

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

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 ООП/ОПОП Оборудование и технология сварочного производства  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
Разработка технологии ремонта нефтепровода

УДК 621.791.75:622.691.4.053.073.3

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Шаталов Максим Вадимович		01.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		02.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		01.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.			02.06.2022

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кулагин А.Е.	к.ф.-м.н.		01.06.2022

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		02.06.2022

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<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; умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств

<b>ПК(У)-3</b>	способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
<b>ПК(У)-4</b>	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
<b>ПК(У)-5</b>	умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
<b>ПК(У)-6</b>	умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
<b>ПК(У)-7</b>	умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК(У)-8</b>	умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико- механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
<b>ПК(У)-9</b>	способен метрологически обеспечивать технологические процессы, использовать типовые методы контроля качества выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-16</b>	способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
<b>ПК(У)-17</b>	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
<b>ПК(У)-18</b>	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
<b>ПК(У)-19</b>	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
<b>ДПК(У)-1</b>	способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
<b>ДПК(У)-2</b>	способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
<b>ДПК(У)-3</b>	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)

### ПРИКАЗ

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 ООП/ОПОП Оборудование и технология сварочного производства  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП/ОПОП  
 \_\_\_\_\_ 10.12.2021 Першина А.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Шаталову Максиму Вадимовичу

Тема работы:

<b>Разработка технологии ремонта нефтепровода</b>	
Утверждена приказом директора (ИШНКБ)	09.12.2021 №343-10/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2022
--	------------

#### 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>Разработка технологии ремонта нефтепровода. Область данной технологии применима для магистральных трубопроводов с определенным типом дефектов.</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. Характеристика сварной конструкции <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Описание сварной конструкции</li> <li>1.2 Материалы сварной конструкции</li> <li>1.3 Определение свариваемости материалов</li> </ol> </li> <li>2. Обоснование выбранного способа сварки</li> <li>3. Выбор сварочных материалов для РДС</li> <li>4. Расчет режимов ручной дуговой сварки</li> <li>5. Выбор основного оборудования для РДС</li> <li>6. Ремонт участка нефтепровода с дефектами</li> <li>7. Комплект технической документации</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Конструктивные элементы кромок  Конструктивные элементы сварного шва  Сборка конструкции  Схема выполнения сварных швов</p>

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Характеристика сварной конструкции</p>	<p>Киселёв А.С., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ</p>
<p>Расчет режимов ручной дуговой сварки</p>	<p>Киселёв А.С., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ</p>
<p>Комплект технической документации</p>	<p>Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Авдеева И.И., старший преподаватель</p>
<p>Ресурсоэффективность, ресурсосбережение и финансовый менеджмент</p>	<p>Гасанов М.А., д.э.н. профессор ОСГН</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>09.12.2021</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель / консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОЭИ</p>	<p>Киселев А.С.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		<p>21.10.2021</p>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>1В81</p>	<p>Шаталов Максим Вадимович</p>		<p>27.10.2021</p>

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В81	Шаталову Максиму Вадимовичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 70000 руб. Оклад инженера – 20000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент руководителя 35%; Премиальный коэффициент инженера 25%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работ. Расчет трудоемкости выполнения работ; Разработка графика Ганта. Расчет материальных затрат; - расчет заработной платы (основная и Дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

**Перечень графического материала:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сегментирование рынка</li> <li>2. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>3. Матрица SWOT</li> <li>4. Альтернативы проведения НИ</li> </ol>
---

- |  |
|--|
| 5. График проведения и бюджет НИ                                 |
| 6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		05.04.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В81	Шаталов Максим Вадимович		10.04.2022

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
1В81	Шаталов Максим Вадимович		
<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОЭИ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение: Оборудование и технология сварочного производства

Тема ВКР:

<b>Разработка технологии ремонта нефтепровода</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b>	<p>Объект исследования является процесс ремонта нефтепровода диаметром 1020 мм толщиной стенки 12 мм при помощи обжимной приварной муфты П2 ручной дуговой сваркой покрытым электродом.</p> <p>Область применения: линейная часть магистральных нефтепроводов, нефтегазовая промышленность.</p> <p>Рабочая зона: полевые условия</p> <p>Климатическая зона: III– южные районы Сибири и часть Дальнего Востока (умеренная зона)</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: УШМ, источник питания, установка индукционного нагрева, термометр, газовая горелка, центратор, дефектоскоп</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: транспортировка нефти под высоким давлением</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b>	<p>ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования</p> <p>ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ. Работы– электросварочные. Требования безопасности</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и– вредные производственные факторы. Классификация</p> <p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;</p> <p>ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты;</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p> <p>РД-25.160.10-КТН-004-08 «Технология проведения сварочных работ на действующих магистральных нефтепроводах»</p> <p>ГОСТ 34182-2017 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов эксплуатация и техническое обслуживание»</p>

<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;</li> <li>2. Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</li> <li>3. Ударные волны воздушной среды;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;</li> <li>5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;</li> <li>6. Факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов</li> <li>7. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение</li> </ol> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень вибрации;</li> <li>2. Повышенный уровень шума;</li> <li>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды;</li> <li>5. Монотонность труда;</li> <li>6. Длительное сосредоточенное наблюдение;</li> <li>7. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке</li> <li>8. Укусы насекомых/животных</li> </ol> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> знаки безопасности, герметизирующие, оградительные, глушители шума дистанционного управления, предохранительные, заземляющие, средства для вентиляции и очистки воздуха, костюмы защитные, респираторы, сварочные маски, виброизолирующие рукавицы и перчатки, краги, виброизолирующая обувь, защитные очки, сетки и репелленты.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> СЗЗ не требуется</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> твердые металлические отходы, утилизация макулатуры, люминесцентных ламп, изношенных средств коллективной и индивидуальной защиты</p>

	<p><b>Воздействие на гидросферу:</b> отходы эксплуатационных жидкостей, продукты жизнедеятельности персонала</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> выброс газа, пыли, паров и аэрозолей</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	<p><b>Возможные ЧС:</b>          Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (пожар в случае взрыва нефтепровода, срыв трубы с трубоукладчика)</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар в результате взрыва нефтепровода</p>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			25.03.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Шаталов Максим Вадимович		02.04.2022

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

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 ООП/ОПОП Оборудование и технология сварочного производства  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающегося:

Группа	ФИО
1В81	Шаталов Максим Вадимович

Тема работы:

Разработка технологии ремонта нефтепровода
--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.01.2022	Введение	8
05.01.2022	1. Характеристика сварной конструкции	9
-	1.1 Описание сварной конструкции	
15.01.2022	1.2 Материалы сварной конструкции	
	1.3 Определение свариваемости материалов	
02.02.2022	2. Обоснование выбранного способа сварки	9
10.03.2022	3. Выбор сварочных материалов для РДС	9
17.04.2022	4. Расчет режимов ручной дуговой сварки	9
28.04.2022	5. Выбор основного оборудования для РДС	9
07.05.2022	6. Ремонт участка нефтепровода с дефектами	9
01.06.2022	7. Финансовый менеджмент	9
01.06.2022	8. Социальная ответственность	9
21.05.2022	Заключение	9
15.05.2022	Комплект технологической документации	10

**СОСТАВИЛ:****Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		01.01.2022

**СОГЛАСОВАНО:****Руководитель ООП/ОПОП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		01.01.2022

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Шаталов Максим Вадимович		01.01.2022

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 109 с., 2 рис., 31 табл., 38 источников.

Ключевые слова: сварочные работы, ремонт нефтепровода, ручная дуговая сварка, обжимная муфта.

Объектом исследования является технология ремонта трубопровода из стали 13ХФА с диаметром 1020 мм и толщиной стенки 12 мм способом наложения обжимной приварной муфты.

Целью данного проекта является разработка технологического описания процесса ремонта участка нефтепровода.

В процессе исследования были проведены расчеты параметров режима сварки, соответствующие рекомендациям, подобраны сварочные материалы, выполнены заготовительные, сборочно-сварочные операции.

Работа актуальна для отраслей, связанных с транспортировкой нефти.

Экономическая эффективность работы: повышение производительности и снижение затрат при выполнении сварочных работ.

Значимость работы: данный метод ремонта разработан с целью повышения ресурса действующих нефтепроводов.

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

В данной работе применимы следующие термины с соответствующими определениями:

**ручная аргонодуговая сварка (РАД):** ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Вид сварки.

**авария на магистральном нефтепроводе:** Внезапный вылив или истечение нефти (утечки) в результате полного или частичного разрушения или повреждения нефтепровода, его элементов, резервуаров, оборудования и устройств, сопровождаемые одним или несколькими событиями.

**безотказность:** Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени наработки.

**выборочный ремонт нефтепровода:** Локальный ремонт линейной части нефтепровода с целью ликвидации дефектов на ограниченном участке нефтепровода.

**глубина дефекта:** Максимальная протяженность дефекта в направлении, перпендикулярном поверхности трубы.

**длина дефекта:** Максимальная протяженность дефекта вдоль оси трубы.

**дополнительный дефектоскопический контроль (ДДК):** Контроль, проводимый неразрушающими методами с целью уточнения типа и параметров дефекта, обнаруженного ВИП и выявления возможных дополнительных дефектов.

**допустимое рабочее давление нефтепровода:** Максимальное давление на выходе НПС, которое не превышает при всех режимах работы нефтепровода величину разрешенного рабочего давления каждой секции технологического участка.

**капитальный ремонт нефтепровода:** Плановый ремонт с заменой труб или ремонт стенки, монтажных и заводских сварных швов трубы с заменой изоляционного покрытия нефтепровода.

**линейная часть магистрального нефтепровода (ЛЧ или ЛЧМН):**

Совокупность участков нефтепровода, соединяющих нефтеперекачивающие станции между собой либо с приемо-сдаточными пунктами и сооружений, входящих в состав нефтепровода.

**магистральный нефтепровод (МНП):** Инженерное сооружение, состоящее из трубопроводов с арматурой и связанных с ними нефтеперекачивающих станций, хранилищ, нефти и других технологических объектов, обеспечивающих приемку, транспортировку, сдачу нефти потребителям, или перевалку на другой вид транспорта.

**околошовная зона:** Участок основного металла трубы шириной, равной четырем номинальным толщинам стенки трубы в каждую сторону от края сварного шва.

**опасный дефект на стенке трубы трубопровода:** Дефект, требующий изменений режима эксплуатации или проведения ремонта нефтепровода. Прочность трубы ниже нормативной.

Обозначения и сокращения:

ВИП – внутритрубный инспекционный прибор.

ДДК – дополнительный дефектоскопический контроль.

МН – магистральный нефтепровод.

КР – капитальный ремонт.

ЛЧ (МН) – линейная часть магистрального нефтепровода.

РД – руководящий документ.

ОШЗ – околошовная зона.

В работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда.

Опасные и вредные производственные факторы.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.044-89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

РД 23.040.00-КТН-090-07 Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов.

РД 39-00147105-015-98 Правила капитального ремонта магистральных нефтепроводов.

РД-08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.

РД-25.160.10-КТН-004-08 Технология проведения сварочных работ на действующих магистральных нефтепроводах.

## Оглавление

Введение .....	20
1 Типология сварных элементов конструкции.....	22
1.1 Описание сварной постройки .....	22
1.2 Материалы сварной конструкции.....	23
1.3 Определение свариваемости материалов .....	27
2 Обоснование выбранного способа сварки.....	30
3 Выбор сварочных материалов для РДС .....	33
4 Расчет режимов ручной дуговой сварки .....	36
5 Выбор основного оборудования для ручной дуговой сварки .....	42
6 Ремонт участка нефтепровода с дефектами .....	45
6.1 Поиск и обнаружение дефектов на стенке нефтепровода .....	45
6.2 Последовательность сварочно-ремонтных работ .....	46
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	48
7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	48
7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	48
7.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	49
7.1.3 Swot-анализ.....	51
7.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	53
7.2.1 Определение структуры работ в рамках научного исследования .....	53
7.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	54
7.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	55
7.3 Формирование бюджета затрат на НИ.....	56

7.3.1	Расчет материальных затрат НТИ .....	56
7.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ .....	57
7.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы .....	58
7.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	60
7.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	60
7.3.6	Накладные расходы .....	61
7.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	61
7.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	62
8	Социальная ответственность.....	65
8.1	Введение.....	65
8.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	66
8.2.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	66
8.2.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	68
8.3	Производственная безопасность.....	70
8.3.1	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.....	70
8.3.2	Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы .....	70
8.3.3	Ударные волны воздушной среды .....	71

8.3.4. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой поверхностей производственной среды, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека .....	71
8.3.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов .....	72
8.3.6 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргодуговой сварки.....	73
8.3.7 Повышенный уровень общей и локальной вибрации .....	74
8.3.8 Повышенный уровень шума .....	74
8.3.9 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения .....	75
8.3.10 Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника .....	75
8.3.11 Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение ....	77
8.3.12 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке .....	78
8.3.13 Укусы насекомых/животных .....	79
8.4 Экологическая безопасность.....	80
8.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
Заключение.....	83
Список используемой литературы .....	84
Приложение А Комплект технической документации.....	88
Приложение Б Комплект таблиц .....	103

## **Введение**

Тема данной выпускной квалификационной работы значима в наше время, так как повышение требований к экологической безопасности вызывает необходимость в надежной работе магистрального нефтепровода с предупреждением аварий в системе. Ремонт магистральных нефтепроводов – это технические мероприятия, направленные на регенерацию основных фондов объектов трубопроводного транспорта. Также имеет смысл говорить о том, что, когда экономика страны находится в дефиците, особенно насущным кажется вопрос разумного использования материалов.

Скорость вырождения трубопроводных магистралей очень высока, основные фонды стареют. Протяженность линейной составляющей магистральных нефтепроводов составляет около – 54000 километров. Некоторые нефтепроводы в РФ сооружены в 60-70-х годах XX века, их срок службы давно вышел за пределы допустимых 25 лет. Изменение давление в магистральном нефтепроводе происходит из-за перемен режимов работ, запусках и паузах. Нарушается трубная герметичность в связи с развитием скрытых дефектов. Возможен вывод из строя целого участка трубопровода, это влечёт за собой экономические убытки и значительный ущерб для окружающей среды. Безотказную работу и низкую вероятность аварий может обеспечить метод поиска дефектов неразрушающего контроля, с последующим устранением этих уязвимостей. Продлить срок надежной службы нефтепроводных систем – одна из самых важных задач. Главной из них является повышение сроков службы нефтепроводных систем.

Объектом изучения представляется метод ремонта трубопровода диаметром 1020 мм и толщиной стенки 12 мм способом наложения обжимной приварной муфты П2.

Целью взятого проекта рассматривается изучение теоретического материала и проработка технологического описания механизма ремонта участка

нефтепровода способом наложения обжимной приварной муфты ручной дуговой сваркой.

Для решения намеченной задачи необходимо осуществить подсчёт и подбор режимов сварки, сварочного оснащения и составить технологическую операционную карту по ремонту.

## **1 Типология сварных элементов конструкции**

### **1.1 Описание сварной постройки**

Система магистральных нефтепроводов, являясь особенно экономичной формой транспорта нефти и нефтепродуктов, составляет важнейшую комбинированную часть топливо - энергетического объединения Российской Федерации, постоянная работа которой имеет основное значение для развития экономики государства. Ежегодно растут требования к экологической безопасности. В нашей стране уже сейчас имеется огромный опыт эксплуатации, сооружения и проектирования магистральных трубопроводов. Поэтому Российская Федерация занимает одно из лидирующих мест в развитии данной отрасли.

Магистральный нефтепровод строится из стальных труб диаметром 114-1420 миллиметров. Толщина стенок для труб до 32 миллиметров. Прокладка магистральных нефтепроводов бывает: подземная; надземная – на опорах; наземная – в насыпных дамбах.

Для изготовления магистральных нефтепроводов используются трубы металлические бесшовные, электросварные прямошовные, все используемые трубы 500 мм, из спокойных и полуспокойных низколегированных сталей диаметром до 1020 мм и низколегированных сталей в термически или термомеханически упрочненном состоянии для труб диаметром до 1420 мм.

Рассматривается ремонт дефекта стенки нефтепровода с применением обжимной приварной муфты. Данная ремонтная конструкция позволяет осуществлять оперативное обслуживание трубопровода, не прекращая перекачку нефтепродуктов и не заменять участок целиком. При этом расходы на ремонт, без замены повреждённого участка, выходят на 60-70 процентов меньше, по сравнению с расходами с заменой. Поэтому муфтовая методика для ремонта магистральных нефтепроводов является эффективным методом, выборочного ремонта без вывода их из строя. Муфта типа П2 применяется для ремонта дефектов стенки нефтепровода, коррозионных дефектов, расслоений и вмятин.

Состоит из двух полумуфт и четырёх технологических полуколец, подкладных пластин, выводных планок, которые показаны на рисунке 1.

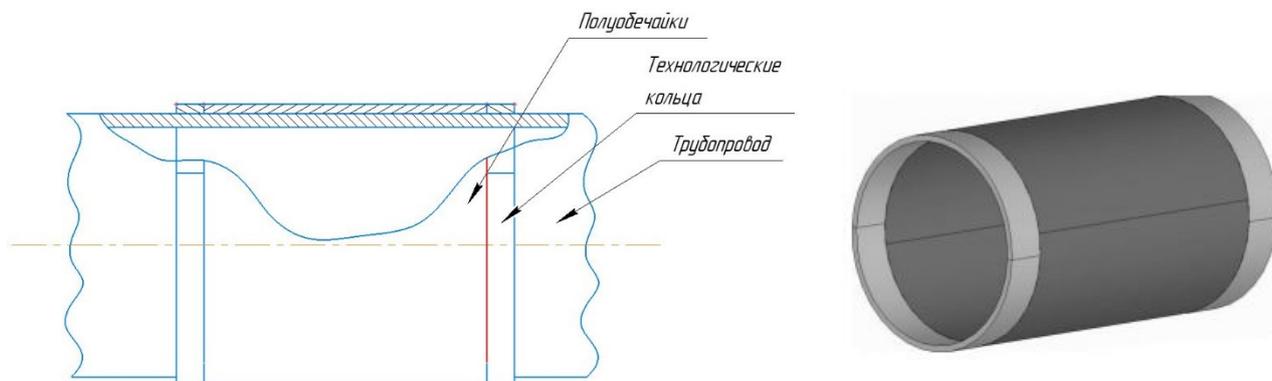


Рисунок 1 – Конструкция муфты

Способ применения: полубечайки свариваются между собой, технологические кольца и обечайка муфты привариваются к стенке нефтепровода. Основные параметры обжимной приварной муфты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры муфты типа П2, мм

Наружный диаметр трубопровода	Толщина стенки муфты	Длина тела муфты	Ширина технологического кольца
1020	12	1550	205

## 1.2 Материалы сварной конструкции

Для производства обжимных приварных муфт используется низколегированные стали марок 09Г2С, 10ХСНД, 13Г1С-У, 17Г1С-У или аналогичные им. Сталь 09Г2С, одна из самых желаемых в строительстве. Но это не единственное преимущество стали. Данная сталь обладает устойчивостью к образованию флокенов и отпускной хрупкости. Она долговечна и великолепно реагирует на термическую обработку. За счёт малого процентного содержания углерода в стали 09Г2С, сварка изделий из неё очень легка.

Легированная сталь – это сталь, имеющая специально добавленные элементы, которые изменяют её строение, механические и физические свойства. Обозначение 09Г2С значит, что в материале присутствует 0.09% углерода, до 2% марганца и до 1% кремния, так как общая сумма добавок находится в районе 2.5% то, данная сталь относится к конструкционной низколегированной стали. Легирующие элементы, добавленные в материал, реагируют с углеродом и железом, что благоприятно влияет на механические свойства, снижая порог хладноломкости. По итогу возможность снизить массу конструкций становится реальной.

Сталь 09Г2С низколегированная конструкционная кремнемарганцового типа. Структура феррито-перлитная. Увеличенная хладноломкость и ударная вязкость, а также уменьшенная доля кислорода в составе стали, обеспечивает марганец. Упрочняющим элементом и раскислителем выступает кремний. Главным достоинством данного типа стали будет отсутствие хрупкости материала, а также уменьшения степени вязкости после температурного влияния Эта особенность выделяет сталь 09Г2С среди остальных образцов данного класса с высоким содержанием различных легирующих элементов и углерода, которые из-за этого в полном объеме меняют свои свойства после термообработки и значительно хуже поддаются свариванию.

Добавка меди в размере 0,3-0,4% в низколегированные увеличивает её стойкость антикоррозионные свойства. Горячекатаные, низколегированные трубы используются в производстве сварных конструкций. Улучшение механических свойств материала происходит за счет термообработки. При этом может быть достигнуто внушительное сокращение степени хладноломкости.

Низкоуглеродистые, низколегированные, конструкционные стали широко применяются при исполнении сварных конструкций. Общее количество легирующих присадок в этих сталях как правило составляет около 4,0%, а углерода 0,25%. Химическое наполнение данной стали, приведенац в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав стали 09Г2С, %

С	Si	Ni	Mn	Cr	S	Cu	P
до 0,12	0,5-0,8	до 0,3	1,3-1,7	до 0,3	до 0,035	до 0,03	до 0,03

Добавки легирующих элементов обеспечивают увеличение прочности низколегированных сталей, из-за проникновения в феррит и измельчения перлитной составляющей. Наличие этих элементов при охлаждении сдерживает процесс распада аустенита и действует как при увеличенной скорости охлаждения. Закалочные структуры при сварке в зоне термического влияния могут образовываться на высоких скоростях охлаждения. Более грубозернистая структура характерна для металла, который разогревали до высоких температур.

Материал магистрального нефтепровода – низколегированная сталь 13ХФА, которая обширно применяется и в других сферах химической промышленности. Комбинированная добавка таких легирующих элементов как хром и ванадий, благотворно действует на сопротивление разрушению при минусовых температурах. Следует сказать, что незначительные добавки ванадия, оказывают комплексное влияние на структуру и свойства стали из-за сочетания рафинирующего, модифицирующего и микролегирующего эффекта, в связи с высокой активностью ванадия по отношению к железу и остальным примесям. Труднорастворимые карбиды создаются в аустените способствуют измельчению зерна. Это служит причиной снижения порога хладноломкости и понижение чувствительности к концентраторам напряжений. В тоже время, легирование хромом увеличивает способность стали к термическому упрочнению, усиливает стойкость к коррозии и окислению, способствует повышению прочности при пониженных температурах. Химический состав стали, приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав стали 13ХФА, %

C	Mn	Si	V	Ni	S	Cr	P
0,11– 0,17	0,40 – 0,65	0,17- 0,37	до 0,3	0,04- 0,09	до 0,025	0,50- 0,70	до 0,025

Вместе с высокой степенью механических параметров и хладостойкостью, характерным отличием 13ХФА является сопротивляемость появлению коррозии. В первую очередь это вызвано наличием хрома, который из-за своего химического воздействия препятствует развитию данной операции.

Качество материалов и их свойства обязаны согласованы с требованиями определенных стандартов и технических условий и подтверждаться сертификатами поставщиков. Если сертификат неполон или вообще отсутствует, а также нет маркировок, то трубный производитель в обязательном порядке принужден провести все надлежащие испытания с последующим оформлением их результатов в протокол, дополняющим или в крайнем случае сменяющим сертификат поставщика материала.

В сертификате обязательно должен быть показан режим термообработки изделия на предприятии-изготовителе.

Характеристики используемых сталей, показаны в таблице 4,

где  $\sigma_T$  – предел текучести;

$\sigma_B$  – временно сопротивление разрыву;

$\delta_S$  – относительное удлинение.

Таблица 4 – Механические свойства сталей марок 09Г2С и 13ХФА.

Механические свойства			
	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_S$ , %
09Г2С	340	460	32
13ХФА	415	520	27,5

Сталь 09Г2С и 13ХФА относятся к обыкновенной и качественной стали соответственно. Используется для изготовления сварных конструкций.

### 1.3 Определение свариваемости материалов

Свариваемостью металла является свойством одного или комбинации металлов создавать, в заведомо заданном сварочном процессе, подходящую условиям конструкцию. После оценки изменения свойств сварных соединений в отношении к основному металлу, можно определить степень свариваемости. Наличие различных способов сварки, а также режимов, применяемых в процессе сварки, свидетельствует о высоком уровне свариваемости. Одним из наиболее высокоуровневым сплавом является малоуглеродистая сталь.

Свариваемость металла меняется от его химико-физических свойств, значения легирования, присутствия примесей и прочих факторов.

Углерод – это многозначительных элемент в составе стали, устанавливающий почти все главные особенности стали в ходе обработки, в том числе и на свариваемость. С повышением величины доли углерода в составе стали, свариваемость ухудшается. В ОШЗ возникают трещины и закалочные структуры, в свою очередь сам шов получается пористым. В следствие чего, возникает потребность в использовании всевозможных технологических приемах.

Приоритетным количественным коэффициентом свариваемости стали, известного химического состава трактуется эквивалентным содержанием углерода.

С помощью методики определения полного эквивалента углерода, найдем достаточную температуру подогрева для стали 09Г2С:

$$\sum C_э = C_э + C_р, \quad (1)$$

где  $C$  – эквивалент углерода (химический);

$C$  – эквивалент углерода (размерный).

Для оценки свариваемости низколегированных сталей рекомендовано пользоваться по следующим выражением:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (2)$$

$$C_{\text{э}} = 0,10 + \frac{1,3}{6} + \frac{0,2 + 0 + 0,10}{5} + \frac{0,2 + 0,2}{15} = 0,40\%.$$

где  $C, Mn, Cr, Mo, V, Ni, Cu$  – массовые доли углерода, марганца, хрома, молибдена, ванадия, никеля и меди, %.

Вычислим размерный эквивалент:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_{\text{э}} = 0,005 \cdot 12 \cdot 0,40 = 0,024\%, \quad (3)$$

где  $\delta$  – толщина элементов под сваркой, мм.

Вычислим полный эквивалент углерода по формуле (1):

$$\sum C_{\text{э}} = C_{\text{э}} + C_p = 0,40 + 0,24 = 0,424\%.$$

Полный эквивалент углерода меньше 0,45, следовательно, для стали 09Г2С подогрев не требуется.

Воспользуемся методикой выявления полного эквивалента углерода стали 13ХФА, для определения необходимого подогрева, по аналогии со сталью 09Г2С получаем:

$$C_{\text{э}} = 0,41\%,$$

$$C_p = 0,0246\%,$$

$$\sum C_{\text{э}} = 0,43\%.$$

Полный эквивалент углерода  $C_{\text{э}} \leq 0,45$ , следовательно, для стали 13ХФА подогрев не требуется.

Если у сталей процентное содержание углерода до 0,2 % С, то есть низколегированные стали, то эти стали владеют высокой скоростью критического охлаждения наплавленных металлов. Следовательно, не образуются структуры подкалки на зонах термического влияния.

При сваривании сталей с различными  $C_3$ , параметры сварки подбираются по стали с высшим  $C_3$ , а присадочный материал по стали с низшим  $C_3$ . Это важно, чтобы избежать применения сварочного материала с завышенным  $C_3$ , что может повысить вероятность образования трещин. При правильном подборе присадочного материала и параметров сварки выходит твердость и механические свойства наплавленного металла как среднее значение свариваемых сталей. Следует добавить, что свариваемость стали рассматривается как сравнительный показатель, зависящий от химической структуры, физико-химических характеристик материала и его микроструктуры. При этом способности к созданию высококачественных соединений могут быть скорректированы благодаря тщательно продуманным технологическим подходам, требованиям к сварке, наличием современной спецтехники.

## 2 Обоснование выбранного способа сварки

В соответствии с документом, РД-25.160.10-КТН-004-08 «Технология проведения сварочных работ на действующих магистральных нефтепроводах» [32], используются следующие типы сварки: ручная дуговая сварка и механизированная сварка с самозащитой порошковой проволокой.

РДС является распространённым методом сварки, имеющий значимые уникальности. В ходе осуществления методики выполняется быстрый разогрев металла до нужной степени плавления. Всё это происходит благодаря электрическому воздействию, которое возникает в результате колебания воздуха между свариваемым элементом и электродом. Заполнение области между свариваемыми элементами происходит за счет проплавления кромок элементов, и расплавке стержня электрода. В процессе выполнения сварного шва поверх металла всплывает шлак, который состоит из сгоревшей обмазки электрода или остатков неплавящегося стержневого элемента. Он выступает защитным слоем от пагубного влияния газовых смесей, которые находятся в окружающей среде.

Основной вид сварки, используемый при ремонте трубопровода — это ручная дуговая сварка покрытыми электродами, т.к. она отличается многофункциональностью процесса и элементарностью оборудования.

При таком методе выполняется газшлаковая защита расплавленного металла от контакта с воздухом. По мимо прочего, шлаки дают возможность выполнять нужную металлургическую обработку материала в ванне. Для исполнения процессов обработки и защиты расплавленного металла, покрытия при плавлении образуют газы и шлаки с соответственными физическими и химическими свойствами. В связи с этим, электроды, соответственного рода покрытия, применяются для обеспечения необходимого состава и свойства шва, при выполнении сварных соединений разных металлов.

Сварка покрытыми электродами по направлению хода электрода, а также подачу электрода в зону дуги выполняется вручную. Из-за непостоянности длины дуги начинаются изменение параметров, таких как:

- сила сварочного тока;
- напряжение дуги.

Для обеспечения поддержания более ровного теплового значения в ванне при РДС используют источники питания с крутопадающей вольтамперной характеристикой.

Сфера применения – области, в которых данный тип сварки является выгодным или легко выполнимым. Это формирование швов с сложной конфигурацией, прерывистых или коротких по длине. При этом толщина свариваемых элементов может быть более 2 мм.

К достоинствам данного вида сварки стоит отнести:

- способность осуществлять сварку во всех пространственных положениях и в труднодоступных местах;
- весомый спектр толщины свариваемых изделий (от двух миллиметров и выше);
- способность выполнять сварку в любых погодных условиях;
- обладает высоким спектром свариваемых сталей.

К недостаткам относится:

- низкая производительность;
- данный способ является самым тяжелым по технике исполнения;
- качество шва напрямую зависит от квалификации сварщика;
- человеческий фактор.

Надёжность сварных соединений металлических конструкций в электроэнергетике, нефтегазовой промышленности и других отраслях существенно сказывается на безопасности и экономичности производства. При сварке металлических конструкций, которые тяжело поддаются методам рациональной механизации, автоматизации, роботизации, РДС покрытыми электродами – одна из основных технологических процессов. По этой причине ручная дуговая сварка в процессе ремонта, монтажа и восстановлении бывалых характеристик технических средств практически не имеет альтернативы.

Однако, не смотря на все достоинства, данный тип сварки обладает низкой производительностью, в связи с низкой разрешенной величиной плотности тока.

Чтобы как-то противостоять понижению производительности следует использовать следующие технические методы:

- сварка погруженной дугой;
- сварка гребёнкой или пучком;
- использование электродов с железным порошком в покрытии;
- повышение концентрации нагрева.

К организационным методам можно отнести:

- обеспечение оператора исправной оснасткой;
- предоставление сварщику оборудованного рабочего места, а также безопасного подхода к нему;
- подготовленные для сваривания элементы.

В той или иной степени, выполнение вышеуказанных методик может повысить производительность труда на 15-20 процентов.

### **3 Выбор сварочных материалов для РДС**

Выбирать и обосновывать конкретные типы и марки сварочного материала следует по литературным источникам, учитывая требования, применимые к типу работ. К этому процессу следует относиться со всей серьезностью, ведь любое отклонение от технологии влечет за собой снижение качества и эффективности производства. А иногда делает процесс попросту невозможным. Именно поэтому так важно следить за технологией, использовать рекомендуемые и проверенные режимы и параметры сварки, а также использовать подходящие материалы.

При РДС покрытыми электродами следует учитывать свойства стержня, которые зависят от свойства покрытия. В основном для ручной сварки, чаще всего применяют рутиловое или основное покрытие.

Наиболее сильно на процесс изготовления влияет состав электродов. При выборе электродов следует учитывать толщину свариваемых элементов. Для выполнения ремонтных работ обязаны применяться материалы, добавленные в реестр ПАО Транснефть. Возьмем в качестве сварочных материалов электроды последующих марок: LB-52U (ЛБ 52У); ОК 53.70; УОНИ 13/55.

LB-52U (ЛБ 52У) – это сварочный электрод, который находится в низководородной группе с основным типом покрытия. Преимущественно используются для сварки неразъемного соединения углеродистых и низколегированных сталей. Получение качественного наплавленного металла в сварном шве является положительной чертой использования данной марки электродов. Локальность сварки должна быть исключительно с одной стороны. В сравнении с другими низководородными электродами, данная марка электродов имеет более высокую стабилизацию и проплавление дуги.

Назначение: марка LB-52U (ЛБ 52У) преимущественно используются для неразъемных соединений углеродистых и низкоуглеродистых сталей. Предназначены для сварки труб из сталей, у которых прочностные классы находятся до К54. Электроды аттестованы Национальным Агентством Контроля

Сварки и рекомендованы ВНИИСТ для выбора при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. Прочность конструкций обязана быть до 588 МПа.

ОК 53.70 – сварочные электроды с низким содержанием водорода предназначены для сварки трубопроводов и конструкций. Отличительной чертой данного типа марки является высокая глубина проплавления, также даёт плоский шов с шлаком, который легко ликвидируется. Ровное горение дуги гарантирует великолепно сбалансированная шлаковая система, что позволяет вести сварку во всех пространственных положениях.

Назначение: марка электродов ОК 53.70 применяются для сварки корневого шва неповоротных и поворотных стыков трубопроводов и иных ответственных конструкций из углеродистых, низкоуглеродистых и низколегированных сталей прочностных классов до К60 включительно. Которые имеют предел прочности до 588 МПа (API X 70). Также имеет место быть исполнение ремонта и сварки облицовочных и заполняющих слоев шва стыков труб, предел прочности которых до 529 МПа (API X 60).

УОНИ 13/55 – электроды с основным типом покрытия, применяются при сварке конструкций, у которых требования к металлу сварного шва являются более высокими по сравнению с вышеупомянутыми электродами. Сталь в этих конструкциях низколегированная, углеродистая. Сварка, может быть, во всех пространственных положениях на постоянном токе обратной полярности. УОНИ 13/55 дают наиболее высокую защиту сварочной ванны, это имеет большое значение при работах в открытом пространстве. Сварочный процесс, с применением данного типа электродов, проводят строго на короткой дуге на зачищенных кромках.

Из недостатков УОНИ 13/55 следует упомянуть, что электроды используются только при постоянном токе обратной полярности. Также, если влага попадает на покрытие, то стойкость от образования пор в металле шва резко снижается.

Таблица 5 – химический состав наплавленного металла, %

Марка	C	Mn	Si	S	P
УОНИ 13/55	0,10	0,7	0,25-0,35	0,03-0,04	0,035
LB-52U	0,6	1,02	0,51	0,006	0,011
ОК 53.70	0,6	1,1	0,4	0,015	0,015

Таблица 6 – Механические свойства наплавленного металла

Марка	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %
УОНИ 13/55	350	500	25-28	70-75
LB-52U	446	540	34	71
ОК 53.70	440	530	30	70

Таблица 7 – Прокалка перед сваркой

Марка	Температура прокалки, С°	Время прокалки, ч
УОНИ 13/55	350–400	1–2
LB-52U	300-350	0,5-1
ОК 53.70	300	1

Исходя из значений, представленных в таблицах 5-7 делается вывод о том, что электроды ОК 53.70 и LB-52U имеют более высокие механические характеристики и более лучшие химические свойства, обладают меньшим временем и температурой прокалки, чем УОНИ 13/55. Также ОК 53.70 и LB-52U могут быть использованы как на переменном, так и на постоянном токе. В связи с этим, выбором для конструкции послужит электрод марки LB-52U для заварки корневого слоя шва, ОК 53.70 для сварки облицовочного слоев шва.

## 4 Расчет режимов ручной дуговой сварки

При ремонте несквозных дефектов стенки действующих магистральных нефтепроводов таких как коррозионные дефекты, дефекты сварного шва применяется обжимная приварная муфта П2 с технологическими кольцами. Полукольца технологические и центральные муфты свариваются между собой и привариваются к стенке нефтепровода

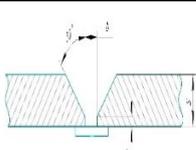
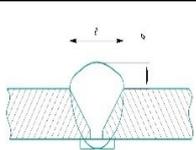
Во время ручной дуговой наплавки имеют место параметры, к которым относятся:

- сила сварочного тока;
- напряжение;
- скорость перемещения электрода;
- полярность.

Обжимная приварные муфты собирается из полумуфт, технологических колец, подкладных пластин, выполняется по 4 стыковых продольных и кольцевых шва муфты.

Для расчета параметров сварки нужно учесть геометрические параметры кромок и строение шва представленные в таблице 8.

Таблица 8 –Элементы конструкции сварного соединения по ГОСТ16037-80

Обозначение сварного соединения	Элементы конструкции		b		c		e		g	
	Форма разделки кромок	Шва сварного соединения	Ном. мм.	Предел откл. мм.						
C19			3	+1 -0,5	1,8	±0,8	18	+5	2	+2 -1,5

Подбор сварочных режимов идёт по методике, которая подробно описана в [10]. Определение количества проходов идет после нахождения поперечного сечения.

Площадь наплавленного металла рассчитывается следующим образом [10]:

$$F_H = h^2 + tg30^\circ + b + S + 0,73 \cdot g \cdot e, \quad (4)$$

где  $h, b, S, g, e$  – геометрические параметры разделки, определяемые в соответствии с ГОСТ 16037 – 80, подставив значения в формулу (4), выйдет:

$$F_H = 10,2^2 + tg30^\circ + 3 + 12 + 0,73 \cdot 2 \cdot 18 = 122 \text{ мм}^2.$$

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов найдем по формуле:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g) \quad (5)$$

Подставив численные значения в формулу (5), получим:

$$F = 0,73 \cdot 18 \cdot (12 + 2) = 184 \text{ мм}^2,$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{ПП}} = F - F_H, \quad (6)$$

Выполнив расчет по формуле (6), получим:

$$F_{\text{ПП}} = 184 - 122 = 62 \text{ мм}^2.$$

Первый проход корневого шва выполняется электродом, у которого диаметр равен 3 мм; а все последующие швы выполняются электродами, которые имеют диаметр равный 4 мм. Выполнение стыковых соединений имеет ограничение на площадь поперечного сечения наплаваемого металла, которая не должна превышать 30 мм<sup>2</sup>, для сварки корневого шва и не более 40 мм<sup>2</sup>, для последующих швов.

Применим формулу, описанную в [10], для определения значений параметров первого прохода шва:

$$F_1 = (6...8) \cdot d_{\text{э}} = 21 \text{ мм}^2 \quad (7)$$

принимаем  $F_n = 44 \text{ мм}^2$ .

Для определения значений параметров для остальных швов [10]:

$$F_{II} = (8...12) \cdot d_{\text{э}} = 11 \cdot 4 = 44 \text{ мм}^2, \quad (8)$$

принимаем  $F_n = 44 \text{ мм}^2$ .

Количество проходов определяем по формуле:

$$n = \frac{F_H - F_1}{F_n} + 1 = \frac{184 - 21}{44} + 1 = 4,7, \quad (9)$$

принимаем  $n = 5$ , что соответствует минимальному количеству проходов из документа: [32].

Расчет силы сварочного тока РДС покрытым электродом выполняется по диаметру применяемого электрода и допускаемой плотности тока [10]:

$$I_{C\text{э}} = \frac{\pi + d_{\text{э}}^2}{4} \cdot j, \quad (10)$$

где  $d_{\text{э}}$  – электродный диаметр, мм;

$j$  – допускаемая плотность тока, А/мм<sup>2</sup>.

Корневой шов будет выполняться электродом с диаметром 3 мм, рассчитаем силу тока по формуле (10) [10]:

$$I_{C\text{э}} = \frac{3,14 + 3^2}{4} \cdot (13...18,5) = 131 \text{ А},$$

Полученный диапазон частично совпадает с рекомендуемым диапазоном (100...120) из документа (РД...). Так как сварка корневого слоя – это самое

ответственное место, то не следует брать высокие параметры тока. Принимаем  $I_{CB} = 100A$ .

Для последующих швов, с диаметром электрода 4мм, рассчитаем параметры тока по формуле (10) [10]:

$$I_{C\phi} = \frac{3,14 + 4^2}{4} \cdot (10 \dots 14,5) = 126 \dots 182 A,$$

полученный диапазон совпадает с рекомендуемым диапазоном из документа. Принимаем  $I_{CB} = 140A$ .

Рассчитаем приближенные значения напряжения на дуге по формуле:

$$U_{\phi} = 20 \cdot 0,04 \cdot I_{C\phi}, \quad (11)$$

Выполнив расчеты по формуле (11), получаем 24 В и 26 В, для корневого и последующих швов соответственно.

Скорость РДС покрытым электродом контролируется косвенно в зависимости от размеров требуемого шва, но может быть выявлена следующей формулой:

$$V_{C\phi} = \frac{\alpha \cdot I_{C\phi}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_H}, \quad (12)$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент наплавки, г/А·ч;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup> ( $\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup>);

$F_H$  – поперечное сечение наплавленного металла за проход, см<sup>2</sup>.

Подставляя значения в формулу (12), для сварки корневого шва получаем:

$$V_{C\phi} = \frac{9,5 \cdot 100}{3600 \cdot 7,8 \cdot 21 \cdot 10^{-2}} = 1,3 \text{ мм/с},$$

для сварки последующих швов:

$$V_{C\phi} = \frac{9,5 \cdot 140}{3600 \cdot 7,8 \cdot 34 \cdot 10^{-2}} = 1,4 \text{ мм/с}.$$

Как показал расчет, выполнение сварки, на всех слоях шва, будет происходить с одинаковой скоростью.

Определим значение погонной энергии:

$$q_n = \frac{q_{\text{эф}}}{V_{\text{св}}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\phi} \cdot \mu_u}{V_{\text{св}}}, \quad (13)$$

где  $q_{\text{эф}}$  – эффективная тепловая мощность сварочной дуги, Дж;

$I_{\text{св}}$  – ток дуги, А;

$U_{\phi}$  – напряжение дуги, В;

$\mu_u$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для РДС покрытыми электродами на постоянном токе находится в пределах 0,75...0,85;

$V_{\text{св}}$  – скорость перемещения сварочной дуги, см/с.

Подставив значения в формулу (13), получим:

для корневого шва с применением электродов диаметром 3 мм:

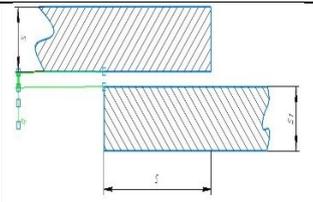
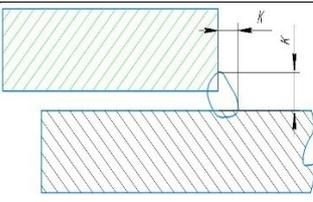
$$q_n = \frac{100 \cdot 24 \cdot 0,8}{1,13} = 14769 \text{ Дж / см},$$

для последующих швов с применением электродов диаметром 4мм:

$$q_n = \frac{140 \cdot 26 \cdot 0,8}{1,14} = 20800 \text{ Дж / см}$$

Вычисление режимов сварки соединения (Н1) имеет смысл начинать с выявления геометрических параметров шва (таблица 9).

Таблица 9 – Конструктивные элементы сварного соединения

Обозначение сварного соединения	Элементы конструкции		b		B	S
	Подготовка кромок сварных деталей	Шва сварного соединения	Ном, мм	Предельное отклонение, мм		
Н1			0	+3,0	12-100	10-29

При выполнении угловых кольцевых швов, площадь сечения, наплавленного металла определяется по формуле:

$$F_H = \frac{K_y + K^2}{2}, \quad (14)$$

где  $F$  – площадь сечения наплавленного металла, мм;

$K$  – катет шва, мм;

$K_y$  – коэффициент, выбирают в зависимости от катета шва [3]  $K_y = 1,15$ .

Подставив значения в формулу (14), получим:

$$F_H = \frac{1,15 + 12^2}{2} = 10 \text{ мм}^2.$$

Этот объем металла выполнить за один проход не представляется возможным, поэтому определим количество подходов по следующей формуле:

$$F_H = \frac{F_n}{F_n}, \quad (15)$$

где  $F_n$  – площадь металла наплавленная за один проход в шве.

$$F_n = (8 \dots 12) \cdot 3 = 24 \dots 36 \text{ мм}^2,$$

примем  $F_n = 30 \text{ мм}^2$ .

Подставляя числа в уравнение (15), находим:

$$n = \frac{108}{30} = 3,6.$$

В связи с минимальным количеством проходов, установленных документом [РД], примем  $n = 5$ , сварку осуществляем за 5 проходов.

Сварочный ток при РДС выявляется в зависимости от диаметра применяемого электрода. Подставив значения в формулу (10), получим значение равное 110А. При этом напряжение дуги будет равно 24В. Скорость сварки 1.3 мм/с.

Получив все необходимые данные можем найти величину погонной энергии. Её значение будет равно 16246 Дж.

## 5 Выбор основного оборудования для ручной дуговой сварки

Оборудование для ручной дуговой сварки покрытыми электродами предназначены для того, чтобы обеспечивать условия для выполнения качественных сварных соединений. Основная функция – преобразовывать ток из сети, которые обладают стандартными параметрами, в требуемые для заданных параметров сварки. Поэтому у новейших источников питания имеется большое количество настроек, параметры которых определяют подходящее оборудование или нет. Также следует учитывать, что в случае необходимости сварочное оборудование переносится на открытую местность. Таким образом, посты подразделяются на два вида: стационарный и переносной.

Для реализации нынешних технологий сварки магистральных нефтепроводов и гарантирования качества сварных соединений, необходимо, чтобы нынешние источники питания отвечали нынешним требованиям:

- возможность применения электродов с различным типом покрытия, применяемые в трубопроводной отрасли строительства;

- стабильное значение источника токов в любом интервале, применяемом в РДС, начиная с 40А;

- способность изменения внешних ВАХ и настройки тока короткого замыкания, подходящий под корневые заполняющие и облицовочные слои шва и под пространственные положения;

- я- присутствие компактных регуляторов, для применения оборудования сварщиком, для возможности изменения режимов тока, не останавливая сварку;

- безотказная работа источника питания в широком диапазоне температур от плюс 40°С до плюс - 40°С;

- сварочный источник питания должен быть оборудован отключающими предохранителями или автоматами со стороны питающей сети и соответствовать требованиям главы;

- верхнее значение колебания установленных значений сварочного тока и напряжения из-за взаимного влияния постов не более  $\pm 5\%$  от установленных

значений при использовании источников тока для компоновки автономных многопостовых агрегатов питания сварочных постов.

С учетом того, что ИП сварочного тока может использоваться как автономно, так и стационарно. К ним выдвигаются дополнительные требования по стойкости от воздействия механических, внешних и климатических факторов:

- степень защиты по IP23 по ГОСТ 14-254 -96 [11];
- относительная влажность окружающей среды 80% при  $t = +20$  °С.

Для выполнения сварки покрытыми электродами выбирается сварочный выпрямитель LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-400 многопостовой.

Данный источник питания, предназначенный для сварки порошковой проволокой, сварки в защитном газе, РДС, сварки под флюсом и аргонодуговой сварки на постоянном токе. Встроенные вольтметр и амперметр предоставляют возможность держать под контролем основные параметры сварки. Оператор может быстро настроить аппарат для текущей задачи, это возможно из-за регуляторов индуктивности и форсирования дуги.

Текущность металла, ограниченное разбрызгивание и отличный внешний вид шва при использовании порошковой проволоки или сварки в защитном газе обеспечивает система регулирования параметров сварки, которая постоянно держит под контролем пинч-эффект дуги.

Технические характеристики LINCON ELECTRIC IDEALARC DC-400 записаны в таблице 10.

Таблица 10 – Основные характеристики LINCON ELECTRIC IDEALARC DC-400

Параметр	IDEALARC DC-400
Климатическое исполнение, категория размещения	У3, Т3
Напряжение питающей сети, В	230\400
Частота питающей сети, Гц	50- 60
Сварочный ток, А	400

Продолжение таблицы 10

ПВ, %	100
Потребляемый ток, А	77\45
Диапазон сварочного тока, А	60-500
Габаритные размеры, мм	698- 566 -840
Масса, кг	215

## **6 Ремонт участка нефтепровода с дефектами**

### **6.1 Поиск и обнаружение дефектов на стенке нефтепровода**

В результате долгой эксплуатации трубопровода происходит нарушение его целостности. Это возникает под воздействием физических и химических процессов в окружающей и внутренней среде. Все выполняемые проверки показывают слабые места изделия, которые могут быть вызваны производственным браком, недостатком в процессе эксплуатации и воздействии природных факторов.

Магнитная диагностическая методика внутритрубной диагностики основана на регистрации магнитного поля рассеяния, появляющийся из-за намагничивания стенки трубы. Суть методики заключается в том, что при дефекте стенки трубы, рассеивается часть магнитных потоков, которые фиксируются датчиками, расположенными рядом с поверхностью трубы. Для намагничивания стенок трубопровода снарядом-дефектоскопом обеспечивается за счет постоянных магнитов, расположенных на ярме цилиндра, а также гибких металлических щёток, которые передают магнитные потоки в стенку трубы.

Снаряды-дефектоскопы обнаруживают дефекты в стенке нефтепровода.

Для поиска дефектов геометрии трубы, продольных трещин, дефектов потери металла и других дефектов используется дефектоскоп магнитный трубный то есть ДМТ.

Поиск дефектов внутри трубы с помощью инспекционных снарядов обнаружили следующие дефекты:

- дефект стенки трубы;
- деформация геометрии трубы;
- недопустимые элементы конструкции [18];
- сочетание дефектов.

Метод ремонта дефектного участка трубы нефтепровода изложена в [19,20].

После выявления дефекта выполняется перекрытие участка магистрального трубопровода. Длина перекрытого участка составляет около 30 км (Рисунок 2).

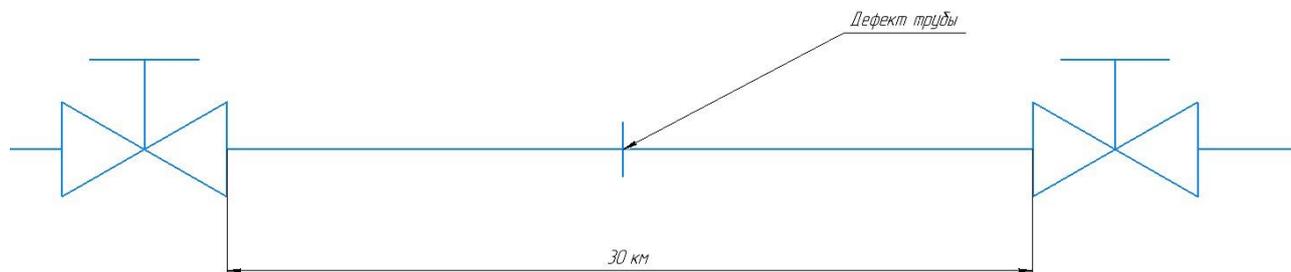


Рисунок 2 – Участок перекрытия нефтепровода

Следом, бригада управления аварийно-восстановительных работ выезжает на объект, подлежащий ремонту.

## 6.2 Последовательность сварочно-ремонтных работ

В следующем порядке следует выполнять сборку и сварку стальных приварных муфт:

- 1) очищаются поверхности трубопровода и деталей муфты;
- 2) происходит разметка и первичный ремонт зачищенного участка трубы нефтепровода, контроль кромок, с сопутствующим подогревом;
- 3) выполняется одновременная установка полумуфт, с помощью звенных центраторов, прихватки выполняются со стороны разделки кромок и распределяются равномерно по длине стыка;
- 4) происходит сварка продольных швов, которые выполняются одновременно двумя сварщиками, с последующим визуальным-измерительным контролем;
- 5) после просушки трубы, выполняются наплавочные слои шва;
- 6) происходит приварка муфты к трубе, все швы идут в направлении” снизу-вверх” ступеньками, на длину сжигания электрода;

- 7) механическая обработка кольцевых швов, под установку технологических колец;
- 8) одновременная установка технологических колец на трубопровод с выполнением прихваток;
- 9) выполняется сварка продольных швов технологических колец с сопутствующим и последующим подогревом;
- 10) происходит приварка колец к трубе, все швы идут в направлении” снизу-вверх” ступеньками, на длину сжигания электрода;
- 11) выполняется неразрушающий контроль всех сварных соединений.

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

### **7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

В данном разделе бакалаврской работы по теме: «Разработка технологии ремонта нефтепровода» необходимо изучить теоретический материал и определить экономическую целесообразность на ремонт дефектов магистрального нефтепровода сравнением методов наложения ремонтной конструкции муфты П1 и П2.

Стальные обжимные муфты являются наиболее недорогим, технологичным и надежным видом локального ремонта большинства дефектов, возникающих в процессе эксплуатации подземных нефтегазопроводов. К достоинствам таких муфт следует отнести отсутствие необходимости применения сложных материалов и составов. Следовательно, для данного проекта целевой рынок – газонефтедобывающие и транспортирующие компании, такие как АО «Транснефть – Центральная Сибирь», ПАО «Газпром», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «НК «Лукойл», АО «Нафтатранс» и ПАО АНК «Башнефть».

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Размер компании очень важен, т.к. крупные компании часто используют новые технологии и допускают некоторые риски, имея возможность возместить убытки. Что же касается отраслей, то не во всех предприятиях применяется данный исследовательский проект, а только в газонефтедобывающих и транспортирующих. Отсюда вытекает географический критерий, потому что не всякий регион и не всякая страна имеет газовые и нефтяные ресурсы.

В таблице 11 отражена карта сегментирования рынка предоставляемых услуг для крупных, средних и мелких газонефтедобывающих и транспортирующих компаний.

Таблица 11 – Карта сегментирования рынка

		Отрасль				
		Нефтедобывающие предприятия	Нефтеперерабатывающие предприятия			
Размер компании	Крупные					
	Средние					
	Мелкие					
	Лукойл	Газпром	Сургутнефтегаз	Транснефть	Башнефть	Нафта транс

Как видно из таблицы основными наиболее перспективными сегментами рынка в отраслях газонефтедобычи и транспортировки для формирования спроса являются компании всех размеров.

### 7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для сравнительного анализа альтернативных технологий ремонта магистрального нефтепровода была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – ниже среднего, слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – выше среднего, сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 12 представлен анализ альтернативных технических решений. Технология ремонта методом наложения муфты П1 - Бр, Технология ремонта методом наложения муфты П2 - Бм.

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>р</sub>	Б <sub>м</sub>	К <sub>р</sub>	К <sub>м</sub>
1	2	3	4	5	6
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
Удобство в эксплуатации	0,11	3	5	0,33	0,55
Повышение производительности	0,12	4	5	0,48	0,60
Энергоэкономичность	0,12	2	4	0,24	0,48
Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	3	2	0,54	0,36
Универсальность технологии	0,08	3	5	0,24	0,4
Специальное оборудование	0,09	4	2	0,36	0,18
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
Цена	0,09	3	5	0,27	0,45
Предполагаемый срок эксплуатации	0,14	4	4	0,56	0,56
Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	0,28	0,28
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>3,3</b>	<b>3,86</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i, \quad (16)$$

где K – конкурентоспособность вида;

$V_i$  – вес критерия (в долях единицы);

$B_i$  – балл каждого вида транспорта (по пятибалльной шкале).

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование технологии ремонта методом наложения муфты П2 является наиболее эффективным и целесообразным при ремонте магистральных нефтепроводов. Уязвимость других технологий обусловлена большими затратами на материал и оборудование, а также узкую направленность на определенный вид дефекта.

### 7.1.3 Swot-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны технологии ремонта нефтепровода методом наложения обжимной приварной муфты П2 и технологий-конкурентов проведем SWOT–анализ. (таблица 13)

Таблица 13 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Способность охватывать различные виды нефтяных отраслей С3. Устойчивое финансовое положение С4. Потребность предприятий в данной технологии С5. Постоянная информационная насыщенность.	В1. Создание партнерских отношений со всеми видами нефтяной отрасли В2. Большой потенциал усовершенствования технологии В3. Сокращение затрат за счет реализации функциональной стратегии В4. Создание новых технологий.
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Невозможность предвидеть все риски Сл2. Большой срок проведения исследования Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.	У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой У3. Неточность при составлении комплекта технологической документации. У4. Колебания цен на данное исследование. У5. Снижение цен у конкурентов.

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Данное соответствие или несоответствие помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта (таблица 14).

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	0
	В2	–	–	0	0	+
	В3	0	0	+	0	–
	В4	0	+	–	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие сильных сторон и возможности: В1С1С2С3С4.

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	–	–	0	–	–
	В2	+	+	+	+	0
	В3	–	+	+	+	–
	В4	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие слабых сторон и возможности: В2Сл1Сл2Сл3Сл4, В3Сл2Сл3Сл4, В4Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	–	+	+	–	–
	У2	–	+	–	+	–
	У3	+	+	–	–	+
	У4	–	–	+	–	–
	У5	0	–	0	–	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С2С3, У2С2С4, У3С1С2С5.

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	–	–	0	0	0
	У2	–	–	–	0	–

Продолжение таблицы 17

	У3	+	–	+	+	–
	У4	–	–	–	–	0
	У5	–	–	0	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие слабые стороны и угрозы: У3Сл1Сл3Сл4.

## 7.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 7.2.1 Определение структуры работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в следующем порядке:

1. определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. определение участников каждой работы;
3. установление продолжительности работ;
4. построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель
	2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
Теоретическая подготовка	3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер
	5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер
Проведение расчетов и их анализ	6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер
	8	Анализ полученных результатов	Инженер

Продолжение таблицы 19

Обобщение и оценка результатов	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющие данные работы.

### 7.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ож\ i}$  используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (17)$$

где  $t_{ож\ i}$  – 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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитываем параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i}, \quad (18)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 7.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (19)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2022 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (20)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Временные показатели проведения научного исследования и календарный план-график проведения ВКР по теме представлены в таблицах 21, 22 (Приложение В).

### 7.3 Формирование бюджета затрат на НИ

При планировании бюджета НИИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НИИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НИИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 7.3.1 Расчет материальных затрат НИИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расхi}, \quad (21)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.).

Таблица 22 – Материальные затраты

1	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, Z <sub>м</sub> , руб		
		Исп. 1.	Исп. 2.	Исп. 3.	Исп. 1.	Исп. 2.	Исп. 3.	Исп. 1.	Исп. 2.	Исп. 3.
Бумага	лист	200	100	150	2	2	2	400	200	300
Картридж	шт.	1	1	1	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	400	400	400	400	400	400

Продолжение таблицы 22

Праймер	Кг	1	1	1	145	145	145	145	145	145
Карандаш	шт.	1	1	1	10	10	10	10	10	10
Композитный материал	м <sup>3</sup>	1	1	1	235153	235153	235153	235153	235153	235153
Муфта сварная композитная П1	Шт.	1	1	1	97402	97402	97402	97402	97402	97402
Муфта обжимная сварная П2	Шт.	1	1	1	92952	92952	92952	92952	92952	92952
Шлифовальный круг	Шт.	1	1	1	9017	9017	9017	10370	10370	10370
Электроды ОК53.70	Кг.	1	1	1	802	802	802	802	802	802
Итого								439634	439434	439534

### 7.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 23 – Затраты на специально оборудование

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, Зм, руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Персональный компьютер	Шт.	1	1	1	90000	90000	90000	103500	103500	103500
Принтер	Шт.	1	1	1	17000	17000	17000	19550	19550	19550
Сварочный агрегат	Шт.	1	1	1	222660	222600	222600	256059	256059	256059

### Продолжение таблицы 23

Машина очистная	Шт.	1	1	1	89000	89000	89000	102350	102350	102350
Шлифовал ьная машинка	Шт.	1	1	1	40359	40359	40359	46413	46413	46413
Гидравлич еский домкрат	Шт.	1	1	1	57490	57490	57490	66113	66113	66113
Миксер	Шт.	1	1	1	30400	30400	30400	34960	34960	34960
Итого								628945	628945	628945

### 7.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата научного руководителя и студента включает основную зарботную плату и дополнительную зарботную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (22)$$

где  $Z_{осн}$  – основная зарботная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная зарботная плата (15% от  $Z_{осн}$ )

Основная зарботная плата ( $Z_{осн}$ ) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \quad (23)$$

где  $Z_{осн}$  – основная зарботная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная зарботная плата работника, руб.

Среднедневная зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}, \quad (24)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (25)$$

где  $Z_{TC}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 для г. Томска.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_M = 37135 \times (1 + 0.15 + 0,3) \times 1,3 = 70\,000 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_M = 15384 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 20000 \text{ руб.}$$

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженера
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	65	65
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	0
- невыходы по болезни	0	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	200

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{70000 \times 10,4}{257} = 2830 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{20000 \times 11,2}{252} = 889 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 16$  раб. дней

Студент:  $T_p = 68$  раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{осн} = 2830 \times 16 = 45280 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$Z_{осн} = 889 \times 68 = 60452 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и инженера

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб.	$Z_{дн}$ руб.	$T_{р}$ , раб.дней	$Z_{осн}$ , руб.
Научный руководитель	37135	0.15	0,3	1,3	70000	2830	16	45280
Инженер	15384	0	0	1,3	20000	889	68	60352
Итого $Z_{осн}$ , руб.								105732

### 7.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн}, \quad (26)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принимается равным 0,15;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{доп} = 45280 \times 0,15 = 6792 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера составила:

$$Z_{доп} = 60452 \times 0,15 = 9067 \text{ руб.}$$

### 7.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (27)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования).

Таблица 26 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	45280	6792
Инженер	60452	9067
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,27	
ИТОГО	14059.44+18770.13=32829.57	

### 7.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}, \quad (28)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп1}} = [439634 + (45280 + 6792) + (60452 + 9067) + 32829.57] \times 0,16 \\ = 95049 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп2}} = [439434 + (45280 + 6792) + (60452 + 9067) + 32829.57] \times 0,16 \\ = 95017 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп3}} = [439534 + (45280 + 6792) + (60452 + 9067) + 32829.57] \times 0,16 \\ = 95033 \text{ руб.}$$

### 7.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведено в таблице 27.

Таблица 27 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	439634	439434	439534
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	105732	105732	105732
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15859	15859	15859
4. Отчисления на социальные нужды	32829.57	32829.57	32829.57
5. Накладные расходы	95049	95017	95033
6. Бюджет затрат НТИ	689103.57	688871.57	688987.57

#### 7.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (29)$$

Где  $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{689103.57}{689103.57} = 1; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{688871.57}{689103.57} = 0,999; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{688987.57}{689103.57} = 0,999;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i, \quad (30)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
4. Энергосбережение	0,2	4	4	5
5. Надежность	0,25	5	3	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5	3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>4,65</b>	<b>3,65</b>	<b>3,9</b>

$$I_{p-исп1} = 0,1 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,15 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,25 \times 5 + 0,15 \times 4 = 4,65;$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \times 3 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 3 + 0,2 \times 4 + 0,25 \times 3 + 0,15 \times 5 = 3,65.$$

$$I_{p-исп3} = 0,1 \times 4 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 3 + 0,2 \times 5 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 3 = 3,90.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{испi}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}} = \frac{4,65}{1} = 4,65; I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}} = \frac{3,65}{0,999} = 3,654; I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.р}} = \frac{3,9}{0,998} = 3,907$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}}, \quad (31)$$

Таблица 29 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,999	0,999
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,65	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	3,654	3,907
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,79	0,84

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является технология ремонта методом наложения муфты П2 обозначенное как первое исполнение.

## **8 Социальная ответственность**

### **8.1 Введение**

Объектом исследования научно-исследовательской работы является процесс ремонта нефтепровода диаметром 1020 мм толщиной стенки 12 мм при помощи приварной обжимной муфты П2 ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Муфта П2 – обжимная приварная с технологическими кольцами устанавливается без технологического зазора между муфтой и трубой. Муфта применяется для ремонта дефектов стенки нефтепровода, коррозионных дефектов и вмятин. Стальные обжимные муфты являются наиболее недорогим, технологичным и надежным видом локального ремонта большинства дефектов, возникающих в процессе эксплуатации подземных нефтегазопроводов.

Процесс технологии ремонта нефтепровода происходит в полевых условиях. Необходимое оборудование в рабочей зоне: УШМ, источник питания, установка индукционного нагрева, термометр, газовая горелка, центратор, дефектоскоп. Также в рабочей зоне расположены необходимые инструменты для обработки, разметки и других действий. К ним относятся: линейка, чертилка, щетка металлическая, абразивные круги, щипцы, плашка для нарезки резьбы, УШС-1, штангенциркуль.

В последние годы в связи с заметным увеличением объемов добычи и транспортировки нефтегазовых продуктов на первый план выходит задача рационального использования материалов. При ремонте магистральных трубопроводов возникает потребность в не дорогом и качественном ремонте.

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

### **8.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

К основополагающим документам относятся: Трудовой кодекс РФ, Гражданский кодекс РФ, «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан», законы об охране труда субъектов Российской Федерации, а также указы Президента и постановления Правительства по вопросам охраны труда.

Исходя из Ст.197 ТК РФ, каждый работник имеет право на:

1. рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
2. обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
3. получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
4. отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
5. обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
6. обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
7. дополнительное профессиональное образование за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

8. запрос о проведении проверки условий и охраны труда на его рабочем месте федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на осуществление федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, другими федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный контроль (надзор) в установленной сфере деятельности, органами исполнительной власти, осуществляющими государственную экспертизу условий труда, а также органами профсоюзного контроля за соблюдением трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права;

9. обращение в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединения работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;

10. личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

11. внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

12. гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Размеры, порядок и условия предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливаются в порядке, предусмотренном статьями 92, 117 и 147 настоящего Кодекса.

В случае обеспечения на рабочих местах безопасных условий труда, подтвержденных результатами специальной оценки условий труда или заключением государственной экспертизы условий труда, гарантии и компенсации работникам не устанавливаются.

### **8.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Согласно приказу Минтруда РФ от 11.12.2020 N 884Н необходимо выполнять ряд мероприятий:

–при выполнении ручной дуговой сварки должны соблюдаться следующие требования:

- ручная дуговая сварка производится на стационарных постах, оборудованных вытяжной вентиляцией. При невозможности выполнения сварочных работ на стационарных постах, обусловленной габаритами и конструктивными особенностями свариваемых изделий, для удаления пыли и газообразных компонентов аэрозоля от сварочной дуги применяются местные отсосы и/или средства индивидуальной защиты органов дыхания;

- кабели (провода) электросварочных машин располагаются на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов кислорода и не менее 1 м от трубопроводов ацетилена и других горючих газов;

- электросварочные трансформаторы или другие сварочные агрегаты включаются в сеть посредством рубильников или пусковых устройств;

- на сборочно-сварочных участках в холодные и переходные периоды года следует применять воздушное отопление с регулируемой подачей воздуха.

- в теплое время года на сборочно-сварочных участках следует использовать естественную вентиляцию. Общеобменная и местная вентиляция не применяются, если содержание вредных веществ не превышает уровень предельно допустимой концентрации (далее - ПДК). При невозможности исключения или снижения уровней вредных и (или) опасных производственных факторов до уровней допустимого воздействия в связи с характером и условиями

производственного процесса проведение работ допускается при условии обеспечения работников средствами индивидуальной защиты;

– при выполнении сварочных работ на открытых участках место сварщика должно ограждаться со всех сторон щитами или ширмами, устанавливаться сварочная палатка. С наружной стороны такие ограждения должны окрашиваться в яркие цвета в виде "зебры" и надписями крупными буквами "Осторожно, идет сварка!". Окраска сварочных цехов, внутренних сторон ограждений мест сварки в темные цвета не рекомендуется, т.к. при этом ухудшается общая освещенность мест сварки;

– многопостовые агрегаты и сварочные установки должны располагаться в отдельном помещении или должны быть ограждены. Сварочные преобразователи из-за их шума при работе должны быть вынесены за пределы производственного помещения. Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами, установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м, между однопостовыми сварочными трансформаторами или сварочными генераторами, с каждой стороны стеллажа или стола для ручной сварки - не менее 1 м, между стационарным сварочным агрегатом и стеной, колонной - не менее 0,5 м, между сварочным автоматом и стеной, колонной - не менее 1 м, между машинами точечной, роликовой (шовной) сварки с расположением рабочих мест напротив друг друга - не менее 2 м, между машинами стыковой сварки - не менее 3 м, при их расположении тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м;

– помещение, где размещены сосуды со сжиженным аргоном, контейнеры или рампы, не должно иметь технологического этажа (подвала) и углублений в покрытии пола более 0,5 м;

– в процессе эксплуатации контейнеров (сосудов-накопителей), рампы для централизованного обеспечения аргоном осуществляется контроль за исправностью всей предохранительной арматуры. Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы, опломбированы и содержаться в чистоте.

## **8.3 Производственная безопасность**

При ремонте нефтепровода не исключена возможность влияния опасных и вредных факторов, отображенных в ГОСТ12.0.003-2015, на рабочего. Данные факторы представлены в таблице 31 (Приложение В).

**8.3.1 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним**

Важную роль имеет внедрение автоматизированных установок, что значительно уменьшает опасность травм механического характера.

Основные причины травматизма при процессе ремонта магистрального трубопровода: неисправные инструменты и оборудование, несоблюдение техники безопасности, отсутствие спецодежды, а также защиты глаз, лица.

Меры безопасности: периодический контроль инструментов и оборудования на исправность; проверка рабочих на знание и соблюдение техники безопасности; регулярное наблюдение за внешним видом рабочих (спецодежда и средства защиты открытых участков тела должны быть у каждого рабочего). Также необходимо вывешивать таблички\плакаты в местах, где рабочие наиболее подвержены травматизму, которые будут напоминать о применении средств индивидуальной защиты.

**8.3.2 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы**

Важную роль имеет внедрение автоматизированных установок, что значительно уменьшает опасность травм механического характера. Также не маловажна установка сварочного поста и вентиляции.

Основные причины травматизма в процессе ремонта магистрального нефтепровода: неисправные инструменты и оборудование, брызги от сварки, несоблюдение техники безопасности, отсутствие спецодежды, а также сварочной маски, защиты открытых участков тела.

Меры безопасности: периодический контроль инструментов и оборудования на исправность; проверка рабочих на знание и соблюдение техники безопасности; регулярное наблюдение за внешним видом рабочих (спецодежда и средства защиты открытых участков тела должны быть у каждого рабочего). Также необходимо вывешивать таблички/плакаты в местах, где рабочие наиболее подвержены травматизму, которые будут напоминать о применении средств индивидуальной защиты. Требуется ставить ограждения на участках, где ведутся работы.

### **8.3.3 Ударные волны воздушной среды**

При неправильной эксплуатации ремонта нефтепровода может произойти его взрыв, который спровоцирует ударную волну воздушной среды. Во избежание данного фактора необходимо соблюдать меры безопасности, а именно: для безопасной эксплуатации необходимо во время сборки и сварки тщательно контролировать все процессы, а после выполнения всех действий провести контроль ВИК и УЗК. Также необходимо допускать к работе с трубопроводами только специализированных работников, имеющих II группу по электробезопасности, а также старше 18 лет.

Следует соблюдать технику безопасности, где происходит ремонт нефтепровода, то есть не ставить рядом горюче-смазочные материалы, движущиеся твердые объекты, наносящие удар (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.

**8.3.4. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой поверхностей производственной среды, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека**

Образующиеся при дуговой сварке брызги расплавленного металла имеют температуру до 1800 °С, при которой любая обычная одежда прожжется. Для защиты от таких брызг обычно используют спецодежду, специально предназначенную для сварщиков: брюки, куртка, рукавицы из брезентовой или специальной ткани. Также необходима сварочная маска. Как правило, куртка не должна быть заправлена в штаны, а ботинки должны иметь гладкий верх. Необходимо соблюдать такие условия, чтобы брызги расплавленного металла не попадали на тело рабочего. Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землей и снегом, а также с холодным металлом при наружных работах и в помещении сварщики должны обеспечиваться теплыми подстилками, матами, подколениками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Обязательно проводится инструктаж в зависимости от конкретных обстоятельств. Существует:

- вводный инструктаж;
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте;
- внеплановый инструктаж;
- целевой инструктаж.

**8.3.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов**

При сварке плавлением используют источники тока с напряжением холостого хода  $U_{xx} = 45 - 80\text{В}$ , при постоянном токе,  $U_{xx} = 55 - 75\text{В}$ , при переменном токе. Источник питания сварочной дуги является опасным для рабочего.

Наиболее типичные травмы в результате воздействия на человека данного фактора является поражение электрическим током.

Меры безопасности: надежная изоляция всех проводов, связанных со сварочным аппаратом, надежная сварочная горелка, заземление корпусов сварочных аппаратов. Заземлению подлежат: корпуса источников питания, вспомогательное электрическое оборудование. Работа в исправной сухой спецодежде, в сварочной маске и рукавицах. При работе в замкнутых пространствах необходимо использовать резиновые галоши и коврики, а также источники освещения с напряжением не выше 6-12 В. Самое главное – проведение инструктажа и соблюдение рабочими техники безопасности.

### **8.3.6 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки**

Излучения сварочной дуги оказывают вредное воздействие на сварщика и окружающих его рабочих. Горение дуги сопровождается ярким световым и невидимым ультрафиолетовым и инфракрасным излучениями. Видимые световые лучи действуют на глаза, поражая сосудистую и сетчатую оболочку глаза, а при длительном воздействии ослабляют зрение. Опасное действие лучей сварочной дуги на незащищенные глаза и кожу человека проявляется на расстоянии до 10 м.

Невидимые ультрафиолетовые лучи оказывают вредное влияние на глаза и кожу человека. Длительное воздействие этих лучей вызывает слезотечение, боли и рези в глазах, светобоязнь, открытые участки кожи получают ожоги, аналогичные солнечным.

Невидимые инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают ожоги кожи и заболевание глаз человека. Длительное воздействие дуги в течение нескольких часов может привести к катаракте и другим тяжелым заболеваниям.

Меры безопасности: применение сварочной маски для сварщика и использование другими рабочими защитных стекол. Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи закрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла. Сварочные маски должны полностью защищать лицо и голову сварщика. При работе вне кабины для защиты зрения окружающих должны применяться переносные щиты и ширмы.

### **8.3.7 Повышенный уровень общей и локальной вибрации**

Основным источником вибраций является сварочное оборудование, а также оборудование для обработки материалов. Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к утомлению, неврологическому поражению и сосудистым нарушениям.

Для уменьшения влияния вибрации используют такие методы как:

- воздействие на источник возбуждения, то есть снижение или ликвидация вынуждающих сил;
- отстройкой от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы;
- динамическое гашение колебаний;
- изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
- рациональная организация режима труда и отдыха.

### **8.3.8 Повышенный уровень шума**

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно СП 51.13330.2011 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБ. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБ. На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно-акустическими методами.

Меры безопасности: применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.274-2014 (СТ СЭВ 5803–86) «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний». Для защиты от шума применяются наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход; шлемы и каски; спецодежда.

### **8.3.9 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Места, где производятся сварочные работы, должны быть достаточно хорошо освещены дневным или искусственным светом. Хорошее освещение снижает утомляемость глаз, работающих и является одним из условий повышения производительности труда. Освещенность рабочих мест должна быть не менее 50-100 люкс согласно СП 52.13330.2016.

Для уменьшения поглощения света стенки окрашиваются в светлые матовые тона, которые хорошо поглощают ультрафиолет.

### **8.3.10 Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника**

Недостаточная влажность может негативно отразиться на здоровье человека. Кожа может стать сухой и потрескавшейся, возможно заражение организма. Длительное воздействие высокой температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии или переохлаждения.

Полевые работы в холодное время года должны соответствовать режимам труда и отдыха на открытой территории или в неотапливаемых помещениях таким как:

- работы в охлаждающей среде должны проводиться при соблюдении требований к мерам защиты работников от охлаждения.
- лиц, приступающих к работе на холоде, следует проинформировать о его влиянии на организм и мерах предупреждения охлаждения.
- работающие на открытой территории в холодный период года должны быть обеспечены комплектом средствами индивидуальной защиты от холода, имеющим теплоизоляцию.

- во избежание локального охлаждения тела работников и уменьшения общих теплопотерь с поверхности тела, их следует обеспечивать рукавицами, обувью, головными уборами, имеющими соответствующую теплоизоляцию.

- перерывы на обогрев могут сочетаться с перерывами на восстановление функционального состояния работника после выполнения физической работы. В обеденный перерыв работник должен быть обеспечен "горячим" питанием. Начинать работу на холоде следует не ранее чем через 10 мин после приема "горячей" пищи (чая и др.).

- во избежание переохлаждения работникам не следует во время перерывов в работе находиться на холоде в течение более 10 мин при температуре воздуха до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и не более 5 мин при температуре воздуха ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- работникам, работающим в холодное время года на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, а также грузчикам, занятым на погрузочно-разгрузочных работах, и другим работникам в необходимых случаях предоставляются специальные перерывы для обогрева и отдыха, которые включаются в рабочее время. Работодатель обязан обеспечить оборудование помещений для обогрева и отдыха работников.

Максимально допустимое время работы на открытом воздухе должно соответствовать данным приведенным в таблице 31.

Таблица 31 – Допустима продолжительность (ч) однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории во II климатическом регионе.

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Энерготраты, $\text{Вт}/\text{м}^2$ с категорией работы Пб.
-10	Охлаждение поверхности тела отсутствует
-15	Охлаждение поверхности тела отсутствует
-20	Охлаждение через 5.5

### Продолжение таблицы 31

-25	2.4
-30	1.6
-35	1.1
-40	0.9

Работа в жаркий период года так же может пагубно повлиять на состояние рабочего. Перерывы в работе составляются непосредственно с работодателем, однако в зависимости от температуры воздуха рабочий день сокращается.

Рабочий день сотрудника сокращается, если столбик термометра показывает от 28 до 32 градусов:

- при +28,5 градуса – рабочий день не более 7 часов;
- при +29 градусах – рабочий день до 6 часов;
- при +30 градусах – рабочий день 4-5 часов;
- при +31 градусе – рабочий день 2-3 часа;
- при +32 градусах – рабочий день 1-2 часа.

При этом если температура в помещении превышает 33 градуса, по законодательству можно вообще не приступать к работе. Для предотвращения воздействия неблагоприятных факторов на здоровье и работоспособность человека, а также защиты работников от возможного перегрева необходимо ограничить время труда. К примеру, при температуре на рабочем месте выше 30 градусов оптимальная продолжительность рабочего дня не должна превышать 5 часов при небольших трудозатратах. Если же физические нагрузки постоянны и значительны, тот же температурный режим предполагает лишь 2-х часовой рабочий день.

#### **8.3.11 Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение**

Как любой другой вредный фактор, монотонность труда и длительное сосредоточенное внимание при продолжительном воздействии на организм

работника могут привести к возникновению и развитию профессиональных заболеваний.

Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса, характеризуются такими показателями, как:

- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

Меры по устранению и/или предупреждению перечисленных факторов в соответствии с МР 2.2.9.2311-07:

При пятидневной рабочей неделе и 8-ми часовой смене продолжительность обеденного перерыва составляет 30 мин, а регламентированные перерывы рекомендуется устанавливать через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 5-7 мин каждый. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного и других анализаторов целесообразно выполнять комплексы физических упражнений, включая упражнения для глаз, в первой половине смены, а в конце рабочего дня – психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях.

### **8.3.12 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке**

Высокая температура дуги приводит к тому, что часть материалов, используемых при сварке, переходит в парообразное состояние. Эти пары, попадая в атмосферу производственного помещения, конденсируются и превращаются в аэрозоль конденсации, частицы которой по дисперсности приближаются к дымам и легко попадают в дыхательную систему сварщиков.

На ряду с пылью при дуговой сварке также образуются и выделяются газообразные продукты – окислы азота, окись углерода, аргон.

В зоне дыхания сварщиков концентрация этих газов может достигать(мг/л):  $N_2O_5$  0,009 – 0,018, СО до 0,46.

Наиболее опасны для здоровья сварщиков аэрозоли марганца, так как отравление марганцем может вызвать длительное и стойкое поражение центральной нервной системы вплоть до паралича.

### **8.3.13 Укусы насекомых/животных**

При работе в полевых условиях возможны укусы таких насекомых, как клещи, во избежание укуса клеща следует носить средства индивидуальной защиты, использовать сетки и репелленты. Также в период, когда клещи особо активны (конец марта - середина июня), следует ставить прививку от клещевого энцефалита и заранее оформлять страховой полис.

Также при работе в полевых условиях существует опасность нападения диких животных, медведей, лис, а также опасность укуса змеи. При обнаружении в поле зрения медведя следует медленно двигаться и увеличивать расстояние между животным и человеком, не устанавливая с ним зрительного контакта, а также издавать как можно больше шума, например, кричать, свистеть, бить палкой по дереву. Бежать можно только в том случае, если есть уверенность за короткий промежуток времени добраться до укрытия. При обнаружении змеи, например, гадюки, рекомендуется максимально осторожно от нее отойти, и покинуть место ее обитания, так как яд змея использует для охоты, вероятность того, что она первая нападет на человека, не велика. Однако, если, не заметив змею, на нее наступить или сесть, то вероятность укуса возрастает.

При укусе рекомендуется следующее:

- не волноваться;
- удостовериться, что есть признаки отравления;
- отсосать из ранки яд в первые 10 минут после укуса;
- обеспечить пострадавшего обильным питьем;
- провести иммобилизацию конечности;
- немедленно доставить пострадавшего к врачу.

Несомненно, лучше избегать укуса гадюки. Но если гадюка все же укусила, нужно понимать, что своевременные действия по удалению

максимально возможной части яда, введение антидота и постельный режим почти гарантированно приводят к полному излечению.

#### **8.4 Экологическая безопасность**

Ремонт трубопровода может сопровождаться загрязнением атмосферы, гидросферы и литосферы посредством производственных отходов. Их можно разделить на 3 группы: твердые, жидкие и газообразные.

Твердые отходы: твердые металлические отходы, промышленная макулатура, люминесцентные лампы, изношенные средства коллективной и индивидуальной защиты.

Жидкие отходы: эксплуатационные жидкости и их отходы, продукты жизнедеятельности персонала.

Газообразные отходы: выбросы аргона, не воздействующего на атмосферу, из вентиляционных систем, тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды не оказывает существенного влияния на атмосферу, так как ее процентное содержание мало.

Согласно ГОСТ 17.0.0.01-76 твердые промышленные и бытовые отходы подлежат утилизации путем переработки отходов во вторичное сырье. Макулатура сдаётся специальными службами в пункты приёма макулатуры. Утилизация отработанных люминесцентных ламп осуществляется специализированной организацией, имеющей лицензию на проведение подобного вида работ, путем составления договора, с данной организацией согласно действующим нормам по утилизации согласно ГОСТ Р 55102-2012. Газообразные отходы перед выбросом подвергаются обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, которые защищают атмосферу от загрязнений.

## 8.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных чрезвычайных ситуаций при ремонте нефтепровода можно выделить пожар и (или) взрыв. Причинами возникновения пожара и (или) взрыва являются короткое замыкание, разбрызгивание расплавленного металла при сварке, искры при резке металла и другие виды огневых работ.

Для избегания возникновения ЧС необходимо соблюдать требования по мерам безопасности. Работники, осуществляющие огневые работы, должны иметь допуск на проведение огневых работ. На предприятии должна быть разработана инструкция по проведению огневых работ в соответствии с действующими нормами РФ. Обязательно в местах проведения каких-либо огневых работ должны быть средства первичного пожаротушения, медицинские аптечки, предохранительные сигналы и устройства.

Требования пожарной безопасности до начала, во время и по окончании огневых работ подробно описаны в Приказе №528 от 15 декабря 2020 года «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ». На предприятии, а в частности в сборочно-сварочном цехе должен быть план эвакуации, составленный с учетом действующего законодательства и всех нормативно-правовых документов.

В случае возникновения аварийной ситуации (несчастного случая, пожара, стихийного бедствия) немедленно прекратить работу и сообщить о ситуации вышестоящему оперативному персоналу и непосредственному руководителю. При возникновении пожара, действия работников в первую очередь должны быть направлены на обеспечение безопасности и эвакуации людей. В случаях, не терпящих отлагательств, выполнить необходимые переключения с последующим уведомлением вышестоящего оперативного персонала. В случае возникновения аварийной ситуации или пожара:

- по возможности обесточить электрооборудование;
- сообщить непосредственному руководителю;

- оповестить всех работающих в производственном помещении и принять меры к ликвидации очага аварии.

### **Вывод по разделу**

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были затронуты в данном разделе.

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать II группой допуска по электробезопасности. Присвоение II группы по электробезопасности производится путём обучения в учебном центре по программе не менее 72 часов. Подготовка может проводиться на предприятии силами своих специалистов и должна проходить не менее 20 часов. В присутствии сотрудника II группы могут работать сотрудники I группы.

Категория тяжести труда в производственном помещении по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории Пб (работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением) – физические работы средней тяжести.

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» производственное имеет категорию помещения группы Г, возможный класс пожара Е. Вещества и материалы, находящиеся в помещении: Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

## **Заключение**

В результате выполненной выпускной квалификационной работы по ремонту участка нефтепровода диаметром 1020 мм и толщиной стенки 12 мм был разработан технологический процесс с применением приварной обжимной муфты.

Изготовлена операционная технологическая карта сборки и сварки.

Произведён расчет параметров и режимов сварки.

Были обоснованы и подобраны сварочные материалы и сварочное оборудование.

Посчитав экономические затраты на исполнение ремонтных конструкций П1 и П2, стало ясно что материальные затраты, установки муфты П2 на магистральный нефтепровод, имеют более низкий уровень по сравнению с установкой муфты П1.

Проведен анализ производства на предмет выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

## Список используемой литературы

1. Акулов А. И. Технология и оборудование сварки плавлением / А. И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич В.П. – М.: Машиностроение, 1977. С. 83-300.
2. Сварка емкостей [Электронный ресурс]: VT-METALL – Электрон, дан. М.: Металлообрабатывающая компания, 2014. URL: <https://vt-metall.ru>. (дата обращения: 02.03.2022)
3. Особенности сварки нержавеющей сталей [Электронный ресурс] – Электрон. дан. М., 2015. URL: <https://www.triton-welding.ru>. (Дата обращения: 14.04.2022).
4. ГОСТ 5632-2014. Нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки. – М.: Стандартиформ, 2015.
5. ГОСТ 5949-2018.Metalлопродукция из сталей нержавеющей и сплавов на железоникелевой основе коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных. Технические условия. – М.: Стандартиформ. 2019.
6. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с
7. ГОСТ 24297-2013. Верификация Закупленной Продукции. Организация проведения и методы контроля. – М.: Стандартиформ. 2019.
8. ГОСТ ISO 6848-2020. Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые. – М.: Стандартиформ. 2020.
9. Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей: учеб. пособие / В.В.Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. – Тольятти: ТГУ, 2011. С. 66-89.
10. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. – М.: Стандартиформ. 2008.
11. ГОСТ 10157 -2016. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия. – М.: Стандартиформ. 2019.

12. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ. 2007.
13. Справочник по сварке ВИГ [Электронный ресурс]: EWM : Электрон. дан. Ewm Hightec Welding GmbH, Mündersbach, 2002. – URL: <https://www.ewm-group.com/ru/> (дата обращения: 10.05.2022)
14. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
15. Волков В.В. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки: справочное пособие / В.В. Волков. – Томск: Изд-во Томского промышленно - гуманитарного колледжа, 2017. – 43 с.
16. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ. 2005.
17. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Стандартинформ. 2016.
18. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
19. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. – М.: Стандартинформ. 2020.
20. ГОСТ Р 55724-2013 контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. – М.: Стандартинформ. 2019.
21. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

22. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197 – ФЗ (ред. от 25.02.2022).
23. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ. 2019.
24. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства. – М.: Стандартинформ. 2020.
25. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения. – М.: Стандартинформ. 2020.
26. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
27. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
28. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
29. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005
30. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
31. РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.
32. РД 25.160.10-КТН-004-08 Технология проведения сварочных работ на действующих магистральных нефтепроводах.

33. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2010.
34. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2019
35. СанПиН 1.2.3685– 21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания– М.: АО «Кодекс», 2021.
36. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: Стандартинформ, 2017 год
37. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: Стандартинформ, 2017 год
38. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм. – М.: Стандартинформ, 2019 год
39. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей. – М.: Стандартинформ, 2015

## **Приложение А**

(обязательное)

Комплект технологической документации



										ФЮРА 02190.1В81102			2								
										ФЮРА 10190.003											
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.	
А14	1	1	1	015	Установка полумуфт на трубу					ИОТ №1, СНиП Ш-42-80, РД-25.160.10-КТН-004-08, ПБ 08-624-03, СНиП 2.05.06-85											
Б15	Звенные центраторы ЦЗ-1020										3	сварщик	6	1	1						
Б16	Сварочный пост (ВДУ-305)										3	сварщик	6	1	1						
К/М17	Труба нефтепровода, марка стали 13ХФА Ø1020 мм, толщина стенки 12 мм										ГОСТ 20295-85										
К/М18	Подкладные пластины, сталь 20, толщина стенки 1.5 мм																				
К/М19	Полумуфты, марка стали 09Г2С Ø1046 мм, толщина стенки 12 мм										РД 153-39.4-067-04										
К/М20	ОК 53.70, Ø3 мм										ГОСТ 9467										
О21	Прихватить 2 подкладные пластины к продольным кромкам полумуфты. Количество прихваток - не менее 3 длиной 20-30 мм каждая. Прихватки выполнять со стороны разделки кромок полумуфты, равномерно распределив их по длине стыка. Установить обе полумуфты на трубу. Зазор между кромками полумуфт и поверхностью трубы не должен превышать 3 мм. Допускается превышение зазора между полумуфтой и трубой до 5 мм на длине не более 300 мм.																				
Т22	Шаблон УПС-3, штангенциркуль, линейка, молоток, зубило.																				
А23	1	1	1	020	Подогрев и сварка продольных швов полумуфт.					ИОТ №1, СНиП Ш-42-80, РД-25.160.10-КТН-004-08, ПБ 08-624-03, СНиП 2.05.06-85											
Б24	Сварочный пост (ВДУ-305)										3	сварщик	6	1	1						
Б25	Звенные центраторы ЦЗ-1020										3	сварщик	6	1	1						
Б26	Шлифмашинка										3	слесарь	5	1	1						
Б27	Кислородная горелка ГСМ-5.3ТМ										3	сварщик	6	1	1						
К/М28	Труба нефтепровода, марка стали 13ХФА Ø1020 мм, толщина стенки 12 мм										ГОСТ 20295-85										
К/М29	Подкладные пластины, сталь 20, толщина стенки 1.5 мм										РД 153-39.4-067-04										
К/М30	Полумуфты, марка стали 09Г2С Ø1046 мм, толщина стенки 12 мм										РД 153-39.4-067-04										
К/М31	Выводные планки, сталь 20, толщина стенки 4.0 мм										РД 153-39.4-067-04										
К/М32	ОК 53.70, Ø3 мм										ГОСТ 9467										
О33	Выполнить предварительный подогрев свариваемых кромок и прилегающей поверхности шириной не менее 80 мм от оси шва до 50°C. Выполнить одновременно сварку прихваток обоих продольных стыков по режиму сварки корневого слоя шва. Количество прихваток - 3 длиной не менее 100 мм каждая. Прихватки расположить равномерно по длине стыка. Сварку каждого продольного шва выполнять одновременно 2-мя сварщиками. Выполнить сварку корневого слоя шва обратноступенчатым способом в направлении от середины к краям в соответствии с ФЮРА.20190.001. В процессе сварки вышлифовывать начало и концы прихваток. Выполнить сварку заполняющих и облицовочного слоев швов в соответствии с ФЮРА.20190.001 обратноступенчатым способом в направлении от середины к краям. После выполнения каждого слоя осуществлять зачистку металла от шлака и брызг. После завершения сварки удалить выводные пластины.																				
Т34	Шаблон УПС-3, штангенциркуль, линейка, молоток, зубило, металлическая щетка, печь для прокали электродов, абразивные круги.																				
<b>МК</b>	<b>Маршрутная карта</b>										<b>10</b>										



											ФЮРА 02190.1В81102			4								
															ФЮРА 10190.003							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа											
Б	Код,наименование,оборудования											СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Гпз	Гшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала											Обозначение,код										
К/М	1	1	1	035	Приварка муфты к трубе						ИОТ №1, СНиП III-42-80, РД-25.160.10-КТН-004-08, ПБ 08-624-03, СНиП 2.05.06-85											
А55	Сварочный пост (ВДУ-305)											3	сварщик	6	1	1						
Б56	Звенные центраторы ЦЗ-1020											3	сварщик	6	1	1						
Б57	Шлифмашинка											3	слесарь	5	1	1						
Б58	Кислородная горелка ГСМ-5.3ТМ											3	сварщик	6	1	1						
Б59	Труба нефтепровода, марка стали 13ХФА Ø1020 мм, толщина стенки 12 мм											ГОСТ 20295-85										
К/М60	Подкладные пластины, сталь 20, толщина стенки 1.5 мм											РД 153-39.4-067-04										
К/М61	Полумуфты, марка стали 09Г2С Ø1046 мм, толщина стенки 12 мм											РД 153-39.4-067-04										
К/М62	ОК 53.70, Ø3 мм											ГОСТ 9467										
К/М63	Выполнить сварку корневого и 1-го заполняющего слоев шва в направлении "снизу-вверх". В процессе сварки всех слоев шва следует осуществлять постоянный контроль величин сварочного тока и скорости сварки. Корневой и 1-ый заполняющий слой шва следует выполнять "ступеньками", на которых один за другим укладываются 2 валика. Валики выполняются один за другим на длину сжигания электрода. Заполняющие слои шва следует выполнять "снизу-вверх" участками ("ступеньками"), на которых один за другим укладываются 2 параллельных валика. Валики выполняются один за другим на длину сжигания электрода. После выполнения каждого валика выполнять зачистку металла от шлака и брызг.																					
О64	Шаблон УШС-3, штангенциркуль, линейка, молоток, зубило, печь для прокатки электродов, абразивные круги.																					
Т65	1	1	1	040	Установка технологических колец на трубу						ИОТ №1, СНиП III-42-80, РД-25.160.10-КТН-004-08, ПБ 08-624-03, СНиП 2.05.06-85											
А66	Сварочный пост (ВДУ-305)											3	сварщик	6	1	1						
Б67	Звенные центраторы ЦЗ-1020											3	сварщик	6	1	1						
Б68	Труба нефтепровода, марка стали 13ХФА Ø1020 мм, толщина стенки 12 мм											ГОСТ 20295-85										
К/М69	Технологические полукольца, марка стали 09Г2С Ø1046, толщина стенки 12 мм											РД 153-39.4-067-04										
К/М70	Подкладные пластины, сталь 20, толщина стенки 1.5 мм											РД 153-39.4-067-04										
К/М71	Полумуфты, марка стали 09Г2С Ø1046 мм, толщина стенки 12 мм											РД 153-39.4-067-04										
К/М72	ОК 53.70, Ø3 мм											ГОСТ 9467										
К/М73	Прихватить 2 подкладные пластины к продольным кромкам технологического полукольца. Количество прихваток - не менее 2 длиной 20-30 мм каждая. Прихватки выполнять со стороны разделки кромок полукольца, равномерно распределив их по длине стыка. Перекос подкладных пластин относительно оси стыка не допускается. Установить оба полукольца на трубу одновременно. Произвести замеры смещений кромок. Максимальная величина смещения кромок не должна превышать 2 мм.																					
О74	Шаблон УШС-3, штангенциркуль, линейка, молоток, зубило,металлическая щетка.																					
Т75																						

**МК**

Маршрутная карта

10





















**Приложение Б**  
(обязательное)  
**Комплект таблиц**

Таблица Б. 18 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Наличие бюджетного финансирования.  С2. Способность охватывать различные виды нефтяных отраслей  С3. Устойчивое финансовое положение  С4. Потребность предприятий в данной технологии  С5. Постоянная информационная насыщенность.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Сл1. Невозможность предвидеть все риски  Сл2. Большой срок проведения исследования  Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход  Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий  Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Создание партнерских отношений со всеми видами нефтяной отрасли  В2. Большой потенциал усовершенствования технологии  В3. Сокращение затрат за счет реализации функциональной стратегии  В4. Создание новых технологий.</p>	<p>-Способность охватывать различные виды отраслей и возможность бюджетного финансирования дают большую возможность создавать партнерские отношения со всеми видами отраслевой промышленности, тем самым сохранять устойчивость финансового положения.</p>	<p>-Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней есть некоторые негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большой срок проведения исследования и низкая скорость продвижения новых технологий в области разработки технологии сварки, при этом для каждого потребителя требуется индивидуальный подход.  -При реализации функциональной стратегии сократятся все негативные моменты, напрямую зависящие от затрат.  -Целесообразность в создании новых технологий сварки состоит в том, чтобы повысить положительные стороны и минимизировать негативные.</p>

Продолжение таблицы Б. 18

<p><b>Угрозы:</b>          У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов          У2. Не востребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой          У3. Неточность при составлении комплекта технологической документации.          У4. Колебания цен на данное исследование.          У5. Снижение цен у конкурентов.</p>	<p>-При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как в следствие этого, снижение финансового положения, и, возможно, сосредоточение только на определенных потребителях.          -При истощении ресурсной базы потребитель будет вынужден прекратить своё производство и отказаться от услуг исследования, что ведет к не востребованности проекта.          -Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности при составлении комплекта технологической документации.</p>	<p>-Все вышеперечисленные негативные моменты напрямую связаны с неточностью при составлении комплекта технологической документации, поэтому технология нуждается в усовершенствовании.</p>
---	--	--

Таблица Б. 20 – Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{рi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{кi}$				
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожi}$ , чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3									
Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Руководитель			2	2	2	2	2	2
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	2	2	4	4	4	3	3	3	Руководитель, инженер			1	1	1	1	1	1
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	7	6	6	14	12	12	10	8	8	Руководитель, инженер			5	4	4	7	6	6
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	10	10	10	15	15	15	12	12	12	Инженер			12	12	12	18	18	18
Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	13	13	13	19	19	19	15	15	15	Инженер			15	15	15	22	22	22
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	6	5	5	12	10	10	8	7	7	Руководитель, инженер			4	3	3	6	4	4
Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	9	9	9	16	16	16	12	12	12	Инженер			12	12	12	18	18	18
Анализ полученных результатов	14	14	14	17	17	17	15	15	15	Инженер			15	15	15	22	22	22
Подведение итогов выпускной квалификационной работы	2	1	2	5	3	4	3	2	3	Руководитель, инженер			2	1	2	3	1	3
Согласование и проверка работ с научным руководителем	2	2	2	10	10	10	5	5	5	Руководитель, инженер			2	2	2	3	3	3

Таблица Б. 21 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кп</sub> , кал.дни	Продолжительность работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель	2	■												
2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	1		■											
3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	7		■	■										
4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер	18			■	■	■								
5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер	22					■	■	■						
6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	6								■	■				
7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер	18									■	■	■		
8	Анализ полученных результатов	Инженер	22											■	■	■
9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	3													■
10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер	3													■

■ – Руководитель

■ – Инженер

Таблица Б. 30 – Опасные и вредные факторы при ремонте нефтепровода.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	ГОСТ Р 56906-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства»
Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	ГОСТ Р 56906-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства»
Ударные волны воздушной среды	ГОСТ Р 22.0.07-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров»
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	ГОСТ 12.1.005-88 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действием которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	ГОСТ 12.1.019-2017 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки	ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
Повышенный уровень общей вибрации	ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003). «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека»
Повышенный уровень локальной вибрации	ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека»

## Продолжение таблицы Б. 30

Повышенный уровень шума	ГОСТ ISO 9612-2016 «Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах»
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника	СанПиН 1.2.3685-21 2.2.4 «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы»
Монотонность труда	Р 2.2.2006-05 «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
Длительное сосредоточенное наблюдение	Р 2.2.2006-05 «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	ГОСТ 32423-2013 «Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм»
Укусы насекомых/животных	ГОСТ Р 12.4.296-2013 ССБТ «Одежда специальная для защиты от насекомых и паукообразных»