

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720мм с толщиной стенки 16мм, выполненного из стали 13ХФА

УДК 621.791.75.053.22:622.643.2.073.3-034.14

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Дуля Егор Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

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; умеет 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 метрологически обеспечивать технологические процессы, использовать типовые методы 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

ПРИКАЗ

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ВКР бакалавра
(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Дуле Егору Владимировичу

Тема работы:

Технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720мм с толщиной стенки 16мм, выполненного из стали 13ХФА	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.12.2021 343-10/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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 особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Данное техническое задание распространяется на разработку технологии сборки и сварки захлеста магистрального газопровода. Данная тема актуальна тем, что темпы строительства газопроводов растут с каждым днем, поэтому встал вопрос разработки технологии сварки захлеста.
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор литературы 2. Описание конструкции 3. Разработка технологии сборки и сварки 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов 3.3. Расчет параметров режима сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Заготовительные операции и оборудования для них 3.6. Сборочные и сварочные операции 3.7. Контроль качества сварных соединений 3.8. Комплект технологической документации
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Карта эскизов в составе комплекта технологической документации

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Обзор литературы	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Описание конструкции	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Разработка технологии	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Комплект технологической документации	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Ресурсоэффективность, ресурсосбережение и финансовый менеджмент	Гасанов М.А., д.э.н., профессор ОСГН
Социальная ответственность	Авдеева И.И., старший преподаватель ООД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.12.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Дуля Егор Владимирович		

Задание для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Дуля Егору Владимировичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 62400 руб. Оклад инженера – 15600 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка 2. Оценка конкурентоспособности технических решений 3. Матрица SWOT 4. Календарный план-график проведения ВКР по теме 5. График проведения и бюджет НИ 6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Дуля Егор Владимирович		

Задание для раздела «Социальная ответственность»

Студенту:

Группа		ФИО	
1В81		Дуля Егор Владимирович	
Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образован ия	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.01 Машиностроение: Оборудование и технология сварочного производства

Тема ВКР:

**Технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720 мм
с толщиной стенки 16 мм, выполненного из стали 13ХФА**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение	<i>Объект исследования:</i> технология сборки и сварки захлеста газопровода <i>Область применения:</i> линейная часть магистральных газопроводов, сварочное производство, нефтегазовая промышленность <i>Рабочая зона:</i> полевые условия <i>Климатическая зона:</i> III – южные районы Сибири и часть Дальнего Востока (умеренная зона) <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> УШМ, источник питания, установка индукционного нагрева, термометр, газовая горелка, центратор, дефектоскоп <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> транспортировка газа под высоким давлением
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:	ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»; ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты; СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" СТО ГАЗПРОМ 14-2005. «Типовая инструкция по безопасному проведению огневых работ на газовых объектах ОАО "Газпром.» СТО Газпром 2-2.2-136-2007. Стандарт организации. «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть I»
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Опасные факторы: 1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; 2. Ударные волны воздушной среды; 3. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; 4. Производственные факторы, связанные с электрическим

	током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов; 5. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение Вредные факторы: 1. Повышенный уровень вибрации; 2. Повышенный уровень шума; 3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 4. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды; 5. Монотонность труда; 6. Длительное сосредоточенное наблюдение; 7. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке 8. Укусы насекомых/животных Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: знаки безопасности, герметизирующие, оградительные, глушители шума дистанционного управления, предохранительные, заземляющие, средства для вентиляции и очистки воздуха, костюмы защитные, респираторы, сварочные маски, виброизолирующие рукавицы и перчатки, краги, виброизолирующая обувь, защитные очки, сетки и репелленты
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на селитебную зону: СЗЗ не требуется Воздействие на литосферу: твердые металлические отходы, утилизация макулатуры, люминесцентных ламп, изношенных средств коллективной и индивидуальной защиты Воздействие на гидросферу: отходы эксплуатационных жидкостей, продукты жизнедеятельности персонала Воздействие на атмосферу: выброс газа, пыли, паров и аэрозолей
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (пожар в случае взрыва газопровода, срыв трубы с трубоукладчика) Наиболее типичная ЧС: пожар в результате взрыва газопровода
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Дуля Егор Владимирович		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

ВКР бакалавра
(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающегося:

Группа	ФИО
1В81	Дуля Егора Владимировича

Тема работы:

Технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720 мм с толщиной стенки 16 мм, выполненного из стали 13ХФА

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Введение	
	1. Обзор литературы	
	2. Объект и методы исследования	
	3. Разработка технологии сварки 3.1. Выбор способа сварки 3.2. Выбор сварочных материалов 3.3. Расчет параметров сварки 3.4. Выбор сварочного оборудования 3.5. Заготовительные операции 3.6. Технология сборки и сварки 3.7. Контроль качества сварных соединений	
	4. Результаты разработки	
	5. Финансовый менеджмент	
	6. Социальная ответственность	
	Заключение	
	Комплект технологической документации	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
-----------	-----	------------------------	---------	------

Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н., доцент		
------------	--------------	----------------	--	--

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Дуля Егор Владимирович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 104 страницы, 5 рисунков, 25 таблиц, 37 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: захлест, сварочные работы, ручная дуговая сварка, сварка магистрального газопровода, покрытые электроды

Объектом исследования является технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720мм с толщиной стенки 16мм.

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучить способы сварки, технологические и конструкторские особенности сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720мм с толщиной стенки 16мм из стали 13ХФА.

В данной работе были изучены основные теоретические материалы по выбору стали, оборудования, типов электродов, режимов сварки. Также в технологическом разделе были рассмотрены основные этапы при подготовке, монтаже, сварке, контролю сварных соединений при сварке захлеста трубопровода. Был подготовлен комплект технологической документации по сварке захлеста магистрального газопровода диаметром 720мм толщиной 16мм, изготовленного из стали 13ХФА.

Выпускная квалификационная работа инженера сделана в программе для печати Microsoft Word 2016 и графическом редакторе «КОМПАС-3D V20».

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

режимы сварки: Основные физические показатели, которые определяют весь ход процесса сварки металла и устанавливаются, опираясь на исходные данные.

сварка: Процесс получения неразъёмного соединения посредством возникновения межатомных связей между свариваемыми деталями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого.

сварное соединение: Неразъёмное соединение, выполнение сваркой, имеющее три характерные зоны, которые образуются в процессе сварки: зона сварного шва, зона сплавления изделий и зона термического влияния, а также основная часть металла, прилегающая к зоне термического влияния.

сварочное оборудование: Машины, аппараты и приспособления, необходимые для изготовления из заготовок сварных изделий.

сварочная ванна: Часть сварного шва в изделии, где основной металл достиг точки плавления, и куда проникает присадочный материал.

сварочные деформации: Изменение формы конструкции в результате воздействия внутренней силы.

дефекты: Любые отклонения от заданных нормативными документами параметров соединений при сварке, образовавшиеся вследствие нарушения требований к сварочным материалам, подготовке, сборке и сварке соединяемых элементов, термической и механической обработке сварных соединений и конструкции в целом.

захлест: кольцевой стык, соединяющий плети труб после их укладки в проектное положение и засыпки.

магистральный газопровод: трубопровод, использующийся для транспортировки природного газа из места добычи к месту потреблений.

ручная дуговая сварка (РДС): - это процесс дуговой сварки, при котором используется дуга, горящая между покрытым электродом и сварочной ванной.

В данной работе использованы следующие обозначения и сокращения:

КПД – коэффициент полезного действия;

НД – нормативный документ;

НК – неразрушающий контроль;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

УЗК – ультразвуковой контроль;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ВАХ – вольтамперная характеристика;

ψ – коэффициент потерь металла;

КСУ – ударная вязкость, кДж/м²;

σ_B – предел прочности, МПа;

σ_T – предел текучести, МПа;

δ_5 – относительное удлинение, МПа;

d_3 – диаметр электродного стержня, мм;

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч ;

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла за проход, мм²;

$I_{св}$ – ток сварочной дуги, А;

U – напряжение на дуге, В;

$V_{св}$ – скорость перемещения сварочной дуги, м/ч;

$V_{пр}$ – скорость подачи присадочной проволоки, м/ч;

i – плотность сварочного тока, А/мм²;

ρ – плотность металла сварного шва, г/см³;

$q_{оз}$ – расход защитного газа на 1 м, л/мин;

L_n – коэффициент наплавки присадочной проволоки, г/ А·ч;

γ – удельный вес наплавленного металла, г/см³;

K – катет шва, мм;

K_y – коэффициент увеличения.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 16037-80 Соединения сварные.
- ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов.
- ГОСТ 6848-2020 Дуговая сварка и резка.
- ТУ 1317-006.1-593377520 – 2003 Трубы стальные бесшовные нефтегазопроводные повышенной эксплуатационной надежности.
- ТУ 1317-233-0147016-02 Трубы бесшовные горячедеформированные нефтегазопроводные повышенной надежности.
- СТО Газпром 2-2.2-136-2007
- ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки.
- ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов.
- ГОСТ Р ИСО 17637-2014 Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением.
- ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
- СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
- Приказ Минтруда России № 884н от 11 декабря 2020 г Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ.
- ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и

номенклатура поражающих факторов
и их параметров.

- ГОСТ 12.1.019-2017 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003) Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека.
- Р 2.2.2006-05 ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
- СП 51.13330.2011 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
- ГОСТ 17.0.0.01-76 Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов Основные положения.
- СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

Оглавление

Реферат.....	12
Введение	21
1. Магистральные газопроводы. Захлест магистрального газопровода.....	22
2. Разработка технологии сборки сборки и сварки захлеста.....	24
2.1. Описание сварочной конструкции	24
2.2. Выбор материала для изготовления сварной конструкции.....	25
2.3. Свариваемость стали 13ХФА.....	27
2.4. Выбор способа сварки	29
2.5 Выбор сварочных материалов	38
2.6. Расчет режимов сварки.....	39
2.7. Выбор сварочного оборудования	40
3. Технология сборки и сварки	43
3.1. Подготовительные работы	43
3.2. Разметка и резка трубы	44
3.3. Монтаж захлестных соединений	44
3.4. Предварительный подогрев	46
3.5. Сварка захлестных соединений труб.....	46
3.6. Маркировка и контроль качества сварного соединения	49
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	50
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	50
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	50
4.2. Анализ конкурентных технических решений	51

4.3. Swot-анализ	52
4.4. Планирование научно-исследовательских работ	56
4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования	56
4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ	57
4.5. Разработка графика проведения научного исследования.....	58
4.6. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	61
4.6.1. Расчет материальных затрат НТИ	61
4.6.2. Основная заработная плата исполнителей темы.....	62
4.6.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	64
4.6.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	64
4.6.5. Накладные расходы	64
4.6.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	65
4.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	65
5. Социальная ответственность	68
5.1 Введение.....	68
5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. 69	
5.2.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	69
5.3. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	71
Согласно приказу Минтруда РФ от 11.12.2020 N 884Н необходимо выполнять ряд мероприятий:.....	71
5.4. Производственная безопасность.....	73
5.4.1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях	

заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	75
5.4.2. Ударные волны воздушной среды	75
5.4.3. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой поверхностей производственной среды, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека	76
5.4.5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	77
5.4.6. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки	77
5.4.7. Повышенный уровень общей и локальной вибрации	78
5.4.8. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	79
5.4.9. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника	80
5.4.10. Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение	82
5.4.11. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	83
5.4.12. Укусы насекомых/животных	84
5.5. Экологическая безопасность	85
5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	86
5.7. Вывод по разделу	87
Заключение	89
Список использованных источников	90

Приложение А Комплект технологической документации	94
--	----

Введение

В последние годы в связи с существенным увеличением объемов добываемых и транспортируемых нефтегазовых продуктов первостепенной становится задача сокращения сроков строительства трубопроводов с одновременным снижением его себестоимости. При строительстве магистральных трубопроводов возникает потребность в сварке захлестов. В разных источниках информации, ГОСТах, нормативных документах существуют разные определения захлеста. Захлест- кольцевой стык, соединяющий плети труб после их укладки в проектное положение и засыпки. Технологический захлест: стыковое сварное соединение труб при сварке двух участков трубопровода в месте технологического разрыва. Как правило, сварка захлеста является одним из самых трудоемких и дорогих процессов при строительстве газопроводов и нефтепроводов.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение способов сварки, технологических и конструкторских особенностей сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720мм из стали 13ХФА.

Основываясь на цели исследования, ставлю перед собой следующие задачи:

- Подготовить теоретический материал по описанию трубных сталей и их сварке
- Сравнить существующие способы сварки и выбрать наиболее эффективный способ для моей работы
- Описать технологию сборки и сварки захлеста
- Подготовить комплект технологической документации по сборке и сварке захлеста магистрального газопровода

1. Магистральные газопроводы. Захлест магистрального газопровода.

Магистральный газопровод- трубопровод, использующийся для транспортировки природного газа из места добычи к месту потреблений. Магистральный газопровод считается одним из важных элементов газотранспортной системы и главным звеном Единой системы газоснабжения России. Одна из ключевых задач строительства газопровода- транспортировать газ под высоким давлением в труднодоступные регионы страны, тем самым увеличивая территорию газификации, а также для поставок газа в соседние государства. В конечном пункте газопровода устанавливаются газораспределительные станции, в которых давление газа регулируется до уровня, нужного потребителям (рисунок 1).

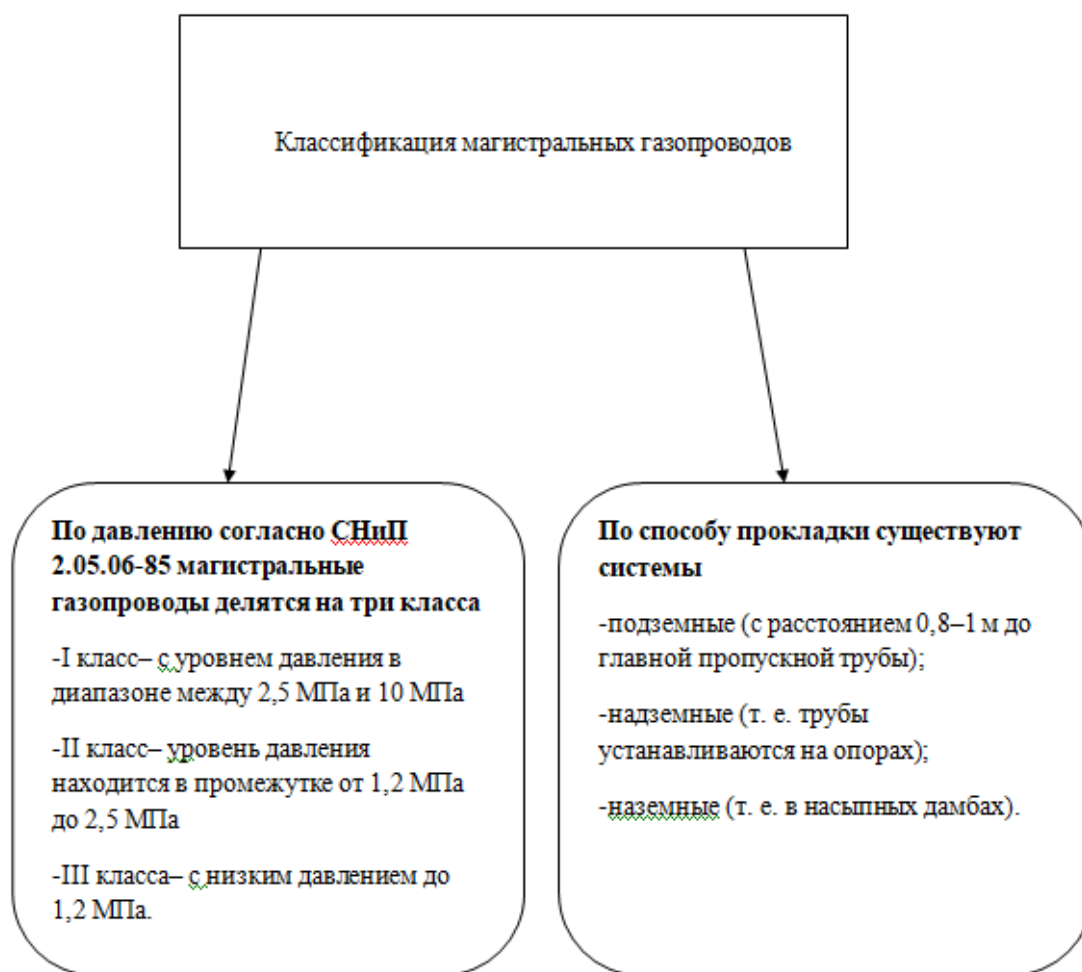


Рисунок 1 – Классификация магистральных газопроводов

В современном мире строительство магистральных газопроводов производится очень быстрыми темпами, так как существует несколько способов автоматической сварки труб (данный вопрос подробнее рассмотрен в разделе выбора способа сварки захлеста), но все эти способы эффективно применяются при строительстве линейных частей газопровода. Но места соединений двух ветвей газопровода, зафиксированного с двух сторон, варить автоматическими методами не представляется возможным. Именно поэтому сварка захлеста чаще всего выполняется ручной дуговой сваркой, что делает захлест трудоемким и дорогим.

2. Разработка технологии сборки сборки и сварки захлеста

2.1. Описание сварочной конструкции

В зависимости от условий выполнения работ, сварка захлеста при устранении технологического разрыва двух ветвей газопровода может осуществляться по нескольким схемам, представленным на рисунке 2,3.

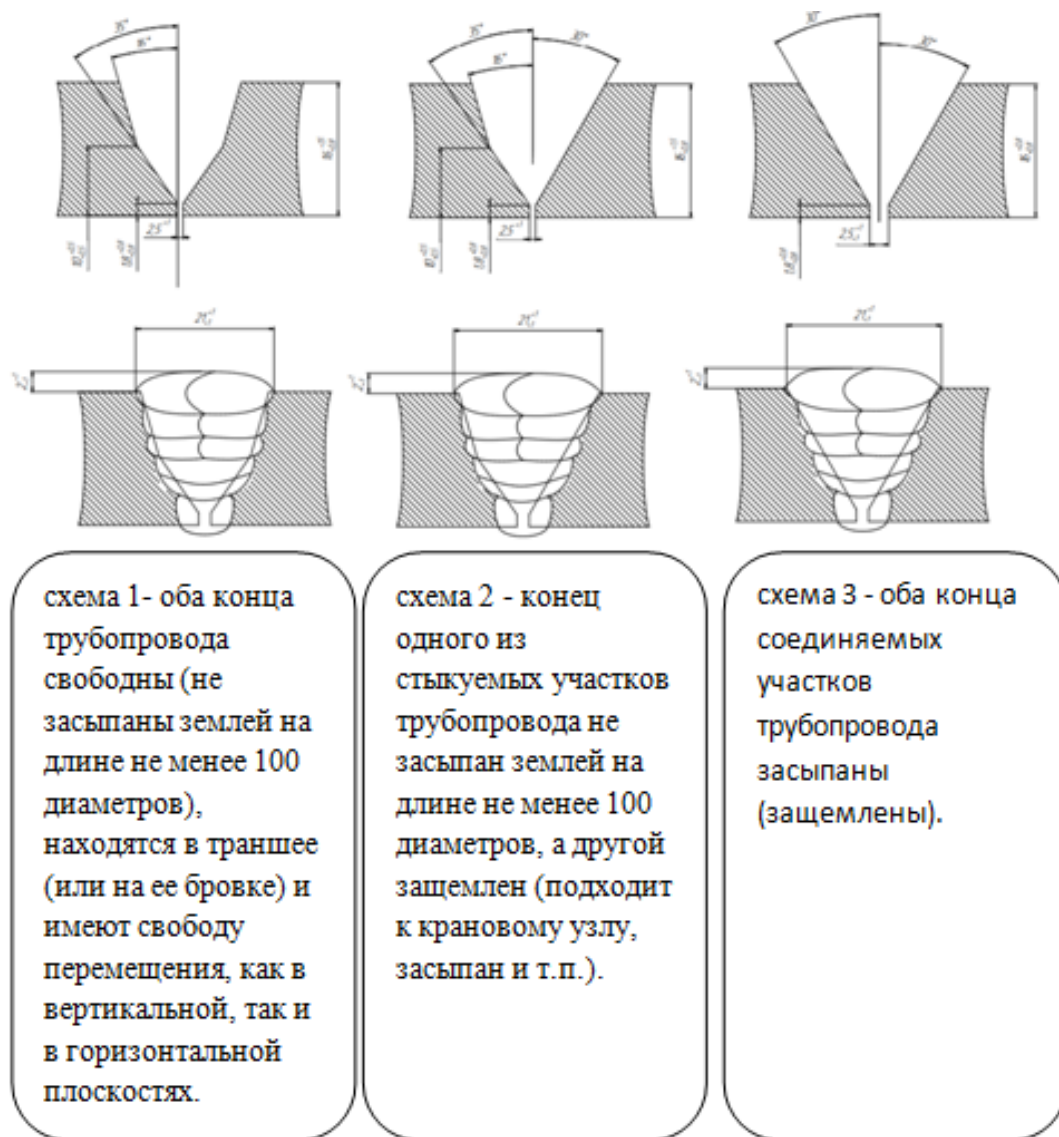


Рисунок 2 – Типы захлестов



Рисунок 3 – Сварка захлеста ручной дуговой сваркой

2.2. Выбор материала для изготовления сварной конструкции

Трубы производятся из горячекатаного листа, изготавливаемого из низколегированной стали. Прокат нормализованный, с быстрым и без быстрого охлаждения, после дополнительных термических обработок класса прочности K50, K52, K54, K55, K56, K60 прошедших 100 процентов контроль на сплошность. Режим контролируемой прокатки, ускоренного охлаждения и термообработки выбираются заводом-изготовителем листовой стали.

В соответствии с заданием на выпускную квалификационную работу, для разработки технологического процесса была выбрана сталь 13ХФА. Химический состав (в %) и механические свойства этих сталей должны удовлетворять ТУ 1317-233-0147016-02 (таблица 1).

Таблица 1–Химический состав стали 13ХФА

C	Si	Mn	Cr	Al	Mo	V
0,11-0,17	0,17-0,37	0,4-0,65	0,5-0,7	0,02-0,06	<0,11	0,04-0,09
S	P	Ni	Cu	N	W	Fe
Не более						
0,015	0,15	0,25	0,25	0,008	0,2	остальное

В таблице 2 приведены механические и технологические свойства стали 13ХФА согласно ГОСТу 5949-2018, ТУ 1317-006.1-593377520 – 2003. Механические свойства указаны для стали классом прочности K52 (таблица 2).

Таблица 2 –Механические свойства стали (в %)

Механические свойства, не менее					
σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	HRB	КСУкДж/м ²	
				При T = +20°C	При T = -50°C
510	491	23	92	28,6	98

По металлургическому типу и технологии термической обработки трубные стали могут быть разбиты на три группы: горячекатаные или нормализованные низкоуглеродистые и низколегированные; горячекатаные или нормализованные дисперсионно – твердеющие; низколегированные, подвергнутые закалки и отпуску.

Стали, которые относятся к первой группе, применяются для труб малых и средних диаметров, но сфера использования постоянно сужается из-за вытеснения другими сталями более высоких эксплуатационных качеств. Для производства труб, диаметром до 1000 мм, наиболее часто применяются дисперсионно-твердеющие стали.

Дисперсионно твердеющие стали можно разделить на несколько подгрупп, различающихся содержанием углерода, серы и в отдельных случаях содержанием фосфора. В сталях, где применяется микролегирование такими элементами, как ванадий, ниобий, титан и другими веществами, если в них присутствует остаточное или специальное введение азота, то обычно возникает карбонитридная фаза. Это приводит к переохлаждению и уменьшению величины первичного зерна, выпадению дисперсных карбидных или карбонитридных фаз при термической обработке, а также изменению свойств твердого раствора. Дисперсионное упрочнение может быть обеспечено при относительно низких скоростях охлаждения, поэтому нормализация позволяет получить высокие значения прочности, вязкости и пластичности. Оказалось, что те процессы, которые происходят при нормализации, могут также происходить и при прокатке, если будут созданы необходимые скорости

изменения температуры и давления. Это – подгруппа мелкозернистых сталей, изготовленных с применением контролируемой прокатки.

Модернизация процессов металлургического производства позволила улучшить эффективность применения дисперсионного упрочнения и создать стали с сотой долей процента углерода и имеющие очень высокую свариваемость. Дальнейшее увеличение устойчивости трубных сплавов к хрупким разрушениям и повышение свариваемости можно добиться снижением содержания серного и фосфорного вещества. Термические упрочнения трубных сталей основаны на закалке с фиксацией высокопрочного и хрупкого мартенситного каркаса, а также отпуске с обеспечением равновесной структуры и требуемого сочетания прочности и пластичности.

2.3. Свариваемость стали 13ХФА

Одним из самых важных свойств материала является свариваемость. Свариваемость является одной из основных характеристик, определяющей химические и физико-физические свойства, стали, его способы и режимы сварки, используемые технологии, и оценивает способность металлов образовывать качественные соединения, соответствующие заданным характеристикам эксплуатации.

Свариваемость должна обеспечить сварное соединение некоторыми определенными техническими условиями. В связи с тем, что требования бывают абсолютно разнообразными. В следствие чего проводят ряд некоторых расчетов, которые предназначены для определения оценки свариваемости. В большинстве случаев используют такое испытание как, определение стойкости металла шва к образованию горячих трещин и к образованию холодных трещин.

Причиной возникновения холодных трещин является закаливание стали при быстром охлаждении, насыщение водородом металла в швах и зонах термического воздействия.

Для того чтобы определить склонность металла к образованиям холодных трещин, можно использовать углеродный эквивалент, благодаря которому при предварительной оценке, можно оценить характеристику свариваемости основного металла шва.

Для оценки свариваемости низколегированных сталей рекомендовано пользоваться следующим выражением:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (1)$$

где C , Mn , Cr , V , Mo , Cu , Ni – содержание основных легирующих элементов в процентах.

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_{\Sigma} = 0,005 \cdot 16 \cdot 0,329 = 0,026\%$$

где δ – толщина свариваемой детали, мм.

Находим полный эквивалент углерода:

$$\sum C_{\Sigma} = C_{\Sigma} + C_p = 0,329 + 0,026 = 0,355\%$$

Сталь марки 13ХФА в соответствии с классификацией сталей обладает удовлетворительной свариваемостью, так как в ней $C_{\text{экв}}$ от 0,25 до 0,35%, отсюда следует, что сварка может производиться с небольшим подогревом до 100-150°C.

Свариваемые стали разделяются по степени свариваемости на 4 группы по углеродному эквиваленту и по отношению к относительным склонностям к уплотнению и расплавлению. Они подразделяются на хорошие, удовлетворительные, ограниченные и плохой свариваемости. Стали, относящиеся к первой группе, хорошо свариваются, не образуют закалочные структуры и трещины в широком режиме, толщинах и конструкционной форме.

При правильном выборе сварочных режимов в удовлетворительно свариваемых деталях не возникают холодные трещины, порой в некоторых случаях требуется нагревание. Ограниченно сваренная сталь устойчива к трещинам, ограничена возможность изменить сопротивление трещине при

изменении режимов, необходимо подогреть. Плохо сваренная сталь очень склонна к закалке и трещине, требует подогрева при сварке, специального технологического приема сварки, термической обработки.

Для повышения устойчивости металла к горячим трещинам, прежде всего нужно снизить скорость разрушения в глубоком диапазоне температуры, или попытаться улучшить его пластическое действие в данном интервале температур.

Сварные соединения в сварочном процессе проходят в первую очередь через область температур, которые склоны к горячим трещинам. Таким образом, следует рассчитывать на возможность образования таких дефектов в процессе сварки.

Оценка свариваемости по горячим трещинам производим по формуле:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}) \cdot 100}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V}, \quad (2)$$

Посчитав HCS для стали 13ХФА, выяснили, что он равен меньше четырех, следовательно, риск образования горячих трещин не возникает.

Как правило, выполнение требований по технологическим инструкциям, сформулированными на основании экспериментального исследования, гарантирует необходимую рабочую способность сварных соединений магистрального трубопровода.

2.4. Выбор способа сварки

Описание существующих способов

При сооружении магистральных трубопроводов нашли применение следующие виды сварки: ручная дуговая сварка; сварка в защитных газах; сваркасамо защитной порошковой проволокой «Иннершилд»; контактная сварка труб; автоматическая сварка под слоем флюса.

Ручная дуговая сварка

РДС неповоротных стыков магистрального газопровода осуществляется поточным методом, выполняя при этом многослойную сварку. В данной работе используются трубы диаметром 720-1420 мм толщиной 16 мм из стали предельной прочности 550-750 МПа. Применяется следующая последовательность операций.

Секции труб предварительно укладываются на опоры по трассе под углом 15-20° к направлению газопроводной линии и производится зачистка внутренней и внешней поверхности кромок с помощью шлифовальных машин и абразивных кругов. Предварительное нагревание кромки трубы до температуры от 150 до 200°С производится либо перед стыкованием трубы, либо после стыкования. Для нагревания используются кольцевые горелки газового типа. Сбор стыка осуществляется с помощью внутреннего центриатора.

Поточный метод позволяет укладывать каждый слой отдельными швами, сварщиками в составе от 2 до 4 человек по диаметру трубы. Применяя данный метод, каждый сварщик звена производит сварку только в определенном слоевом участке в стандартном режиме и четверти. Два сварщика с лестницами-стремянками ведут сварку верхней части трубы и два других сваривают нижнюю часть трубы.

Корень шва варят те сварщики, которые выполняют сборку труб. Сварка ведется в направлении сверху вниз, методом опирания электрода на кромку трубы без колебаний. В некоторых случаях применяются электроды, которые имеют целлюлозное покрытие, производится сварка до 22 метров в час и образуется обратный валик шва внутри трубы, что позволяет избежать необходимости подварки корневого слоя шва. Однако такие электроды при высокой мощности склонны к образованию «карманов» со шлаками. Поэтому по окончании сварки корневого слоя шва сразу удаляют тонкими шлифовальными кругами примерно четверть сечения шва для обнаружения этих «карманов».

Второй слой шва «горячий проход» производится следом после сварки корневого слоя шва, также варится звеном из четырех сварщиков. Электроды

выбираются с оцинкованным или основным видом покрытия в направлении сверху вниз, с поперечными колебаниями электрода. Последние слои, заполняющие и облицовочные, выполнены электродами, имеющими основное покрытие. После того, как каждый слой сваривается, поверхность швов очищается от шлаков электрошлифовальными машинами. По окончании сварки стыка или при необходимых перерывах в сварке стык закрывают теплоизоляционным поясом.

Такая организация работ обеспечивает невысокую производительность, и при этом велика потребность в высококвалифицированных рабочих – сварщиках.

Сварка самозащитной порошковой проволокой «Иннершилд»

Способ механизированного сварки самозащитной проволокой "Иннершилд" при использовании заводской разделки кромок предназначается в основном на сварку заполняющих и облицовочных слоев шва трубы диаметром от 325 до 1220 мм, толщина стенок от 6 до 19 мм в зависимости от толщины стенок.

Способ сварки самозащитной проволокой может применяться в составе некоторых комбинированных способов сварки.:

- корневой слой шва выполняется механизированной сваркой проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа методом STT, все последующие слои –механизированной сваркой само защитной порошковой проволокой Иннершилд;
- корневой слой шва (или корневой слой шва и горячий проход) выполняется ручной дуговой сваркой электродами с целлюлозным видом покрытия, последующие слои – механизированной сваркой само защитной порошковой проволокой Иннершилд;
- корневой слой шва выполняется ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия, все последующие слои – механизированной сваркой само защитной порошковой проволокой Иннершилд;

- сварка на трубосварочной базе ССТ – ПАУ механизированной сваркой методом STT корневого слоя шва, самозащитной порошковой проволокой типа Иннершилд 1 – го заполняющего слоя и автоматической сваркой под слоем флюса последующих заполняющих и облицовочного слоев шва;
- сварка всех слоев шва проволокой Иннершилд, выполняемая в специальную узкую разделку кромок.

Самозащитная порошковая проволока сваривается по направлению сверху-вниз постоянного тока прямого полярности. Перед сваркой на механизме передачи проволоки нужно установить два параметра: скорость передачи проволоки, напряжение дуги.

Перед выполнением первого слоя шва порошковой проволокой необходимо осуществить тщательную шлифовку корневого слоя (горячего прохода) абразивным кругом до состояния «чистый металл». В связи с неравномерностью заполнения разделки по периметру стыка и ослаблением сечения шва в вертикальном положении перед выполнением облицовочного слоя в положении 1.00-4.30 час выполняется дополнительный (корректирующий) слой. Заполняющие и облицовочный слои шва стыков труб с толщинами стенок до 13 мм включительно следует выполнять по методу «слой за один проход». В случае использования труб с заводской разделкой кромок при сварке стыков с толщинами стенок более 13 мм заполняющие слои начиная со второго (третьего) выполняются по методу «слой за два прохода», а облицовочный слой по методу «слой за два (три) прохода».

Контактная сварка стыков труб

При контактной сварке стыков труб оплавлением сварное соединение получается одновременно по всему периметру стыка, что создает лучшие условия для механизации и достижения высокой производительности сварочных работ. Применяются два способа сварки стыков труб: базовый и трассовый. На полевых базах производят сварку труб в трехтрубные секции стационарными трубосварочными контактными установками типа ТКУС.

Трубы, укладываемые трубоукладчиками, с наклонного стеллажа подаются отсекателем на место зачистки поверхности труб контактной кольцевой полосы. Зачищенная труба перегружателем подается на роликовый конвейер и затем роликами продольного перемещения на роликовый конвейер, надеваясь при этом на штангу с гратоснимателем. Конец трубы зажимается в сварочной головке, соединенной с гидропневмосистемой. Место сварки укрыто палаткой. Управление процессом сварки осуществляется с пульта. На базе имеется передвижная электростанция. Вторая труба после зачистки тоже подается в сварочную головку, и производится сварка. В горячем состоянии удаляют внутренний грат при помощи гратоснимателя, включая механизм продольного хода. Затем секция перемещается к механизму удаления наружного грата и в конец станда. На роликовый конвейер подается еще одна труба и приваривается к двухтрубной секции. Готовая трехтрубная секция поступает на стеллаж готовой продукции.

Сварочная головка обеспечивает зажим трубы, центровку труб, перемещение трубы в осевом направлении при оплавлении и осадку при сварке. Головки разделяются на три группы: наружные в которых сварочный трансформатор и все механизмы которых расположены снаружи свариваемых труб; комбинированные, в которых силовые механизмы центровки и осадки располагаются внутри трубы, а сварочные трансформаторы и токоподводящие механизмы – снаружи; внутритрубные, в которых, все силовые механизмы и сварочный трансформатор располагаются внутри свариваемых труб.

Наружные головки (машины) применяют для сварки труб относительно малых диаметров (от 114 до 530 мм). Для сварки труб большого диаметра наружные головки делаются громоздкими и тяжелыми. Доступ для осмотра свариваемого стыка становится затруднительным. Комбинированные головки применяют для труб средних диаметров (от 720 до 1020 мм) в стационарных условиях. Внутритрубные машины применяются для сварки труб больших диаметров (больше 1220 мм) как в стационарных, так и в трассовых условиях, когда машина последовательно передвигается от стыка к стыку.

Зачистку поверхности трубы для обеспечения надежного электрического контакта между поверхностью трансформатора и токоподводящими башмаками осуществляется абразивным инструментом зачистной машины. Зачистные машины установок типа ТКУС обеспечивают зачистку до металлического блеска полосы шириной (60-80) мм на расстоянии (100-200) мм от концов труб.

Образовавшийся при сварке грат снаружи и внутри трубы удаляют на установках типа ТКУС-1 в горячем состоянии при температуре (800-1400) °С. Грат сбивается бойками, прижимающимися к поверхности грата центробежными силами при вращении вала. Удаление наружного грата осуществляется аналогичным устройством.

Для сварки труб большого диаметра (1420 мм и более) целесообразно использование сварочных головок, расположенных внутри трубы, например, передвижной установки «Север-1».

Сварка осуществляется следующим образом. Машина заводится в свариваемую трубу так, чтобы торец трубы располагался посередине зазора между токоподводящими вкладышами. Изнутри свариваемую трубу зажимают прижимные вкладыши. Кольцевой сварочный трансформатор жестко установлен на штанге, в полости которой расположены токоподводящие силовые кабели трансформатора и кабели управления. Вторичный виток трансформатора гибкими шинами соединен с токоподводящими вкладышами, которые в этот момент тоже прижимаются к трубе.

Вторая труба надвигается до упора в торец первой и зажимается. Затем включается сварочный трансформатор, и подвижный зажим подает трубу к трубе. Под воздействие сварочного тока торцы труб оплавляются и разогреваются. После достаточного разогрева трубы осаждаются. После сварки механизмы возвращаются в свое исходное положение, и машина с помощью своего механизма перемещения передвигается к следующему стыку. Внутренний грат удаляется при подходе гратоснимателя к стыку. Наружный грат удаляют навесным агрегатом, имеющим шесть фрезерных головок, каждая

из которых очищает свой сектор трубы. Агрегат подвешивается на стреле трубоукладчика.

Зачистка контактных полос перед сваркой осуществляется отдельным агрегатом, подвешенным на стреле трубоукладчика и имеющим четыре рабочих головки с иглофрезами. Время очистки полосы 80 с. Производительность внутритрубной машины 6 стыков в час.

Не смотря на производительность процесса, контактная сварка является затратным процессом, так как проходит с большим потреблением энергии и возможна только в легкодоступных местах, что в наших условиях затруднительно.

Сварка в защитных газах

Сварка в защитных газах (CO_2 или $\text{CO}_2 + \text{Ar}$) вследствие меньшей вероятности стекания расплавленного металла широко применяется при монтаже трубопроводов. Более узкая разделка кромок обеспечивает увеличение производительности сварочных работ.

При сварке неповоротных стыков на трассе применяют механизированную или автоматическую сварку. Подготовка кромок под сварку выполняется двумя станками, подвешенными на стрелах трубоукладчиков. Каждый станок закрепляют на внутренней поверхности трубы, после чего его шесть резцовых головок обрабатывают торец трубы, а стальные проволочные щетки зачищают кромки в зоне сварки. После зачистки кромок на некотором расстоянии от торца трубы устанавливают и закрепляют ленту – бандажный пояс, по кромкам которой будут перемещаться отжимной и неподвижный ролики сварочных головок при сварке слоев шва.

Стык труб под сварку собирают с помощью трубоукладчика и внутреннего гидравлического центратора. После сварки первого стыка наружные сварочные автоматы снимают и переносят к очередному стыку. Трубоукладчик опускает трубу на монтажную опору и переходит к месту сборки с ниткой трубопровода следующей трубы. Места соединения отдельных участков одного слоя шва зашлифовывают абразивными кругами, а весь слой

зачищают металлическими щетками. На направляющий пояс поочередно устанавливают автоматы для сварки каждого наружного слоя, настроенные постоянно на определенный режим сварки.

При сварке в среде защитных газов в последние годы находит широкое применение использование технологии STT.

Технология STT – это инновационный метод сварки, основанный на переносе металла за счет сил поверхностного натяжения (Surface Tension Transfer – STT).

Разработанный компанией Lincoln Electric процесс STT является перспективной концепцией технологии сварки, использующей быстродействующую адаптивную схему управления элюаром сварочного тока (Waveform Control Technology). Время реакции системы на изменения, происходящие в сварочной ванне, составляет единицы микросекунд. Тем самым параметры дуги при переносе каждой капли металла со сварочного электрода в сварочную ванну оптимизированы в каждый момент времени.

Прецизионное управление переносом металла в зону сварки, производимой в атмосфере защитных газов, обеспечивает гарантированное проплавление, великолепный обратный валик, высокую производительность наплавки, минимальное разбрызгивание, значительное снижение дымообразования, отсутствие сварочных деформаций и прожогов за счет глубокого управления количеством тепла, вводимого в сварочную ванну (тепловложение). Таким образом, использование сварки по процессу STT позволяет сваривать стык с фиксированным, в том числе и нулевым («слепым»), зазором при помощи внешней автоматической системы. И хотя линейная скорость сварки здесь ниже, чем при традиционной технологии автоматической сварки, данная технология позволяет избежать применения центриатора с подкладками при сварке труб малого диаметра, особенно если норма производительности не является основным критерием.

Преимущества технологии сварки STT в сочетании с высокой гибкостью процесса сделали его идеальным для применения в разработанных компанией CRC–EVANS системах автоматической сварки для сварки корня шва снаружи.

Кроме того, процесс STT обеспечивает минимальное содержание диффузионного водорода в металле шва и разбрызгивание металла, что существенно расширяет диапазон свариваемых сталей и снижает вероятность водородного растрескивания.

Применение сварочных головок CRC – Automatic Welding для выполнения сварки корня шва по технологии STT и традиционной автоматической сварки заполняющих и облицовочного слоев гарантирует высокое качество сварки труб в широком диапазоне диаметров и толщин стенок.

Наиболее удобный способ для сварки захлеста

Из всех существующих способов сварки магистральных газопроводов для сварки захлестов больше всего удобен способ ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Данный выбор также регламентируется следующими нормативными документами: ВСН 006-89, СТО Газпром 2-2.2-136-2007.

Преимущества выбора данного классического способа сварки, следующие:

- мобильность в полевых условиях сварки;
- возможность осуществлять сварку в разных положениях;
- быстрота ремонта;
- возможность сварки в траншее.

Согласно нормативным документациям крупных нефтегазовых компаний, захлесты и ремонты трубопроводов выполняются ручной дуговой сваркой.

Данный выбор обусловлен тем, что захлест варится непосредственно в траншее. Чаще всего, это соединение двух веток газопровода, которые нужно соединить катушкой в одну ветвь. Экономически выгодный способ сварки в защитных газах автоматическим комплексом CRCEVANS не может применяться для сварки захлестов, так как является невозможным установка

внутреннего центратора, сварочных головок. Также автоматическая сварка чаще всего применяется при линейном строительстве газопровода, а сварка захлеста производится намного реже, в связи с этим является невыгодной транспортировка оборудования для автоматической сварки к месту сварки захлеста.

2.5 Выбор сварочных материалов

Так как для сварки захлеста был выбран ручной дуговой способ сварки, то важным является подбор электродов. От электродов зависит сам процесс сварки, получаемый результат, а также срок эксплуатации сварного соединения. При сварке линейных частей магистральных газопроводов, захлестов, прямых вставок(катушек) используют электроды с основным видом покрытия.

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

Назначение: марка LB-52U (ЛБ 52У) предназначены для сварки труб из сталей, у которых прочностные классы находятся до K54 включительно, а также и от K55 до K60 включительно. Электроды аттестованы национальной ассоциацией контроля сварки и рекомендованы ВНИИСТ для выбора при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов. Прочность конструкций обязана быть до 588 МПа.

При подборке электродов использовались следующие нормативные документы: ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 9467-75, СТО Газпром 2-2.2-136-2007. Ниже представлена таблица химического состава металла шва, полученного при сварке данными электродами (таблица 3).

Таблица 3 – Химический состав металла шва по ГОСТ 9467-75

Ø, мм	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
3.2	0.06	0.51	1.02	0.011	0.006	0.01	0.02	0.01	≤0.11
4.0	0.06	0.49	1.01	0.013	0.004	0.01	0.03	0.01	≤0.11

Из таблицы видно, что химический состав металла шва схож с химическим составом стали 13ХФА, следовательно, данные электроды можно использовать для сварки захлеста. Электроды диаметром 3.2мм рекомендуется использовать при сварке корневого слоя шва, а диаметром 4мм для сварки заполняющих и облицовочных слоев.

2.6. Расчет режимов сварки

Режимы сварки – это сумма главных и дополнительных характеристик сварочного производства, которые влияют на качество шва и производительность сварщика. Сварка захлеста магистрального газопровода выполняется с двухсторонней разделкой кромок, соединение стыковое С17 ГОСТ 14771-76, как показано на рисунке 4.

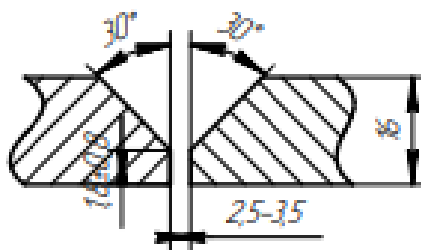


Рисунок 4 – Подготовка свариваемых кромок.

Согласно СТО Газпром 2-2.2-136-2007, сварка захлеста производится по четвертям на подъем или на спуск. В данном случае была выбрана сварка на подъем, где применяется постоянный ток обратной полярности. Сварка может

выполняться как одним сварщиком, так и бригадой из 2-4 человек. Схема сварки неповоротного кольцевого стыка МГ представлена на рисунке 5.

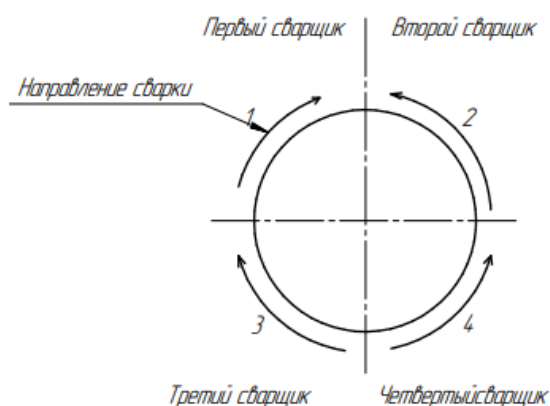


Рисунок 5 – Схема сварки неповоротного кольцевого стыка МГ

Режимы сварки захлеста МГ регламентируются СТО Газпром 2-2.2-136-2007, в таблице 4 подробно указаны рекомендуемые режимы сварки захлеста. Минимальное количество проходов при сварке трубы толщиной 16 мм- 5.

Таблица 4 – Параметры режимов сварки захлеста МГ

Слой шва	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток (А) в положении при сварке		
		Нижнее	Вертикальное	Потолочное
Корневой	3,2	90-120	90-110	80-110
Заполняющие:				
- первый	3,2	90-120	90-110	80-110
-последующие	4,0	130-180	110-170	110-150
Облицовочные	4,0	130-180	110-170	110-150

2.7. Выбор сварочного оборудования

Для реализации современных технологий сварки магистральных газопроводов и гарантирования качества сварных соединений, необходимо, чтобы нынешние источники питания отвечали следующим требованиям:

- возможность применения РДС электродами с различным типом покрытия, применяемые в трубопроводной отрасли строительства;
- стабильное значение источника токов в любом интервале, применяемом в РДС, начиная с 40А;

- способность изменения внешних ВАХ и настройки тока короткого замыкания в зависимости от состава покрытия электрода при заварке корневых, заполняющих и облицовочных слоёв шва и от пространственных положений;
- высокие динамические свойства, обеспечивающие резкий перевод режима короткого замыкания на рабочий режим;
- присутствие компактных регуляторов, для применения оборудования сварщиком, для возможности изменения режимов тока, не останавливая сварку;
- безотказная работа источника питания в широком диапазоне температур от + 40°C до – 40°C;
- сварочный источник питания должен быть оборудовано отключающими предохранителями или автоматами со стороны питающей сети и соответствовать требованиям главы;

Верхнее значение колебания установленных значений сварочного тока и напряжения из-за взаимного влияния постов не более $\pm 5\%$ от установленных значений при использовании источников тока для компоновки автономных многопостовых агрегатов питания сварочных постов.

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

- степень защиты по IP23 по ГОСТ 14-254 -96;
- относительная влажность окружающей среды 80% при $t = +20^\circ\text{C}$ в соответствии ГОСТ 15543.1-89;
- стойкость от воздействия механических факторов, влияющие внешней средой – группа M18 по ГОСТ 17516.1-90.

Для РДС покрытыми электродами выбираем многопостовой сварочный выпрямитель LINCOLN ELECTRIC IDEAL ARC DC-400.

Данный сварочный выпрямитель - значительный промышленный трехфазный выпрямитель, точный аппарат с тиристорным управлением, предназначен для использования различными видами сварки, открытой дугой. DC-400 отлично показывает себя при сварочных процессах покрытыми электродами, аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом. Для решения текущей задачи оператор может быстро настроить аппарат, ведь в данном выпрямителе есть регуляторы индуктивности и форсирования дуги.

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

Технические характеристики LINCON ELECTRIC IDEAL ARC DC-400 записаны в таблице 5.

Таблица 5 – Техническая характеристика LINCON ELECTRIC IDEAL ARC DC-400

Параметр	IDEALARC DC-400
Климатическое исполнение, категория размещения	У3, Т3
Напряжение питающей сети, В	230\400
Частота питающей сети, Гц	50-60
Сварочный ток, А	400
ПВ, %	100
Потребляемый ток, А	77\45
Диапазон сварочного тока, А	60-500
Габаритные размеры, мм	698-566-840
Масса, кг	215

3. Технология сборки и сварки

3.1. Подготовительные работы

До начала сварочно-монтажных работ необходимо:

- произвести откачку воды (при необходимости) в летнее время, а в зимнее время очистить котлован (приямок) от снега;
- очистить наружную поверхность соединяемых участков газопровода на расстоянии не менее **2,0 м** от торца, а также внутреннюю полость труб, прямых вставок (катушек) от возможных загрязнений (снег, лед, грунт и др.);
- внутреннюю полость изделия очистить от попавшего грунта, снега и других загрязнений;

Проверить трубы на наличие следующих отклонений (дефектов):

- отклонение от теоретической окружности трубы в зоне продольного шва на дуге **не менее 200 мм** не должно превышать **2,0 мм**;
- поверхностные дефекты основного металла трубы. На наружной и внутренней поверхности не должно быть трещин, плен, задиров, закатов, открывшихся пузырей-вздутий, вкатанной окалины и неметаллических включений, а также рисок и царапин глубиной **более 0,2 мм** или глубиной **более 0,4 мм** на протяженности **до 150 мм**;
- поверхностные дефекты (кроме трещин), не выходящие за пределы допустимого, устранить шлифованием так, чтобы толщина стенки в месте зачистки не выходила за пределы **20,8 мм**;
- расслоение (при визуальном осмотре не допускается выход на поверхность и торец трубы расслоения любого размера).

Ремонт основного металла сваркой не допускается. Концы труб с выявленными недопустимыми дефектами необходимо обрезать.

3.2. Разметка и резка трубы

3.2.1. Выполнить разметку места реза торцов труб, катушек с помощью инвентарного шаблона, обеспечивающего перпендикулярность плоскости реза оси газопровода:

- один конец трубопровода уложить на опоры высотой не менее **500 мм** по оси трубопровода, либо выкопать приямок необходимой величины;
- вывесить трубоукладчиком вторую плетть и разметить место реза;
- обрезать конец трубы.

3.2.2. В случаях резки трубы, а также после вырезки дефектного участка, с целью выявления возможных расслоений выполнить ультразвуковой контроль всего периметра участка трубы на ширине **не менее 40 мм** от резаного торца. Если в процессе ультразвукового контроля выявлено наличие расслоения, трубу необходимо отрезать на расстоянии **не менее 300 мм** от торца и провести повторный ультразвуковой контроль. Резку труб следует выполнять оборудованием механизированной орбитальной газовой резки.

3.2.3. После резки и последующего ультразвукового контроля трубы на расслоение выполнить механическую обработку резаных торцов труб станком подготовки кромок до требуемой разделки, при этом металл кромок труб должен быть удален на глубину **не менее 1,0 мм**.

3.2.4. Выполнить контроль параметров разделки кромок труб под сварку универсальным шаблоном типа УШС.

3.2.5. Выпуклость заводских продольных швов удалить до величины **0,5 - 1,0 мм** на расстоянии **15 - 20 мм** от торца трубы.

3.2.6. Зачистить участки кромок и прилегающую к ним внутреннюю и наружную поверхность до металлического блеска на ширину не менее **15 мм**.

3.3. Монтаж захлестных соединений

3.3.1. Произвести проверку соосности соединяемых участков газопровода.

3.3.2. Выкопать приямок, размеры которого достаточны для безопасного проведения работ по сварке и контролю сварных соединений;

3.3.3. На торцах труб, соединяемых участков газопровода, произвести замер (с точностью 1,0 мм) их периметров по внутренней и наружной поверхностям. На основании полученных результатов произвести выбор трубы аналогичного размера и класса прочности для подготовки прямой вставки (катушки).

3.3.4. Подготовить прямую вставку (катушку) длиной не менее **0,72 м** (не менее одного диаметра трубы).

3.3.5. Установить трубоукладчиком прямую вставку (катушку) в место технологического разрыва газопровода и выставить необходимые зазоры между свариваемыми кромками прямой вставки (катушки) и трубами соединяемых участков газопровода, при этом сборка должна выполняться с применением страховочной инвентарной опоры.

3.3.6. Выполнить предварительный подогрев обоих стыковых соединений согласно разделу 3.

3.3.7. Выполнить сборку обоих стыковых соединений с применением наружных центраторов:

- смещения кромок не должны превышать **2,0 мм**, допускаются локальные смещения кромок до **3,0 мм**, но их суммарная протяженность должна быть не более 1/6 периметра (**120 мм**);
- заводские продольные сварные соединения труб следует сместить относительно друг друга на расстояние **не менее 100 мм**.

3.3.8. Выполнить сварку **не менее 4-х** прихваток длиной **100 - 200 мм** на первом и втором стыковом соединении. Прихватки выполнять теми же электродами и на тех же режимах, что и корневой проход. Прихватки должны располагаться на расстоянии не ближе **100 мм** от заводских швов свариваемых элементов. Начальный и конечный участок каждой прихватки следует обработать механическим способом шлифмашинкой для обеспечения плавного перехода при сварке первого (корневого) слоя шва.

3.3.9. Выполнить сварку обоих стыковых соединений одновременно. Сварку выполнять согласно разделу 4.

Оборудование: Установка орбитальной резки труб типа ZinserRSV-4; Станок СПК; Центратор наружный звенный (Ж08А7985) Шаблон УШС; Линейка, Шлифмашинка.

3.4. Предварительный подогрев

3.4.1. Выполнить предварительный подогрев свариваемых кромок установкой индукционного нагрева до температуры **+100°C**. Ширина зоны нагрева **75 мм** в каждую сторону от свариваемых кромок;

3.4.2. Замерить температуру подогрева в каждой четверти по периметру стыкового соединения на расстоянии **от 10 до 15 мм** и **от 60 до 75 мм** от торца трубы.

3.4.3. В случае снижения температуры предварительного подогрева перед сваркой не более чем на **20°C** допускается ее доведение до требуемых значений с помощью газовых горелок.

3.4.4. Максимальная температура нагрева трубы в зоне начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать **120±10 С**.

Оборудование: Установка индукционного нагрева; Газовая горелка типа Sievert; Термометр контактный типа ТК-5.01.

3.5. Сварка захлестных соединений труб

Сварку производить согласно операционной карте и карте эскизов (приложение А).

Общие требования в процессе сварки:

- (а) Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва необходимо сместить относительно оси продольного заводского шва трубы на расстояние не менее 100 мм.

- (б) Место начала сварки каждого последующего слоя сварного шва необходимо сместить относительно начала и окончания сварки предыдущего слоя шва на расстояние не менее 30 мм.
- (в) Место окончания сварки каждого последующего слоя сварного шва необходимо сместить относительно начала и окончания сварки предыдущего слоя шва на расстояние не менее 40 мм.
- (г) При многопроходной сварке места начала и окончания сварки соседних проходов должны быть смещены друг от друга на расстояние не менее 30 мм.
- (д) В процессе сварки необходимо контролировать межслойную температуру, которая должна быть в интервале от +50°C до +250°C. Если температура опустилась ниже +50°C, следует произвести сопутствующий подогрев до температуры +100 °C.
- (е) Каждый слой и свариваемые кромки должны быть зачищены от шлака и брызг наплавленного металла механическим способом шлифовальными машинками.

3.5.1 Перед сваркой выполнить контроль температуры предварительного подогрева согласно **опер. 3**.

3.5.2 Выполнить сварку корневого слоя шва.

3.5.3 Выполнить сварку не менее **4-х** заполняющих слоев шва ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия согласно эскизу. Сварку **3-го, 4-го** слоев шва выполнить за два прохода с перекрытием валиков на **1/3** их ширины. Сварка с **1-го по 3-й** заполняющих слоев шва выполняется электродами диаметром **3,0 мм**, последующих заполняющих слоев шва – электродами диаметром **3,0 - 4,0 мм**.

3.5.4 Выполнить сварку облицовочного слоя шва за **2** прохода с перекрытием валиков на **1/3** их ширины. Облицовочный слой должен иметь плавный переход от основного металла к металлу шва без образования недопустимых подрезов по кромкам и перекрывать основной металл в каждую сторону от шва на **1,5 - 3,0 мм**; иметь усиление облицовочного слоя шва по

периметру каждой межваликовой канавки не менее **1,0 мм** и не более **3,0 мм**, глубину межваликовой канавки не более **1,0 мм**.

3.5.5 Выполнить зачистку облицовочного шва и прилегающих к нему поверхности трубы на расстоянии **не менее 20 мм** от шлака и брызг наплавленного металла. Участки облицовочного слоя с чрезмерным усилением (**более 3,0 мм**) и грубой чешуйчатостью обработать шлифмашинкой с абразивным кругом.

3.5.6 По окончании сварки при температуре окружающего воздуха ниже **+5°C** и/или наличии осадков сварное соединение должно быть укрыто влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания.

Оборудование: источник питания (IdealarcDC-400), газовая горелка, шаблон сварщика, УШС-3, термометр контактный типа, ТК-5.01, шлифовальная машинка, металлическая щетка, линейка, термопояс, набор ВИК.

Параметры режимов сварки приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры режимов сварки

Параметры режимов сварки				
Назначение	Марка сварочного материала	Диаметр мм	Полярность	Сварочный ток, А
Корневой слой шва	электроды: типа Э50А с основным видомпокрытия, маркиLB-52U	3,2	постоянный ток, обратная полярность (DC +)	80 -120
1-2 заполняющи е слои шва	электроды: типа Э50А с основным видомпокрытия, маркиLB-52U	3,2	постоянный ток, обратная полярность (DC +)	80 -120
Последующи е заполняющи е слои шва		4,0	постоянный ток, обратная полярность (DC +)	80 –120 (110-170)
Облицовочн ый слой шва		4,0	постоянный ток, обратная полярность (DC +)	80 –120 (110-170)
Направление сварки всех слоев шва – на подъем				

3.6. Маркировка и контроль качества сварного соединения

В непосредственной близости от сварного соединения нанести – дату сварки, номер соединения, клейма сварщиков (бригады). Маркировку сварных соединений выполнить в соответствии с требованиями внутренних распорядительных документов. Маркировка производится несмываемой краской (маркером) снаружи трубы и наносится в верхней полуокружности трубы на расстоянии от 100 до 150 мм (от 250 до 300 мм при сварке труб (изделий) с заводской изоляцией) от сварного соединения.

Сведения о сварных соединениях внести в журнал сварки сварных соединений (форма Г.3 СТО Газпром 2-2.2-136-2007). Журнал заполняется ежедневно в процессе строительства непосредственным руководителем сварочных работ (мастером, прорабом).

В процессе сварки должен осуществляться пооперационный контроль выполнения каждого слоя шва, при этом видимые поверхностные дефекты слоев шва должны устраняться по мере их выявления. Пооперационный контроль и внешний осмотр должен осуществляться непосредственным руководителем сварочных работ (мастером, прорабом), являющимся специалистом сварочного производства не ниже II-го уровня профессиональной подготовки в соответствии с ПБ 03-273-99 и ПБ 03-440-02.

После сварки провести неразрушающий контроль сварного соединения в соответствии с операционными картами по неразрушающему контролю. Неразрушающий контроль проводится в три этапа:

1. визуальный измерительный контроль;
2. радиографический контроль;
3. ультразвуковой контроль.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Суть бакалаврской работы по теме: «Технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720 мм с толщиной стенки 16 мм, выполненного из стали 13ХФА» заключается в изучении теоретического материала по описанию трубных сталей и их сварке, в описании технологии сборки и сварки захлестов магистральных газопроводов.

Стальные трубы диаметром 720 мм применяют при строительстве газопроводов, монтаже теплосетей, при формировании и ремонте канализационных систем, кабельных каналов, водоводов. Как кожухи трубы применяются при закрытой прокладке трубопроводных систем, транспортирующих нефть и газ. Иногда изделия используют в качестве свай или опор. Следовательно, потенциальными потребителями разрабатываемой технологии сборки и сварки стальных труб являются как промышленные предприятия, так и объекты жилищно-коммунальной сферы. Сегментирование рынка проводится по размеру компании-заказчика и по сфере использования. На карте сегментирования, представленной на таблице 7, можно проследить, какие ниши рынка не заняты, и выявить вектор направления реализации своей разработки.

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка услуг по технологии сборки и сварки захлеста

Предназначение технологии сборки и сварки захлеста		Размер предприятия		
		Крупное	Среднее	Мелкое
Сфера использования	Промышленные предприятия			
	Газодобывающие и газотранспортирующие предприятия			
	Объекты ЖКХ			

Как видно из таблицы 7, возможными рынками сбыта являются крупные объекты ЖКХ, крупные и средние промышленные предприятия, а также любые газодобывающие и газотранспортирующие предприятия. Однако и мелкие организации могут быть заинтересованы в получении данной разработки, так как она (в отличии от имеющейся стандартной технологии) является коммерчески привлекательной и более ресурсоэффективной.

4.2. Анализ конкурентных технических решений

Для анализа альтернативных технологий сборки и сварки захлеста магистрального газопровода была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

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

В таблице 8 представлен анализ конкурентных технических решений. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами обозначена как Б_р, механизированная сварка в защитных газах как Б_м, автоматическая сварка под флюсом как Б_ф.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _р	Б _м	Б _ф	К _р	К _м	К _ф
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство в эксплуатации	0,11	5	3	4	0,55	0,33	0,44
Повышение производительности	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
Энергоэкономичность	0,12	5	3	3	0,6	0,36	0,36
Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	3	2	2	0,54	0,36	0,36

Продолжение таблицы 8

Универсальность технологии	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
Специальное оборудование	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,09	4	4	5	0,36	0,36	0,45
Предполагаемый срок эксплуатации	0,14	5	4	2	0,7	0,56	0,28
Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
Итого	1	39	31	31	4,31	3,33	3,25

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (3)$$

где K – конкурентоспособность вида;

B_i – вес критерия (в долях единицы);

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

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование ручной дуговой сварки покрытыми электродами является наиболее эффективным и целесообразным при сварке захлестов магистральных газопроводов. Уязвимость других технологий обусловлена низким удобством применения данных методов и малыми предоставляемыми возможностями.

4.3. Swot-анализ

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

Для того что бы найти сильные и слабые стороны технологии сборки и сварки захлеста ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и технологий-конкурентов проведем SWOT–анализ (таблица 9).

Таблица 9 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Способность охватывать	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Невозможность предвидеть все риски Сл2. Большой срок проведения
--	---	---

Продолжение таблицы 9

	различные виды газовых отраслей С3. Устойчивое финансовое	исследования Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный
	положение С4. Потребность предприятий в данной технологии С5. Постоянная информационная насыщенность.	подход Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.
Возможности: В1. Создание партнерских отношений со всеми видами газовой отрасли В2. Большой потенциал усовершенствования технологии В3. Сокращение затрат за счет реализации функциональной стратегии В4. Строительство новых газопроводов, требующих технологию сварки захлестов В5. Создание новых технологий.		
Угрозы: У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой У3. Неточность при составлении комплекта технологической документации. У4. Колебания цен на данное исследование. У5.Снижение цен у конкурентов.		

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

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	0
	B2	–	–	0	0	+
	B3	0	0	+	0	–
	B4	+	+	0	+	+
	B5	0	+	–	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4, B4C1C2C4C5.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	–	–	0	–	–
	B2	+	+	+	+	0
	B3	–	+	+	+	–
	B4	–	–	+	–	–
	B5	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл2Сл3Сл4, B3Сл2Сл3Сл4, B5Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	–	+	+	–	–
	У2	–	+	–	+	–
	У3	+	+	–	–	+
	У4	–	–	+	–	–
	У5	0	–	0	–	–

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1C2C3, У2C2C4, У3C1C2C5.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	–	–	0	0	0
	У2	–	–	–	0	–
	У3	+	–	+	+	–
	У4	–	–	–	–	0
	У5	–	–	0	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У3Сл1Сл3Сл4.

Таблица 14 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Способность охватывать различные виды газовых отраслей С3. Устойчивое финансовое положение С4. Потребность предприятий в данной технологии С5. Постоянная информационная насыщенность.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Невозможность предвидеть все риски Сл2. Большой срок проведения исследования Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.
Возможности: В1.Создание партнерских отношений со всеми видами газовой отрасли В2. Большой потенциал усовершенствования технологии В3. Сокращение затрат за счет реализации функциональной стратегии В4.Строительство новых газопроводов, требующих технологию сварки захлестов В5. Создание новых технологий.	-Способность охватывать различные виды отраслей и возможность бюджетного финансирования дают большую возможность создавать партнерские отношения со всеми видами отраслевой промышленности, тем самым сохранять устойчивость финансового положения. -С каждым годом количество новых газопроводов и протяженность увеличивается, поэтому, увеличивается необходимость в создании новых технологий, следовательно, растет востребованность данной технологии сварки	-Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней есть некоторые негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большой срок проведения исследования и низкая скорость продвижения новых технологий в области разработки технологии сварки, при этом для каждого потребителя требуется индивидуальный подход. -При реализации функциональной стратегии сократятся все негативные моменты, напрямую зависящие от затрат. -Целесообразность в создании новых технологий сварки состоит в том, чтобы повысить положительные стороны и минимизировать негативные.
Угрозы: У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной	-При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как в следствие этого, снижение финансового положения, и, возможно, сосредоточение только на определенных	-Все вышеперечисленные негативные моменты напрямую связаны с неточностью при составлении комплекта технологической документации, поэтому технология нуждается в

базой У3.Неточность при составлении комплекта технологической документации. У4. Колебания цен на данное	потребителях. -При истощении ресурсной базы потребитель будет вынужден прекратить своё производство и отказаться от услуг исследования, что ведет	усовершенствовании.
---	--	---------------------

Продолжение таблицы 14

исследование. У5.Снижение цен у конкурентов.	к не востребованности проекта. -Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности при составлении комплекта технологической документации.	
---	--	--

4.4. Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования, определение участников каждой работы, установление продолжительности работ, построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ (таблица 15).

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

Продолжение таблицы 15

анализ	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер
	8	Анализ полученных результатов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер

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

4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитываем параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (5)$$

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

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

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

4.5. Разработка графика проведения научного исследования

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

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

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

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

Коэффициент календарности в 2022 году составил:

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

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (7)$$

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

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

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

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

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

Таблица 16 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

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

– Руководитель

– Инженер

4.6. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям: материальные затраты НТИ, основная заработная плата исполнителей темы, дополнительная заработная плата исполнителей темы, отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления), накладные расходы.

4.6.1. Расчет материальных затрат НТИ

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расхi}, \quad (8)$$

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

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

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

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, Z_m , руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	лист	250	100	150	2	2	2	500	200	300
Картридж	шт.	1	1	1	700	700	700	700	700	700
Шариковая ручка	шт.	2	1	2	20	20	20	40	20	40
Карандаш	шт.	1	1	1	10	10	10	10	10	10
Блокнот	шт.	1	0	1	50	0	50	50	0	50
Итого								1300	930	1100

4.6.2. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (9)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15% от $З_{осн}$)

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

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p, \quad (10)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

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

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d}, \quad (11)$$

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (12)$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

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

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{м}} = 30000 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 62400 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$З_{\text{м}} = 12000 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 15600 \text{ руб.}$$

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

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

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{62400 \times 10,4}{257} = 2525 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{15600 \times 11,2}{252} = 693 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_{\text{р}} = 16$ раб. дней

Студент: $T_{\text{р}} = 68$ раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 2525 \times 16 = 40400 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$З_{\text{осн}} = 693 \times 68 = 47127 \text{ руб.}$$

Таблица 19 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и инженера

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дней	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	30000	0,3	0,3	1,3	62400	2525	16	40400
Инженер	12000	0	0	1,3	15600	693	68	47127
Итого $З_{\text{осн}}$, руб.								87527

4.6.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}, \quad (13)$$

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

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{доп}} = 40400 \times 0,15 = 6060 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера составила:

$$З_{\text{доп}} = 47127 \times 0,15 = 7070 \text{ руб.}$$

4.6.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (14)$$

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

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	40400	6060
Инженер	47127	7070
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,27	
ИТОГО	12544+14633=27177	

4.6.5. Накладные расходы

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}, \quad (15)$$

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

Накладные расходы составили:

$$З_{накл}^{исп1} = [1300 + (40400 + 6060) + (47127 + 7070) + 27177] \times 0,16 \\ = 20661 \text{ руб.}$$

$$З_{накл}^{исп2} = [930 + (40400 + 6060) + (47127 + 7070) + 27177] \times 0,16 \\ = 20602 \text{ руб.}$$

$$З_{накл}^{исп3} = [1100 + (40400 + 6060) + (47127 + 7070) + 27177] \times 0,16 \\ = 20629 \text{ руб.}$$

4.6.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	1300	930	1100
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	87527	87527	87527
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13130	13130	13130
4. Отчисления на социальные нужды	27177	27177	27177
5. Накладные расходы	20661	20602	20629
6. Бюджет затрат НТИ	149795	149366	149563

4.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (16)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.1}} = \frac{149795}{149795} = 1; I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.2}} = \frac{149366}{149795} = 0,999; I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.3}} = \frac{149563}{149795} = 0,998;$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i, \quad (17)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

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

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

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

$$I_{p-исп3} = 0,1 \times 4 + 0,15 \times 4 + 0,15 \times 3 + 0,2 \times 5 + 0,25 \times 4 + 0,15 \times 3 = 3,9.$$

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

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

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

Сравнительная эффективность проекта ($\Theta_{ср}$):

$$\Theta_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}}, \quad (17)$$

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,999	0,998
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,65	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	3,654	3,907
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,79	0,84

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами обозначена как исполнение 1, механизированная сварка в защитных газах как исполнение 2, автоматическая сварка под флюсом как исполнение 3.

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

5. Социальная ответственность

5.1 Введение

Объектом исследования научно-исследовательской работы является технология сборки и сварки захлеста газопровода. Захлест - кольцевой стык, соединяющий плети труб после их укладки в проектное положение и засыпки. Технологический захлест: стыковое сварное соединение труб при сварке двух участков трубопровода в месте технологического разрыва. Главной его задачей является соединение двух частей линейной части газопровода в одну ветку, а также транспортировка газа под высоким давлением. Область применения технологии сварки захлеста: газовая отрасль. Захлесты чаще всего используются в линейных частях газопроводов. Как правило, сварка захлеста является одним из самых трудоемких и дорогих процессов при строительстве газопроводов и нефтепроводов.

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

В последние годы в связи с заметным увеличением объемов добычи и транспортировки нефтегазовых продуктов на первый план выходит задача сокращения сроков строительства трубопроводов с одновременным снижением его себестоимости. При строительстве магистральных трубопроводов возникает потребность в сварке захлестов.

5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.2.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

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

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

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

- дополнительное профессиональное образование за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;
- запрос о проведении проверки условий и охраны труда на его рабочем месте федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на осуществление федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, другими федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный контроль (надзор) в установленной сфере деятельности, органами исполнительной власти, осуществляющими государственную экспертизу условий труда, а также органами профсоюзного контроля за соблюдением трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права;
- обращение в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединения работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

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

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

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

5.3. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

- при выполнении ручной дуговой сварки должны соблюдаться следующие требования: 1) ручная дуговая сварка производится на стационарных постах, оборудованных вытяжной вентиляцией. При невозможности выполнения сварочных работ на стационарных постах, обусловленной габаритами и конструктивными особенностями свариваемых изделий, для удаления пыли и газообразных компонентов аэрозоля от сварочной дуги применяются местные отсосы и/или средства индивидуальной защиты органов дыхания; 2) кабели (провода) электросварочных машин располагаются на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов кислорода и не менее 1 м от трубопроводов ацетилена и других горючих газов; 3) электросварочные

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

- на сборочно-сварочных участках в холодные и переходные периоды года следует применять воздушное отопление с регулируемой подачей воздуха. В теплое время года на сборочно-сварочных участках следует использовать естественную вентиляцию. Общеобменная и местная вентиляция не применяются, если содержание вредных веществ не превышает уровень предельно допустимой концентрации (далее - ПДК). При невозможности исключения или снижения уровней вредных и (или) опасных производственных факторов до уровней допустимого воздействия в связи с характером и условиями производственного процесса проведение работ допускается при условии обеспечения работников средствами индивидуальной защиты;
- при выполнении сварочных работ на открытых участках место сварщика должно ограждаться со всех сторон щитами или ширмами, устанавливаться сварочная палатка. С наружной стороны такие ограждения должны окрашиваться в яркие цвета в виде "зебры" и надписями крупными буквами "Осторожно, идет сварка!". Окраска сварочных цехов, внутренних сторон ограждений мест сварки в темные цвета не рекомендуется, т.к. при этом ухудшается общая освещенность мест сварки;
- многопостовые агрегаты и сварочные установки должны располагаться в отдельном помещении или должны быть ограждены. Сварочные преобразователи из-за их шума при работе должны быть вынесены за пределы производственного помещения. Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами, установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м, между однопостовыми сварочными трансформаторами или сварочными генераторами, с каждой стороны стеллажа или стола для ручной сварки - не менее 1 м,

между стационарным сварочным агрегатом и стеной, колонной - не менее 0,5 м, между сварочным автоматом и стеной, колонной - не менее 1 м, между машинами точечной, роликовой (шовной) сварки с расположением рабочих мест напротив друг друга - не менее 2 м, между машинами стыковой сварки - не менее 3 м, при их расположении тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м;

- помещение, где размещены сосуды со сжиженным аргоном, контейнеры или рампы, не должно иметь технологического этажа (подвала) и углублений в покрытии пола более 0,5 м;
- в процессе эксплуатации контейнеров (сосудов-накопителей), рампы для централизованного обеспечения аргоном осуществляется контроль за исправностью всей предохранительной арматуры. Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы, опломбированы и содержаться в чистоте.

5.4. Производственная безопасность

При разработке сварки захлеста не исключена возможность влияния опасных и вредных факторов, отображенных в ГОСТ12.0.003-2015, на рабочего. Данные факторы представлены в таблице 18.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы при разработке ресивера.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работника при соприкосновении с ним	ГОСТ Р 56906-2016 «Бережливое производство. Организация рабочего пространства»
Ударные волны воздушной среды	ГОСТ Р 22.0.07-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций.

	Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров»
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

Продолжение таблицы 24

Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	ГОСТ 12.1.019-2017«Система стандартов безопасности труда.Электробезопасность.Общие требования и номенклатура видов защиты»
Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки	ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
Повышенный уровень общей вибрации	ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003). «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека»
Повышенный уровень локальной вибрации	ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека»
Повышенный уровень шума	ГОСТ ISO 9612-2016 «Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах»
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника	СанПиН 1.2.3685-21 2.2.4 «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы»
Монотонность труда	Р 2.2.2006-05 «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
Длительное сосредоточенное наблюдение	Р 2.2.2006-05 «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	ГОСТ 32423-2013 «Классификация опасности смесевой химической

	продукции по воздействию на организм»
Укусы насекомых/животных	ГОСТ Р 12.4.296-2013 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных).

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

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

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

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

5.4.2. Ударные волны воздушной среды

При неправильной эксплуатации захлеста газопровода может произойти его взрыв, который спровоцирует ударную волну воздушной среды. Во избежание данного фактора необходимо соблюдать меры безопасности, а именно: для безопасной эксплуатации необходимо во время

сборки и сварки тщательно контролировать все процессы, а после выполнения всех действий провести контроль ВИК и УЗК. Также необходимо допускать к работе с трубопроводами только специализированных работников, имеющих II группу по электробезопасности, а также старше 18 лет.

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

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

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

Обязательно проводится инструктаж в зависимости от конкретных обстоятельств. Соблюдать регламентированный график труда и отдыха.

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

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

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

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

5.4.6. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки

Излучения сварочной дуги оказывают вредное воздействие на сварщика и окружающих его рабочих. Горение дуги сопровождается ярким световым и невидимым ультрафиолетовым и инфракрасным излучениями. Видимые световые лучи действуют на глаза, поражая сосудистую и сетчатую оболочку глаза, а при длительном воздействии ослабляют зрение. Опасное

действие лучей сварочной дуги на незащищенные глаза и кожу человека проявляется на расстоянии до 10 м.

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

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

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

5.4.7. Повышенный уровень общей и локальной вибрации

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

Для уменьшения влияния вибрации используют такие методы как:

- воздействие на источник возбуждения, то есть снижение или ликвидация вынуждающих сил;
- отстройкой от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы;

- динамическое гашение колебаний;
- изменение конструктивных элементов машиностроительных конструкций;
- рациональная организация режима труда и отдыха.

Повышенный уровень шума

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

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

5.4.8. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

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

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

5.4.9. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника

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

Так как работы выполняются в полевых условиях различных регионов Сибири, то местность, где выполняются работы относится к районам Крайнего Севера и к местности, приравненной к районам Крайнего Севера.

Допустимые величины параметров микроклимата оцениваются в зависимости от категории работ по уровню энергозатрат организма. При выполнении сварочных работ категория работ – Пб (энергозатраты 233-290 Вт) – работы, связанные с ходьбой, перемещением, переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренными физическим напряжением. Допустимые параметры микроклимата для данной категории энергозатрат представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин, °С	Диапазон выше оптимальных величин, °С		Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин не более
Холодный	15,0-16,9	19,1-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	16,0-18,9	21,0-27,0	15-75	0,2	0,5

В соответствии со статьей 109 ТК РФ на отдельных видах работ предусматривается предоставление работникам в течение рабочего времени специальных перерывов, обусловленных технологией и организацией производства и труда. Виды этих работ, продолжительность и порядок предоставления таких перерывов устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка. Работникам, работающим в холодное время года на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, а также грузчикам, занятым на погрузочно-разгрузочных работах, и другим работникам в необходимых случаях предоставляются специальные перерывы для обогрева и отдыха, которые включаются в рабочее время. Работодатель обязан обеспечить оборудование помещений для обогрева и отдыха работников.

В МР 2.2.7.2129-06 «Методические рекомендации. 2.2.7. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях» указаны регламентированные перерывы.

Работающие на открытой территории в холодный период года должны быть обеспечены комплектом СИЗ от холода, имеющим теплоизоляцию, соответствующую величинам для различных климатических регионов (поясов). Во избежание локального охлаждения тела работников и уменьшения общих теплопотерь с поверхности тела, их следует обеспечивать рукавицами, обувью, головными уборами, имеющими соответствующую теплоизоляцию.

В целях нормализации теплового состояния, температура воздуха в местах обогрева должна поддерживаться на уровне 21-25 °С. Помещение следует оборудовать устройствами для обогрева кистей и стоп, температура которых должна быть в диапазоне 35-40 °С. В целях более быстрой нормализации теплового состояния организма и меньшей скорости охлаждения в последующий период пребывания на холоде, в помещении

для обогрева следует снимать верхнюю утепленную одежду, в связи с чем оно должно быть соответствующим образом оборудовано.

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

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

При температуре воздуха ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ не рекомендуется планировать выполнение физической работы категории выше Па. При температуре воздуха ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей.

5.4.10. Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение

Как любой другой вредный фактор, монотонность труда и длительное сосредоточенное внимание при продолжительном воздействии на организм работника могут привести к возникновению и развитию профессиональных заболеваний.

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

- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;

- перемещение в пространстве.

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

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

5.4.11. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке

Высокая температура дуги приводит к тому, что часть материалов, используемых при сварке, переходит в парообразное состояние. Эти пары, попадая в атмосферу производственного помещения, конденсируются и превращаются в аэрозоль конденсации, частицы которой по дисперсности приближаются к дымам и легко попадают в дыхательную систему сварщиков. Количество пыли в зоне дыхания сварщика зависит главным образом от способа сварки и свариваемых материалов.

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

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

Наиболее опасны для здоровья сварщиков аэрозоли марганца, так как отравление марганцем может вызвать длительное и стойкое поражение центра

льной нервной системы вплоть до паралича.

Во избежание поражений необходимо соблюдать все меры безопасности, пользоваться средствами индивидуальной и коллективной защиты.

5.4.12. Укусы насекомых/животных

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

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

При укусе рекомендуется следующее:

- не волноваться;
- удостовериться, что есть признаки отравления;
- высосать из ранки яд в первые 10 минут после укуса;
- обеспечить пострадавшего обильным питьем;

- провести иммобилизацию конечности;
- немедленно доставить пострадавшего к врачу.

Несомненно, лучше избегать укуса гадюки. Но если гадюка все же укусила, нужно понимать, что своевременные действия по удалению максимально возможной части яда, введение антидота и постельный режим почти гарантированно приводят к полному излечению.

5.5. Экологическая безопасность

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

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

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

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

Предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Санитарно-защитная зона не требуется.

Согласно ГОСТ 17.0.0.01-76 твердые промышленные и бытовые отходы подлежат утилизации путем переработки отходов во вторичное сырье. Макулатура сдаётся специальными службами в пункты приёма макулатуры. Утилизация отработанных люминесцентных ламп

осуществляется специализированной организацией, имеющей лицензию на проведение подобного вида работ, путем составления договора, с данной организацией согласно действующим нормам по утилизации согласно ГОСТ Р 55102-2012. Газообразные отходы перед выбросом подвергаются обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, которые защищают атмосферу от загрязнений. Жидкие отходы сбрасываются в городскую канализацию, где поступают в системы централизованной очистки на городских очистных сооружениях.

5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных чрезвычайных ситуаций при изготовлении резервуаров можно выделить пожар и (или) взрыв. Причинами возникновения пожара и (или) взрыва являются короткое замыкание, разбрызгивание расплавленного металла при сварке, искры при резке металла и другие виды огневых работ. При эксплуатации сосудов может возникнуть взрыв ресивера в случае неправильной эксплуатации или ошибки при сборке и сварке, а также пожар в случае взрыва ресивера около взрывчатых веществ. Наиболее типичной ЧС при эксплуатации ресивера является пожар в результате взрыва сосуда.

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

Требования пожарной безопасности до начала, во время и по

окончании огневых работ подробно описаны в Приказе №528 от 15 декабря 2020 года «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ». На предприятии, а в частности в сборочно-сварочном цехе должен быть план эвакуации, составленный с учетом действующего законодательства и всех нормативно-правовых документов. Поскольку сборочно-сварочный цех в соответствии с Федеральным законом № 123 от 22.07.2008 относится к категории Г по взрывопожарной и пожарной опасности, установка автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения в данном помещении не требуется.

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

- по возможности обесточить электрооборудование;
- сообщить непосредственному руководителю;
- оповестить всех работающих в производственном помещении и принять меры к ликвидации очага аварии.

5.7. Вывод по разделу

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

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

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

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

Промышленное предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Санитарно-защитная зона не требуется.

Заключение

В результате выполнения работы были изучены основные теоретические материалы по выбору стали, оборудования, типов электродов, режимов сварки. Также в технологическом разделе были рассмотрены основные этапы при подготовке, монтаже, сварке, контролю сварных соединений при сварке захлеста трубопровода.

Для разработки проекта был выбран классический способ РДС покрытыми электродами, так как он является самым простым способом для сварки захлеста. Были собраны основные материалы для дальнейшей разработки проекта при написании ВКР. В последующем исследовании будет рассмотрена и разработана технология сборки и сварки захлеста комбинированным методом и расчет экономической эффективности таких способов сварки.

Список использованных источников

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / В.И. Анурьев - Москва: Машиностроение, 1999. Т. 1-4. – 732 с.
2. Белов С.В. Безопасность производственных процессов / С.В. Белов – Москва: Машиностроение, 1985. – 448 с.
3. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В.С. Виноградов Учеб.- Москва: Высш. шк. Изд. Центр «Академия», 2000. – 319 с.
4. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук., В.П. Демянцевич. – Москва: Машиностроение, 1977. С. 44-62.
5. Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства / К.А. Грачева – Москва: Машиностроение, 1984.- 386 с.
6. Еремин Е.Н. Сварочные источники питания / Е.Н. Еремин Учеб.пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 1993.- 88 с.
7. Котвицкий А.Д. Сварка в среде защитных газов / А.Д. Котвицкий – Москва: Высш.шк., 1974.- 222 с.
8. Кузнецов Ю.В. Нормативно-справочные материалы расчета экономической эффективности новой сварочной техники / Ю.В. Кузнецов Учеб.пособие. - Омск: Изд-во ОмПИ, 1982.-15 с.
9. Коган Ю.А. Автоматы и полуавтоматы для дуговой варки плавящимся электродом в среде защитных газов / Ю.А. Коган – Ленинград: Энергия, 1976. – 148 с.
10. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах / В.И. Оботуров – Москва: Стройиздат, 1989. - 323 с.
11. Конищев Б.П. Сварочные материалы для дуговой сварки: энциклопедия / Б.П. Конищев, С.А. Курланов, Н.Н. Потапов, В.Д. Ходаков. – Москва: Машиностроение, 1989. – 544 с.

12. ТУ 1317-006.1-593377520. Трубы стальные бесшовные нефтегазопроводные повышенной эксплуатационной надежности. – Томск, 2003.
13. ТУ 1317-233-0147016-02. Трубы бесшовные горячедеформированные нефтегазопроводные повышенной надежности. – Томск, 2002.
14. СТО Газпром 2-2.2-136-2007. Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. – Москва, 2007.
15. ГОСТ 9466-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. – Москва, 1975.
16. ВСН 006-89. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. – Москва, 1989.
17. ВСН 006-89. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. – Москва, 1989.
18. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
19. ТК РФ Статья 221. «Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты».
20. СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
21. ТК РФ Статья 197. «Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда».
22. Приказ Минтруда России № 884н от 11 декабря 2020 г. «Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ».

23. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Москва, 2017. – 16 с.

24. ГОСТ Р 56906-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 15 с.

25. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Москва: Стандартинформ, 1989. – 50 с.

26. ГОСТ 12.1.019-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 20 с.

27. ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – Москва: Стандартинформ, 1986. – 5 с.

28. ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003). Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 23 с.

29. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001). Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. – Москва: Стандартинформ, 2004. – 28 с.

30. ГОСТ ISO 9612-2016. Акустика. Измерение шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 46 с.

31. Р 2.2.2006-05. «ГИГИЕНА ТРУДА. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». – Москва, 2005. – 142 с.

32. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 17 с.

33. СП 51.13330.2011. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Москва, 2011. – 46 с.

34. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. – Москва, 2017. – 135 с.

35. ГОСТ 17.0.0.01-76. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов Основные положения. – Москва: Стандартинформ, 1977. – 5 с.

36. ГОСТ Р 55102-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

37. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Москва, 2009. – 31 с.

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

								ГОСТ 3.1105-84 форма 2			
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
								ФЮРА 01190.129			
				ни ТПУ, ИШНКБ, ОЗИ						ФЮРА 02190.001	
				Технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720 мм с толщиной стенки 16 мм.						у	
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ											
СОГЛАСОВАНО						УТВЕРЖДИЛ					
Доцент ОЗИ						Доцент ОЗИ					
Першина А.А.						Першина А.А.					
КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ Технология сборки и сварки захлеста магистрального газопровода диаметром 720 мм с толщиной стенки 16 мм.											
ПРОКОНТРОЛИРОВАЛ						РАЗРАБОТАНО					
доцент ОЗИ ИШНКБ						Студент гр. 1В81					
Першина Анна Александровна						Дуля Егор Владимирович					
дата		подп.						дата		подп.	
НТД											
ТЛ		Титульный лист									

										ГОСТ 3.1118-82 форма 2										
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
										ФЮРА 02190.1В81022 2 1										
Разраб. Дуля Е.В.										ФЮРА 10190.002										
ТПУ																				
Н.контр. Першина А.А.										Неповоротный стык магистрального трубопровода у										
А Цех Уч. РМ Опер. Код,наименование операции										Обозначение документа										
Б Код,наименование,оборудования										СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт. Тпз Тшт.										
К/М Наименование детали,сб.единицы или материала										Обозначение,код ОПП ЕВ ЕН КИ Н.расх.										
A01	1	1	1	005	Заготовительная	ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007														
B02	Установка орбитальной резки труб типа ZinserRSV-4, Станок СПК, Центратор наружный звенный (Ж08А.7985)					3	монтажник	5	1	2										
K/M03	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85														
O04	Выполнить разделку кромок двух труб с толщиной стенки 16 мм под углом 30°, с притуплением 1,8±0,8 мм, очистить кромки на 10мм.																			
T5	Шаблон УШС, Линейка, Шлифмашина.																			
06																				
A06	1	1	1	010	Сборка труб	ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007														
B07	Центратор наружный звенный (Ж08А.7985), трубоукладчик					3	монтажник	5	1	1										
K/M08	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85														
O09	Подготовить прямую вставку (катушку) длиной не менее 0.72 м (не менее одного диаметра трубы). Установить трубоукладчиком прямую вставку (катушку) в место технологического разрыва газопровода и выставить необходимые зазоры между свариваемыми кромками прямой вставки (катушки) и трубами соединяемых участков газопровода, при этом сборка должна выполняться с применением страховочной инвентарной опоры.																			
T10	Страховочная инвентарная опора, стропы, полотенца																			
МК	Маршрутная карта																			

ГОСТ 3.1118-82 форма 16																
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
ФЮРА 02190.1B81022								2								
ФЮРА 10190.003																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	Обозначение документа										
Б	Код наименования оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тго	Тшт.
К/М	Наименование детали, об. единицы или материала					Обозначение код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расс.	
A11	1	1	1	015	Сборка труб	ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007										
B12	Установка индукционного нагрева					3	монтажник	5	1	1						
B13	Газовая горелка типа Sievert					3	монтажник	5	1	1						
K/M14	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85										
O15	Выполнить предварительный подогрев свариваемых кромок установкой индукционного нагрева до температуры +100°C. Ширина зоны нагрева 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок; Замерить температуру подогрева в каждой четверти по периметру стыкового соединения на расстоянии от 10 до 15 мм и от 60 до 75 мм от торца трубы. В случае снижения температуры предварительного подогрева перед сваркой не более чем на 20°C допускается ее доведение до требуемых значений с помощью газовых горелок. Максимальная температура нагрева трубы в зоне начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать 120±10 С.															
T16	Термометр контактный типа ТК-5.01															
17																
A18	1	1	1	020	Сборка труб	ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007										
B19	Центратор наружный звенный (Ж08А7985)					3	монтажник	5	1	1						
B20	Источник питания (Idealarc DC-400)					3	сварщик	6	1	1						
K/M 21	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85										
K/M 22	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U. Ø 3.2 мм					ГОСТ 9467-75										
O 23	Выполнить сварку не менее 4-х прихваток длиной 100 - 200 мм на первом и втором стыковом соединении. Прихватки выполнять теми же электродами и на тех же режимах, что и корневой проход. Прихватки должны располагаться на расстоянии не ближе 100 мм от заводских швов свариваемых элементов. Начальный и конечный участок каждой прихватки следует обработать механическим способом шлифмашинкой для обеспечения главного перехода при сварке первого (корневого) слоя шва.															
T 24	Термометр контактный типа ТК-5.01, щетка металлическая, УШМ															
МК	Маршрутная карта															

										ГОСТ 3.1118-82 форма 16										
Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
										ФЮРА 02190.1B81022 3										
										ФЮРА 10190.003										
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции					Обозначение документа										
B	Код наименования оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тпа	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сборки или материала					Обозначение кода										ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.рас.
A25	1	1	1	025	Сварка труб					ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007										
B26	Источник питания (Idealarc DC-400)					3	сварщик	6	1	1										
B27	Газовая горелка типа Sievert					3	сварщик	6	1	1										
K/M28	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85														
K/M29	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 3,2 мм					ГОСТ 9467-75														
K/M30	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 4 мм					ГОСТ 9467-75														
O31	Выполнить сварку корневого слоя шва.																			
O32	Выполнить сварку не менее 5-ти заполняющих слоев шва ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия согласно эскизу. Сварку 3-го, 4-го и 5-го слоев шва выполнить за два прохода с перекрытием валиков на 1/3 их ширины. Сварка с 1-го по 3-й заполняющих слоев шва выполняется электродами диаметром 3,0 мм, последующих заполняющих слоев шва – электродами диаметром 3,0 - 4,0 мм.																			
O33	Выполнить сварку облицовочного слоя шва за 2 прохода с перекрытием валиков на 1/3 их ширины. Облицовочный слой должен иметь плавный переход от основного металла к металлу шва без образования недопустимых подрезов по кромкам и перекрывать основной металл в каждую сторону от шва на 1,5 - 3,0 мм; иметь усиление облицовочного слоя шва по периметру каждой межваликовой канавки не менее 1,0 мм и не более 3,0 мм, глубину межваликовой канавки не более 1,0 мм.																			
T34	Шаблон сварщика УШС-3, Термометр контактный типа ТК-5.01, Шлифмашинка. Металлическая щетка, Линейка, Термопояс.																			
35																				
A36	1	1	1	030	Маркировка сварного соединения					ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007										
B37						3	сварщик	6	1	1										
K/M 38	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85														
МК Маршрутная карта																				

															ГОСТ 3.1118-82		форма 16				
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
															ФЮРА 02190.1В81022		3				
																	ФЮРА 10190.003				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код.наименование операции										Обозначение документа						
Б	Код.наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала										Обозначение.код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
О39	В непосредственной близости от сварного соединения нанести – дату сварки, номер соединения, клейма сварщиков (бригады). Маркировку сварных соединений выполнять в соответствии с требованиями внутренних распорядительных документов. Маркировка производится несмываемой краской (маркером) снаружи трубы и наносится в верхней полукружности трубы на расстоянии от 100 до 150 мм (от 250 до 300 мм при сварке труб (изделий) с заводской изоляцией) от сварного соединения.																				
															ГОСТ 3.1118-82		форма 2				
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
															ФЮРА.02190.1В81022		3 1				
Разраб.	Дуля Е.В.				ТПУ ИШНКБ								ФЮРА 60190.001								
					Группа 1В81																
Н.контр.	Першина А.А.				Технология сборки и сварки ресивера										У						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код.наименование операции										Обозначение документа						
Б	Код.наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала										Обозначение.код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
РС1	ПС	НП	ДС	Іс	Із	Пз	U	I	Ус	Уп	qoz	qdz	qk	Тп	Тп						
A01	1	1	1	005	Сборка труб				ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007												
B02	Центратор наружный звенный (Ж08А7985)								3	монтажник	5	2	1	1							
B03	Трубоукладчик								3	монтажник	5	1	1	1							
КМ04	Две трубы, катушка из стали 13ХФА,Ø720 мм,толщина стенки 16 мм								ГОСТ 20295-85												
O05	1. Произвести проверку соосности соединяемых участков газопровода.																				
O06	2. Подготовить прямую вставку (катушку) длиной не менее 0.72 м (не менее одного диаметра трубы).																				
O07	3. Установить трубоукладчиком прямую вставку (катушку) в место технологического разрыва газопровода																				
O08	4. Выставить необходимые зазоры между свариваемыми кромками прямой вставки (катушки) и трубами соединяемых участков газопровода																				
T09	Страховочная инвентрная опора, стропы, полотенца																				
10																					
A11	1	1	1	010	Сборка труб				ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007												
OK		Операционная карта																	60		

ГОСТ 3.1118-82 форма 16																			
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
												ФЮРА.02190.1В81022	2						
												ФЮРА 60190.002							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпа	Тшт.			
К/М	Наименование детали, с/б. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.				
РС1	ПС	НП	DC	lc	lз	Пл	U	I	Vс	Vn	qоз	qдз	qк	Tи	Tn				
Б12	Установка индукционного нагрева					3	монтажник	5	1	1	2								
Б13	Газовая горелка типа Sievert					3	монтажник	5	1	1	2								
К/М14	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85													
О15	1. Выполнить предварительный подогрев свариваемых кромок установкой индукционного нагрева до температуры +100°С. Ширина зоны нагрева 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок																		
О16	2. Замерить температуру подогрева в каждой четверти по периметру стыкового соединения на расстоянии от 10 до 15 мм и от 60 до 75 мм от торца трубы																		
О17	3. В случае снижения температуры предварительного подогрева перед сваркой не более чем на 20°С допускается ее доведение до требуемых значений с помощью газовых горелок.																		
О18	4. Максимальная температура нагрева трубы в зоне начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать 120±10 С.																		
Т19	Термометр контактный типа ТК-5.01.																		
20																			
А01	1	1	1	015	Сборка труб					ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007									
Б19	Центратор наружный звенный (Ж08А7985)					3	монтажник	5	1	1									
Б20	Источник питания (Idealarc DC-400)					3	сварщик	6	1	1									
К/М 21	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85													
К/М 22	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 3,2 мм					ГОСТ 9467-75													
ОК															Операционная карта		60		

ГОСТ 3.1118-82 форма 16																
Дубл.																
Взам.																
Подп.																
										ФЮРА.02190.1B81022		3				
										ФЮРА 60190.003						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции					Обозначение документа						
Б	Код наименования оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тгр	Тшт.
К/М	Наименование детали, об. единицы или материала					Обозначение кода					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расс.	
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lз	Пт	U	I	I _с	I _н	qоз	qдз	qк	Tu	Tn	
О23	1.Выполнить сварку не менее 4-х прихваток длиной 100 - 200 мм на первом и втором стыковом соединении															
О24	2. Прихватки должны располагаться на расстоянии не ближе 100 мм от заводских швов свариваемых элементов															
О25	3. Начальный и конечный участок каждой прихватки следует обработать механическим способом шлифмашинкой для обеспечения плавного перехода при сварке первого (корневого) слоя шва.															
О26	4. В случае снижения температуры предварительного подогрева перед сваркой не более чем на 20°C допускается ее доведение до требуемых значений с помощью газовых горелок.															
РС27	В1	I				O	22-24 В	80-120А								
Т 24	Термометр контактный типа ТК-5.01, щетка металлическая, УШМ															
25																
A26	1	1	1	020	Сварка труб					ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2.2-136-2007						
Б27	Источник питания (Idealarc DC-400)					3	сварщик	6	1	4						
Б28	Газовая горелка типа Sievert					3	сварщик	6	1	1						
К/М29	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85										
К/М30	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 3,2 мм					ГОСТ 9467-75										
К/М31	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 4 мм					ГОСТ 9467-75										
О31	1.Выполнить сварку корневого слоя шва - Сварка производится 4 сварщиками по четвертям на подъеме															
О32	2. По завершению сварки корневого шва зачистить поверхность от шлака и брызг металла шлифмашинкой															
РС33	В1	I				O	22-24 В	80-120А								
Т34	Шаблон сварщика УШС-3, Термометр контактный типа ТК-5.01, Шлифмашинка. Металлическая щетка, Линейка, Термопояс.															
ОК															Операционная карта	60

															ГОСТ 3.1118-82 форма 16										
Дубл.																									
Взам.																									
Подл.																									
															ФЮРА.02190.1В81022										
															4										
															ФЮРА 60190.004										
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции										Обозначение документа										
B	Код,наименование,оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
K/M	Наименование детали,сб.единицы или материала										Обозначение,код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
PC1	PC	HP	DC	lc	lз	Пл	U	I	Vс	Vn	qоз	qдз	qк	Tи	Tn										
A35	1	1	1	025	Сварка труб					ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007															
B36	Источник питания (Idealarc DC-400)								3	сварщик	6	1	4												
B37	Газовая горелка типа Sievert								3	сварщик	6	1	1												
K/M38	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм								ГОСТ 20295-85																
K/M39	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 3,2 мм								ГОСТ 9467-75																
K/M40	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 4 мм								ГОСТ 9467-75																
O41	1.Выполнить сварку не менее 5-ти заполняющих слоев шва ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия согласно эскизу. Сварка производится 4 сварщиками по 4 четвертям на подъем																								
O42	2. Сварку 3-го, 4-го и 5-го слоев шва выполнить за два прохода с перекрытием валиков на 1/3 их ширины.																								
O43	3. Сварка с 1-го по 3-й заполняющих слоев шва выполняется электродами диаметром 3,2 мм, последующих заполняющих слоев шва – электродами диаметром 4,0 мм.																								
O44	4. По завершению сварки после каждого прохода зачистить поверхности от шлака и брызг металла шлифмашинкой																								
PC45	B1	1				O	22-24 В	110-180																	
T46	Шаблон сварщика УШС-3, Термометр контактный типа ТК-5.01, Шлифмашинка. Металлическая щетка, Линейка, Термопояс.																								
47																									
OK		Операционная карта																	60						

ГОСТ 3.1118-82 форма 16																			
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										ФЮРА.02190.1В81022		5							
										ФЮРА 60190.005									
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа									
B	Код, наименование, оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
КМ	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
РС1	ПС	НП	ДС	Іс	Із	Пз	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Tи	Tп				
A48	1	1	1	030	Сварка труб					ИОТ №1, ВСН 006-89, СНиП III-42-80, СНиП 2.05.06-85, СТО Газпром 2-2.2-136-2007									
B49	Источник питания (Idealarc DC-400)					3	сварщик	6	1	4									
B50	Газовая горелка типа Sievert					3	сварщик	6	1	1									
К/М51	Две трубы, катушка из стали 13ХФА, Ø720 мм, толщина стенки 16 мм					ГОСТ 20295-85													
К/М52	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 3,2 мм					ГОСТ 9467-75													
К/М53	электроды: типа Э50А с основным видом покрытия, марки LB-52U, Ø 4 мм					ГОСТ 9467-75													
O54	1. Выполнить сварку облицовочного слоя шва за 2 прохода с перекрытием валиков на 1/3 их ширины. Сварка производится 4 сварщиками по четвертям на подъем																		
O55	2. Облицовочный слой должен иметь плавный переход от основного металла к металлу шва без образования недопустимых подрезов по кромкам и перекрывать основной металл в каждую сторону от шва на 1,5 - 3,0 мм																		
O56	3. Усиление облицовочного слоя шва по периметру каждой межваликовой канавки не менее 1,0 мм и не более 3,0 мм, глубину межваликовой канавки не более 1,0 мм.																		
O57	4. Выполнить зачистку облицовочного шва и прилегающих к нему поверхностей трубы на расстоянии не менее 20 мм от шлака и брызг наплавленного металла.																		
O58	5. По окончании сварки при температуре окружающего воздуха ниже +5°C и/или наличии осадков сварное соединение должно быть укрыто влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания.																		
РС59	В1	1				O	22-24 В	110-180											
T60	Шаблон сварщика УШС-3, Термометр контактный типа ТК-5.01, Шлифмашинка. Металлическая щетка, Линейка, Термояс.																		
61																			
OK		Операционная карта														60			

[illegible]