-90	90-105	100-110
	4,0	150-170	130-140	120-130

### 1.7 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки

Согласно документу ВСН 006-89 [5], в качестве сварочного оборудования рекомендуется использовать сварочный агрегат Ranger 305D (Lincoln Electric, США) – это сварочный агрегат-электростанция постоянного тока (300 А), дизельный, универсальный. Аппарат гарантирует отличные производственные характеристики дуги при работе ручной дуговой сваркой плавящимися электродами. Снабжен хорошо изолированным корпусом, защищающим топливный бак на 45 литров, и дизельным двигателем Kubota 18,8 HP D722 жидкостного охлаждения. Вспомогательная сеть (230В/1 фаза и 400 В/3 фазы) питания с мощностью в 8-10 кВт позволяет ежедневно пользоваться агрегатом при профессиональной сварке повышенного качества. Технические характеристики сварочного агрегата Ranger 305D указаны в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики Ranger 305D [8]

Наименование параметра	Значение
ПН, %	100
Регулировка сварочного тока, диапазон, А	40-300
Двигатель дизельный	Kubota D722 (18,8 л/с)
Количество цилиндров, шт	3
Максимальное количество оборотов за минуту	3600

Габаритные размеры ВШД	909x546x1327 мм
Вес, кг	341

#### Преимущества Ranger 305D:

- универсальность - ручная дуговая сварка для всех видов работ, сварка полуавтоматическая сплошной порошковой проволокой, аргодуговая сварка (с дополнительным оборудованием.);

- спецрежим ММА для сварки труб, пологопадающая характеристика, возможность регулировки дуги: мягкая, мощная, проплавливающая;

- технология Lincoln Chopper придает дуге высокие динамические свойства, легкий старт, дуга мягкая, низкий уровень разбрызгивания, у сварочного валика хороший внешний вид и качества;

- форсирование дуги регулируется, что позволяет изменить характер дуги во время ММА сварки;

- стартовый ток регулируется (Hot start);

- повышена скорость сварки заполняющих швов;

- соблюдение стандартов ГОСТ-Р, IEC974-1, ISO 9001 и CE.

### 1.8 Выбор вспомогательного сварочного оборудования

Для размагничивания технологического трубопровода в используется, аппарат универсальный размагничивающий автоматизированный АУРА-7001 предназначенный для автоматического размагничивания ремонтируемых участков трубопровода (таблица 10). Размагничивание осуществляется на открытых торцах трубопровода до монтажа и производства сварочных работ.

Таблица 10 – Технические характеристики АУРА-7001 [9]

Характеристика	Показатель
Диаметр размагничиваемых труб, мм	до 1400 включительно

Диапазон размагничиваемых полей, мТл	2...250
Поля после размагничивания, мТл менее	0,5...2
Длительность процесса размагничивания, мин	менее 1,5 на один цикл
Напряжение сети, В	380 ± 10 %
Потребляемая мощность, кВт:	
- в импульсном режиме (длительность импульса 2 с)	до 10
- в номинальном режиме	до 1,5
Величина индицируемого магнитного поля, мТ	± 0.250

### 1.9 Эффект магнитного дутья и меры борьбы с ним

Известный факт, что намагниченность трубопроводов и труб создает большие трудности при их строительстве и ремонте. Сейчас практически повсеместно с проблемой магнетизма пытаются бороться «дедовскими методами», уровень намагниченности проверяют «канцелярской скрепкой», а компенсировать намагниченность пытаются переменным током от сварочного аппарата.

По приблизительным оценкам [10], сварка обычно происходит нормально в магнитных полях с индукцией до 2 мТл, за исключением электронного пучка, когда более низкие поля значительно отклоняют пучок. В диапазоне 2-4 мТл ожидается нестабильность дуги. В полях с индукцией свыше 4 мТл может произойти дутье дуги.

На участках подготовки под сварку магнитная индукция всегда выше, чем на открытом конце стального образца. Магнитные поля, вызывающие неуправляемое отклонение сварочной дуги, обычно классифицируются по направлению воздействия на сварочную дугу.

Продольное поле считается параллельным оси дуги, поперечное - перпендикулярно к направлению сварки, а параллельное - расположено в направлении сварки. Остаточный магнетизм, может проявляться в ферромагнитных материалах в результате плавки стали, в магнитном поле на

металлургическом заводе, погрузочно-разгрузочных работ на заводах с помощью электромагнитных кранов; магнитно-порошковой дефектоскопии; хранения изделий в сильных магнитных полях, например, вблизи электрических кабелей, подключенных к источнику постоянного тока; воздействие в течение длительного времени магнитного поля Земли на свариваемую деталь (примером может служить ремонт сварного соединения в трубопроводной сети, которая находилась в магнитном поле Земли в течение многих лет); расположения свариваемой конструкции по длине с севера на юг (в этом случае с каждой новой привариваемой секцией дутье сварочной дуги увеличивается).

Геомагнитное поле (магнитное поле Земли) может оказывать двойное влияние на магнитное поле в трубопроводе. Оно ориентировано в направлениях от север-юг до северо-запад – юго-запад и соответственно трубопроводы, проложенные в близких к этим направлениях, подвержены влиянию поля Земли. Так, остаточные поля с индукцией до 18 мТл были обнаружены в магистральном трубопроводе, расположенном вдоль геомагнитного поля (три месяца раньше его индукция составляла менее 0,5 мТл). Вторым возможным источником возникновения магнитных полей в трубопроводах под влиянием Земли являются земные токи, которые могут проходить по трубопроводам, генерируя кольцевые поля с индукцией до 10 мТл. Их влияние на стыковые соединения между соседними секциями невелико, однако оно может сказываться при приварке боковых отводов, например стояков.

Магнитное дутье дуги при сварке на переменном токе значительно меньше, чем при сварке на постоянном токе. Переменный ток дуги индуцирует переменные вихревые токи в свариваемом изделии, которые, в свою очередь, создают магнитное поле, противоположное полю дуги, что значительно ослабляет магнитное дутье [10].

Подготовка соединяемых деталей под сварку может вызвать резкий рост магнитного поля в зазоре между этими деталями. Например, при стыковке труб, имеющих незначительную намагниченность, магнитное поле в зазоре между этими трубами стремится сконцентрироваться, что приводит к увеличению магнитной индукции в зазоре до 3 мТл. При этом максимальные значения магнитной индукции обнаруживаются при перпендикулярном расположении магнитных зондов по отношению к измеряемой поверхности.

Технические приемы, предупреждающие магнитное дутье, могут быть классифицированы на следующие группы: контроль или снижение уровня остаточного магнетизма; создание противоположного по направлению магнитного поля; коррекция искажения поля, создаваемого током сварочной дуги; изменение магнитного поля, индуцируемого током в свариваемой детали.

Для определения уровня остаточного магнетизма используют поисковые катушки и зонды Холла. Точность измерения напряженности магнитного поля поисковой катушки диаметром 12,5 мм составляет примерно 80 А/м. Зонды Холла имеют жесткие и гибкие стержни, что делает их более универсальными. Однако они хрупкие и более дорогие по сравнению с поисковыми катушками.

Остаточный магнетизм можно устранить при нагревании материала до температуры выше точки Кюри (примерно 700 °С для низкоуглеродистых сталей), однако во многих случаях это может быть труднодостижимо или недопустимо по технологическим причинам.

Наиболее распространенный способ размагничивания заключается в использовании поля переменного тока с постепенным снижением его до нуля. Этого можно добиться, намотав 10-20 витков сварочного провода вокруг свариваемой детали и подсоединив его, например, к источнику тока 300 А с последующим уменьшением тока на выходе. Однако при токе частотой 50-60 Гц снятие остаточного магнетизма имело только поверхностный эффект. В

некоторых случаях снять его невозможно. В таких случаях, в частности, может быть рекомендован вариант размагничивания, когда свариваемое изделие наполняют металлическими частицами размером 0,2-0,5 мм. При этом магнитное поле с индукцией 10 мТл значительно уменьшается, что позволяет выполнить прихватку свариваемого изделия, а затем и сварку. Одним из широко применяемых способов размагничивания трубопроводов является создание локальных магнитных полей противоположного направления. Обычно катушки из трех-шести витков и постоянного тока 50-200 А достаточно для создания такого поля.

Схема катушки из пяти витков на трубы диаметром равным 200 мм с толщиной стенки 10 мм приведена на рисунке 3.

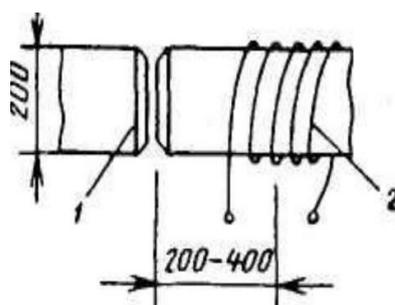


Рисунок 3 – Схема катушки (а) из пяти витков [10]:

- 1 - стыковые соединения труб диаметром 200 мм;
- 2 - размагничивающая катушка)

Наиболее простой способ коррекции искривления поля дуги заключается в использовании для сварки переменного тока вместо постоянного. Поле, создаваемое индуцируемыми вихревыми токами, уменьшает поле от тока дуги, однако полностью удалить его не может. Если искривление поля очень сильное, то, несмотря даже на его уменьшение, магнитное дутье дуги может иметь место. В этом случае могут помочь другие технические приемы, например, выполнение длинных швов с использованием обратноступенчатого метода сварки, установка стальных мостиков на зажимах или прихватках с помощью ручной дуговой сварки металлическим

электродом. Эффективной является намотка заземляющего обратного провода вокруг заготовки таким образом, чтобы образовавшееся при этом магнитное поле нейтрализовало магнитное поле, вызывающее отклонение дуги. Основная сложность, связанная с током в заготовке, заключается в асимметричности потока в точке действия дуги. На больших заготовках какой-либо эффект заметить трудно. Эту проблему можно решить, подсоединив более одного провода заземления для обеспечения достаточной симметричности.

Для устранения эффекта намагничивания предлагается использовать инвертор сварочного тока ИСТ-201. Инвертор представляет собой электронное устройство, которое подключают к выходным клеммам однопостового сварочного выпрямителя (или агрегата) с падающей внешней вольтамперной характеристикой. Которое обеспечивает формирование в сварочной цепи симметричного переменного прямоугольного тока повышенной частоты. При этом регулировку величины тока осуществляют сварочным выпрямителем (агрегатом) (таблица 11).

Таблица 11 – Технические характеристики ИСТ-201 [11]

Характеристика	Показатель
Напряженность магнитного поля в зоне сварки, Гс (не более)	1000
Номинальный сварочный ток, А	200
Продолжительность нагрузки, ПН %	60
Напряжение холостого хода сварочного выпрямителя, В (не более)	110
Напряжение питания, В	220 ± 40
Частота питающей сети, Гц	50 ± 5
Длина сварочных кабелей, м (не более)	30
Длина соединительных кабелей, м (не более)	50
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	480 x290x410
Вес, кг (не более)	30

## **2 Технология наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода**

Подготовка, сборка, сварка труб, СДТ, ЗРА технологических трубопроводов, обвязки оборудования промышленных и магистральных газопроводов (газопроводы топливного, уплотнительного газа, маслопроводы системы смазки, воздухопроводы горячего тракта турбин и др.) должны выполняться по операционно-технологическим картам сборки и сварки с учетом требований СНиП 03.05.05-84 [12], ПБ 03-585-03 [13], РД 51-31323949-38-98 [14], нормативных документов ПАО «Газпром», регламентирующих подготовку, сборку и сварку труб, СДТ, ЗРА технологических трубопроводов и оборудования.

*Подготовка трубопровода к врезке с предварительным размагничиванием*

Для обеспечения безопасности проводимых работ. Производится перекрытие участка производства работ линейными или технологическими задвижками. Сброс остаточного давления в отрезке трубопровода. Установка сертифицированных глухарей на задвижки со стороны проведения работ.

*Подготовка трубопровода и штуцера к сварке с предварительным размагничиванием*

Перед сваркой кромки и концы соединительных деталей и трубопровода зачищаются до металлического блеска, на ширину не менее 10 мм, с внутренней и наружной стороны, Обработку концов труб для сварки (отрезку труб и снятие фасок) необходимо производить механическим способом (абразивным кругом) с помощью УШМ-3, выдержав геометрические размеры формы кромок под сварку согласно ГОСТ 16037-80 [15].

*Размагничивание трубопровода*

В первую очередь производится измерение остаточной намагниченности на торцах трубы, с помощью индикатора магнитного поля

ИМП-97Х либо МИ-10Х. Если показание прибора выше (2 мТл) требуется размагничивание.

Размагничивание производится с помощью аппарата универсального размагничивающего автоматизированного "АУРА-7001".

- На один из открытых торцов трубопровода наматывается в 6-10 витков размагничивающая обмотка на расстоянии от торца трубы 50-100 мм.

- Устанавливается съёмный датчик.

- Секционированная обмотка и датчик через пульт дистанционного управления с помощью переходных разъемных кабелей соединяются с АУРА-7001, который может находиться вне зоны ремонта.

- На пульте дистанционного управления нажимается кнопка «Пуск» и начинается процесс размагничивания торца трубопровода. Окончание процесса размагничивания (через 1-1,5 мин) индицируется на пульте дистанционного управления.

- Секционированные обмотки, датчик демонтируются с размагниченного торца трубопровода и в том же порядке устанавливаются на другой торец. Автоматический процесс размагничивания повторяется.

- Процесс размагничивания обоих торцов трубопровода завершен.

- При этом в процессе сборки и сварки требуется периодически проверять наличие и размер остаточной намагниченности. А при возрастании свыше (2 мТл) нужно провести весь процесс по размагничиванию повторно.

#### *Установка штуцера на трубу*

Монтаж штуцера контролируется непосредственно сварщиками которые будут производить сварку данных элементов с помощью универсального шаблона сварщика (УШС-3). Обязательно производится просушка торцов труб путем их подогрева до 20-50 °С:

- при наличии влаги на кромках, независимо от прочности основного металла;

- при температурах воздуха ниже +5 °С для труб с нормативным пределом прочности 539 МПа (55 кгс/мм ) и выше.

#### *Сварка штуцера и трубы*

После проведения всех замеров производится прихватка штуцера к трубе. Проставляется не менее четырех диаметральных прихваток длиной не менее 50-70 мм и высотой не менее 3 мм. После сварки прихватки обрабатываются механическим путем от шлака брызг и окалин.

После завершения обработки прихваток сварщик приступает к сварке корневого слоя шва. Переплавляя прихватки с металлом шва следует обеспечить полное сплавление и проплавление внутренних кромок, образуя обратный валик внутри свариваемого соединения размером от 0,5 до 3 мм. Обязательным этапом после сварки корневого слоя шва является механическая обработка абразивным инструментом поверхности шва от шлака, брызг и зачистка карманов из линии сваривания основного металла с металлом шва.

Далее производится заполняющий слой шва с последующей механической обработкой.

Завершающим этапом является сварка облицовочного слоя шва, выдерживая размеры усиления и чешуйчатость шва. Для гарантированного прохождения визуального измерительного контроля (ВИК) шва.

#### *Сварка трубопровода без предварительного размагничивания*

Подготовка трубопровода, обработка торцов свариваемых деталей под сварку а также установка штуцера, производится по такой же технологии как указано выше.

При выявлении эффекта намагничивания в случаи сварки без предварительного размагничивания к используемому источнику питания, в штатные разъемы, подключается инвертор сварочного тока ИСТ-201.

Сварка стыков ремонтируемого участка производится с аналогичными параметрами сварки, как в пункте 1.6, с единственным изменением в режиме

сварки, для лучшего протекания процесса сварки рекомендуется увеличение силы тока на 10-15 %.

Технологический процесс сборки и сварки представлен в комплекте технологической документации в приложении А (карты эскизов и маршрутная карта).

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сборки и сварки наклонной врезки Ду 200 мм с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода Ду 400 мм ручной дуговой сваркой.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- провести расчет норм времени на сварку;
- рассчитать смету проекта.

#### **3.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии**

Выпускная квалификационная работа по теме «Технология сборки и сварки наклонной врезки Ду 200 мм с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода Ду 400 мм  $\delta=14$  мм из стали 14ХГС» выполняется для организации ООО «Газпром трансгаз Югорск».

Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Суть работы заключается в разработке процесса сварки труб ручной дуговой сваркой. Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Отрасль		
		Нефтяная	Коммунальная	Газовая
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			
Уровень потребления продукции	Высокий			
	Средний			
	Низкий			

ЖКХ		ПАО Транснефть		ПАО Газпром	
-----	--	----------------	--	-------------	--

Из таблицы 10 видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании нефтяной и газовой отраслей с высоким и средним уровнем использования на объектах трубопроводов. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

### 3.2 Планирование технического проектирования работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения работ.

#### 3.2.1 Структура работ в рамках проектирования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и студент. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ (таблица 13).

Таблица 13 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Ознакомление с производственной документацией	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
Расчеты и разработка технологии сварки трубы	3	Выбор основного материала трубы	Студент, научный руководитель
	4	Выбор сварочных материалов и оборудования	Студент, научный руководитель
	5	Расчет режимов сварки	Студент, научный руководитель
	6	Разработка технологической документации на сварку трубы	
	7	Выбор средств и методов неразрушающего контроля сварного шва	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, Научный руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию	9	Составление пояснительной записки	Студент
	10	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной работы	11	Подготовка к защите ВКР	Студент, Научный руководитель

В результате определения структуры работ в рамках технического проекта было выявлено шесть основных этапов и 11 работ.

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к.

зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

### **3.2.3 Разработка проведения может технического проектирования**

В рамках планирования технического проекта необходимо построить ленточный график проекта.

Диаграмма Ганта – представляет собой ленточную диаграмму, которая имеет две шкалы: шкала выполняемых задач и временная шкала. В соответствии со сроком, отведенным по проекту каждой задаче, он откладывается на временной шкале.

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 14 строим план-график проведения работа (таблица 15)

Продолжительность выполнения технического проекта заняла 12 декад, начиная со второй декады февраля и заканчивая первой декадой июня. Продолжительность выполнения технического в календарных днях заняла 100 дней.

Таблица 14 – Расчёт продолжительность работ чел.-дн.

№	Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни					
		Минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i-ой работы		Максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i-ой работы		Ожидаемая трудоёмкость выполнения i-ой работы	
		Науч. рук-ль	Студент	Науч. рук-ль	Студент	Науч. рук-ль	Студент
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	3	-	7	-	5
3	Выбор основного материала трубы	1	19	1	23	1	21
4	Выбор сварочных материалов и оборудования	1	17	1	25	1	20
5	Расчет режимов сварки	1	14	1	21	1	17
6	Разработка технологической документации на сварку трубы	1	3	1	6	1	4
7	Выбор средств и методов неразрушающего контроля сварного шва	1	14	1	18	1	16
8	Оценка эффективности полученных результатов	1	6	1	8	1	7
9	Составление пояснительной записки	-	3	-	12	-	7
10	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	1	-	1	-	1	-
11	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	1	2	3	4	2	3

Таблица 15 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	T <sub>рi</sub> , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Ознакомление с производственной документацией	Руководитель	1	-													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	5	—													
3	Выбор основного материала трубы	Руководитель	1			-											
		Студент	21	—	—	—											
4	Выбор сварочных материалов и оборудования	Руководитель	1				-										
		Студент	20			—	—	—									
5	Расчет режимов сварки	Руководитель	1					-									
		Студент	17					—	—	—							
6	Разработка технологической документации на сварку трубы	Руководитель	1							-							
		Студент	4							—	—						
7	Выбор средств и методов неразрушающего контроля сварного шва	Руководитель	1									-					
		Студент	16								—	—	—				
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1											-			
		Студент	7										—	—			
9	Составление пояснительной записки	Студент	7												—	—	
10	Проверка ВКР руководителем	Руководитель	1													-	
11	Подготовка к защите ВКР	Руководитель	2														—
		Студент	3														—

### 3.3 Определение норм времени на сварку

В данном разделе производится экономическая оценка двух сравниваемых способов сварки (ручной дуговой сварки с предварительным размагничиванием трубы (РДС с Р) и ручной дуговой сварки без размагничивания (РДС без Р)) при сборки и сварки наклонной врезки трубопровода.

Определение норм времени для ручной дуговой сварки производится по методике описанной в [20, 21] (таблица 16).

Таблица 16 – Основное время для ручной дуговой сварки

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РДС с Р	РДС без Р
$F_n$ – площадь наплавленного металла, мм <sup>2</sup>	90	90
$\gamma$ – плотность наплавляемого металла, г/см <sup>3</sup>	7,8	7,8
$I_{св}$ – сварочный ток, А		
1 проход	90	90
2 проход	160	160
3 проход	160	160
$\alpha_n$ – коэффициент наплавки, г/А·ч	9,5	9,5

Определение основного времени на сварку производится по формуле:

$$t_0 = \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_{св} \times \alpha_n}, \quad (33)$$

где  $F_n$  – площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность наплавляемого металла, г/см<sup>3</sup>;

$I_{св}$  – сварочный ток, А;

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для РДС с Р:

$$t_0 = \frac{7,8 \times 60}{9,5} \times \left( \frac{26}{90} + \frac{44}{160} + \frac{44}{160} \right) = 41 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для РДС без Р:

$$t_0 = \frac{7,8 \times 60}{9,5} \times \left( \frac{26}{90} + \frac{44}{160} + \frac{44}{160} \right) = 41 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между РДС с Р и РДС без Р отсутствует.

Необходимые данные для расчета значений времени  $t_{в.ш}$ ,  $t_{в.из}$  а также коэффициента  $k_{об}$  для ручной дуговой получены из [20] (таблица 17).

Таблица 17 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	РДС с Р	РДС без Р
Очистка перед сваркой свариваемых кромок от налета, ржавчины и осмотр, мин	0,4	0,4
Установка и смена электродов, мин	0,39	0,39
Осмотр и промер шва, мин	0,3	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла, мин	0,4	0,4
Всего	1,49	1,49

Разница во вспомогательном времени сварки между РДС с Р и РДС без Р отсутствует.

Разница во вспомогательном времени сварки между РДС с Р и РДС без Р, составляет 20 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 58 % (таблица 18).

Таблица 18 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Элементы работы	РДС с Р	РДС без Р
Размагничивание стыка, мин	20	-
Время на установку, мин	7,4	7,4
Снятие и транспортировка, мин	6,4	6,4
Перемещение сварщика, мин	0,2	0,2
Клеймение шва, мин	0,21	0,21
Всего	34,21	14,21

Разница в подготовительно-заключительном времени между РДС с Р и РДС без Р отсутствует (таблица 19).

Таблица 19 – Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Элементы работы	РДС с Р	РДС без Р
Получение производственного задания, указаний и инструктажа от мастера и его сдача, мин	6	6
Ознакомление с работой, мин	4	4
Установка, настройка и проверка режимов, мин	3	3
Подготовка рабочего места к работе, мин	4	4
Сдача работы, мин	3	3
Итого	20	20

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{вш}) \cdot l + t_{виз}] \cdot K_{об}, \quad (34)$$

где  $t_0$  - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{вш}$  - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

$l$  - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{виз}$  - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{об}$  - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для РДС с Р:

$$T_{шт} = [(41+1,49) \times 3,2 + 34,21] \times 1,1 = 187 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для РДС без Р:

$$T_{шт} = [(41+1,29) \times 3,2 + 14,21] \times 1,1 = 164 \text{ мин}$$

Разница в штучном времени сварки между РДС с Р и РДС без Р составляет 23 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 12 % (таблица 20).

Таблица 20 – Штучное время

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$t_o$ – основное время на сварку, мин/м	41	41
$t_{всп}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин	1,49	1,49
$l$ – длина шва $l = \pi \times d$	3,2	3,2
$t_{виз}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин	34,21	14,21
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности	1,1	1,1

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}}, \quad (35)$$

где  $T_{см}$  - продолжительность одной рабочей смены, ч

$T_{шт}$  – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для РДС с Р:

$$n = \frac{8 \times 60}{187} \approx 2,5 \text{ шт.}$$

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для РДС без Р:

$$n = \frac{8 \times 60}{164} \approx 3 \text{ шт.}$$

Разница в размере партии между РДС с Р и РДС без Р, составляет 0,5 шт, что в процентном соотношении дает увеличение количества на 17 % (таблица 21).

Таблица 21 – Количество сваренных труб в рабочую смену

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч	8	8
$T_{шт}$ – штучное время, мин	187	164

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}, \quad (36)$$

где  $T_{шт}$  – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$  – подготовительно заключительное время

$n$  – размер партии

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для РДС с Р:

$$T_{шк} = 187 + \frac{20}{2,5} = 195 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для РДС без Р:

$$T_{шк} = 164 + \frac{20}{3} = 170 \text{ мин.}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС с Р и РДС без Р, составляет 25 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 13 % (таблица 22).

Таблица 22 – Штучно-калькуляционное время

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$T_{шт}$ – штучное время, мин	187	164
$t_{пз}$ – подготовительно – заклучительное время, мин	20	20
$n$ – размер партии, шт	2,5	3

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma, \quad (37)$$

где  $F$  – площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>;

$l$  – длинна шва, м;

$\gamma$  - плотность наплавляемого металла.

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для РДС с Р:

$$G = 90 \times 3,2 \times 7,8 = 2,25 \text{ кг.}$$

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для РДС без Р:

$$G = 90 \times 3,2 \times 7,8 = 2,25 \text{ кг.}$$

Разница массе наплавленного металла между РДС с Р и РДС без Р отсутствует (таблица 23).

Таблица 23 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$F_n$ – площадь наплавленного металла, мм <sup>2</sup>	90	90
$L$ – длина шва, м	3,2	3,2
$\gamma$ – плотность наплаваемого металла, г/см <sup>3</sup>	7,8	7,8

### 3.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат. При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- сварочные материалы;
- основная зарплата;
- социальные цели;
- электроэнергия;
- ремонт оборудования.

#### 3.4.1 Затраты на сварочные материалы

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{cm} = g_{nm} \cdot k_n \cdot \Pi_{cm}, \quad (38)$$

где  $g_{nm}$  – масса наплавленного металла, кг/изд

$k_n$  – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла

$C_{cm}$  – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для РДС с Р:

$$C_{cm} = 2,25 \times 1,6 \times 150 = 540 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для РДС без Р:

$$C_{cm} = 2,25 \times 1,6 \times 150 = 540 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РДС с Р и РДС без Р отсутствует (таблица 24).

Таблица 24 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$g_{nm}$ – масса наплавленного металла, кг/изд	2,25	2,25
$k_n$ – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,6
$C_{cm}$ – цена электродов, руб	150	150

### 3.4.2 Затраты на заработанную плату рабочих

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60}, \quad (40)$$

где  $C_{мз}$  – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мп}$  – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{шк}$  – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин/изд.

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для РДС с Р:

$$C_3 = \frac{60000 \times 195}{172 \times 60} = 1134 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для РДС без Р:

$$C_3 = \frac{60000 \times 170}{172 \times 60} = 988 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между РДС с Р и РДС без Р, составляет 146 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 13 % (таблица 25).

Таблица 25 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий, руб	60000	60000
$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мр} \approx 172$ часов/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	195	170

### 3.4.3 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Определение затрат на отчисления во внебюджетные фонды производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100}, \quad (41)$$

где  $k_{отч}$  – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы;

$C_3$  – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (41) и получаем для РДС с Р:

$$C_{отч} = \frac{30 \times 1134}{100} = 340 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (41) и получаем для РДС без Р:

$$C_{отч} = \frac{30 \times 988}{100} = 296 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления во внебюджетные фонды между РДС с Р и РДС без Р, составляет 44 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 13 % (таблица 26).

Таблица 26 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы	30,2 %	30,2 %
$C_3$ – Затраты на заработанную плату рабочих, руб	1134	988

### 3.4.4 Затраты на электроэнергию

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}, \quad (42)$$

где  $U$  – напряжение, В;

$I$  – сила тока, А;

$t_o$  – основное время сварки, мин/м;

$l$  – длина сварного шва, м/изд;

$\eta$  – коэффициент полезного действия источника питания;

$\Pi_{эл}$  – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для РДС с Р:

$$C_{эм} = \frac{24 \times 143 \times 41 \times 3,2}{60 \times 0,8 \times 1000} \times 5,4 = 51 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для РДС без Р:

$$C_{эм} = \frac{24 \times 143 \times 41 \times 3,2}{60 \times 0,8 \times 1000} \times 5,4 = 51 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС с Р и РДС без Р отсутствует (таблица 27).

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$U$ – напряжение, В	24	24
$I$ – сила тока, А	143	143
$t_o$ – основное время сварки, мин/м	41	41
$l$ – длина сварного шва, м/изд	3,2	3,2
$\eta$ – коэффициент полезного действия источника питания	0,8	0,8
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб	5,4	5,4

### 3.4.5 Затраты на ремонт оборудования

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (43)$$

где  $\Pi_j$  – цена оборудования соответствующего вида;

$k_{рем}$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$t_{шк}$  – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд;

$F_{ГО}$  – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для РДС с Р:

$$C_p = \frac{1595736 \times 0,25 \times 195}{2000 \times 0,8 \times 60} = 810 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для РДС без Р:

$$C_p = \frac{1036736 \times 0,25 \times 170}{2000 \times 0,8 \times 60} = 459 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС с Р и РДС без Р, составляет 351 руб, что в процентном соотношении дает уменьшение затрат на 43 % (таблица 28).

Таблица 28 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$\Pi_j$ – цена оборудования соответствующего вида:		
- агрегат сварочный АДД-4001С У1	936736	936736
- аппарат универсальный размагничивающий автоматизированный АУРА-7001	659000	
- инвертор сварочного тока ИСТ-201		100000
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	195	170
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
$k_3$ – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

### 3.4.6 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

По результатам расчетов разница в общих затратах на сварку одного килограмма наплавленного металла наклонной врезки трубопровода между РДС с Р и РДС без Р, составляет 541 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 % (таблица 29).

Таблица 29 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	РД с Р (1)	РД без Р (2)	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы	540	540	0
2. Основная зарплата	1134	988	146
3. Отчисления во внебюджетные фонды	340	296	44
4. Электроэнергия	51	51	0
5. Ремонт	810	459	351
Итого	2875	2334	541

#### **Выводы по разделу Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки наклонной врезки Ду 200 мм при изготовлении технологического трубопровода Ду 400 мм  $\delta=14$  мм из стали 14ХГС ручной дуговой сваркой с размагничиванием и без него.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (195 мин) и РДС МТ (170 мин), составляет 25 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 13 %.

По затратам на сварку одного килограмма наплавленного металла выгодна РДС без Р, она обходится дешевле на 541 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

Можно сделать вывод, что применение ручной дуговой сварки без размагничивания экономически оправдано.

## **4 Социальная ответственность**

В данном разделе рассматривается технология сборки и сварки наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода с точки зрения возможности возникновения негативных воздействий на человека и окружающую среду в процессе работы.

Актуальность работы заключается в применении инвертора сварочного тока ИСТ-201, который позволяет производить сварку намагниченных трубопроводов и уйти от дополнительной операции по их размагничиванию, тем самым ускоряя производительность работ.

Рабочее место сварщика расположено на открытом воздухе. Трасса газопровода Уренгой - Челябинск проходит в Ямало-Ненецком автономном округе, участок 325,5-429,8 км и 429,8-525,2 км. Местность равнинная. Климат резко-континентальный.

Объектом исследования является технология сборки и сварки наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода.

В качестве основного сварочного оборудования применяется сварочный выпрямитель IdealArc DC-400 в количестве 2 шт.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:

- резка;
- сборка;
- сварка.

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

ГОСТ 32569-2013 [1] устанавливает основные технические требования к технологическим трубопроводам: условия выбора и применения труб, деталей трубопроводов, арматуры и основных материалов для их изготовления, а также требования к сварке и термообработке, размещению трубопроводов, условиям

нормальной эксплуатации, соблюдение которых обязательно для предприятий, имеющих подконтрольные надзорным органам производства.

Приказ Ростехнадзора от 27.12.2012 N 784 Об утверждении Руководства по безопасности [2] содержит общие рекомендации по обеспечению требований промышленной безопасности, предупреждению аварий, инцидентов, случаев производственного травматизма при проектировании, устройстве, изготовлении, испытаниях, монтаже, эксплуатации, экспертизе промышленной безопасности стальных трубопроводов, предназначенных для транспортирования в пределах промышленных предприятий химической, нефтехимической, нефтяной, нефтеперерабатывающей, газовой и других смежных отраслей промышленности газообразных, парообразных и жидких сред с расчетным давлением до 320 МПа, вакуумом с абсолютным давлением не ниже 665 Па при температуре среды от -196 до +700 °С.

ВСН 006-89 [3] ведомственные строительные нормы распространяются на сварку кольцевых стыков бесшовных, электросварных прямошовных и спиральношовных труб из горячекатаных, в том числе с контролируемой прокаткой, нормализованных и термически упрочненных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с нормативным значением временного сопротивления на разрыв до 588 МПа и термоупрочненных до 637 МПа диаметром от 57 до 1420 мм с толщиной стенок 5-32 мм, предусмотренных проектом.

Вторая часть документа ВСН 012-88 [4] применяется для оформления документации и приемки в эксплуатацию зданий и сооружений, в том числе инженерных коммуникаций.

Документация, оформляемая в процессе строительства, подразделяется на:

- приемо-сдаточную, представляемую генподрядчиком рабочей комиссии, а затем представляемую заказчиком Государственной приемочной комиссии;
- текущую, т.е. внутреннюю документацию, оформляемую исполнителем работ для нужд производства.

Монтаж узла наклонной врезки трубопровода осуществляется на

сварочном участке 325,5-429,8 км в Ямало-Ненецком автономном округе. Работа производится вахтовым методом «месяц через месяц». Рабочий день начинается в 8.00 и заканчивается в 20.00, перерыв на обед с 14.00 до 15.00. Оплата труда сварщика сдельная. Начисление оплаты производится с применением районных коэффициентов и надбавок за работу в районах Крайнего Севера.

## 4.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование ручной дуговой сварки, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [5]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 30.

Таблица 30 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте на сварочном участке

Факторы по ГОСТ 12.0.003-2015 [6]	Нормативные документы
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	Внутренние правила предприятия
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	Внутренние правила предприятия
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	Правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. Минэнерго России) (7-ое издание);
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение, 2016

Продолжение таблицы 30

Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности
Повышенный уровень общей вибрации	ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
Монотонность труда, вызывающая монотонию	Внутренние правила предприятия
Длительное сосредоточенное наблюдение	Внутренние правила предприятия

Описание выявленных вредных и опасных производственные факторов приведено в таблице 31.

Таблица 31 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по монтажу наклонной врезки трубопровода

Источник возникновения фактора	Типичные профессиональные заболевания или травмы, которые работник может получить	Допустимые нормы с необходимой размерностью	Разрабатываемые решения, обеспечивающие снижение влияния выявленных факторов
<u>Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека</u>			
При работе со сварочной дугой, отрезным инструментом, индукторы для предварительного подогрева труб	Местные ожоги	Нормы для оборудования приведены в ГОСТ Р 51337-99 [7]	Для предохранения тела от ожогов основной защитой является использование специальной одежды и обуви. Костюм и рукавицы должны быть исправными. Костюм одевается с напуском брюк на обувь, чтобы не оставалось незащищенных частей тела. Наиболее подходящей обувью являются ботинки без шнурков с гладким верхом и застежкой сзади либо с резиновыми растягивающими боковинами. Пользование рукавицами предохраняет руки одновременно от ожогов и от порезов об острые кромки металла. В качестве защитных средств от действия излучения дуги, кроме спецодежды, используются маска или шлем. Глаза защищаются от излучения специальными темными стеклами, светофильтрами, вставленными в щиток или шлем, которым сварщик защищает лицо во время сварочных работ.
<u>Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов</u>			
УШМ	Открытые раны, ушибы	Внутренние инструкции по технике безопасности на рабочем месте	Использование каски, установка мобильных ограждений и сигнальных табличек. Инструктаж персонала по технике безопасности.

<u>Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий</u>			
Сварочный выпрямитель IdealArc DC-400, УШМ	электрические ожоги (токовые, контактные дуговые, а также комбинированные); электрические знаки («метки»), металлизация кожи; механические повреждения; электроофтальмия; электрический удар (электрический шок).	Все электрооборудование сварочных участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ)	Основные изолирующие ЭЗС до 1 кВ: изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, ручной изолирующий инструмент. Дополнительные изолирующие ЭЗС до 1 кВ: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, изолирующие колпаки, покрытия и накладки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые
<u>Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения</u>			
Естественное уличное освещение	Утомление зрительного анализатора (при систематическом воздействии – развитие дефектов зрения), снижение работоспособности, профессиональные заболевания	Нормы освещения строительных площадок, наименьшая освещенность должна быть 50 лк.	Для освещения строительного участка трубопровода следует применять прожекторы на мачтах, расположенных за обвалованием, согласно, ГОСТ 12.1.046-85 [10]
<u>Повышенный уровень шума</u>			
Генераторы; выпрямители сварочного тока; приспособление для сборки и сварки; отрезной инструмент	Вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте, нарушается процесс пищеварения, происходят изменения объема внутренних органов.	Уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБА	Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87 [11]. Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противозумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противозумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противозумные шлемы и каски; противозумные костюмы (ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума» [12]).

<u>Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего</u>			
Погодные условия	Обморожения, тепловой и солнечный удары	В зимний и летний периоды это накладывает требования по особой организации процесса работ в соответствии с СанПиНом 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительства и строительных работ» [14]	<p>В зимнее время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работающие на открытой территории в холодный период года обеспечиваются комплектом средств индивидуальной защиты (СИЗ) от холода с учетом климатического региона (пояса). При этом комплект СИЗ должен иметь положительное санитарно-эпидемиологическое заключение с указанием величины его теплоизоляции.</li> </ul> <p>В летнее время:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в целях профилактики перегревания работников при температуре воздуха выше допустимых величин, время пребывания на этих рабочих местах следует ограничить.</li> <li>- время непрерывного пребывания на рабочем месте не адаптированному к нагревающему микроклимату, сокращается на 5 минут, а продолжительность отдыха увеличивается на 5 минут.</li> <li>- профилактике нарушения водного баланса работников в условиях нагревающего микроклимата способствует обеспечение полного возмещения жидкости, различных солей, микроэлементов (магний, медь, цинк, йод и др.), растворимых в воде витаминов, выделяемых из организма с потом.</li> </ul>

<u>Монотонность труда, вызывающая монотонию</u>			
Производственный процесс	Повышенная нагрузка на органы чувств (зрение, слух), тяжелая физическая работа, умственное перенапряжение, монотонность труда, стрессовые эмоциональные перегрузки, высокий уровень интенсивности деятельности, неудобная рабочая поза при осуществлении сварки	Согласно трудовому законодательству и внутреннему распорядку на предприятии	Для профилактики возникновения данных факторов предлагается: - уменьшить плотность рабочего времени; - исключить случайно возникающие перебои в работе, организовать ритмизацию трудовых процессов; - организовать правильный режим труда и отдыха, в частности 30 минутный перерыв после каждых двух часов непрерывной работы или 15 минутный перерыв на каждый час работы.
<u>Длительное сосредоточенное наблюдение</u>			
Нервно-психологические нагрузки.	Перенапряжению зрительных анализаторов и возникновению нервно-эмоционального напряжения у сварщиков.	Индивидуально по каждому предприятию, согласно трудовому кодексу РФ.	Временное переключение на другую работу, обучение правильным методам и приемам работы, периодические медицинские осмотры и др.

### 4.3 Экологическая безопасность

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

#### *Воздействие на литосферу*

Отходами в сварочном производстве являются: металлолом черных и цветных металлов и сплавов; отработанные абразивные круги; мусор от уборки территории; промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка.

Сбор отходов производится: в специальные контейнеры; на специальные площадки для крупногабаритных отходов; в иные места (помещения) для

временного хранения отходов.

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

#### *Воздействие на гидросферу*

На береговых участках, в местах переходов нефтепроводов через водотоки, существует опасность развития эрозионных (абразионных) процессов в результате уничтожения почвенно-растительного слоя и нарушения грунтов естественного сложения. При этом грунты обратной засыпки являются менее устойчивыми к водно-эрозионному воздействию. В результате, в местах переходов нефтепроводов через водотоки значительно возрастает опасность размыва грунтов обратной засыпки и оголения трубы [6].

Для защиты поверхности грунтов обратной засыпки от воздействия ветровой, водной и волновой эрозии на участках перехода нефтепроводом через водотоки на береговом склоне и пойменной части предусмотрена засыпка крупнообломочным каменным материалом фракции 70-120 мм толщиной 0,5 м [6].

Верх укрепления из каменной наброски должен совпадать с естественной поверхностью. Под слоем каменной наброски укладывается геотекстильное полотно. Для защиты грунтов полосы строительства нефтепровода от обводнения в пределах срезов и полок предусмотрено устройство водоотводных канав и водопропусков [6].

#### *Воздействие на атмосферу*

Сварочные работы производятся на открытом воздухе. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены согласно ГОСТ 12.1.005-88 [13]. Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения (таблица 3).

Таблица 32 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов [13]

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Твердая составляющая сварочного аэрозоля		
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20 %)	0,2	2
Железа оксид	6,0	3
Кремний диоксид	1,0	2
Хром (III) оксид	1,0	2
Хром (VI) оксид	0,01	1
Газовая составляющая сварочного аэрозоля		
Азот диоксид	2,0	3
Марганец оксид	0,3	2
Озон	0,1	1
Углерода оксид	20,0	4
Фтористый водород	0,5/1,0	2

#### 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Работа по монтажу наклонной врезки трубопровода проводится в Ямало-Ненецком автономном округе с резко-континентальным климатом.

Для районов Крайнего Севера России в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии участок необходимо оборудовать круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в

помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве.

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара.

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Согласно Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. От 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» пожары классифицируются по виду горючего материала и на участке по ремонту кранового узла газопровода относятся к пожарам горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В).

Нормы наличия средств пожаротушения на объектах по строительству трубопроводов представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Нормы наличия средств пожаротушения на объектах по строительству трубопроводов

Наименование средств пожаротушения	Ед. изм.	Количество
Съемная цистерна (в том числе собственного производства) или резиновая емкость для воды объемом 1500 л	шт.	1
Лесопатрульные пожарные машины	шт.	1
Напорные пожарные рукава (Д=26, 51, 66 мм)	пог.м	300
Зажигательный аппарат	шт.	2
Смачиватели, пенообразователи	кг	20
Бензопилы	шт.	2
Радиостанции носимые УКВ или КВ диапазона	шт.	1
Электромегафон	шт.	1
Ручные инструменты: лопаты, топоры, мотыги, грабли, пилы поперечные	шт.	5
Бидоны или канистры для питьевой воды емкостью до 20 л	шт.	2
Кружки для воды	шт.	10
Противодымные респираторы	шт.	10
Защитные очки	шт.	10
Аптечка первой помощи	шт.	2
Индивидуальные перевязочные пакеты	шт.	по числу работающих

Общие решения по обеспечению противопожарной безопасности:

- Использовать первичные средства пожаротушения, немеханизированный пожарный инструмент и инвентарь для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, запрещается.

- Заземление передвижных электростанций. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 25 Ом.

- В соответствии с п.7.5.8 РД-13.220.00-КТН-211-12 «Правила пожарной безопасности на объектах организаций системы «Транснефть» на месте проведения огневых работ должен выставляться пожарный пост с первичными средствами пожаротушения: огнетушители порошковые ОП-9(10) - 10 шт. или один огнетушитель ОП-70(100), или два огнетушителя ОП-35(50); кошма или противопожарное полотно размером 2 х 2 м – 2 шт. или 1,5 х 2,0 м – 3 шт.; - два ведра, две лопаты, один топор, один лом.

### **Выводы по разделу Социальная ответственность**

В работе рассмотрены вредные и опасные факторы, которые могут возникать при сборки и сварки наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода..

Все потенциально возможные вредные и опасные факторы на сварочном участке соответствует допустимым нормам.

Сварочный участок по категории электробезопасности согласно ПУЭ относится к категории с повышенной опасностью.

Сварщики имеют вторую группу электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Категорию тяжести труда сварщиков по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к III категории работ, тяжелая.

Разработаны мероприятия по прогнозированию и предупреждению чрезвычайных ситуаций различного характера. В перечень рекомендуемых

средств пожаротушения входят: пожарная цистерна с водой, огнетушитель ОП-5, ящик с сухим и чистым песком. Категория сварочного участка по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» относится к категории А, взрывоопасная.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами организуются специальные места хранения исключающие возможность самопроизвольного возгорания. Сварочный участок по степени воздействия на окружающую среду относится к объектам II категории.

Рабочее место на сварочном участке по сборке и сварке наклонной врезки при изготовлении технологического трубопровода соответствует НТД.

## **Заключение**

В данной бакалаврской работе, был изучен способ сварки и подобраны сварочные материалы, произведен расчет параметров режима сварки и подбор необходимого сварочного оборудования, изучено влияния намагниченности на процесс сварки, произведено ознакомление с технологией размагничивания, сварки труб с их предварительным размагничиванием и сварки без предварительного размагничивания труб с применением инвертора сварочного тока ИСТ-201.

В результате был разработан технологический процесс наклонной врезки с укреплением штуцером и накладкой при изготовлении технологического трубопровода без предварительного размагничивания труб с применением инвертора сварочного тока ИСТ-201.

Экономическая эффективность работы: разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС (195 мин) и РДС МТ (170 мин), составляет 25 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 13 %. По затратам на сварку стыка выгодна РДС без Р, она обходится дешевле на 541 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

## Список используемых источников

1. РД-39-132-94 Правила по эксплуатации, ремонту и отбраковки промысловых трубопроводов
2. ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия (с Изменением N 1).
3. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А. Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А. Ольшанского. 1978. 504с., ил.
4. Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
5. ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка
6. ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.
7. Интернет-источник: <https://electro.mashinform.ru>
8. Интернет-источник: <https://weldprom.ru/>
9. Интернет-источник: <http://www.ets-engineering.ru>
10. Корольков П. М. Природа возникновения и методы устранения магнитного дутья при сварке. // Сварочное производство 1998, №5. С 6-8.
11. Интернет-источник: <http://acc-surgut.ru/>
12. СНиП 03.05.05-84 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы
13. ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов
14. РД 51-31323949-38-98 Руководящий документ по технологии сварки технологических трубопроводов КС из теплоустойчивых и высоколегированных сталей

15. ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
- 16 ПУЭ. Правила устройства электроустановок
- 17 ПТЭЭП. Правилах технической эксплуатации электроустановок
- 18 ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества
- 19 ТУ 22-400-79
- 20 Интернет-источник: <https://www.promrentgen.ru>
- 21 Закон «Об основах охраны труда в РФ»
- 22 Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
- 23 ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
- 24 ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
- 25 Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
- 26 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»
- 27 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- 28 ГОСТ 12.1.019–2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
- 29 Правила устройства электроустановок (ПУЭ)
- 30 ГОСТ 12.1.046-85 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок
- 31 ГОСТ 12.4.051-87 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний
- 32 ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ Средства и методы защиты от шума

33 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

34 СанПиНом 2.2.3.1384-03 Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ

35 Р 3.5.2.2487-09 Руководство по медицинской дезинсекции

36 ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей

37 СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

38 ГОСТ Р 22.1.07-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования

39 НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003

40 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические, 2009

**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Комплект технологической документации**







Дубл.  
Взам.  
Подл.

ФЮРА.02190.00007

2

ФЮРА.10190.00002

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
A01	1	1	1	015	Сварка патрубка и штуцера	ГОСТ 16037-80										
Б02	Сварочный агрегат Ranger 305D, инвертор сварочного тока ИСТ-201					1	19905	5	1	2						
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
M04	Электроды МТГ-01К Ø2,5 мм; УОНИ-13/55 Ø3,0 мм; Ø4,0 мм;					ГОСТ 9467-75										
O05	1. Приварить патрубок 2 к штуцеру 3, выдерживая последовательность и очередность наложения швов, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0002															
T06	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
A07	1	1	1	020	Контроль ВИК	ГОСТ 11534-75; ГОСТ 16037-80										
O08	1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Трещины недопустимы. Поры допускаются в количестве 2-3 шт диаметром не более 1 мм на расстоянии не менее 10 мм. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 16037-80 и ГОСТ 11534-75. Проверить ширину шва, высоту усиления.															
T09	Линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10х ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69, щетка стальная.															
A10	1	1	1	025	Контроль УЗК	ГОСТ Р 55724-2013										
Б11	Ультразвуковой дефектоскоп HARFANG VEO					1	11830	6	1	2						
O12	1. Проверить сварные швы УЗК. Объем проверки 100%.															
T13																
14																
15																
МК																