



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.01 Машиностроение</u>
ООП/ОПОП	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Специализация	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологии ремонта нефтепровода диаметром 630x8 мм

УДК 621.791.75:622.691.4.053.073.3

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Копылов Андрей Иванович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Дерюшева Валентина Николаевна	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать 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
Общепрофессиональные компетенции	
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
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных

	средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико- механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-16	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК(У)-18	Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
ПК(У)-19	Способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
ДПК(У)-1	Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
ДПК(У)-2	Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
ДПК(У)-3	Способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.01 Машиностроение</u>
ООП/ОПОП	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Специализация	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ А.А. Першина
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1В81	Копылов Андрей Иванович

Тема работы:

Разработка технологии и ремонта нефтепровода диаметром 630x8 мм	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№37/63с от 06.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	03.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Нефтепровод диаметром 630 мм, толщина стенки – 8 мм. Материал трубы – сталь 14ХГС. Ремонт дефектного участка нефтепровода. Рабочее место сварщика расположено на открытом воздухе. Местность равнинная. Климат умеренный.</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников 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"> 1 Характеристики сварной конструкции 2 Описание применяемого способа сварки 3 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки 4 Расчет режимов ручной дуговой сварки 5 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки 6 Эффект магнитного дутья и меры борьбы с ним 7 Технология ремонта дефектного участка нефтепровода 8 Финансовый менеджмент,

	ресурсоэффективность и ресурсосбережение 9 Социальная ответственность 10 Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1 Титульный лист 2 Общий вид конструкции 3 Цели и задачи 4 Сварочные материалы, оборудование и режимы сварки 5 Технология сварки 6 Технология сварки 7 Технология сварки 8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность; 9 Социальная ответственность 10 Вывод
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01 февраля 2023 г.
---	--------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Копылов Андрей Иванович		



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
Специализация Оборудование и технология сварочного производства
Отделение электронной инженерии

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1В81	Копылов Андрей Иванович

Тема работы:

Разработка технологии и ремонта нефтепровода диаметром 630x8 мм

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	03.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2023 г.	Аналитический обзор литературы	10
08.04.2023 г.	Характеристика материала изделия	10
15.04.2023 г.	Выбор способа сварки	10
22.04.2023 г.	Обоснование выбора сварочных материалов	10
30.04.2023 г.	Выбор сварочного оборудования	10
08.05.2023 г.	Разработка технологии сварки	10
16.05.2023 г.	Контроль качества сварных соединений	10
23.05.2023 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2023 г.	Социальная ответственность	10
02.06.2023 г.	Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Копылов Андрей Иванович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 99 с., 5 рис., 32 табл., 37 источников, 2 прил.

Ключевые слова: сварочные работы, ремонт нефтепровода, ручная дуговая сварка, покрытые электроды, магнитное дутье.

Объектом исследования является технология ремонта нефтепроводов диаметром 630 мм ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Цель работы – повышение производительности текущей технологии ремонта участка нефтепровода ручной дуговой сваркой.

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

В исследования был разработан технологический процесс ремонта намагниченного участка промышленного нефтепровода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: магистральные трубопроводы диаметром 630 мм.

Область применения: разработанная технология может применяться для управлений по аварийно-восстановительным работам на магистральных трубопроводах.

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



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

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Описание сварной конструкции	12
1.2 Материал сварной конструкции.....	13
1.3 Оценка технологической свариваемости материала	16
1.4 Описание применяемого способа сварки	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	20
2.1 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки	20
2.2 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки	23
2.3 Выбор вспомогательного сварочного оборудования	25
2.4 Эффект магнитного дутья и меры борьбы с ним	25
2.5 Расчёт параметров режима ручной дуговой сварки	30
2.6 Технология ремонта дефектного участка нефтепровода	34
2.6.1 Обнаружение дефектов в стенке трубопровода	34
2.6.2 Последовательность сварочно-ремонтных работ	35
2.7 Контроль качества сварных швов	39
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	46
3.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии	46
3.2 Планирование технического проектирования работ.....	47
3.2.1 Структура работ в рамках проектирования.....	47
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	48
3.2.3 Разработка проведения работ технического проектирования	49
3.3 Определение норм времени на сварку	52
3.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	57

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	64
4.1 Производственная безопасность.....	64
4.1.1 Вредные факторы	64
4.1.2 Опасные факторы.....	74
4.2 Экологическая безопасность.....	77
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	82

ВВЕДЕНИЕ

Нефтегазодобывающая отрасль занимает одно из первых мест в экономике страны. Однако, в настоящее время условия работы трубопроводного транспорта нефти характеризуются с одной стороны естественным старением магистральных нефтепроводов, а с другой повышением требований к их экологической безопасности и необходимостью поддержания линейной части магистральных нефтепроводов в работоспособном состоянии для бесперебойного оказания транспортных услуг нефтяным компаниям.

Ремонт магистральных нефтепроводов представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на восстановление основных фондов объектов трубопроводного транспорта. В настоящее время срок службы более половины магистральных нефтепроводов превышает 25 лет, поэтому влияние возрастных факторов на надежность нефтепроводов весьма значительно. Для нефтепроводов, находящихся в эксплуатации, решение проблем надежности возможно только на основе разработки эффективной системы их технического обслуживания и ремонта, позволяющей обеспечить необходимый уровень технического состояния данных объектов [1].

Большой проблемой является то, что при дуговой сварке деталей из ферромагнитных материалов в условиях воздействия внешних магнитных полей появление дефектов практически неизбежно. Остаточные магнитные поля в ферромагнитных материалах возникают при их контакте с электромагнитами в процессе механической или термической обработки, во время транспортировки электромагнитными кранами, а так же в ряде других случаев. Наиболее ярко «магнитное дутье» проявляется в действующих трубопроводах после проведения внутритрубной диагностики магнитным методом в результате пропускания магнитного дефектоскопа-снаряда. Отсюда следует, что к ответственному сварному соединению - трубопроводу - должны предъявляться жесткие требования не только по качеству его выполнения, но и по борьбе с таким явлением как «магнитное дутье» [1].

Немаловажным является и вопрос рабочих технологий по выполнению размагничивания в реальных условиях трассы. При этом приходится учитывать не только технические факторы оборудования и степени намагниченности трубы, но и сроки выполнения, надежность, вопросы техники безопасности и, конечно, экономические факторы.

Таким образом, целью работы является повышение производительности ручной дуговой сварки при ремонте нефтепровода диаметром 630 мм за счет применения оборудования, позволяющего производить сварку без операции размагничивания.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Описание сварной конструкции

Магистральный нефтепровод сооружается из стальных труб диаметром 630 мм. Прокладка магистральных нефтепроводов бывает: подземная (на глубину 0,8–0,1 м до верхней образующей трубы); надземная – на опорах; наземная – в насыпных дамбах.

Трубы магистральные производятся из низколегированной горячекатаной, спокойной и полуспокойной стали, обладают повышенной коррозионной стойкостью и длительным сроком эксплуатации [2].

Ремонт дефектных участков – это неизбежная часть эксплуатации любого нефтепровода. От качественного ремонта зависит стабильность работы, надежность и стабильная транспортировка нефти по трубопроводу, а также размер возможных потерь транспортируемой нефти при авариях и последствия пагубного воздействия разливов нефти на окружающую среду.

Магистральный нефтепровод представляет собой капитальное инженерное сооружение, рассчитанное на длительный срок эксплуатации, в задачу которого входит транспортировка жидкого вещества от нефтедобывающих скважин до центра подготовки и перекачки нефти ЦППН, а далее до места врезки в магистральный трубопровод. Перемещение осуществляется под влиянием разницы давлений в поперечных сечениях труб [3].

В состав магистральных нефтепроводов входят: выкидные трубопроводы от скважин для транспортирования продукции нефтяных скважин до замерных установок, нефтесборные трубопроводы для транспорта продукции нефтяных скважин от замерных установок до пунктов первой ступени сепарации нефти (нефтегазопроводы), нефтепроводы для транспортирования газонасыщенной или разгазированной, обводненной или безводной нефти от пунктов сбора нефти и дожимных насосных станций (ДНС) до центральных пунктов сбора (ЦПС), газопроводы для подачи газа в продуктивные пласты с целью увеличения нефтеотдачи, трубопроводы

систем заводнения нефтяных пластов и систем захоронения пластовых и сточных вод в глубокие поглощающие горизонты с давлением закачки 10 МПа и более, водоводы поддержания пластового давления для транспорта пресной, пластовой и подтоварной воды на КНС (кустовой насосной станции), нефтепроводы для транспортирования товарной нефти от центральных пунктов сбора и подготовки нефти до сооружений магистрального транспорта, газопроводы для транспортирования газа от центральных пунктов сбора до сооружений магистрального транспорта, ингибиторопроводы для подачи ингибиторов к скважинам или другим объектам обустройства нефтяных месторождений, внутриплощадочные трубопроводы транспортирующие продукт на объектах его подготовки [1].

Ремонт заключается в вырезке дефектной части нефтепровода (1, 3) и вставки новой «катушки» трубы (2), как показано на рисунке 1.

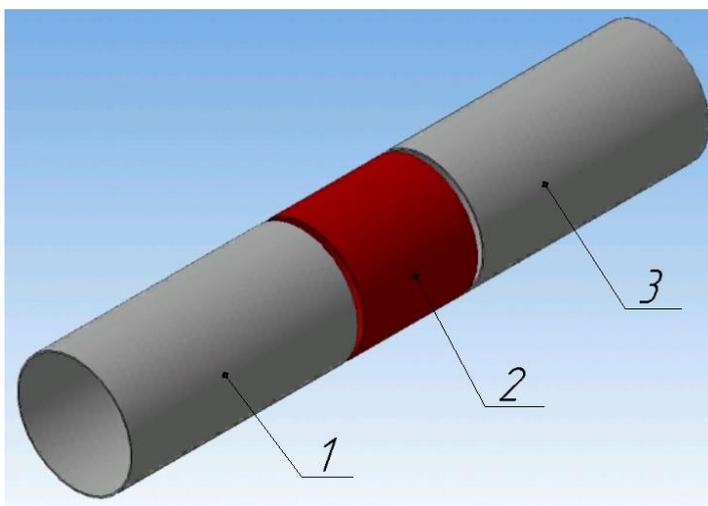


Рисунок 1 – Замена катушки трубы

1.2 Материал сварной конструкции

Трубы стальные электросварные прямошовные наружным диаметром 630 мм для магистральных нефтепроводов на рабочее давление до 9,8 МПа изготавливаются по ТУ 1381-007-05757848-2005 [4].

Технические условия распространяются на трубы стальные электросварные прямошовные экспандированные диаметром 630 мм,

изготавливаемые электросваркой под флюсом с одним или двумя продольными сварными швами, предназначенные для строительства, ремонта и реконструкции линейной части, переходов и наземных объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов на рабочее давление до 9,8 МПа включительно по ОТТ-08.00-60.30.00-КТН-013-1-04 [5].

Трубы изготавливают из листовой стали классов прочности К50 по ГОСТ 19281-89 [6] из низколегированной конструкционной стали 14ХГС. Сталь 14ХГС обладает гарантированными механическими характеристиками и химическим составом, высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению при низких температурах и повышенной коррозионной стойкости.

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

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

При производстве сварных конструкций широко используют конструкционные стали, с низким содержанием углерода и легирующих элементов. Общее содержание легирующих элементов в таких сталях обычно

не превышает 4,0 %, а углерода 0,25 %. Химический состав стали 14ХГС, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 14ХГС, % по ГОСТ 19281-89 [6]

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

Качество и свойства материалов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и подтверждаться сертификатами поставщиков. При отсутствии или неполноте сертификата или маркировки изготовитель труб должен провести все необходимые испытания с оформлением их результатов протоколом, дополняющим или заменяющим сертификат поставщика материала.

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

Механические характеристики стали, приведены в таблице 2, где:

- σ_T – предел текучести;
- σ_B – временное сопротивление разрыву;
- δ_5 – относительное удлинение при разрыве;
- КСУ – ударная вязкость.

Таблица 2 – Механические свойства стали 14ХГС при температуре 20 °С [6]

σ_B , МПа	σ_T , МПа для толщин до 20 мм	δ_5 , % для толщин до 20 мм	КСУ, кДж/м ²
490	345	22	340-390

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

1.3 Оценка технологической свариваемости материала

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

Свариваемость металла зависит от его химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов [7].

Большое влияние на свариваемость металлов и сплавов оказывает их химический состав. Свариваемость углеродистой стали изменяется в зависимости от содержания основных примесей. Углерод является, наиболее важным элементом в составе стали, определяющим почти все основные свойства стали в процессе обработки, в том числе и свариваемость. С увеличением содержания углерода в стали свариваемость ухудшается. В околошовных зонах появляются закалочные структуры и трещины, а шов получается пористым. Поэтому для получения качественного сварного соединения возникает необходимость применять различные технологические приемы [7].

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

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

где C_s – химический эквивалент углерода;

C_p – размерный эквивалент углерода.

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле [7]:

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

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

где C , Mn , Cr , Ni , Cu , P – процентное содержание легирующих элементов в металле шва (см. таблицу 2).

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \times \delta \times C_s = 0,005 \times 8 \times 0,49 = 0,02 \%, \quad (3)$$

где δ – толщина свариваемой стали, мм.

Находим полный эквивалент углерода:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p = 0,49 + 0,02 = 0,51 \%.$$

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

$$T_n = 350 \times \sqrt{\Sigma C_s - 0,25} = 350 \times \sqrt{0,51 - 0,25} = 178 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Температура подогрева принимается 170-190 $^{\circ}\text{C}$. Стали с содержанием до 0,2% С имеют высокую критическую скорость охлаждения при закалке, поэтому после сварки в наплавленном металле и зоне термического влияния не образуются структуры подкалки [7].

1.4 Описание применяемого способа сварки

Согласно документу, РД-23.040.00-КТН-386-09 «Технология ремонта магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов с давлением до 6,3 МПа», для ремонта трубопровода применяются следующие виды сварки: ручная дуговая сварка (заварка) электродами с основным видом покрытия; механизированная сварка самозащитой проволокой; механизированная сварка сплошной электродной проволокой в защитных газах [8].

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

При этом способе выполняется газошлаковая защита расплавленного металла от взаимодействия с воздухом. Кроме того, шлаки позволяют проводить необходимую металлургическую обработку металла в ванне. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств шва при выполнении соединений на разных металлах для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований [9].

При сварке покрытыми электродами перемещение электрода вдоль линии сварки и подачу электрода в зону дуги по мере его плавления осуществляют вручную. При этом возникают частые изменения длины дуги, что отражается на постоянстве основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока. С целью поддержания более стабильного теплового режима в ванне при ручной дуговой сварке применяют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками [9].

Кроме источника питания дуги основным инструментом сварщика при ручной сварке покрытыми электродами является электрододержатель, предназначенный для крепления электрода, подвода к нему сварочного тока и возможности манипулирования электродом в процессе сварки. По способу закрепления электродо-держатели разделяют на вилочные, пружинные, зажимные [9].

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

Достоинства:

- возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;

- большой спектр свариваемых материалов;
- значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- низкая производительность;
- самый тяжелый способ по технике исполнения;
- многофакторность качества [9].

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор сварочных материалов для ручной дуговой сварки

Все сварочные материалы должны отвечать специальным требованиям к качеству их изготовления, сварочно-технологическим характеристикам и обеспечивающие требуемый уровень прочностных и вязко-пластических свойств сварных соединений [10].

Выбор сварочных материалов должен осуществляться в зависимости от:

- класса прочности и типоразмера свариваемых труб;
- требований к механическим свойствам сварных соединений, выполненных с их использованием;
- сварочно-технологических свойств конкретных марок сварочных материалов;
- возможность осуществления сварки в тех пространственных положениях, в которых будут, находится изделие во время сварки;
- получение плотных беспористых швов;
- получение металла шва, обладающего высокой технологической прочностью, т.е. не склонного к образованию горячих трещин;
- получение металла шва, с требуемой эксплуатационную прочностью;
- низкая токсичность;
- экономическая эффективность [10].

При сварке низколегированных сталей обычно обеспечиваются достаточно высокие механические свойства сварного соединения и поэтому в большинстве случаев не требуются специальные меры, направленные на предотвращение образования в нем закалочных структур. Однако, при сварке первого слоя многослойного шва для повышения стойкости металла против кристаллизационных трещин может потребоваться предварительный подогрев до температуры 120-150 °С.

При ручной дуговой сварке следует использовать электроды с фтористо-кальциевым покрытием, обеспечивающие высокую стойкость

металла шва против кристаллизационных трещин и достаточную прочность сварного соединения [7].

Электроды типа Э50 и Э50А такие как УОНИ 13/55, LB 52U, ОК 53.70, ЦУ-1, по ГОСТ 9467-75 [11] применяются для сварки различных конструкций из малоуглеродистой, углеродистой и низколегированных сталей в тех случаях, когда наплавленный металл должен иметь предел прочности при высоких значениях ударной вязкости.

Произведем сравнительную характеристику электродов УОНИ 13/55, LB 52U, ОК 53.70.

LB-52U (ЛБ 52У) - сварочный электрод с пониженным содержанием водорода, что позволяет значительно улучшить характеристики сварного шва. Использование данного электрода позволяет получить отличный наплавленный металл шва и аккуратный корневой чешуйчатый валик без дефектов при сварке с одной стороны соединения. Электрод LB 52U обеспечивает высокую ударную вязкость и его часто используют для сварки труб, морских конструкций и сооружений типа резервуаров. Обеспечивает намного лучшую стабилизацию дуги и проплавление, чем другие низководородные электроды.

Назначение: электроды LB-52U (ЛБ 52 У) предназначены для сварки труб из сталей прочностных классов до К54 включительно и от К55 до К60 включительно. Электроды LB-52U аттестованы НАКС (Национальное Агентство Контроля Сварки) и рекомендованы ВНИИСТ для использования при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. Электрод с покрытием основного типа для односторонней ручной дуговой сварки труб и ответственных конструкций из углеродистых сталей прочностью до 588 МПа.

ОК 53.70 – широко известный высококачественный сварочный электрод с покрытием основного вида и с низким содержанием водорода Разработан для односторонней сварки трубопроводов и других ответственных конструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей. Отличается

большой глубиной проплавления, дает плоский шов с легко удаляемым шлаком. Обеспечивает высокое качество сварки корневого прохода с формированием обратного валика. Хорошо сбалансированная шлаковая система обеспечивает стабильное горение дуги и позволяет легко вести сварку во всех пространственных положениях.

Назначение: предназначен для сварки и ремонта корневого слоя шва стыков труб из сталей с нормативным пределом прочности до 588 МПа (API X 70) включительно, так же может быть использован для сварки и ремонта заполняющих и облицовочного слоев шва стыков труб из сталей с нормативным пределом прочности до 529 МПа (API X 60) включительно

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

Недостаток электродов марки УОНИ-13/55 заключается в том, что сварку можно вести только постоянным током обратной полярности, и, кроме того, при наличии ржавчины на кромках при увлажнении покрытия понижается стойкость против образования в металле шва пор (таблица 3-5).

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла, % [11]

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	0,06	1,02	0,51	0,006	0,011
OK 53.70	0,06	1,1	0,4	0,015	0,015

Таблица 4 – Механические свойства наплавленного металла [11]

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
УОНИ-13/55	350	500	25-28	70-75
LB-52U	446	540	34	71
ОК 53.70	440	530	30	70

Таблица 5 – Прокалка перед сваркой [11]

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

Из сравнительной характеристики электродов можно сделать вывод, что электроды LB 52U и ОК 53.70 обладают лучшими химическими и механическими свойствами, имеют меньшую температуру и время прокалки, по сравнению с электродами УОНИ-13/55. К тому же данные электроды можно использовать для сварки, как на переменном, так и на постоянном токе. Выбирается электрод марки LB 52U диаметром 3,2 мм для сварки корневого слоя шва, электрод ОК 53.70 диаметром 4 мм для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва.

2.2 Выбор основного сварочного оборудования для ручной дуговой сварки

Одним из основных видов оборудования для сварочных работ в АО «Транснефть–Западная Сибирь» является Агрегат сварочный Ranger 305D (Lincoln Electric, США) – это сварочный агрегат-электростанция постоянного тока (300 А), дизельный, универсальный. Аппарат гарантирует отличные производственные характеристики дуги при работе ручной дуговой сваркой плавящимися электродами. Снабжен хорошо изолированным корпусом, защищающим топливный бак на 45 литров, и дизельным двигателем

Kubota 18,8 HP D722 жидкостного охлаждения. Вспомогательная сеть (230В/1 фаза и 400 В/3 фазы) питания с мощностью в 8-10 кВт позволяет ежедневно пользоваться агрегатом при профессиональной сварке повышенного качества. Технические характеристики сварочного агрегата Ranger 305D указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристики Ranger 305D [9]

Наименование параметра	Значение
ПН, %	100
Регулировка сварочного тока, диапазон, А	40-300
Двигатель дизельный	Kubota D722 (18,8 л/с)
Количество цилиндров, шт	3
Максимальное количество оборотов за минуту	3600
Габаритные размеры ВШД	909x546x1327 мм
Вес, кг	341

Преимущества Ranger 305D:

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

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

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

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

- стартовый ток регулируется (Hot start);

- повышена скорость сварки заполняющих швов;

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

2.3 Выбор вспомогательного сварочного оборудования

Для размагничивания трубопровода в АО «Транснефть–Западная Сибирь» используется, аппарат универсальный размагничивающий автоматизированный АУРА-7001 предназначенный для автоматического размагничивания ремонтируемых участков трубопровода (таблица 7). Размагничивание осуществляется на открытых торцах трубопровода до монтажа ремонтной катушки и производства сварочных работ.

Таблица 7 – Технические характеристики АУРА-7001 [8]

Характеристика	Показатель
Диаметр размагничиваемых труб, мм	до 1400 включительно
Диапазон размагничиваемых полей, мТл	2...250
Поля после размагничивания, мТл менее	0,5...2
Длительность процесса размагничивания, мин	менее 1,5 на один цикл
Напряжение сети, В	380 ± 10%
Потребляемая мощность, кВт:	
- в импульсном режиме (длительность импульса 2 с)	до 10
- в номинальном режиме	до 1,5
Величина индицируемого магнитного поля, мТ	± 0.250

Сборка свариваемых труб производится на наружные центраторы типа ЦЗН предназначенные для центровки торцов труб при монтаже перед сваркой.

Центратор представляет собой шарнирный многогранник из пластинчатых звеньев с нажимными роликами в узлах. Механизм стяжки центратора винтовой. Для трубы диаметром 630 мм используется центратор ЦНЗ 630.

2.4 Эффект магнитного дутья и меры борьбы с ним

Известный факт, что намагниченность трубопроводов и труб создает большие трудности при их строительстве и ремонте. Сейчас практически

повсеместно с проблемой магнетизма пытаются бороться «дедовскими методами», уровень намагниченности проверяют «канцелярской скрепкой», а компенсировать намагниченность пытаются переменным током от сварочного аппарата.

По приблизительным оценкам [12], сварка обычно происходит нормально в магнитных полях с индукцией до 2 мТл, за исключением электронного пучка, когда более низкие поля значительно отклоняют пучок. В диапазоне 2-4 мТл ожидается нестабильность дуги. В полях с индукцией свыше 4 мТл может произойти дутье дуги.

На участках подготовки под сварку магнитная индукция всегда выше, чем на открытом конце стального образца. Например, на конце трубы индукция равна 1 мТл, когда же две секции труб приведены в контакт друг с другом для сварки, индукция возрастает до 10 мТл.

Магнитные поля, вызывающие неуправляемое отклонение сварочной дуги, обычно классифицируются по направлению воздействия на сварочную дугу.

Продольное поле считается параллельным оси дуги, поперечное - перпендикулярно к направлению сварки, а параллельное - расположено в направлении сварки. Остаточный магнетизм, может проявляться в ферромагнитных материалах в результате плавки стали, в магнитном поле на металлургическом заводе, погрузочно-разгрузочных работ на заводах с помощью электромагнитных кранов; магнитно-порошковой дефектоскопии; хранения изделий в сильных магнитных полях, например, вблизи электрических кабелей, подключенных к источнику постоянного тока; воздействие в течение длительного времени магнитного поля Земли на свариваемую деталь (примером может служить ремонт сварного соединения в трубопроводной сети, которая находилась в магнитном поле Земли в течение многих лет); расположения свариваемой конструкции по длине с севера на юг (в этом случае с каждой новой привариваемой секцией дутье сварочной дуги увеличивается).

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

Магнитное дутье дуги при сварке на переменном токе значительно меньше, чем при сварке на постоянном токе. Переменный ток дуги индуцирует переменные вихревые токи в свариваемом изделии, которые, в свою очередь, создают магнитное поле, противоположное полю дуги, что значительно ослабляет магнитное дутье [12].

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

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

дуги; изменение магнитного поля, индуцируемого током в свариваемой детали.

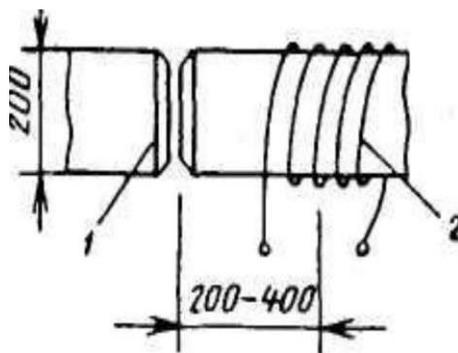
Для определения уровня остаточного магнетизма используют поисковые катушки и зонды Холла. Точность измерения напряженности магнитного поля поисковой катушки диаметром 12,5 мм составляет примерно 80 А/м. Зонды Холла имеют жесткие и гибкие стержни, что делает их более универсальными. Однако они хрупкие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

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

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

50-60 Гц снятие остаточного магнетизма имело только поверхностный эффект. В некоторых случаях снять его невозможно. В таких случаях, в частности, может быть рекомендован вариант размагничивания, когда свариваемое изделие наполняют металлическими частицами размером 0,2-0,5 мм. При этом магнитное поле с индукцией 10 мТл значительно уменьшается, что позволяет выполнить прихватку свариваемого изделия, а затем и сварку. Одним из широко применяемых способов размагничивания трубопроводов является создание локальных магнитных полей противоположного направления. Обычно катушки из трех-шести витков и постоянного тока 50-200 А достаточно для создания такого поля.

Схема катушки из пяти витков на трубы диаметром равным 200 мм с толщиной стенки 10 мм приведена на рисунке 2.



1 - стыковые соединения труб диаметром 200 мм;

2 - размагничивающая катушка) [12]

Рисунок 2 – Схема намотки катушки (а) из пяти витков

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

Основная сложность, связанная с током в заготовке, заключается в асимметричности потока в точке действия дуги. На больших заготовках какой-либо эффект заметить трудно. Эту проблему можно решить, подсоединив более одного провода заземления для обеспечения достаточной симметричности.

Для устранения эффекта намагничивания предлагается использовать инвертор сварочного тока ИСТ-201. Инвертор представляет собой электронное устройство, которое подключают к выходным клеммам однопостового сварочного выпрямителя (или агрегата) с падающей внешней вольтамперной характеристикой. Которое обеспечивает формирование в сварочной цепи симметричного переменного прямоугольного тока повышенной частоты. При этом регулировку величины тока осуществляют сварочным выпрямителем (агрегатом) (таблица 8).

Таблица 8 – Технические характеристики ИСТ-201 [8]

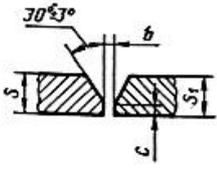
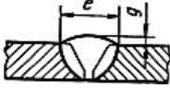
Характеристика	Показатель
Напряженность магнитного поля в зоне сварки, Гс (не более)	1000
Номинальный сварочный ток, А	200
Продолжительность нагрузки, ПН%	60
Напряжение холостого хода сварочного выпрямителя, В (не более)	110
Напряжение питания, В	220 ± 40
Частота питающей сети, Гц	50 ± 5
Длина сварочных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

2.5 Расчёт параметров режима ручной дуговой сварки

При вставке «катушки» трубы свариваются два кольцевых шва, форма разделки принимается согласно ГОСТ 16037-80 [13], для толщины 8 мм выбирается тип С17.

Расчет режимов сварки следует начать с определения геометрического строения шва (таблица 9).

Таблица 9 – Конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 16037-80 [13]

Условное обозначение сварного	Конструктивные элементы		b		c		e		g	
	Подготовка кромок сварных деталей	Шва сварного соединения	Номин мм.	Номин мм.	Предел откл. мм.	Предел откл. мм.	Номин мм.	Предел откл. мм.	Номин мм.	Предел откл. мм.
C17			2	+1	1	±0,5	13	+3	1,5	+1,5 -1,0

Расчет режимов сварки производится согласно методике, изложенной в [14]. Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла.

Площадь наплавленного металла рассчитывается следующим образом [14]:

$$F_H = h^2 \times \operatorname{tg} 30 + b \times S + 0,73 \times g \times e, \quad (5)$$

где h , b , S , g , e – геометрические параметры разделки, определяемые в соответствии с ГОСТ 16037-80 [13], тогда подставим значения в формулу (5), получим:

$$F_H = 7^2 \times \operatorname{tg} 30 + 2 \times 8 + 0,73 \times 1,5 \times 13 = 49 \text{ мм}^2.$$

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов найдем по формуле [14]:

$$F = 0,73 \times e \times (S + g) = 0,73 \times 13 \times (8 + 1,5) = 90 \text{ мм}^2. \quad (6)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{ПП}} = F - F_H = 90 - 49 = 41 \text{ мм}^2 \quad (7)$$

Первый проход выполняем электродом диаметром LB 52U Ø3,2 мм; все последующие проходы выполняем электродами ОК 53.70 диаметром 4 мм.

При сварке швов стыковых соединений площадь поперечного сечения металла, наплаваемого за один проход, при которой обеспечиваются

оптимальные условия формирования, должна составлять не более 30 мм² для первого прохода (при сварке корня шва) и не более 40 мм² для последующих проходов.

Воспользуемся формулой, описанной в [14], для определения первого прохода:

$$F_1 = (6...8) \times d_s = 6 \times 3,2 = 19 \text{ мм}^2, \quad (8)$$

принимаем $F_1 = 19 \text{ мм}^2$.

Для определения последующих проходов [14]:

$$F_n = (8...12) \times d_s = 8 \times 4 = 32 \text{ мм}^2. \quad (9)$$

принимаем $F_n = 30 \text{ мм}^2$.

Число проходов рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{F_H - F_1}{F_n} + 1 = \frac{49 - 19}{30} + 1 = 2, \quad (10)$$

назначаем два прохода.

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока [14]:

$$I_{св} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times j, \quad (11)$$

где d_s - диаметр электродного стержня, мм;

j - допускаемая плотность тока, А/мм².

Для корневого слоя электроды диаметра 3,2 мм силу сварочного тока по формуле (20) [14]:

$$I_{св} = \frac{3,14 \times 3,2^2}{4} \times (13...18,5) = 104...149 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 90 \text{ А}$, так как сварка корня самое ответственное место, то не рекомендуется использовать большие значение силы сварочного тока.

Для заполняющего и облицовочного слоев электроды диаметра 4 мм силу сварочного тока по формуле [9]:

$$I_{св} = \frac{3,14 \times 4^2}{4} \times (10...14,5) = 126...182 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 160 \text{ A}$.

Для приближённого расчёта напряжения на дуге воспользуемся выражением [14]:

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \times I_{св}. \quad (12)$$

Для сварки корневого слоя шва согласно формуле (12):

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \times 90 = 23,6 \text{ В},$$

принимаем $U_{\delta} = 24 \text{ В}$.

Для сварки заполняющего и облицовочного слоев шва согласно формуле (12):

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \times 160 = 26,4 \text{ В},$$

принимаем $U_{\delta} = 27 \text{ В}$.

Скорость дуговой сварки покрытыми электродами обычно задается и контролируется косвенно по необходимым размерам получаемого шва и может быть определена по формуле [14]:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_n}, \quad (13)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см²;

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³ (для стали $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$).

Подставляем значения в формулу (22) и получаем:

для сварки корневого слоя шва:

$$V_{св} = \frac{9,5 \times 90}{3600 \times 7,8 \times 19 \times 10^{-2}} = 0,16 \text{ см/с} = 5,8 \text{ м/ч};$$

для сварки облицовочного слоя шва:

$$V_{св} = \frac{9,5 \times 160}{3600 \times 7,8 \times 30 \times 10^{-2}} = 0,2 \text{ см/с} = 7,2 \text{ м/ч}.$$

Сварку осуществляем, как показывает расчет, с одинаковой скоростью на всех слоях шва.

Значение погонной энергии определяет количество энергии, вводимое в единицу длины шва (Дж·с/см) [14].

$$q_n = \frac{q_{эф}}{V_{св}} = \frac{I_{св} \times U_{д} \times \eta_u}{V_{св}}, \quad (14)$$

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

$I_{св}$ – ток сварочной дуги, А;

$U_{д}$ – напряжений на дуге, В;

η_u – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для дуговых методов сварки находится в пределах 0,6...0,9: покрытыми электродами на постоянном токе 0,75...0,85;

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

Подставляем значения в формулу (23) и получаем:

для сварки корневого слоя шва:

$$q_n = \frac{90 \times 24 \times 0,8}{0,16} = 10800 \text{ Дж / см} ;$$

для сварки облицовочного слоя шва:

$$q_n = \frac{160 \times 27 \times 0,8}{0,2} = 17280 \text{ Дж / см} .$$

2.6 Технология ремонта дефектного участка нефтепровода

2.6.1 Обнаружение дефектов в стенке трубопровода

Обнаружение дефектов в стенке трубопровода реализуется следующими "интеллектуальными" снарядами-дефектоскопами.

Дефектоскоп магнитный трубный ДМТ – для определения дефектов потери металла, дефектов геометрии трубы, продольных трещин и других.

Дефектоскоп магнитный трубный поперечного намагничивания ДМТП – для определения дефектов потери металла, дефектов геометрии трубы, поперечных трещин и других.

Запуски внутритрубных инспекционных снарядов выявили следующие дефекты:

- дефекты геометрии;
- дефекты стенки трубы;
- дефекты сварного шва;
- комбинированные дефекты;
- недопустимые конструктивные элементы [15].

Методика ремонта дефектного участка нефтепровода изложена в [16, 17].

После обнаружение дефектов производится перекрытие участка трубопровода. Длина участка составляет 30 км (рисунок 3).

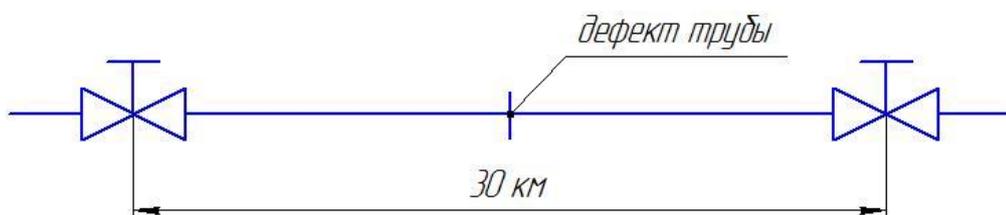


Рисунок 3 – Участок нефтепровода

На место обнаружения дефекта выезжает бригада УАВР.

2.6.2 Последовательность сварочно-ремонтных работ

Объемы ремонтных работ на нефтепроводе и сроки их выполнения определяет НГДУ по результатам осмотров, диагностических обследований, ревизий, по прогнозируемым режимам транспортировки нефти и газа, установленным предельным рабочим давлениям, анализу эксплуатационной надежности, в соответствии с местными условиями и требованиями безопасности. Ремонт промышленных трубопроводов осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами [18].

Один из видов ремонта трубопровода является метод «Вырезка дефекта» (замена катушки). При этом способе ремонта участок трубы с дефектом («катушка») должен быть вырезан из нефтепровода и заменен бездефектной «катушкой». Вырезка дефекта должна применяться в случае

обнаружения недопустимого сужения проходного диаметра нефтепровода, невозможности обеспечения требуемой степени восстановления нефтепровода при установке муфт (протяженная трещина, глубокая вмятина с трещиной или коррозией), экономической нецелесообразности установки муфт из-за чрезмерной длины дефектного участка.

Порядок организации и выполнения работ по вырезке и врезке «катушек», требования к врезаемым «катушкам» определяются РД 153-39 4Р- 130-2002 [19].

Подготовка нефтепровода к ремонту с предварительным размагничиванием

Перед проведением ремонтных работ труба обязательно промывается водой под давлением выводя из ремонтируемого участка остатков нефтепродуктов и попутного газа. Для обеспечения безопасности проводимых работ. Производится перекрытие участка производства работ линейными или технологическими задвижками. Сброс остаточного давления в отрезке трубопровода. Установка сертифицированных глухарей на задвижки со стороны проведения работ.

Вырезка дефектного участка

Вырезка дефектного участка должна осуществляться: безогневым методом с применением труборезных машин (труборезов). Длина вырезаемого участка трубопровода (детали) должна быть больше дефектного участка не менее чем на 100 мм с каждой стороны, но не меньше диаметра трубопровода. После окончания работ по вырезке дефектного участка трубы, труборезы демонтируются, ремонтный котлован освобождается от вырезанных «катушек», деталей и зачищается от замазученности. Внутренняя полость нефтепроводов должна перекрываться тампонами-герметизаторами:

- пневматическими тампонами-герметизаторами из резинокордной оболочки;
- тампонами из глины, необожженного кирпича.

Подготовка трубопровода и «катушки» к сварке с предварительным размагничиванием

Перед сваркой кромки и концы соединительных деталей и ремонтируемого трубопровода зачищаются до металлического блеска, на ширину не менее 10 мм, с внутренней и наружной стороны, Обработку концов труб для сварки (отрезку труб и снятие фасок) необходимо производить механическим способом (абразивным кругом) с помощью УШМЗ, выдержав геометрические размеры формы кромок под сварку согласно таблице 9.

Размагничивание трубопровода

В первую очередь производится измерение остаточной намагниченности на торцах трубы, с помощью индикатора магнитного поля ИМП-97Х либо МИ-10Х. Если показание прибора выше (2 мТл) требуется размагничивание.

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

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

- Устанавливается съёмный датчик.

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

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

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

- Процесс размагничивания обоих торцов трубопровода завершен.

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

Установка нового отрезка трубы

Монтаж ввариваемой катушки производится в наружные центраторы и контролируется непосредственно сварщиками которые будут производить сварку данных стыков. С помощью универсального шаблона сварщика (УШС-3) после закрепления в центраторах устанавливается зазор между свариваемыми торцами труб, проверяется допуск на смещение кромок и перелом осей труб. Обязательно производится просушка торцов труб путем их подогрева до 20-50° С:

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

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

Сварка стыков трубопровода

После проведения всех замеров производится прихватка труб в соответствии с [3] при сварке трубы диаметром 630x8 мм требуется не менее четырех прихваток длиной не менее (100-150 мм) и высотой не менее 3 мм. После сварки прихватки обрабатываются механическим путем от шлака брызг и окалин.

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

Далее производится заполняющий слой шва с последующей механической обработкой.

Завершающим этапом является сварка облицовочного слоя шва в соответствии с [13] выдерживая размеры усиления и чешуйчатость шва. Для гарантированного прохождения визуального и измерительного контроля (ВИК) шва.

Ремонт дефектного участка без предварительного размагничивания

Подготовка нефтепровода, вырезка дефектного участка, обработка торцов свариваемых деталей под сварку, а также установка нового отрезка трубы, производится по такой же технологии как указано выше.

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

Сварка производится электродами с основным типом покрытия для корневого слоя шва - LB 52U диаметром 3,2 мм, для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва - ОК 53.70 диаметром 4 мм.

Сварка стыков ремонтируемого участка производится с аналогичными параметрами сварки, как в пункте 4, с единственным изменением в режиме сварки, для лучшего протекания процесса сварки рекомендуется увеличение силы тока на 10-15 %.

2.7 Контроль качества сварных швов

Дефекты бывают нескольких видов: наружные и внутренние.

Наружными являются дефекты, которые можно обнаружить визуально при осмотре шва.

Внутренние дефекты, наоборот, находятся внутри сварочных соединений и их можно увидеть лишь после дефектоскопии.

Дефекты бывают допустимыми и не допустимыми, в зависимости от требований, предъявляемых к сварочным соединениям и конструкции в целом.

Все кольцевые сварные соединения системы нефтепроводов, выполненные дуговыми методами сварки, подлежат 100 % визуально-измерительному, ультразвуковому и радиографическому контролю.

Визуально – измерительный контроль (ВИК) сварных швов – это внешний осмотр сварных конструкций, как невооруженным глазом, так и при помощи различных технических приспособлений для выявления более мелких дефектов, не поддающихся первоначальной визуализации, а также с использованием преобразователей визуальной информации в телеметрическую. ВИК относится к органолептическим (проводится органами чувств) методам контроля и осуществляется в видимом спектре излучений. Визуальное обследование в поисках теоретических дефектов производят с внешней стороны сварного шва, где при их обнаружении можно выполнить минимальные измерения с помощью инструментов, заключить акт визуального осмотра.

Для визуального контроля качества сварных швов, используется универсальный шаблон сварщика (УШС-3). Он позволяет определять параметры дефектов, таких как забоины, зазоры, притупления, углы скоса и превышения кромок.

По результатам обмера сварные соединения, выполненные механизированными методами, должны удовлетворять следующим требованиям:

- величина внутреннего смещения кромок не должна превышать 20 % толщины стенки трубы, но не более 3 мм. 25 % толщины трубы, но не более 4 мм длиной 300 мм, но не более одного на стык;

- облицовочный слой шва должен перекрывать основной металл на 1,5-2,5 мм с каждой стороны разделки и иметь усиление 1-3 мм.

- участки поверхности облицовочного слоя с грубой чешуйчатостью (превышение гребня над впадиной составляет 1 мм и более), а также участки с превышением усиления следует обработать шлифовальным крутом или напильником.

- глубина подрезов не должна превышать 1 % толщины стенки, но не более 3 мм длиной 150 мм;

Контроль качества сварного шва – необходимая процедура для определения качества нефтепровода. Если шов недостаточно плотный, с нарушенной герметичностью и другими деформациями – все это неминуемо скажется на сроке эксплуатации металлической конструкции. Особенно быстро это произойдет в случае, если конструкция будет находиться под постоянным давлением.

Ультразвуковой метод неразрушающего контроля. Идея состоит в том, чтобы регистрировать параметры упругих колебаний, создаваемых в исследуемом объекте. Технология хороша для выявления внутренних и поверхностных дефектов. Ультразвуковой метод неразрушающего контроля оптимально подходит для обнаружения:

- неоднородностей структуры;
- поры;
- непровары шва;
- несплошности и несплавления шва;
- расслоения наплавленного металла;
- трещины в околошовной зоне;

На основании результатов такой диагностики можно судить о физико-механических свойствах металлов, не разрушая их.

Для неразрушающего контроля качества и проверки соответствия швов нефтепровода выбран современный ультразвуковой метод, ГОСТ 14782-86 [20]. Для этого процесса, подходит ультразвуковой дефектоскоп УИУ «СКАНЕР+» модель «СКАРУЧ».

Дефектоскоп УИУ «СКАНЕР+» модель «СКАРУЧ» - Это малогабаритная установка измерительная ультразвуковая серии «Сканер» – модель «СКАРУЧ» (УИУ «СКАРУЧ») предназначена для оперативного обнаружения и определения характеристик дефектов в сварных соединениях и основном металле трубопроводов, сосудов и металлоконструкций с

толщиной стенки 4...60 мм и проведения толщинометрии изделий толщиной до 100 мм. Установка используется для ручного и механизированного ультразвукового контроля качества сварных соединений и основного металла со скоростью продольного сканирования 0,5...1,0 м/мин вдоль сварного шва или участка основного металла. УИУ «СКАРУЧ» работает в режиме автоматической фиксации и расшифровки результатов контроля (АФ и РРК) при ручном сканировании системой преобразователей, а также в режиме ручного дефектоскопа (толщиномера) общего назначения. Контроль может производиться как в цеховых, так и в монтажных условиях [21].

Основные технические характеристики дефектоскопа УИУ «СКАНЕР+» модель «СКАРУЧ» представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики дефектоскопа «СКАРУЧ» [21]

Дискретность регистрации:	- датчика пути — 1 мм; - параметров дефекта — 1 мм; - толщины — 0,1 мм;
Измерение параметров дефекта сварного шва с погрешностью:	- по длине ± 1 мм; - по глубине развития ± 0,5 мм;
Определение координат дефекта вдоль шва с погрешностью от пройденного пути:	не более 1 %
Минимально выявляемый дефект:	0,8 ... 1,0 мм
Скорость УЗК:	до 1 м/мин
Регулировка усиления:	85 дБ с дискретностью 1 дБ
Частотный диапазон:	1,0 ... 10,0 МГц
Диапазон прозвучивания:	0 ... 10000 мм (продольные волны)
Перемещение строба:	горизонтальное и вертикальное
Экран :	электролюминесцентный с регулируемой яркостью или цветной жидкокристаллический
Количество запоминаемых настроек:	256
Количество запоминаемых изображений экрана:	1000
Количество точек регулировки ВРЧ:	8
Количество каналов:	8
Количество схем прозвучивания:	16
Диапазон рабочих температур:	-20 ... +45 °С
Питание:	от аккумуляторов или от сети 220 В
Время непрерывной работы от аккумуляторов:	8 часов
Габариты:	200 x 225 x 90 мм.
Вес:	3,5 кг (с аккумуляторами)

Радиографический контроль можно выполнять при использовании рентгеновских аппаратов или источников радиоактивного излучения, обеспечивающих требования ГОСТ 7512-82 [22].

Чувствительность радиографического контроля должна быть не ниже класса II по ГОСТ 7512-82 [22].

Зафиксированные на радиографических снимках включения и скопления с максимальным размером менее значений минимально фиксируемого размера включения допускается не учитывать как при подсчете числа одиночных включений и одиночных скоплений и их суммарной приведенной площади или суммарной длины, так и при рассмотрении расстояний между включениями (скоплениями).

Любую совокупность включений, которая может быть вписана в квадрат с размером стороны, не превышающим значения допустимого максимального размера одного включения, можно рассматривать как одно сплошное одиночное включение. Любую совокупность включений, которая вписывается в прямоугольник с размерами сторон, не превышающими значений допустимого максимального размера и допустимой максимальной ширины одиночного протяженного включения, можно рассматривать как одно сплошное одиночное протяженное включение.

Для радиографического контроля подходит портативный импульсный рентгеновский аппарат АРИНА-7. Он предназначен для дефектоскопии промышленных изделий, методом радиографического неразрушающего контроля (методом рентгенографии). Рентгеновский аппарат АРИНА-7 применяют в промышленности для контроля качества сварных швов трубопроводов, металлических сварных конструкций, листовых и профильных изделий, а также отливок и паковок из цветных и черных металлов. Импульсный рентгеновский аппарат Арина-7 является одним из самых мощных приборов в этой серии с рабочим напряжением анода на рентгеновской трубке не менее 250 кВ. Рентгеновский аппарат этой серии

представляет собой компактную переносную модель, в которой учтены последние достижения и разработки в области радиографии.

Импульсный аппарат АРИНА-7 состоит из рентгеновского моноблока и ручного пульта управления, которые соединены между собой кабелем длиной 20 метров, что обеспечивает полную безопасность оператора. Рентгеновский аппарат АРИНА-7 является самым мощным диагностическим комплексом в линейке рентгеновских аппаратов серии АРИНА. Благодаря высокой мощности рентгенаппарат АРИНА-7 позволяет контролировать объекты толщиной стали до 80 мм, что дает этому аппарату широкий спектр применения в области радиографии. Кроме этого, рентгеновский аппарат имеет существенно больший ресурс работы по сравнению с аппаратами предыдущей серии. Рентгеновский аппарат Арина-7 работает на принципе взрывной электронной эмиссии в рентгеновской трубке с холодным катодом [23].

Основные технические характеристики рентгеновского аппарата Арина-7 приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики рентгеновского аппарата Арина – 7 [23]

Технические характеристики	Значение
Рабочее напряжение на рентгеновской трубке, кВ	200
Экспозиционная доза рентгеновского излучения на расстоянии (500±20) мм от торца рентгеновского блока в прямом пучке за 1,5 мин. (не менее), мкКл/кг (мР)	258,7 (1000)
Толщина стали, доступная для рентгенографирования с помощью рентгеновских пленок с флуоресцентными усиливающими экранами, мм	80
Толщина стали, доступная для рентгенографирования с помощью высококонтрастных рентгеновских пленок, мм	40
Частота следования импульсов, Гц	10
Напряжение питания	однофазная сеть переменного тока (220±22)В (50±1) Гц, батарея аккумуляторов 24В
Масса и габаритные размеры составных частей, не более	
Рентгеновский блок	
масса, кг	8
длина, мм	520

ширина, мм	140
высота, мм	220
Пульт управления	
масса, кг	6,5
длина, мм	380
ширина, мм	300
высота, мм	90

Фокусное расстояние, тип рентгеновской пленки и усиливающих экранов должны выбираться потребителем, исходя из конкретных требований, предъявляемых к качеству рентгенографического контроля, в соответствии с существующими нормативно-техническими документами.

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сварки трубы диаметром 630 x 8 мм ручной дуговой сваркой.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

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

3.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии и ремонта нефтепровода диаметром 630x8 мм» выполняется для организации АО «Транснефть-Западная Сибирь». Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Суть работы заключается в разработке процесса сварки труб ручной дуговой сваркой. Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

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

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

3.2 Планирование технического проектирования работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

3.2.1 Структура работ в рамках проектирования

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

Таблица 13 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

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

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

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{\text{ож}i}$ используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (15)$$

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

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

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

3.2.3 Разработка проведения может технического проектирования

В рамках планирования технического проекта необходимо построить ленточный график проекта.

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

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

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

100 дней – продолжительность выполнения работ студента;

10 дней – продолжительность выполнения работ научный
руководителя.

Таблица 14 – Расчёт продолжительность работ чел.-дн.

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

Таблица 15 – Диаграмма Ганта

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

3.3 Определение норм времени на сварку

В данном разделе производится экономическая оценка двух сравниваемых способов сварки (ручной дуговой сварки с предварительным размагничиванием катушки (РДС с Р) и ручной дуговой сварки без размагничивания (РДС без Р)) при сборке и сварки участка трубопровода.

Определение норм времени для ручной дуговой сварки производится по методике описанной в [1, 2] (таблица 16).

Таблица 16 – Основное время для ручной дуговой сварки

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РДС с Р	РДС без Р
F_n – площадь наплавленного металла, мм ²	49	49
γ – плотность наплавляемого металла, г/см ³	7,8	7,8
$I_{св}$ – сварочный ток, А		
1 проход	90	90
2 проход	160	160
α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч	9,5	9,5

Определение основного времени на сварку производится по формуле:

$$t_0 = \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_{св} \times \alpha_n} \quad (16)$$

где F_n – площадь наплавленного металла, мм²;

γ – плотность наплавляемого металла, г/см³;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Подставляем значения в формулу (16) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (16) и получаем для РДС без Р:

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

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

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш}$, $t_{в.из}$ а также коэффициента $k_{об}$ для ручной дуговой получены из [19] (таблица 17).

Таблица 17 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

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

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

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

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

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

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

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

Разница в подготовительно-заключительном времени между РДС с Р и РДС без Р отсутствует.

Таблица 20 – Штучное время

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

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{ви}) \times l + t_{виз}] \times K_{об} \quad (17)$$

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

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

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

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

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

Подставляем значения в формулу (17) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (17) и получаем для РДС без Р:

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

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

Таблица 21 – Количество сваренных труб в рабочую смену

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

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \times 60}{T_{шт}} \quad (18)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (18) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (18) и получаем для РДС без Р:

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

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

Таблица 22 – Штучно-калькуляционное время

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

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

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{н.з.}}{n} \quad (19)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

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

n – размер партии

Подставляем значения в формулу (19) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (19) и получаем для РДС без Р:

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

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

Таблица 23 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
F_n – площадь наплавленного металла, мм ²	49	49
L – длина шва, м	2	2
γ – плотность наплавленного металла, г/см ³	7,8	7,8

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \times l \times \gamma \quad (20)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ – плотность наплавляемого металла.

Подставляем значения в формулу (20) и получаем для РДС с Р:

$$G=49 \times 2 \times 7,8=0,7 \text{ кг.}$$

Подставляем значения в формулу (20) и получаем для РДС без Р:

$$G=49 \times 2 \times 7,8=0,7 \text{ кг.}$$

Разница массе наплавленного металла между РДС с Р и РДС без Р отсутствует.

3.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

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

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

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

3.4.1 Затраты на сварочные материалы

Таблица 24 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд	0,7	0,7
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,6
Π_{cm} – цена электродов, руб	150	150

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{cm} = g_{nm} \times k_n \times \Pi_{cm} \quad (21)$$

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

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

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

Подставляем значения в формулу (21) и получаем для РДС с Р:

$$C_{cm} = 0,7 \times 1,6 \times 150 = 168 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (21) и получаем для РДС без Р:

$$C_{cm} = 0,7 \times 1,6 \times 150 = 168 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РДС с Р и РДС без Р отсутствует.

3.4.2 Затраты на заработанную плату рабочих

Таблица 25 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий, руб	60000	60000
F_{mp} – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц	172	172

$F_{\text{мр}} \approx 172$ часов/месяц		
$t_{\text{шк}}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	195	170

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{\text{мз}} \times t_{\text{шк}}}{F_{\text{мр}} \times 60} \quad (22)$$

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

$F_{\text{мр}}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

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

Подставляем значения в формулу (22) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (22) и получаем для РДС без Р:

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

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

8.4.3 Затраты на отчисления на социальные цели

Таблица 26 – Отчисления на социальные цели

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

Определение затрат на отчисления на социальные цели производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \times C_3}{100} \quad (23)$$

где $k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы;

C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (23) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (23) и получаем для РДС без Р:

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

Разница в затратах на отчисления на социальные цели между РДС с Р и РДС без Р, составляет 44 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 13 %.

3.4.4 Затраты на электроэнергию

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию

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

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \times I \times t_o \times l}{60 \times \eta \times 1000} \times \Pi_{эл} \quad (24)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t_o - основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

$\text{Ц}_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (24) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (24) и получаем для РДС без Р:

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

Разница в затратах на электроэнергию между РДС с Р и РДС без Р отсутствует.

3.4.5 Затраты на ремонт оборудования

Таблица 28 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	РДС с Р	РДС без Р
Ц_j – цена оборудования соответствующего вида: - агрегат сварочный Ranger 305D - аппарат универсальный размагничивающий автоматизированный АУРА-7001 - инвертор сварочного тока ИСТ-201	936736 659000	936736 100000
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	195	170
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \times k_{рем} \times t_{шк}}{F_{ГО} \times k_3 \times 60} \quad (25)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

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

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

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

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (25) и получаем для РДС с Р:

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

Подставляем значения в формулу (25) и получаем для РДС без Р:

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

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

3.4.6 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Таблица 29 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	РД с Р (1)	РД без Р (2)	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы	168	168	0
2. Основная зарплата	1134	988	146
3. Социальные цели	340	296	44
4. Электроэнергия	51	51	0
5. Ремонт	810	459	351
Итого	2503	1962	541

По результатам расчетов разница в общих затратах на сварку одного стыка нефтепровода диаметром 1020 мм между РДС с Р и РДС без Р,

составляет 541 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

Выводы по разделу 3

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки стыка нефтепровода диаметром 630 мм толщиной стенки 8 мм из стали 14ХГС ручной дуговой сваркой с размагничиванием и без него.

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

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

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

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования является процесс ремонта нефтепровода диаметром 630 мм толщиной стенки 8 мм ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Рабочее место сварщика расположено на открытом воздухе. Трасса нефтепровода проходит в Новосибирской области Новосибирское районное нефтепроводное управление, участок Омск-Иркутск 667,7-703,9 км и 703,9-840,1 км. Местность равнинная. Климат умеренный.

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Вредные факторы

4.1.1.1 Недостаточная освещенность

Для обеспечения требуемой освещенности необходимо использовать совмещенное освещение, создаваемое сочетанием естественного и искусственного освещения. При данном этапе развития осветительной техники целесообразно использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют большую светоотдачу на ватт потребляемой мощности и более естественный спектр.

Минимальный уровень средней освещенности на рабочих местах с постоянным пребыванием людей должен быть не менее 200 лк.

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;
- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом светового потока.

В данном расчётном задании для всех помещений рассчитывается общее равномерное освещение.

Таблица 30 – Габариты помещения

Параметр	Обозначение	Значение, м
Длина	A	12
Ширина	B	10
Высота помещения	H	3,5

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi_{рас} = E_H \times S \times K_3 \times Z/N \times \eta \quad (26)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05- 95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (табл. 4.9);

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср}/E_{min}$.

Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении; η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A + B) \quad (27)$$

Проведем расчет индекса помещения:

Площадь помещения:

$$S = A \times B = 12 \times 10 = 120 \text{ м}^2$$

Индекс:

$$i = \frac{S}{h \times (A + B)} = \frac{120}{2.35 \times (12 + 10)} = 2.32$$

Согласно этим данным коэффициент использования светового потока будет равен 56 % или в долях = 0,56.

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно [23].

Согласно указанной методике, выбираем тип источника света.

Наиболее подходящим вариантом является 40 ваттная лампа ЛБ, у которой $\Phi=2800$ лм. Для выбранного типа лампы подходит светильник ОД-2-40 с размерами: длина = 1230 мм, ширина = 266 мм.

Из уравнения 26 находим количество ламп для помещения

$$N = 200 \times 120 \times 1,3 \times 1,1 / 2800 \times 0,56 = 21,875;$$

принимаем $N=24$ лампы или 12 светильников.

Размещаем светильники в 3 ряда по 4 светильника в ряду с соблюдением условий: L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B),

L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B),

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Сначала определим световой поток расчетный.

$$\Phi = E_H \times S \times K_3 \times Z / \times \eta = 200 \times 120 \times 1,3 \times 1,1 / 24 \times 0,56 = 2554 \text{ лм.}$$

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$- 10\% \leq ((\Phi_{расч} - \Phi_{станд}) / \Phi_{расч}) \times 100\% \leq + 20\%.$$

Подставляя численные значения получаем:

$$- 10\% \leq (2800 - 2554)/2554 \times 100\% \leq + 20\%,$$
$$- 10\% \leq +9,6\% \leq + 20\%.$$

Результат расчета укладывается в допустимые пределы.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N \times P_i = 24 \times 40 \text{ Вт} = 960 \text{ Вт}.$$

Теперь определим расстояния между светильниками по длине и ширине помещения.

$$12000 = 3 \times L_A + 4 \times 1230 + 2/3 \times L_A; L_A = (12000 - 4920) \times 3/11 = 1930 \text{ мм};$$

$$L_A/3 = 644 \text{ мм};$$

$$10000 = 2 \times L_B + 3 \times 266 + 2/3 \times L_B; L_B = (10000 - 798) \times 3/8 = 3450 \text{ мм};$$

$$L_B/3 = 1150 \text{ мм}.$$

Схема размещения светильников на потолке для обеспечения общего равномерного освещения приведена на рисунке 4.

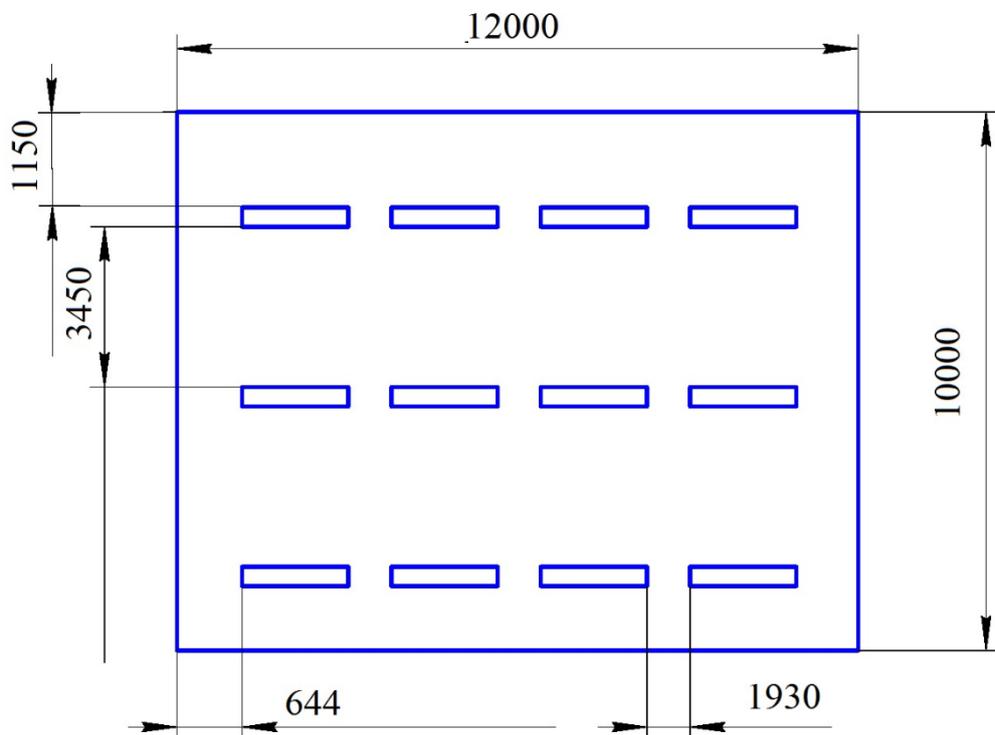


Рисунок 4 – План размещения светильников на потолке

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \times 100\% \leq +20\%$$

Подставляя численные значения получаем:

$$-10\% \leq (2800 - 2554)/2554 \times 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq 9,6\% \leq +20\%$$

Результат расчета укладывается в поле допуска.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N_l \times P_l = 40 \times 80 = 3200 \text{ Вт}$$

4.1.1.2 Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 31 и 32.

Таблица 31 – Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0.1
Теплый	23-25		0.2

Таблица 32 – Допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

Общая площадь рабочего помещения составляет 42 м², объем составляет 147 м³. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют 6,5 м² и 20 м³ объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостатком - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40 м³ [24]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м³, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100 °С, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно [25]. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [26].

4.1.1.3 Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается вентиляционным и рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль,

усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 80 дБА [27].

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов, например любой пористый материал – шамотный кирпич, микропористая резина, поролон и др.);

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты:

- применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.1.1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по

электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц, 2,5 В/м в диапазоне от 2 до 400 кГц [24]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл, и 25 нТл в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В [24]. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Acer VN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В по ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76 [28].

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по ОСТ 54 30013-83):

а) до 10 мкВт/см², время работы (8 часов);

б) от 10 до 100 мкВт/см², время работы не более 2 часов;

в) от 100 до 1000 мкВт/см², время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;

г) для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ:

- защита временем;

- защита расстоянием;

- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

- заземление экрана вокруг источника;

- защита рабочего места от излучения.

СИЗ:

- очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами;

- вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

4.1.1.5 Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ

Нормативы распространяются на рабочие места, независимо от их расположения (в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах и т.п.).

Нормативы используются при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, для обеспечения производственного контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих вредных химических веществ.

Нормативы установлены на основании комплексных токсиколого-гигиенических и эпидемиологических исследований с учетом международного опыта.

В данном проекте используют следующие токсиканты, представленные в табл. 1, их класс опасности, ПДК:

- аэрозоли (взвеси):

- химические реагенты:

В процессе проведения работ одним из основных вредных факторов является испарение летучих продуктов при выполнении монтажно – сборочных работ (пайка, наладка и т.д.). Испаренные летучие продукты

применяемых при пайке припоев и флюсов могут нанести вред здоровью человека. Согласно [29] по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й - вещества высокоопасные;
- 3-й - вещества умеренно опасные;
- 4-й - вещества малоопасные.

Свинцово – оловянные припои имеют максимальный первый класс опасности, и имеют ПДК (по свинцу) $0,05 \text{ мг/м}^3$, присутствуют в основном в виде аэрозолей.

Канифоль имеет 3 класс опасности и ПДК 4 мг/м , способна вызвать аллергические реакции и присутствует в виде аэрозоля. Спирт этиловый имеет 4 класс опасности, ПДК 100 мг/м^3 и присутствует в виде паров.

Воздействие свинца вызывает анемию, гипертензию, почечную недостаточность, иммунный токсикоз и токсичность для репродуктивных органов. Неврологические и поведенческие последствия воздействия свинца считаются необратимыми. Спирт и канифоль способны вызвать аллергические реакции и обладают местно-раздражающим действием, однако менее вредны по сравнению с воздействием свинца.

СКЗ:

- в основном все мероприятия направлены на удаление паров свинца и прочих продуктов пайки путем применения местной и общей принудительной вентиляции с последующей фильтрацией, рециркуляция не допускается;

- применяется периодическая очистка поверхностей от осаждающихся на них продуктов пайки.

СИЗ:

- необходимо применять респираторы с абсорбционной приставкой.

4.1.2 Опасные факторы

4.1.2.1 Электроопасность

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного сприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [30].

Лаборатория относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются: $I < 0,1 \text{ А}$; $U < (2-36) \text{ В}$; $R_{\text{зазем}} < 4 \text{ Ом}$.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

- защитное заземление, зануление;
- малое напряжение;
- электрическое разделение сетей;
- защитное отключение;
- изоляция токоведущих частей;
- оградительные устройства.
- использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты:

- использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

4.1.2.2 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; схема эвакуации

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В– горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Для тушения токоведущих частей

и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 [31] и СНиП 2.04.05-86 [32];

2. специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;

3. первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);

4. автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений предвзрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 5, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

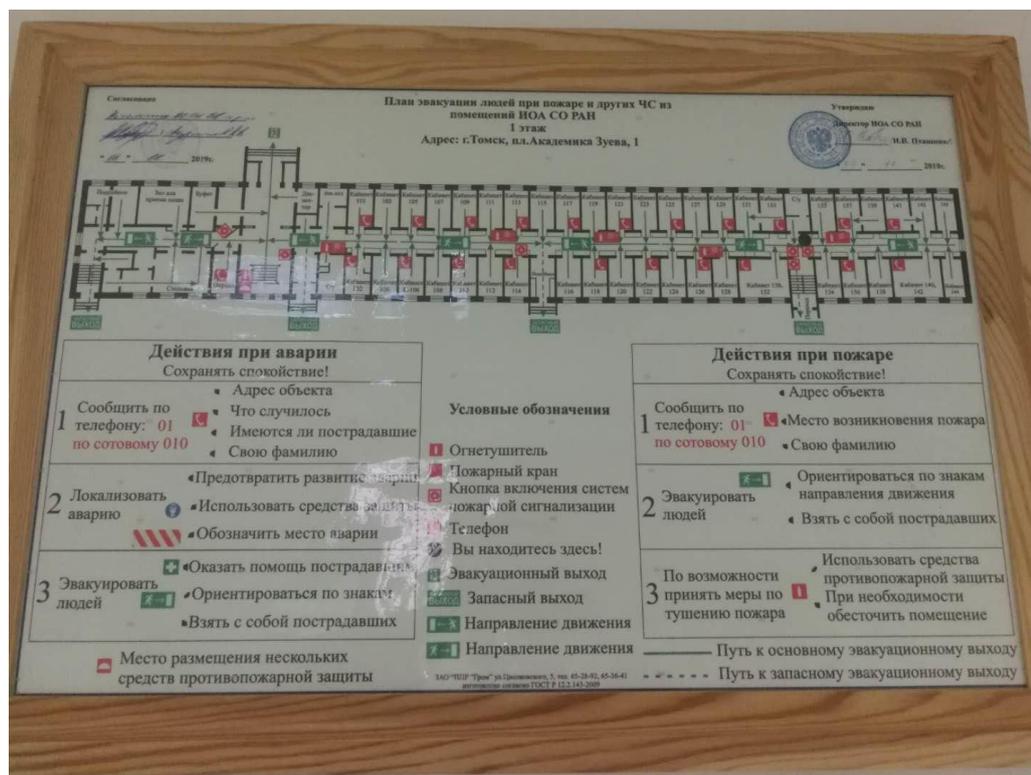


Рисунок 5 – План эвакуации

4.2 Экологическая безопасность

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

Отходами в сварочном производстве являются:

- металлолом черных и цветных металлов и сплавов;
- отработанные абразивные круги;
- мусор от уборки территории;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов.

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и

запрещается раздувание отходов.

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

Для подготовки деталей перед сваркой применяются обезжириватели поверхностей: ацетон, метиловый спирт.

Ветошь после использования должна быть утилизирована.

Для переработки ветоши после использования применяется термический способ утилизации – сжигание в специальных печах, предотвращающих выброс вредных веществ в окружающую среду.

Ответственность неправильную за утилизацию химических прекурсоров предусмотрена статьями 6.3. и 8.2. Кодекса РФ об административных правонарушениях [33].

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Работа по сварке нефтепровода проводится в Новосибирской области с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном районе отсутствуют.

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

Масляные обогреватели нагреваются до температуры 110-150 градусов, поэтому довольно быстро способны отопить помещение. На время отсутствия сотрудников можно выставить на термостате температуру

10-15 градусов, и не бояться, что они замерзнут, придя на работу. Главное, учитывать, что суммарная мощность обогревателей была меньше электрической мощности источника их питания. А также желательно наличие дополнительного автоматического выключателя в распределительном щите для защиты от перегрузок.

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

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии участок для проведения работ необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной выпускной квалификационной работы был разработан процесс ремонта участка нефтепровода диаметром 630 x 8 мм ручной дуговой сваркой.

Повышение производительности ремонта достигается применением сварочного инвертора ИСТ-201, который позволяет производить сварку без предварительного размагничивания стыков.

Произведено нормирование процесса сварки показатель штучно-калькуляционном времени сварки между РДС с размагничиванием (195 мин) и РДС без размагничивания (170 мин), составляет 25 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 13 %.

Составлена операционная технологическая карта сборки и ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

Были подобраны сварочные материалы, рассчитаны режимы сварки и произведен выбор сварочного оборудования.

Проведен технико-экономический анализ процесса сварки стыка нефтепровода диаметром 630 x 8 мм из стали 14ХГС ручной дуговой сваркой с размагничиванием и без него.

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

В работе рассмотрены вредные и опасные факторы, которые могут возникать при ремонте линейной части магистрального нефтепровода.

Для защиты персонала от поражения электрическим током, воздействия шума, вредных выбросов и недостаточной освещенности предложены средства коллективной и индивидуальной защиты.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами организуются специальные места хранения исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

В перечень рекомендуемых средств пожаротушения входят: пожарная цистерна с водой, огнетушитель ОП-5, огнетушитель углекислотный ОУ-5, ящик с сухим и чистым песком.

Данные мероприятия позволят повысить уровень безопасности на сварочных участках по ремонту нефтепровода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лисин Ю. В. Совершенствование методов подготовки и проведения капитального ремонта магистральных нефтепроводов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. Техн. наук (05.15.13) / Лисин Юрий Викторович. – Москва, 1999. – 168 с.
2. ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных нефтепроводов. Технические условия.
3. РД-08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 – Руководящий документ. Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.
4. ТУ 1381-007-05757848-2005 Трубы стальные электросварные прямошовные наружным диаметром 530-1220 мм.
5. ОТТ-08.00-60.30.00-КТН-013-1-04 Общими техническими требованиями на нефтепроводные трубы большого диаметра.
6. ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия (с Изменением N 1).
7. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А. Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А. Ольшанского. 1978. 504с., ил.
8. РД 23.040.00-КТН-386-09 Технология ремонта магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов с давлением до 6,3 МПа.
9. Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
10. РД-153-39.4-056-00. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.
11. ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.
12. Корольков П. М. Природа возникновения и методы устранения магнитного дутья при сварке. // Сварочное производство 1998, №5. С 6-8.

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

14. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.

15. Методика определения опасности повреждений стенки труб магистральных трубопроводов по данным обследования внутритрубными дефектоскопами. АК "Транснефть". 1997 г.

16. Методика определения технического состояния магистральных трубопроводов с трещиноподобными дефектами. АК "Транснефть". 1998 г.

17. Порядок определения очередности ремонта дефектов магистральных нефтепроводов по результатам внутритрубной диагностики. ОАО АК "Транснефть". 1.07.99г.

18. РД 38.13.004-86 «Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см²).

19. РД 153-39.4-130-2002 Регламент по вырезке и врезке "катушек" соединительных деталей, заглушек, запорной и регулирующей арматуры и подключению участков магистральных нефтепроводов.

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

21. Интернет источник: <http://scaruch.ultes.info> Дата обращения: 01.06.2023

22. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

23. Интернет источник: <https://ncontrol.ru> Дата обращения: 01.06.2023

24. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности

25. ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты"

26. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
27. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
28. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
29. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
30. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
31. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
32. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
33. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
34. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
35. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
36. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
37. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

Приложение А
(обязательное)
Комплект технологической документации

Приложение Б
(обязательное)
Комплект чертежей

Оглавление

Сборка и сварка катушки нефтепровода	чертеж А1
ЦЗН 142 00.000 СБ Центратор звеньевой наружный	чертеж А2
Сборка катушки на трубе.	3D-модель

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ФЮРА.00000.00003

11

1

НИ ТПУ ИШНКБ

ФЮРА.02000.003

ФЮРА.01000.00003

Стыковое соединение нефтепровода

У

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет

СОГЛАСОВАНО:

Доцент ИШНКБ НИ ТПУ

А.А. Першина

УТВЕРЖДЕНО:

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

на технологию ремонта нефтепровода диаметром 630x8 мм

ПРОВЕРЕНО:

Доцент ИШНКБ НИ ТПУ

А.С. Киселев

РАЗРАБОТАНО:

Студент

А. Копылов

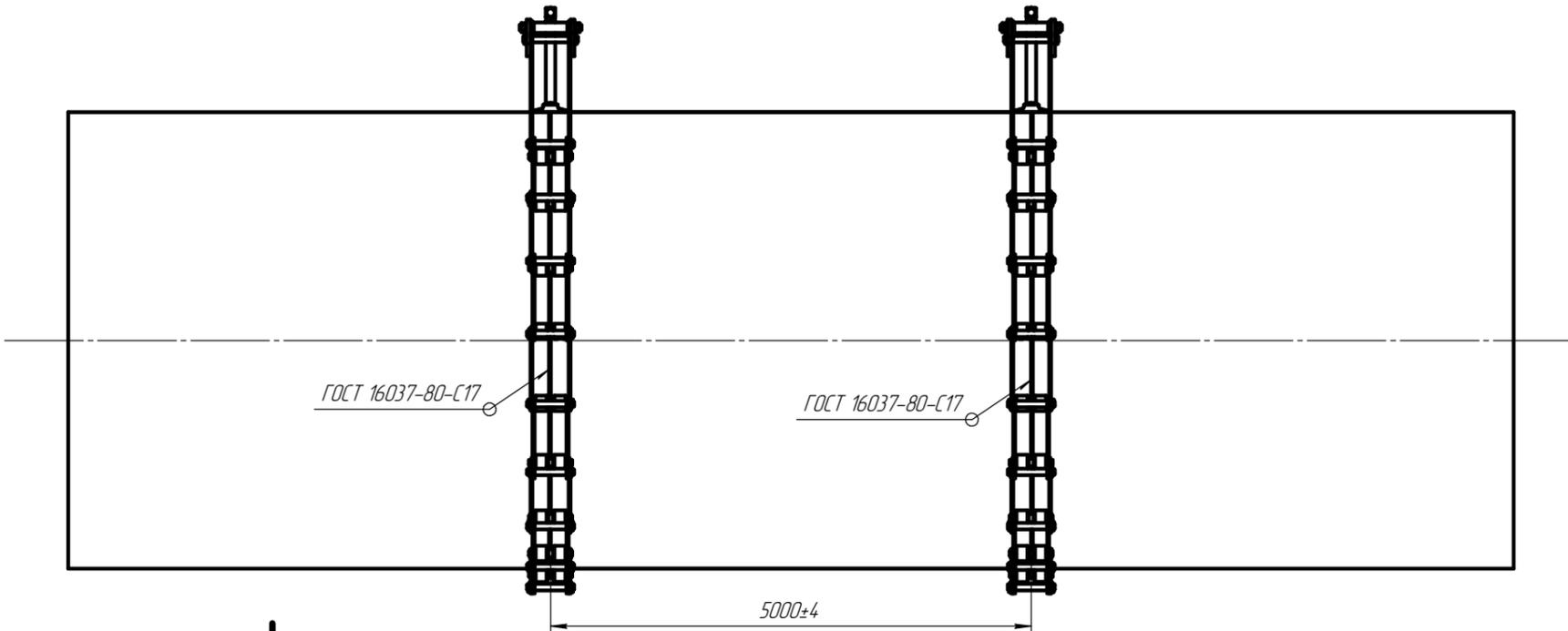
Акт № 14-82 от 23.04.09

Руководство №1426

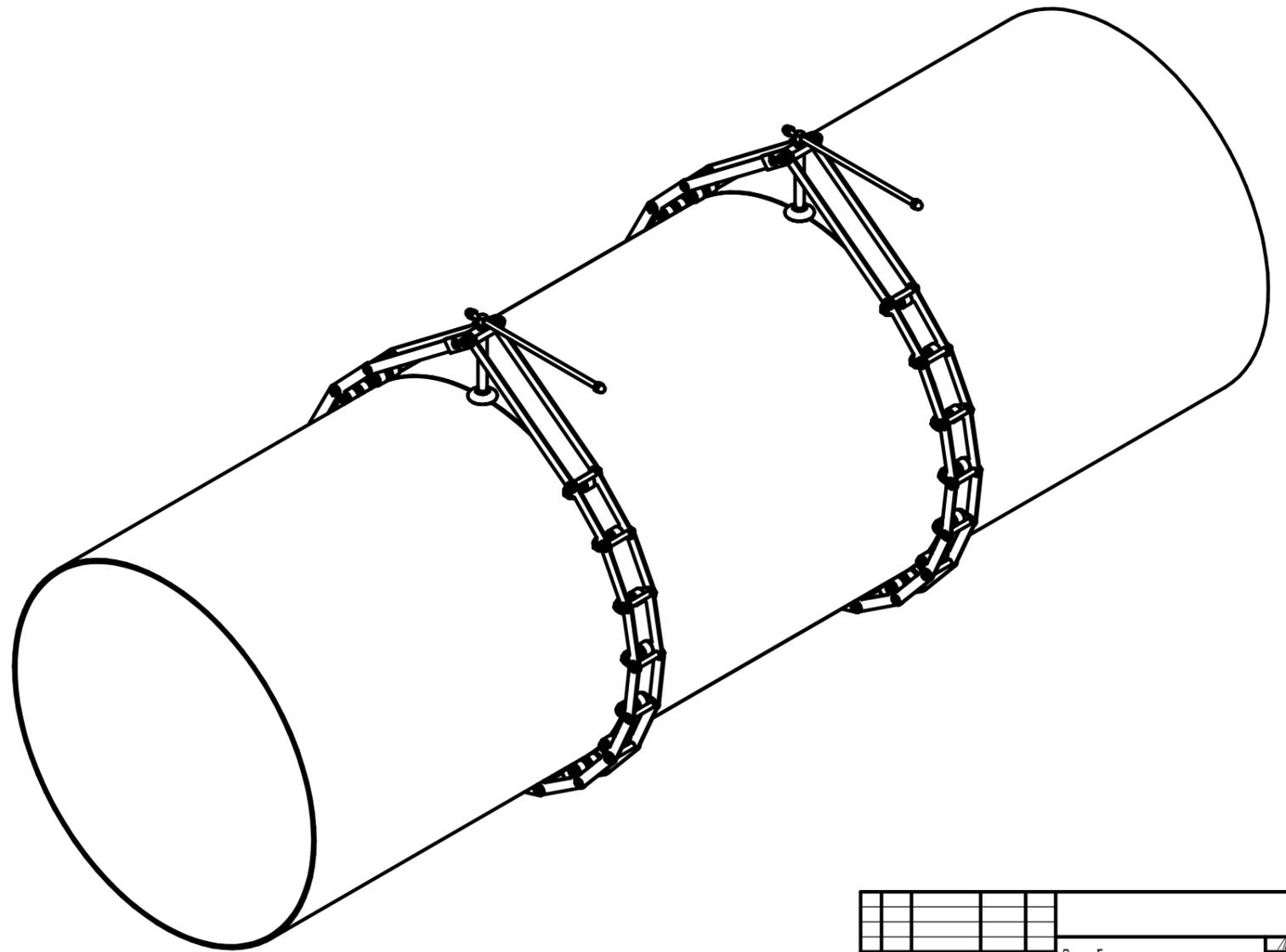
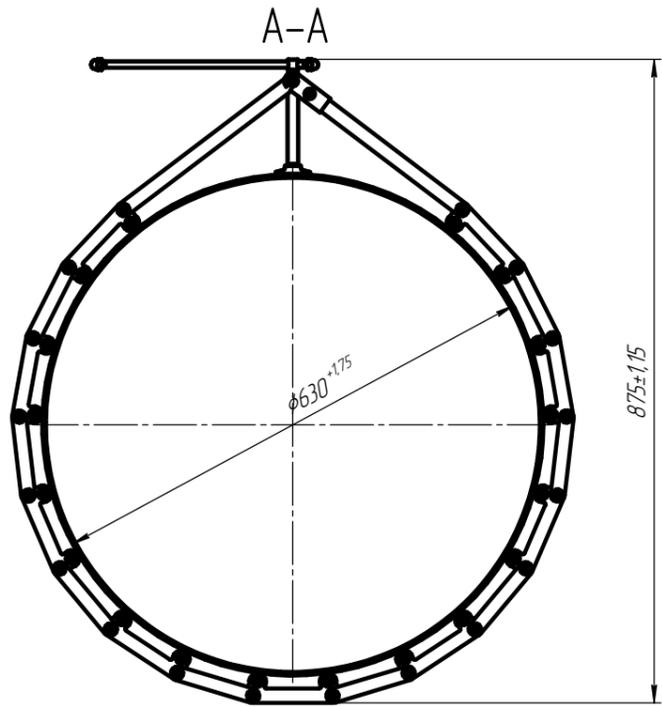
ТЛ

Титульный лист

A



A



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка технологии ремонта нефтепровода диаметром 630х8 мм	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Копылов А.И.					Лист	Листов	1
Проб.	Киселев А.С.					НИ ТПУ ИШНКБ Группа з1В81		
Инж.пр.						Формат А1		
Чит.					Копировал			

Лист № 1
Содерж. № 1
Всего листов № 1
Лист № 1
Лист № 1
Лист № 1

