

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа ИШНКБ

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>РЕМОНТ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКОЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА</b>

УДК 621.791.752.2:622.691.4.004(211-17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Петров Константин Иванович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Николаенко В.С.	—		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.	—		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Хайдарова А.А.	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<b>Универсальные компетенции</b>	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа ИШНКБ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Хайдарова А.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В41	Петрову Константину Ивановичу

Тема работы:

Ремонт магистральных газопроводов ручной дуговой сваркой в условиях Крайнего Севера	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10186/с от 28.12.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.2018
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Условным объектом исследования является магистральный газопровод из стали 13ХФА диаметром 1420 мм и толщиной стенки 25 мм.</p> <p>В этой работе выбран способ ремонта магистральных газопроводов ручной дуговой сваркой в условиях Крайнего Севера. Сама работа направлена на качественный ремонт МГ и в выборе подходящих сварочных электродов и оборудования.</p> <p>Влияние на окружающую среду могут оказывать утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу (метанола) и при сварочных работах являются пожар или взрыв на рабочем месте.</p> <p>Выполнен экономический расчет затрат по замене дефектного участка трубопровода.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение основных нормативных документов к ремонту магистрального газопровода;</li> <li>2. Выбор технологии ремонта, а именно с применением ручной дуговой сварки в условиях Крайнего Севера;</li> </ol>

<p><i>рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>3. Сделать расчет режима ручной дуговой сварки для нашего условия;</p> <p>4. Разработка рекомендации выбора сварочного оборудования по итогам расчета.</p> <p>Дополнительные разделы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</li> <li>• «Социальная ответственность».</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p><b>Рисунки – 18 штук:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Эскиз изделия;</li> <li>- Схематическое изображение процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами;</li> <li>- Схематическое изображение поста ручной дуговой сварки покрытыми электродами;</li> <li>- Форма разделки кромок электросварных труб;</li> <li>- Геометрия шва электросварных труб;</li> <li>- Вырезание технологических окон;</li> <li>- Установка резиновых шаров;</li> <li>- Продувка остатков газа;</li> <li>- Установка дополнительного шара;</li> <li>- Вырезка дефектного участка;</li> <li>- Удаление дефектного участка;</li> <li>- Подготовка кромок;</li> <li>- Установка катушки;</li> <li>- Инвертор сварочного тока;</li> <li>- Операция простановки прихваток;</li> <li>- Сварка заполняющих и облицовочных слоев шва;</li> <li>- Заварка технологического окна;</li> <li>- УШС-3;</li> </ul> <p><b>Таблицы – 16 штук:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Химический состав в % ТУ 1317-006.1-593377520;</li> <li>- Механические свойства при T=20 °C материала 13ХФА;</li> <li>- Химический состав наплавленного металла;</li> <li>- Механические свойства наплавленного металла;</li> <li>- Прокалка перед сваркой;</li> <li>- Технические характеристики выпрямителя ВДМ–1200;</li> <li>- Конструктивные элементы сварного соединения;</li> <li>- Расчёт стоимости оборудования;</li> <li>- Расчёт амортизационных отчислений;</li> <li>- Расчёт стоимости материала на проведение мероприятия;</li> <li>- Расчёт заработной платы;</li> <li>- Расчёт страховых взносов;</li> <li>- Общие затраты;</li> <li>- Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы;</li> <li>- Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука;</li> </ul>

	- Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при проведении ремонта МГ в условиях Крайнего Севера
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
1-3 разделы	Гордынец Антон Сергеевич
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич
5. Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

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


<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	22.02.2018 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Петров Константин Иванович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 74 с., 18 рис., 16 табл., 38 источников.

Ключевые слова: магистральный газопровод, ручная дуговая сварка, эксплуатация, надежность, ремонт, трубы, сварное соединение, сварной шов, сварочная ванна, электроды

Объектом исследования является: магистральный газопровод с диаметром 1420 мм и толщиной стенки 25 мм.

Целью работы является: разработка технологии ремонта участка газопровода ручной дуговой сваркой трубы из стали 13ХФА диаметром 1420 мм и толщиной стенки 25 мм.

В процессе исследования проводились расчет параметров режима сварки, прогнозирование химического состава и свойств сварного шва, определение расхода сварочных материалов, анализ вредных и опасных производственных факторов, анализ экономической эффективности.

В результате исследования был произведен подбор оборудования и электродов по полученным результатам, даны рекомендации по снижению вредных и опасных производственных факторов, и неблагоприятного влияния на окружающую среду.

Область применения: такой ремонт магистрального газопровода ручной дуговой сваркой в условиях Крайнего Севера является основным методом ремонта на Крайнем Севере.

Экономическая эффективность/значимость работы затрат по замене дефектного участка трубопровода. Общая сумма, потраченная на замену 5 метров трубопровода диаметром 1420 мм равна 653282,292 рубля.

## **Определения и нормативные ссылки**

В данной работе использованы следующие термины с соответствующими определениями:

**Сварка:** технологический процесс получения соединений металлов путем установления между ними межатомных связей. Можно соединять с помощью сварки сплавы, а также однородные и разнородные материалы. В настоящее время сварка широко используется почти во всех областях строительства и машиностроения.

**Крайний Север:** часть территории России, расположенная главным образом к северу от Северного Полярного круга. Климат в некоторых районах чрезвычайно суровый. Территория Крайнего Севера – это арктическая зона, тундра и лесотундра, а также тайга.

**Ручная дуговая сварка:** сварка покрытым металлическим электродом. Является наиболее старой и универсальной технологией дуговой сварки.

**Магистральный газопровод:** трубопровод, предназначенный для транспортирования природного газа из районов добычи к пунктам потребления. Основное средство передачи газа на значительные расстояния.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 20295-85. Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов. Технические условия.

ВРД 39-1.10-006-2000 Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов.

РД 153-006-02 Инструкция по технологии сварки при строительстве и капитальном ремонте магистральных трубопроводов.

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

## Оглавление

Оглавление .....	8
Введение .....	9
1 Описание конструкции .....	10
1.1 Общая характеристика и назначение, состав и свойства стали .....	10
1.2 Условия эксплуатации, габариты, тип соединения .....	13
1.3 Специальные требования к сварному соединению .....	13
1.4 Оценка свариваемости .....	15
2 Разработка технологии сварки.....	17
2.1 Обоснование выбранного способа сварки .....	17
2.2 Сварочное оборудование и материалы .....	19
2.4 Расчет параметров режима сварки .....	26
2.5 Прогнозирование химического состава и свойств сварного шва .....	30
2.6 Определение расхода сварочных материалов.....	33
2.7 Технология ремонта .....	33
2.8 Подготовка сварочных материалов .....	37
2.9 Мероприятия по снижению сварочных деформаций и напряжений.....	38
3 Контроль качества сварных швов .....	41
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	46
4.1 Затраты на оборудование для проведения работ по замене дефектного участка трубопровода .....	48
4.2 Расчет амортизационных отчислений .....	49
4.3 Расчет стоимости материалов для работ по замене участка магистрального газопровода .....	50
4.4 Расчет заработной платы .....	53
4.5 Расчет страховых взносов .....	53
4.6 Затраты на проведение капитального ремонта участка магистрального газопровода.....	55
5. Социальная ответственность газопроводов в условиях Крайнего Севера.....	58
5.1 Производственная безопасность .....	58
5.1.1 Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению .....	59
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	63
5.2 Экологическая безопасность .....	64
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	66
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	67
Заключение .....	69
Список использованных источников .....	70
Приложение А .....	73



## **Введение**

Эксплуатация магистральных газопроводов в условиях Крайнего Севера проходит в сложных природно-климатических условиях многолетнемерзлых грунтов. Общее техническое состояние линейной части газопроводов с каждым годом ухудшается и остро стоит вопрос о реконструкции и ремонте данных газопроводов. Поэтому именно ремонт магистральных газопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов, может дать требуемый уровень надежности.

Магистральный газопровод – это технологически неделимый, централизованно управляемый имущественный производственный комплекс, состоящий из взаимосвязанных объектов, являющихся его неотъемлемой технологической частью, предназначенных для транспортирования подготовленной в соответствии с требованиями национальных стандартов продукции (природного газа) от объектов добычи и (или) пунктов приема до пунктов сдачи потребителям и передачи в распределительные газопроводы или иной вид транспорта и (или) хранения.

Целью работы является разработка технологии ремонта участка газопровода ручной дуговой сваркой трубы из стали 13ХФА диаметром 1420 мм и толщиной стенки 25 мм.

Задачи, поставленные к данной выпускной квалификационной работе:

1. Изучение основных нормативных документов к ремонту магистрального газопровода;
2. Выбор технологии ремонта, а именно с применением ручной дуговой сварки в условиях Крайнего Севера;
3. Сделать расчет режима ручной дуговой сварки для нашего вышеприведенного условия;
4. Разработка рекомендации выбора сварочного оборудования по итогам расчета.

## 1 Описание конструкции

### 1.1 Общая характеристика и назначение, состав и свойства стали

Магистральный газопровод (МГ) сооружается из стальных труб диаметром 720–1420 мм на рабочее давление 5,4–9,8 МПа с пропускной способностью до 30–35 млрд.куб.м газа в год. Прокладка магистральных газопроводов бывает: подземная (на глубину 0,8–0,1 м до верхней образующей трубы); надземная — на опорах; наземная – в насыпных дамбах. Для транспортирования газа с морских газовых промыслов на берег сооружаются подводные магистральные газопроводы.

Трубы магистральные производятся из низколегированной горячекатаной, спокойной и полуспокойной стали, обладают повышенной коррозионной стойкостью и длительным сроком эксплуатации [1].

Рассматривается ремонт трубопровода, поэтому применяем трубу-вставку для замены дефектного участка трубопровода длиной около 5 м (рисунок 1).

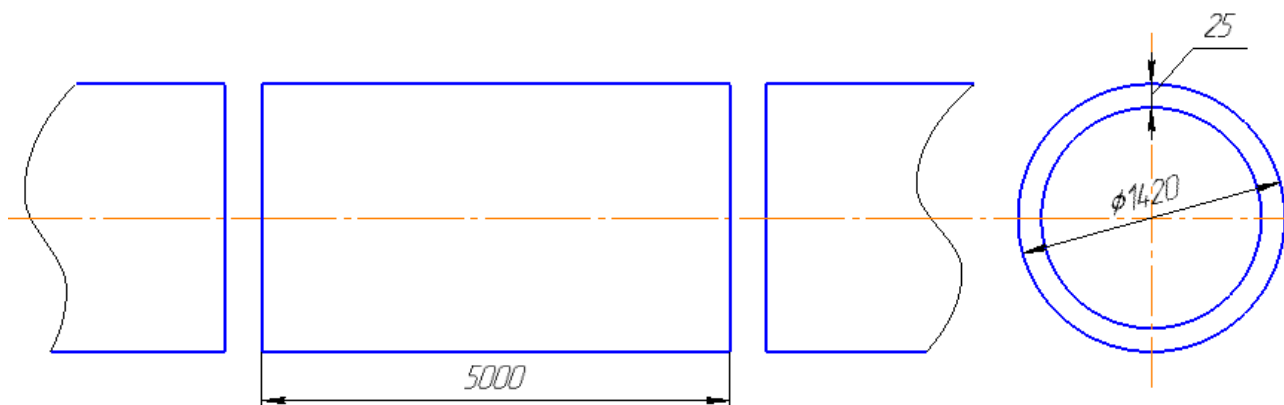


Рисунок 1 – Эскиз изделия

Состав МГ, его конструктивные и технологические параметры устанавливаются проектом в соответствии со строительными нормами и правилами проектирования в зависимости от назначения, природно-климатических условий размещения газопровода объема и расстояния перекачки.

При эксплуатации МГ должны присутствовать следующие нижеперечисленные параметры [2]:

- безопасность оборудования и газопроводов;

- экономическая целесообразность и надежность всех технологических оборудования и сооружения;
- систематический мониторинг работы газопровода и примыкающих к нему сооружений;
- соблюдение мер безопасности по поддержанию поставленного режима перекачки трубопровода;
- своевременная организация проведения ремонта и технологического обслуживания оборудования магистрального газопровода;
- соблюдение охраны окружающей среды объектов МГ;
- проведение организационных технических мероприятий по организации безопасных правил для труда;
- инструктажи, учения, контроль (аттестация) знаний производственного коллектива требований промышленной безопасности и охраны труда;
- подготовленность к отстранению повреждений, аварий и их последующих поломок;
- сохранность вещественных ценностей на сооружениях МГ [2].

Для приготовления газопроводов, работающих от минусовых температур до плюсовых градусов, применяется низколегированная конструкционная сталь 13ХФА. Сталь 13ХФА владеет гарантированными механическими чертами и хим составом, высочайшей сопротивляемостью непрочному разрушению при минусовых температурах и высокой коррозионной стойкости [3].

Сталь 13ХФА применяется для изготовления горячедеформированных труб повышенной коррозионной стойкости и хладостойкости для нефтегазопроводов; данные трубы отличаются повышенной стабильностью механических характеристик, низкой температурой вязко-хрупкого периода, повышенной стойкостью к коррозии, стойкостью к сульфидному коррозионному растрескиванию и образованию водородных трещин.

Таблица 1 – Химический состав в % ТУ 1317-006.1-593377520 - 2003

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V	N	Al	Cu
0,11 - 0,17	0,17 - 0,37	0,4 - 0,65	до 0,25	до 0,015	до 0,015	0,5 - 0,7	0,04 - 0,09	до 0,008	0,02 - 0,05	до 0,25

В связи с увеличением прочности низколегированной стали получается легирование их компонентов, которые внутри расплавляются в феррите и размельчают составляющую перлита. Поэтому, при охлаждении присутствие этих компонентов замедляется процесс распада аустенита и одновременно эквивалентен к повышению скорости охлаждения. Вследствие этого может образоваться закалочные структуры из – за высоких скоростей охлаждения металла в термических зонах во время сварки. Металл при нагревании до значительной температуры будет иметь грубозернистую структуру.

Свойство и качество материала должен соответствовать по требованиям технических условий и стандартов, а затем иметь подтверждающий сертификат и документ поставщиков. В случае отсутствия маркировки изготовления труб или неполноте сертификата, необходимо произвести испытания на проверку с выполнением результата протокола, который дополняет или заменяет сертификат материала поставщика.

Сертифицированный документ должен иметь режим термообработки полу фабриката на производстве - изготовителя .

Механические характеристики стали [5], приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства при T=20 °С материала 13ХФА

Сортамент	Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Относительное удлинение $\sigma_5$ , %	Ударная вязкость KCV, кДж/м <sup>2</sup>
Трубы горячедеформир., ТУ 1317-233-0147016	502-686	353-519	25	196

### 1.2 Условия эксплуатации, габариты, тип соединения

Освоение нефтегазовых месторождений Крайнего Севера и Сибири обусловлено строительством магистральных трубопроводов от месторождения газа и нефти к местам их потребления. Строительство уже первых газопроводов на многолетнемерзлых грунтах показало, что стандартные методы проектирования и строительства не могут дать тот уровень надежности, который требуется для магистральных трубопроводов.

Если по трубопроводу перекачивается газ или иной продукт, температура каждого не обеспечивает сохранения стабильного состояния мерзлого грунта (постоянно мерзлого или постоянно талого), то трубопровод необходимо прокладывать на глубине, превышающей глубину сезонного протаивания. В противном случае при периодических оттаиваниях и замерзаниях грунта трубопровод может быть разрушен силами морозного пучения.

### 1.3 Специальные требования к сварному соединению

Как известно, что эти соединения сварные должны быть стойкими от перехода в хрупких структур. Технологии должны обеспечивать экономичность и максимальную производительность процесса сварки, необходимой для требований надежности конструкций.

На участке основного металла происходят изменение свойств и структуры самого металла из – за охлаждения и нагрева в процессе сварки. Зона

термического влияния – это зона металла, которая образуется вследствие охлаждения и нагрева самой поверхности металла, при этом изменяется свойства и структуры. Ограничение ширины зависит от температуры участка, которая имеет температуру около 100°C. Габаритные размеры ширины имеет зависимость от способа сварки, например, может быть очень маленькой (до 1 мм), либо до 40 – 50 мм.

Существуют два вида участка, который имеет полное и неполное расплавления металла. Первый вид расплавления имеет при остывании литую крупнозернистую структуру. Вторым видом расплавления является переходным, то есть данный наплавленный металл переходит к основному виду. Этот вид называют зоной сплавления.

На зонах влияния термических параметров появляются растягивающие значительные напряжения впоследствии неравномерного нагрева деталей в шве.

Влияния значительных растягивающих напряжений при кристаллизации возможны образования трещины, а именно кристаллизационные трещины, которые вызывают бракованность конструкции и нарушают сплошность сечения. Первый вид испытания свариваемости является определении стойкости шва металла от возникновения горячих кристаллизационных трещин. Существуют зоны, которые на месте закалки металла могут образоваться холодные околошовные трещины. При этом сама пластичность металла пониженная. [3]

Физико – химический состав шва металла возможно отличается от основного металла, который имеет тот же химический состав. Причиной этого является среда протекания химической реакции в сварочной ванне и использование присадочного материала. Следовательно, учитывают проверку на механических свойств сварного соединения и шва металла, при испытании на свариваемость.

Для того, чтобы получить нормальные значения на свариваемость сварных соединений необходимо оценивать следующие нижеперечисленные положения [3]:

- получение бездефектного сварного соединения, а именно без горячих и холодных трещин;

- вязкости и прочности сварного соединения, получение микроструктуры (вязкость и прочность играют в роль для обеспечения надежности эксплуатационных свойств в заданных условиях, а именно температурные условия);

- организация принятия технологических специальных мер при процессе сварки, в том числе как регулирование энергии погонной, подогрев, и др.;

- необходимо провести термическую обработку.

#### 1.4 Оценка свариваемости

Количественный показатель свариваемости стали является определение эквивалентного содержания углерода, в данном известном химическом составе. Для определения эквивалента полного углерода, воспользуемся методикой нахождения эквивалента полного углерода [4], чтобы определить подогрев необходимо:

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

где  $C_s$  – эквивалент углерода химический,  $C_p$  – эквивалент углерода размерный.

Количественный показатель свариваемости стали является определение эквивалентного содержания углерода, в данном известном химическом составе, которое вычисляется по формуле [4]:

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

$$C_s = 0,14 + \frac{0,5}{6} + \frac{0,6}{5} + \frac{0,25}{15} + \frac{0,25}{13} + \frac{0,015}{2} = 0,39 \%,$$

где Ni, C, P, Cu, Cr, Mn – это процентное содержание металла шва в легирующих элементов.

Нахождение размерного эквивалента углерода [4]:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_s = 0,005 \cdot 25 \cdot 0,39 = 0,049 \%, \quad (3)$$

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

Вычисляем эквивалент полного углерода:

$$\Sigma C_3 = C_3 + C_p = 0,39 + 0,049 = 0,44 \%$$

Эквивалент полного углерода  $C_3 \geq 0,45\%$ , то можно сказать, что не требуется подогрев предварительный.

В случае если стали имеют процентное содержание углерода до 0,2 % C, иными словами низколегированные стали, то эти стали обладают высокую скорость критического охлаждения наплавленных металлов. Следовательно, не образуются структуры подкалки на зонах термического влияния [4].



## 2 Разработка технологии сварки

### 2.1 Обоснование выбранного способа сварки

С использованием сварки (ручной дуговой) производится огромное количество сварных работ при сварочном производстве сварных сооружений. Значительное применение в среде сварки - это сварка ручная дуговая покрытыми электродами. На рисунке 4 показан процесс ручной дуговой сварки, покрытым металлическим электродом. Дуга горит между основным металлом 1 и стержнем 5. Основной металл и электрод расплавляются под действием теплоты дуги и образуют сварочную ванну 2. С электродного стержня капельки жидкого металла 6 переходят в ванну минуя дуговой промежуток [5].

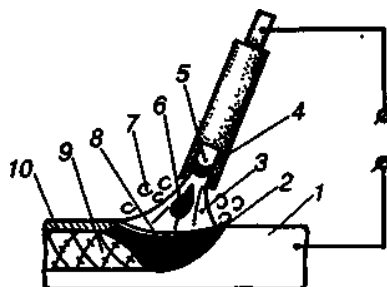
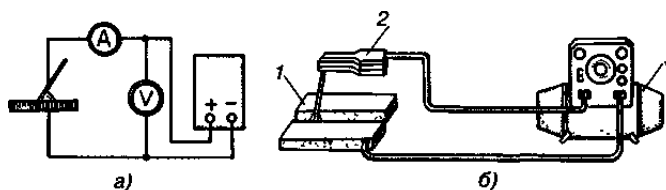


Рисунок 2 – Схематическое изображение процесса сварки покрытыми электродами (ручная дуговая).

Вместе со стержнем металлическим расплавляется и электродное покрытие 4, создавая газовую защиту 7 и шлаковую жидкую пленку 8 на наружности расплавленного металла. Направленное движение газового потока содействуется тем, что в его конце создаётся втулка коническая из покрытия и значительный отрезок теплоты отводится на торце стержня электрода металлического. Защита сварочной ванны при таком раскладе улучшается. Сварной шов 9 образуется тогда, когда сварочная ванна затвердевает и охлаждается по мере передвижения дуги. Также жидкий шлак затвердевает и создаёт на поверхности сварного шва шлаковую твердую корку 10, которую удаляют после сварки. При таком способе, от взаимодействия с воздухом прodelывается газшлаковая защита самого расплавленного металла. Кроме этого, из-за шлаков позволяет производить нужную металлургическую обработку (чистку) метала в ванне. Для исполнения функций обработки и

защиты расплавленного металла покрытия электрода при расплавлении должен создавать газы и шлаки с определенными химико-физическими свойствами. Следовательно, для того чтобы обеспечить заданный состав и свойства шва необходимо применять электроды с подобным видом покрытий для выполнения соединений на разнообразных металлах для процесса сварки. Электроды должны соответствовать к ряду специальных требований [5].

При процессе сварки покрытыми электродами переход электрода по линии сварки и подача электрода осуществляются вручную в зоне дуги по соответствию его плавления. В таком случае возникают частые перемены длины дуги, поэтому отражается на стабильность основных свойств режима: сила сварочного тока и напряжения дуги. С целью и задачей поддержания наиболее стабильного (неизменного) режима теплового в ванне при ручной сварке (дуговой) используют источники питания с характеристикой крутопадающим вольтамперным. Схематическое изображение питания дуги показана на рисунке 5 при дуговой ручной сварке.



а – электрическая цепь (сварочная), б – компоновка поста сварочного.

1 – деталь; 2 – держатель, 3 – источник питания дуги

Рисунок 3 – Схематическое изображение поста сварки ручной дуговой покрытыми электродами

Помимо источника питания сварочной дуги наиважнейшим инструментом сварщика является электрододержатель при ручной дуговой сварке покрытым электродом, предназначен для закрепления электрода, возможность манипулирования электродом в процесс сварки и для подвода к электрододержателю сварочного тока. Есть несколько способов закрепления электрододержателя, разделяют его на пружинные, вилочные, зажимные [5].

Целесообразная область использования ручной дуговой сварки электродами (покрытыми) — это изготовление металлических конструкций с

толщиной впритык соединяемых элементов больше 2-х мм при короткой протяженности швов, находящихся в разных пространственных положениях и труднодоступных местах.

Достоинства:

- Допустимость сварки во всех пространственных обстановках, положениях и труднодоступных местах;
- Большое количество свариваемых материалов;
- Крупный спектр толщин (от 2-х мм и больше).

Недостатки:

- Производительность очень низкая;
- По исполнению техники этот способ самый сложный;
- Много факторов качества.

Были и попытки автоматизации сварки покрытыми электродами, но попытки были не удачными. Из-за малого допустимого значения плотности тока производительность невысокая. Чтобы увеличить производительность применяют сварку погружённой гребёнкой, пучком, дугой электродов или используют электроды с порошком железным в покрытии [5].

## **2.2 Сварочное оборудование и материалы**

Рассмотрим в качестве сварочных материалов электроды следующих марок: LB-52U (ЛБ 52У); ОК 53.70; УОНИ 13/55.

ЛБ 52У (LB-52U) – это сварочный электрод, который имеет пониженное количество содержание электрода, что преимущественно дает значительное улучшение параметров сварного шва. В положительных сторонах применение данного электрода является получение наплавленного качественного металла шва и аккуратного корневого чешуйчатого валика, который при процессе сварки должен быть бездефектным. Этот электрод обладает высокой ударной вязкости и его применяют нередко для процесса сварки труб, морских сооружений и конструкций типа резервуаров. Локальность процесса сварки должен быть только с одной стороны. По сравнению с другими низководородными

электродами, электрод имеет наиболее высокую стабилизацию проплавления и дуги.

Описание электрода ЛБ 52 У (LB-52U): предназначен для процесса сварки труб, которые стали относятся к прочностным классам, включая до K54, K55 и K56. Электрод LB-52U входит в реестр НАКС (Национальная Ассоциация Контроля Сварки) и рекомендован ВНИИСТ для применения при ремонте и строительстве магистральных газопроводов. Их описывают как электроды с покрытием основного типа предназначенные для одностороннего ручного дугового процесса сварки труб. Прочность конструкций отечественного производителя должна быть до 588 МПа.

О К 53.70 – этот электрод хорошо известен тем, что имеет высококачественную сварочную характеристику. Покрытие электрода является основного вида и обладает низким содержанием водорода. Его разработали именно для одностороннего процесса сварки труб и других отечественных конструкций из низколегированных, малоуглеродистых сталей. В отличие от других имеет большую глубину проплавления и дает ровный плоский шов, который можно удалить шлак с легкостью. Обнадеживает высоким качеством процесса сварки с корневым проходом, который формирует обратный валик. Благодаря хорошей сбалансированной шлаковой системой, дает отличное горение дуги, позволяя легко провести сварку в любых направлениях.

Описание: значения электрода является процесс сварки и ремонт корневого слоя шва металла, а именно стыков труб из стали, который имеют норму предела прочности до 588 МПа (API X 70). Возможно применение для ремонта и сварки облицовочного и заполняющих слоев шва между стыками труб из сталей, которые имеют норму прочности включая до 529 МПа (API X 60)

УОНИ 13/55 – это процесс сварки наиболее ответственных конструкций, в составе которого бывают углеродистые и низколегированные сталей. Почему наиболее ответственных, то потому что, когда к шву металлу предъявляют повышенные требования по ударной вязкости и пластичности. Сварку выполняют во всех направлениях и положениях шва, с постоянным током

обратной полярности. Надежно получают шов металла с высокой стойкостью, чтобы не образовались кристаллизационные трещины и низкое содержание водорода. Сварку проводят именно по короткой длине дуги на очищенных кромках.

Кроме преимуществ, с отрицательных сторон можно сказать, что электроды марки УОНИ-13/55 необходимо вести сварку только постоянным током с обратной полярности. Еще можно добавить про ржавчину на кромках, если влага попадает на покрытие, то снижается свойство стойкости от образования в шве металла пор.

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла, %

Марка	C	Mn	Si	S	P
УОНИ-13/55	0,10	0,7	0,25-0,35	0,03-0,04	0,035
LB-52U	0,06	1,02	0,51	0,006	0,011
ОК 53.70	0,06	1,1	0,4	0,015	0,015

Таблица 4 – Механические свойства наплавленного металла

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

Таблица 5 – Прокалка перед сваркой

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

По сравнительной характеристике электродов можно сказать, что электроды ОК 53.70 и LB 52U имеют лучшие механические и химические свойства, обладают меньшей время прокалки и температурой, чем электроды УОНИ-13/55. Кроме этого, электроды можно применять для сварки процесса, как на постоянном, так и на переменном токе. Следовательно, что для нашего

условия выберем электрод типа LB 52U для процесса сварки шва корневого слоя, а электрод типа ОК 53.70 для процесса сварки облицовочного и заполняющего слоев шва.

Чтобы реализовать современную технологию сварки магистрального газопровода и обеспечить качества сварного соединения, необходимо, что источники тока сварочного должны соблюдаться по следующими требованиями:

- гарантия возможности применение ручного дугового процесса сварки электродами с разными типами покрытия, которые применяются в трубопроводном отрасли строительства;

- стабильная работа источника рабочих токов во всех интервалах при процессе ручной дуговой сварки, включая минимальных значений, начиная с 40А;

- возможность изменения внешней вольтамперной характеристики и регулирование тока короткой замыкании от зависимости вида покрытия электродов при процессе сварки разных слоев шва, в том числе при любых направлениях;

- высоких динамических свойств, которые обеспечивают время перевода режима короткого замыкания до рабочего режима не больше одной сотой секунды;

- наличие дистанционных малогабаритных регуляторов, другими словами компактность сварочного тока, для того, чтобы было удобно применять оборудование сварщику и обеспечивать возможность изменения режима тока, не останавливая процесс сварки;

- высокоэффективное изменение режима сварочного тока путем управления дистанционного пульта (автономность) на расстоянии подключения с помощью кабеля до 40 метров;

- применения источника тока в самоходных и передвижных оборудованях при пониженном режиме автономной линией электрической сети изменяющегося тока, которого относят к сети ограниченной мощности значения;

– иметь минимальный период колебаний установленных величин сварочного тока, а также напряжения взаимно действующего влияния постов (не больше  $\pm 10\%$  от принимаемых величин) при применении источника тока для компактности многопостовых систем питания источника сварочного тока в передвижных и самоходных агрегатах;

– способность использования источников в интервалах температур значения, которого от минуса  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до плюс  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

– нормируемое значение сварочного тока при ПВ = 60 % должен быть не меньше 250 А.

С учетом того, что источник питания сварочного тока может применяться как автономно, так и стационарно. К ним требуются дополнительные факторы по стойкости от воздействия механических, внешних и климатических факторов:

– степень защиты IP23 согласно по нормативно – техническому документу ГОСТ 14254-96 [11];

– относительная влажность окружающей среды 80 % при  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

– стойкость от воздействия механических факторов, влияющие внешней средой – группа M18 по ГОСТ 17516.1-90 [12].

Сварочный выпрямитель – это сварочный аппарат, который состоит из силового трансформатора и выпрямительного блока, который преобразует переменный сварочный ток в постоянный ток.

Сварочные выпрямители предназначены для дуговой сварки разнообразных металлов и их сплавов (кроме алюминия и его сплавов) на постоянном токе любой полярности, штучными электродами различных видов, а также в среде защитных газов. Выпрямителями выполняется сварка, в том числе, и нержавеющей сталей.

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами выбираем многопостовой сварочный выпрямитель ВДМ–1200.

Многопостовые сварочные выпрямители (2-9 постов) используются на крупных производствах и предназначены для централизованного обеспечения сварочным током одновременно нескольких рабочих мест (постов) сварщиков.

Применение многопостовых сварочных выпрямителей позволяет существенно снизить капиталовложения и эксплуатационные расходы в расчете на один сварочный пост. Многопостовые сварочные выпрямители изготавливаются двух видов: с автономным (безреостатным) регулированием сварочного тока поста и с регулированием сварочного тока непосредственно на рабочем месте, удаленном от центрального источника, с помощью балластного реостата.

Выпрямители, выполненные на напряжение питающей сети 380 В, 50 Гц могут обеспечивать непрерывную нагрузку (до 100%) на своем номинальном токе. Могут работать параллельно, что позволяет создавать многопостовые системы с подключением сварочных постов через распределительные шины. Регулирование значения сварочного тока осуществляется балластным реостатом непосредственно на рабочем месте.

Основные технические характеристики выпрямителя ВДМ–1200 представим в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики выпрямителя ВДМ–1200 [14]

Параметр	ВДМ–1200
Климатическое исполнение, категория размещения	У3, Т3
Напряжение питающей сети, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	1250
ПВ, %	100
Номинальное рабочее напряжение, В	65
Напряжение холостого хода, В	75
КПД, %	не менее 93
Габаритные размеры, мм	850×700×900
Масса, кг	350



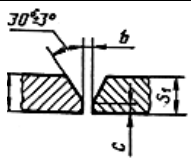
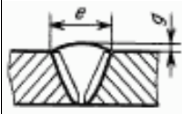
Сварочный выпрямитель имеет следующие преимущества:

- возможность регулирования сварочного тока балластным реостатом непосредственно на рабочем месте, удаленном от центрального источника;
- выпрямитель обеспечивают непрерывную нагрузку (100 %) на своем номинальном токе.

### 2.3 Подготовка кромок

Расчет режимов сварки следует начать с определения геометрического строения шва. Геометрия шва и разделка кромок выбирается согласно ГОСТ 16037-80 [10] (таблица 7).

Таблица 7 – Конструктивные элементы сварного соединения по ГОСТ 16037-80 [10]

Условно е обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		b		c		e		G	
	Подготовка кромки сварных деталей	Шва сварного соединения	Ном ин мм.	Ном ин мм.	Пред ел откл. мм.	Пред ел откл. мм.	Ном ин мм.	Пред ел откл. мм.	Номи н мм.	Пред ел откл. мм.
C17			2	+1 -2	1	±1	34	±3	0,5	+2 -0,5

Электросварные трубы по ГОСТ 20295-85 [1] должны иметь фаску под углом 30-35 градусов (при толщине стенки более 10 мм) с величиной притупления равной 1-3 мм. Показатели механических свойств устанавливаются в соответствии с классами прочности, которые регламентированы [1].

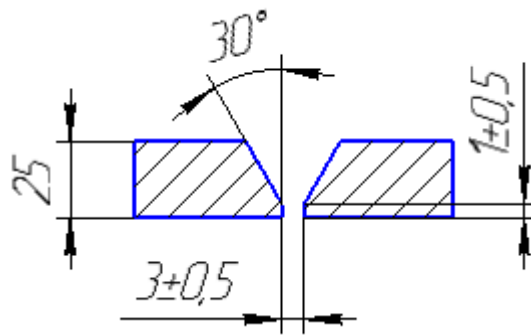


Рисунок 4 – Форма разделки кромок электросварных труб

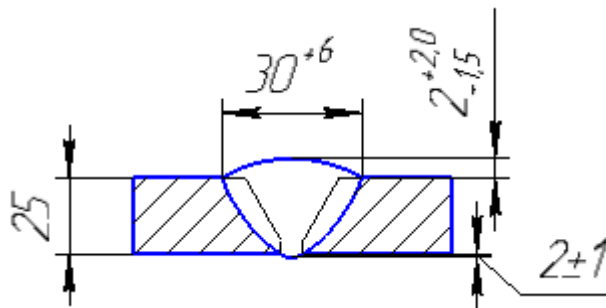


Рисунок 5 – Геометрия шва электросварных труб по ГОСТ 16037-80  
(тип соединения С17)

#### 2.4 Расчет параметров режима сварки

Режим сварки – это совокупность дополнительных и основных характеристик процесса самой сварки, которая обеспечивает обретение конкретных сварных швов, а именно заданных форм, размеров и качества.

Параметры режима сварки – это сила тока сварочного, диаметр электрода, напряжение дуги, число проходов, полярность и род тока, площадь сечения металла шва, которая выполнена за 1 проход. Эти параметры относятся к ручной дуговой сварке, покрытые электродами.

Расчеты режимов сварки производится согласно методике, изложенной в [11]. Для того, чтобы определить число проходов необходимо найти общую площадь сечения (поперечного) наплавленного металла. Чтобы рассчитать площадь наплавки, для этого придется найти сумму всех площадей геометрических фигур:

$$F_{\text{н}} = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0.75 \cdot g \cdot e \quad (4)$$

$$F_H = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e = 24^2 \cdot \operatorname{tg} 30 + 2 \cdot 25 + 0,75 \cdot 2 \cdot 34 = 434 \text{ мм}^2,$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $e$ ,  $g$ ,  $S$  – геометрические размеры конструктивного сварного соединения.

Площадь всей поперечного сечения, расплавленного и наплавленного металлов, рассчитывается по формуле:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g) = 0,73 \cdot 34 \cdot (2 + 25) = 670 \text{ мм}^2. \quad (5)$$

А площадь, проплавленного металла, поперечного сечения вычисляем по формуле:

$$F_{\text{ПР}} = F - F_H = 670 - 434 = 236 \text{ мм}^2 \quad (6)$$

Первый проход выполняется электродом, который имеет диаметр 3 мм; а все последующие проходы выполняются электродами, которые имеют диаметр 4 мм.

При процессе сварки стыковых соединений швов площадь поперечного сечения металла, наплавленного за 1 проход, должна быть равной не более 30 мм<sup>2</sup>, а для последующих проходов площадь должна быть равна не более 40 мм<sup>2</sup>. Стыковые соединения должны обеспечиваться оптимальными условиями для формирования.

Для определения первого прохода, из источника в [11], используем формулу:

$$F_1 = (6 \dots 8) \cdot d_3 = 7 \cdot 3 = 21 \text{ мм}^2. \quad (7)$$

А затем рассчитываем для последующих проходов:

$$F_n = (8 \dots 12) \cdot d_4 = 10 \cdot 4 = 40 \text{ мм}^2. \quad (8)$$

Число проходов вычисляется по формуле:

$$n = \frac{F_H - F_1}{F_n} + 1 = \frac{434 - 21}{40} + 1 = 10,3 \quad (9)$$

Округляем в сторону большей и выбираем число проходов, равной 11.

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока [11]:

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

где  $d_{э}$  - диаметр электродного стержня, мм;

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

Для электродов диаметра 3 мм:

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot (13...18,5) = 92...130 \text{ А},$$

принимаем  $I_{св} = 110 \text{ А}$ .

Для электродов диаметра 4 мм:

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

принимаем сварочный ток  $I_{св} = 160 \text{ А}$ .

Для приближённого расчёта напряжения на дуге воспользуемся выражением:

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \cdot I_{св}. \quad (11)$$

Для электродов диаметра 3мм:

$$U_{\delta} = 20 + 0,04 \cdot 110 = 24,4 \text{ В},$$

принимаем  $U_{\delta} = 25 \text{ В}$ .

Для электродов диаметра 4мм:

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

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

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

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (12)$$

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

$F_n$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\gamma=7,8$  г/см<sup>3</sup>).

Подставляем значения в формулу (12) и получаем:

для электродов диаметра 3 мм:

$$V_{св} = \frac{12 \cdot 110}{3600 \cdot 7,8 \cdot 21 \cdot 10^{-2}} = 0,22 \text{ см/с} = 7,9 \text{ м/ч};$$

для электродов диаметра 4мм:

$$V_{св} = \frac{12 \cdot 160}{3600 \cdot 7,8 \cdot 40 \cdot 10^{-2}} = 0,17 \text{ см/с} = 6,1 \text{ м/ч}.$$

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

$$q_n = \frac{q_{эф}}{V_{св}} = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_u}{V_{св}}, \quad (13)$$

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

$I_{св}$  – ток сварочной дуги, А;

$U_d$  – напряжений на дуге, В;

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

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

Подставляем значения в формулу (13) и получаем:

для электродов диаметра 3 мм:

$$q_n = \frac{110 \cdot 25 \cdot 0,8}{0,22} = 10000 \text{ Дж/см};$$

для электродов диаметра 4 мм:

$$q_n = \frac{160 \cdot 27 \cdot 0,8}{0,17} = 20329 \text{ Дж/см}.$$

Определение глубины проплавления.

Максимальную температуру на расстоянии  $r$  рассчитывают по формуле, изложенной в [11]:

$$T_{\max} = \frac{2 \cdot q}{\pi \cdot V \cdot c \cdot \rho \cdot r_0^2}, \quad (14)$$

где  $q$  – эффективная тепловая мощность источника, Вт;

$V$  – скорость сварки, см/с;

$c \cdot \rho = 4,9$  Дж/см<sup>3</sup>·град – объемная теплоемкость;

$r_0$  – расстояние до изотермы плавления  $T_{\text{пл}}$ .

Отсюда расстояние  $r$  до изотермы  $T_{\text{пл}}$

для электродов диаметра 3 мм:

$$r = 0,005588 \sqrt{q_n} = 0,005588 \cdot \sqrt{11579} = 0,6 \text{ см}. \quad (15)$$

для электродов диаметра 4 мм:

$$r = 0,005588 \cdot \sqrt{21600} = 0,821 \text{ см}$$

При ручной дуговой сварке глубина провара

для электродов диаметра 3 мм:

$$H_{\text{пр}} = (0,5-0,7) \cdot r; = (0,5-0,7) \cdot 0,6 = 0,3-0,35 \text{ см},$$

принимая глубину провара равной 0,3 см;

для электродов диаметра 4 мм:

$$H_{\text{пр}} = (0,5-0,7) \cdot r; = (0,5-0,7) \cdot 0,821 = 0,41-0,58 \text{ см},$$

принимая глубину провара равной 0,5 см.

## 2.5 Прогнозирование химического состава и свойств сварного шва

Степень легирования металла шва, с некоторой погрешностью, может быть установлена сопоставлением химического состава основного металла и металла наплавленного валика, определяемого по формуле:

$$R_w = R_0 \cdot \gamma + (1 - \gamma) \cdot R_s \pm \Delta R, \quad (16)$$

где  $R_w$  – содержание рассчитываемого элемента, %;

$R_0$  – содержание того же элемента в основном металле, %;

$\pm \Delta R$  – переход данного элемента из покрытия или флюсов в шов или его выгорание;

$(1 - \gamma)$  – доля участия электродного металла в металле шва, %;

$R_s$  – содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленном данной маркой электродов или сварочной проволоки, %;

$\gamma$  – доля участия основного металла в металле шва.

Определяем долю участия основного металла в металле шва по следующей формуле:

$$\gamma = F_{np} / (F_{np} + F_n) = 236 / (236 + 434) = 0,35 \quad (17)$$

Определяем химический состав для сварки, покрытые электродами:

$$[C]: R_{ш} = 0,14 \times 0,35 + (1 - 0,35) \times 0,06 = 0,09 \ %;$$

$$[Si]: R_{ш} = 0,27 \times 0,35 + (1 - 0,35) \times 0,51 = 0,43 \ %;$$

$$[S]: R_{ш} = 0,015 \times 0,35 + (1 - 0,35) \times 0,006 = 0,009 \ %;$$

$$[Cr]: R_{ш} = 0,6 \times 0,35 = 0,21 \ %;$$

$$[Ni]: R_{ш} = 0,25 \times 0,35 = 0,09 \ %;$$

$$[P]: R_{ш} = 0,015 \times 0,35 + (1 - 0,35) \times 0,011 = 0,012 \ %;$$

$$[Mn]: R_{ш} = 0,5 \times 0,35 + (1 - 0,35) \times 1,02 = 0,84 \ %;$$

$$[Cu]: R_{ш} = 0,25 \times 0,35 = 0,09 \ %.$$

Экспериментальное определение механических характеристик металла швов позволило установить коэффициенты влияния каждого химического элемента и составить эмпирическое выражение для расчёта ожидаемых механических характеристик металла шва низколегированных сталей.

Рассчитаем ожидаемые механические характеристики металла шва для сварки, покрытые электродами [4].

Предел прочности:

$$\sigma_{вш} = 4,8 + 50C + 25,2Mn + 17,5Si + 23,9Cr + 7,7Ni + 8W + 70Ti + 17,6Cu + 29Al + 16,8Mo ; \quad (18)$$

$$\sigma_{вш} = 4,8 + 50 \cdot 0,09 + 25,2 \cdot 0,84 + 17,5 \cdot 0,43 + 23,9 \cdot 0,21 + 7,7 \cdot 0,09 + 17,6 \cdot 0,09 = 453 \text{ МПа.}$$

Относительное удлинение шва:

$$\delta_{ш} = 50,4 - (21,8C + 15Mn + 49Si + 5,8Cr + 2,4Ni + 2,2W + 6,6Ti + 6,2Cu) + 17,1Al + 2,7Mo \quad (19)$$

$$\delta_{ш} = 50,4 - (21,8 \cdot 0,09 + 15 \cdot 0,84 + 49 \cdot 0,43 + 5,8 \cdot 0,21 + 2,4 \cdot 0,09 + 6,2 \cdot 0,09) = 13 \ %.$$

Ударная вязкость шва при  $T = 293 \text{ К}$ :

$$KCU_{ш} = 23,3 - (25,7C + 6,4Mn + 8,4Si + 2,4Cr + 1,6Ni + 0,5W + 15,4Ti + 4Cu + 2,4Mo + 18Al) ;$$

(20)

$$KCU_{ш} = 23,3 - (25,7 \cdot 0,09 + 6,4 \cdot 0,84 + 8,4 \cdot 0,43 + 2,4 \cdot 0,21 + 1,6 \cdot 0,09 + 4 \cdot 0,09) = 11 \text{ кгс} \cdot \text{м} / \text{см}^2.$$

Предел текучести:

$$\sigma_{ТШ} = 0,73 \cdot \sigma_{ВШ}; \quad (21)$$

$$\sigma_{ТШ} = 0,73 \cdot 453 = 331 \text{ МПа.}$$

Относительное поперечное сужение:

$$\psi_{Ш} = 2,32 \cdot \delta_{Ш} \quad (22)$$

$$\psi_{Ш} = 2,32 \cdot 13 = 30 \text{ \%}.$$

Определим скорость охлаждения металла согласно методике изложенной в [11] при наплавке валика на лист толщиной  $\delta$ :

$$V_{охл} = -2\pi \cdot \lambda \cdot \omega \cdot \frac{(T_m - T_o)^2}{q_n}, \quad (23)$$

где:  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности;

$g_n$  – погонная энергия;

$T_o$  - начальная температура металла, принимаемая 20 °С;

$\omega$  - безразмерный критерий процесса охлаждения.

$$q_n \text{ прив} = K_1 \cdot q_n \quad (24)$$

$$\delta_{\text{прив}} = K_2 \cdot \delta \quad (25)$$

Коэффициент  $K_1$  для стыкового соединения равен 3/2, тогда для первого прохода:

$$q_n \text{ прив} = 3/2 \cdot 10000 = 15000 \text{ Дж/см.}$$

Коэффициент  $K_2$  для стыкового соединения равен 3/2, тогда для первого прохода:

$$\delta_{\text{прив}} = 3/2 \cdot 5 = 7,5 \text{ мм.}$$

Безразмерный критерий зависит также от свойств свариваемого металла и условий сварки, выраженных через безразмерную величину  $1/\theta$ , определяемую по формуле для первого прохода:

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2q_n}{\pi \cdot \delta^2 \cdot c\rho \cdot (T_m - T_o)} = \frac{2 \cdot 15000}{3,14 \cdot 0,75^2 \cdot 4,9 \cdot (500 - 20)} = 7,2 \quad (26)$$

тогда  $\omega$ , согласно [11], равно  $\omega=0,05$ .

Подставляем все значения в формулу (33) и получаем для первого прохода:



$$V_{\text{охл}} = -2 \cdot 3,14 \cdot 0,39 \cdot 0,05 \cdot \frac{(500 - 20)^2}{15000} = 1,9 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{с}.$$

Скорость охлаждения попадает в оптимальный диапазон скоростей охлаждения для данного материала. (1...25  $^\circ\text{C}/\text{с}$ )

## 2.6 Определение расхода сварочных материалов

Расход электродов для ручной дуговой сварки определяется по формуле:

$$G_э = G_n \cdot (1,6 \dots 1,8), \quad (27)$$

где  $G_э$  - масса электродов;

$G_n$  - масса наплавленного металла, которая находится по формуле:

$$G_n = \gamma \cdot F_n \cdot l_{\text{шва}}, \quad (28)$$

где  $l_{\text{шва}}$  – длина шва равная по условию 4459 мм,

$F_n$  – площадь наплавленного металла за 11 проходов,  $F_n = 434 \text{ мм}^2$ .

Тогда, подставив значения в формулу (38), получим:

$$G_n = 7,8 \cdot 4,34 \cdot 446 = 15098 \text{ г}.$$

Масса электродов из формулы (37) равна:

$$G_э = 15098 \cdot 1,45 = 21892 \text{ г}.$$

## 2.7 Технология ремонта

После раскопки дефектного участка начинаются меры по подготовке к ремонту.

1. Вырезаются технологические окна, и выпускается оставшийся в трубе газ.

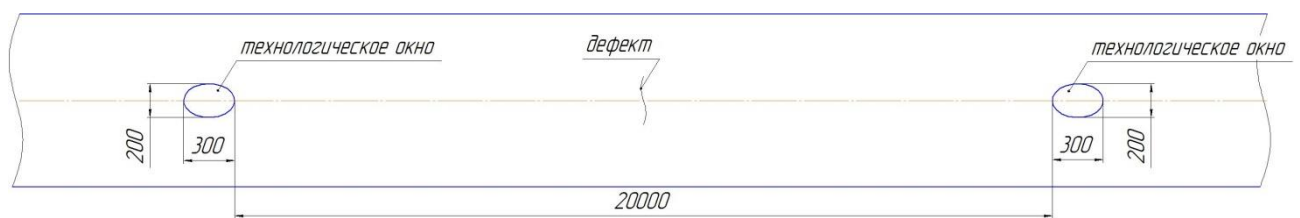


Рисунок 6 – Вырезание технологических окон

2. После того как давление в трубе уменьшилось до 0,5 кПа, через технологические отверстия устанавливаются резиновые шары со сжатым воздухом.

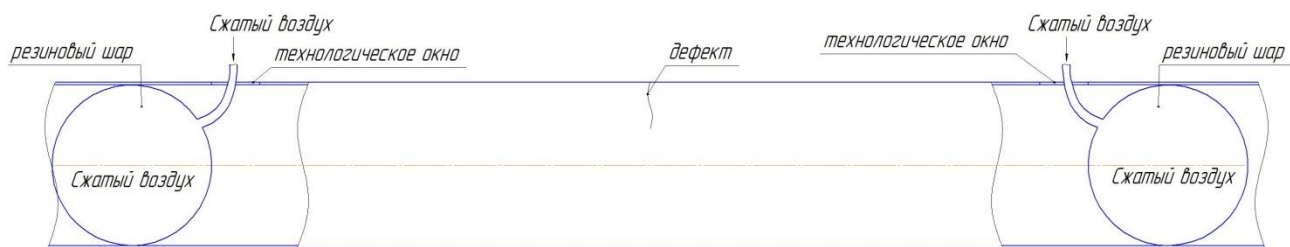


Рисунок 7 – Установка резиновых шаров

3. После установки шаров, производится продувка сжатым воздухом полости трубы для удаления остатков газа.

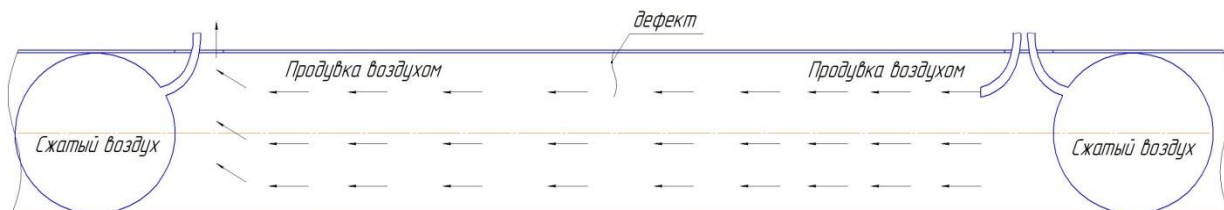


Рисунок 8 – Продувка остатков газа

4. Устанавливаются дополнительные резиновые шары для обеспечения большего уровня безопасности в качестве доп. защиты от попадания газа в зону сварочных работ.

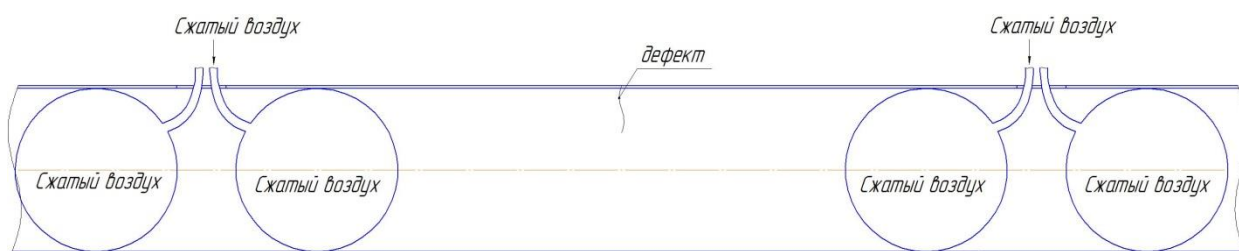


Рисунок 9 – Установка дополнительного шара

5. Производится вырезка и удаление дефектного участка газопровода при помощи газовой резки, длина вырезаемого элемента зависит от количества дефектов.

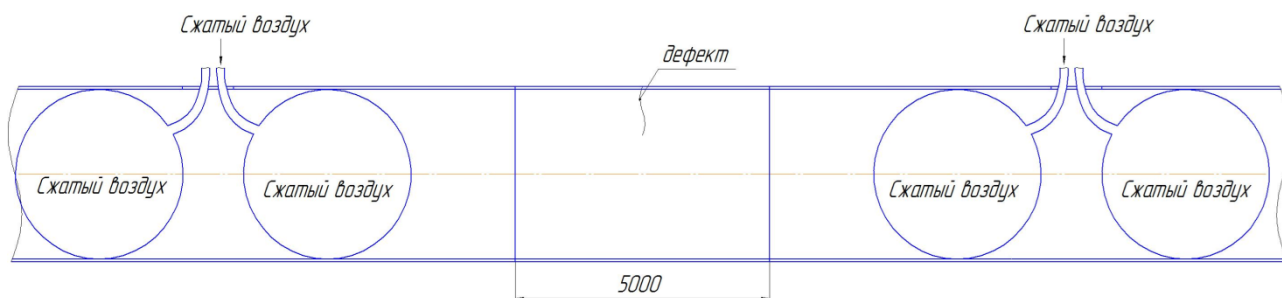


Рисунок 10 – Вырезка дефектного участка

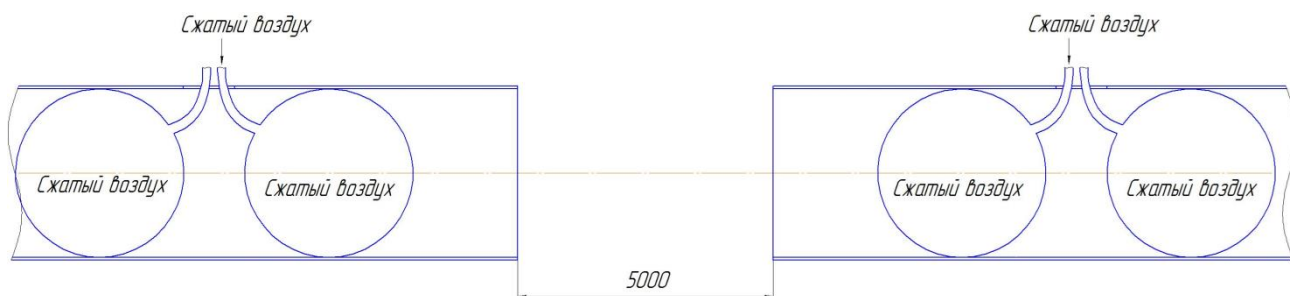


Рисунок 11 – Удаление дефектного участка

6. Новая катушка-вставка приходит на объект с завода уже с подготовленными под сварку кромками и размером 5000 мм.

Осуществляется подготовка кромок на трубе под сварку, она включает в себя, резку, снятие фаски, обработку кромок углошлифовальной машинкой.

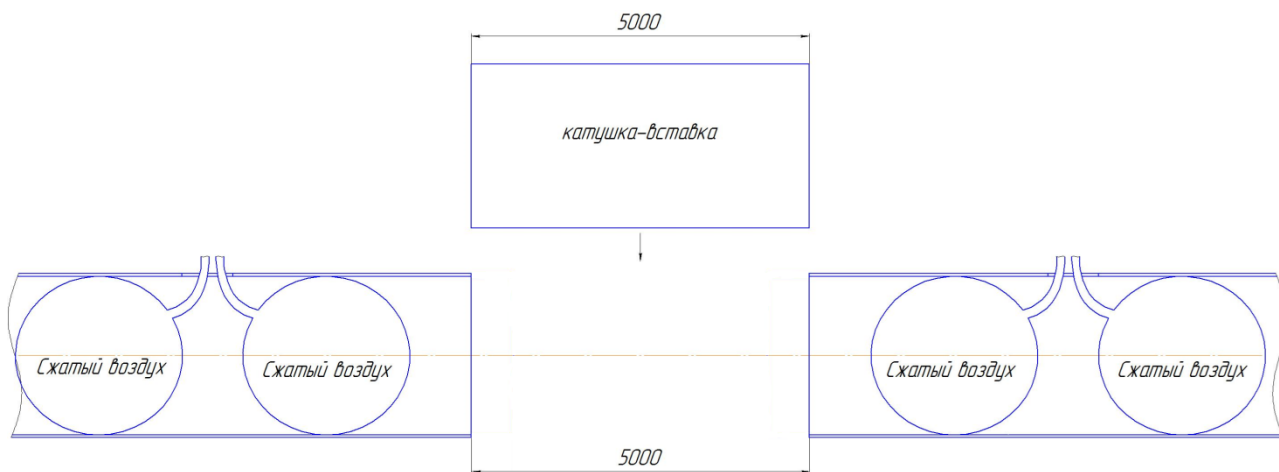


Рисунок 12 – Подготовка кромок

7. Катушка устанавливается в наружных центраторах ЦЗН 1420.

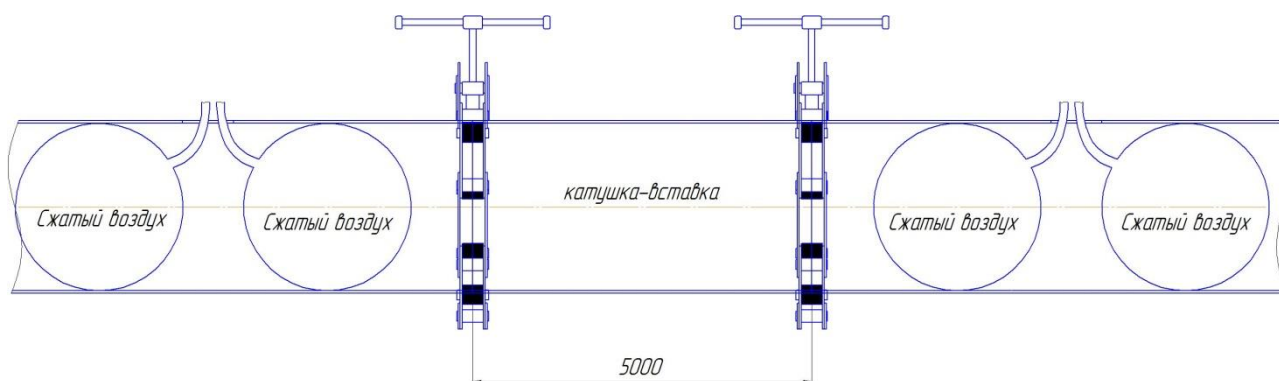


Рисунок 13 – Установка катушки

8. Чтобы не размагничивать трубопровод для сварки, будем использовать инвертор сварочного тока ИСТ-201.

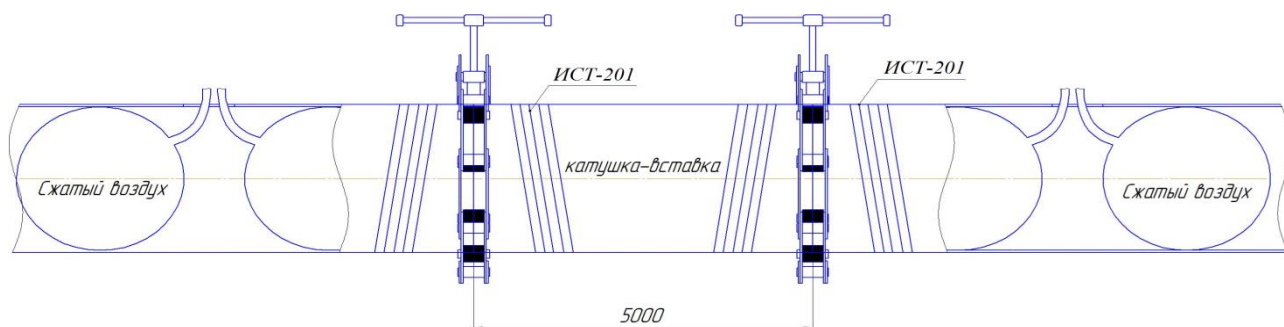


Рисунок 14 – Инвертор сварочного тока

После установки инвертора сварочного тока ИСТ-201, остаточная магнитная индукция не должна превышать значения 20 Гс.

9. Привариваются прихватки. Всего 4 прихватки расположенных диаметрально, длина прихваток 100-200 мм. Режимы прихваток применяются такие же, как и для сварки корневого слоя шва.

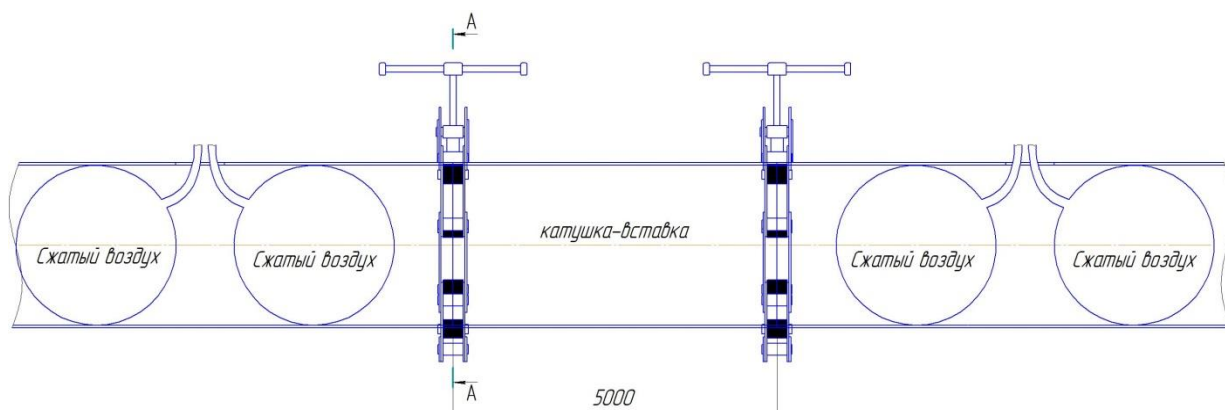


Рисунок 15 – Операция простановки прихваток

10. После приварки прихваток, снимается центратор.

11. Сварка корневого слоя шва производится 2 сварщиками на рассчитанных режимах.

12. После сварки корневого слоя шва, выполняются первый «горячий проход», второй заполняющий и третий облицовочный проходы.

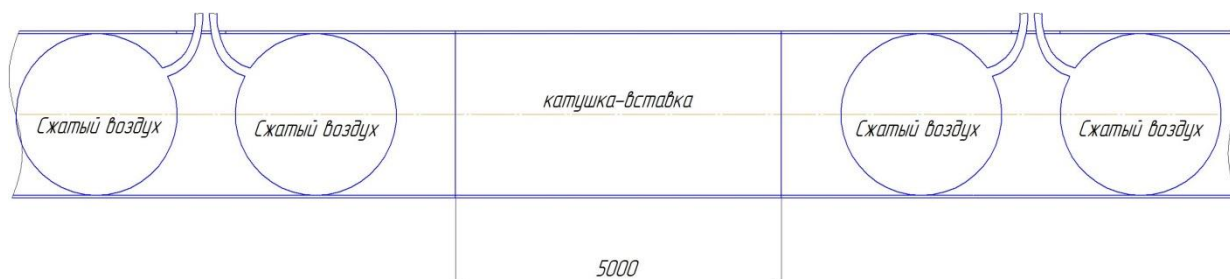


Рисунок 16 – Сварка заполняющих и облицовочных слоев шва

13. После сварки всех слоев шва извлекаются резиновые шары и завариваются технологические отверстия.

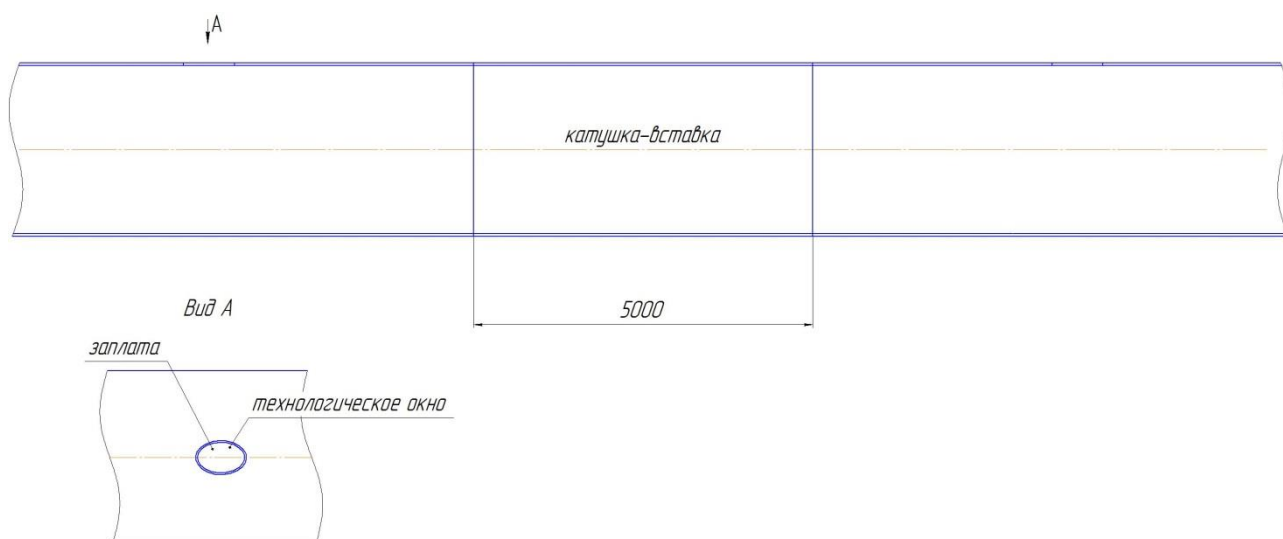


Рисунок 17 – Заварка технологического окна

Сварка должна производиться сварочной проволокой той же категории прочности, что и рекомендованная для сварки корневого слоя шва.

В случае сварки заплат последующий подогрев не производится, но место ремонта укрывается теплоизолирующим поясом. В процессе охлаждения попадание влаги на сварное соединение не допускается.

Сварные швы должны быть проконтролированы и радиографическим способом и ультразвуковым. Непровары в сварном соединении не допускаются. Контроль УЗК следует осуществлять как со стороны трубы, так и со стороны патрубка. Допустимые дефекты (кроме непроваров) должны соответствовать требованиям п. 4.52 СНиП III-42-80 [21].

При обнаружении недопустимых дефектов сварное соединение ремонту не подлежит. Участок трубы вырезается и на его место вваривается катушка длиной не менее диаметра основной трубы.

## 2.8 Подготовка сварочных материалов

Для того, чтобы провести сварочные работы на промышленных и магистральных трубопроводах разрешается применение флюсов, электродов, проволок и защитных газов, которые регламентированы требованиями [23].

Сварочные материалы, которые привозят на участок централизованному хранению и подготовке к использованию, подвергаются качественному и количественному контролю.

Все эти контроли осуществляют или проводят работники специальной службы, которые относятся к службам входного контроля, либо создают комиссию. К ним входят персоналы сварочной службы, монтажной организации или ПИЛ отдела снабжения (считая сварщика, который выполняет технологические пробы).

Оценка качества данных сварочных материалов определяют: состояние упаковки, наличие марок материалов и соответствующих сертификатов в каждой партии, в том числе состояние поверхности покрытия электродов, соответствие условного обозначения и маркировки сварочных материалов в данном сертификате, целостность этикетки упаковки; однородность цветов зерен флюса, состояние поверхности сварки, покрытые электродами.

В случае, если сварочные материалы по результатам входной проверки или контроля не соответствовали требованиям, то данный материал признают бракованным или некачественным. После этого на них составляются акты в полном соответствии с документом [23].

## **2.9 Мероприятия по снижению сварочных деформаций и напряжений**

В сварной конструкции возможно возникновение остаточных и временных напряжений, в связи с местным нагреванием металла, который обусловлен влиянием концентрированного источника. В процессе перепада температур в определенный момент процесса сварки наблюдаются сварочные временные напряжения. После окончания и полного остывания сварки остаются напряжения, которых называют сварочными остаточными напряжениями. Возникновение этих напряжений лежит причина в затруднениях расширении и сжатии металлов при его остывании и нагрева.

Если задать вопросом почему появляется затруднения сжатии и расширении металлов, то при нагреве участка со всех сторон имеются холодные стороны металла, размеры которого не обусловлены никакими изменениями.

Условием появления реактивных остаточных напряжений являются закрепление свариваемых деталей и препятствующие факторы, которые мешают при нормальном протекании процессов сжатия и расширения. Нежели этого, существуют еще структурные напряжения, которые появляются в конструкции из – за структурного превращения участков металла около шовной зоны. Причиной этого служит нагревание сварки до свыше критических установленных температур.

Во время сварки появляются деформации, которые их подразделяют на остаточные, остающиеся после окончания сварки и остывании самой конструкции и временные, существующие во время процесса сварки сооружения. На практике сварочные остаточные деформации имеют большое значение. Существуют два типа деформации – это деформация из плоскости и деформация в плоскость соединяемых элементов, различающиеся в зависимости от формы и характера размеров данных свариваемых деталей. Характер и величина сварочных остаточных деформаций в определенной степени определяются режимом сварки, свойствами металла и толщиной, последовательностью наложений швов, формой шва и конструктивными геометрическими формами деталей свариваемых. В некоторых случаях изменения форм и размеров сварной конструкции снижают работоспособность и вызывают изменения внешнего вида, который относится к порче сварной конструкции. К неисправному браку может произойти в том случае, когда значения остаточной сварочной деформации достигнут заметной величины. Чтобы не случилось брака, рекомендуются использовать надежные технологии сборки, разработки и сварки конструкции, то необходимо учесть в стали снижение остаточной сварочной деформации до такой величины, которые не влияют на работоспособность, на внешний вид конструкции и компактность сварки отдельных элементов.

Если создать дополнительные условия в околошовной зоне или в шве, а именно пластические деформации, то сварочные напряжения ликвидируются почти полностью, благодаря достижением проковкой швов. Сам процесс

проковки делают во время процесса остывания самого металла при температурах от 150 °С и ниже, либо свыше 450 °С. В пределах температур от 200-400 °С может образоваться надрывы, вследствие из – за пониженной пластичностью. Процесс нанесения ударов выполняются вручную, а инструмент является молоток с массой 0,6-1,2 кг, который имеет закругленную бойко, либо можно использовать пневматический молоток с небольшими усилиями. Кроме первого слоя, в котором возможно возникновение трещин, проковку выполняют каждый слой. Для снятия замыкающих швов и напряжений, которые появляются при сварке, применяют данный прием. Достоинства проковки сварного соединения конструкции является повышение усталостной прочности.

Для уменьшения внутренних напряжений, также применяют соответствующий порядок наложения швов, сварку незакрепленных элементов и др. При сварке сталей больших толщин применяют иногда предварительный подогрев [3].



### **3 Контроль качества сварных швов**

При строительстве магистральных газопроводов действует многоступенчатая система контроля качества, которая включает в себя:

- производственный контроль со стороны подрядной строительной организации;
- производственный контроль со стороны генподрядной организации;
- строительный контроль (технический надзор) со стороны Заказчика;
- авторский надзор со стороны проектной организации;
- ведомственный (корпоративный) надзор (на объектах ПАО «Газпром»);
- строительный контроль со стороны саморегулируемых организаций;
- государственный строительный надзор (Ростехнадзор).

Сварные соединения, после проведения сварочных работ подвергаются лабораторному контролю, который включает в себя следующие виды неразрушающего контроля:

- операционный контроль (в процессе сборки и сварки);
- визуальный и измерительный (100%);
- радиографический (100%);
- ультразвуковой (в соответствии с проектом).

Контроль качества сварных соединений газопроводов производится лабораториями неразрушающего контроля, аттестованными в соответствии с ПБ 03-372-00, специалистами неразрушающего контроля, аттестованными в соответствии с ПБ 03-440-02.

Операционный контроль осуществляют мастера и производители работ. При этом проверяется правильность и необходимая последовательность выполнения технологических операций по сборке и сварке в соответствии с требованиями действующих операционных и технологических карт.

Все сварные соединения труб, труб с деталями трубопровода, арматурой и так далее после их очистки от шлака, грязи, брызг металла, снятия грата подвергают визуальному контролю и обмеру. При этом они не должны иметь трещин, подрезов глубиной более 0,5 мм, недопустимых смещений кромок,

кратеров и выходящих на поверхность пор. Визуальный контроль проводят работники службы контроля качества.

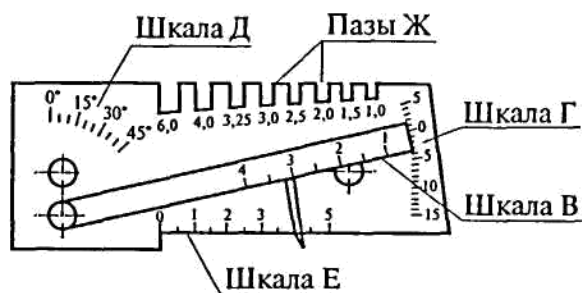


Рисунок 18 – УШС-3

Универсальный шаблон сварщика из набора ВИК, предназначен для контроля геометрических параметров сварного соединения: угол скоса кромки (шкала Д), притупление кромки (шкала Е), зазор в соединении (шкала В), смещение кромок и высота усиления (шкала Г), диаметр электродного стержня (пазы Ж).

Сварные соединения газопровода, выполненные дуговыми методами сварки и отвечающие всем требованиям по результатам визуального контроля и обмера, подлежат неразрушающему контролю.

Проконтролированные неразрушающими методами сварные соединения считаются годными, если в них не обнаружено дефектов, величина, количество и плотность распределения в шве которых превышает значения, установленные СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов».

Сварные соединения, в которых по результатам контроля будут обнаружены недопустимые дефекты, подлежат удалению или ремонту с последующим повторным контролем в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Исправления дефектов в стыках, выполненных дуговыми методами сварки, следует производить следующими способами:

- подваркой изнутри трубы дефектных участков в корне шва;

- наплавкой ниточных валиков высотой не более 3 мм при ремонте наружных и внутренних подрезов;

- вышлифовкой и последующей заваркой участков швов со шлаковыми включениями и порами;

- при ремонте стыка с трещиной длиной до 50 мм засверливаются два отверстия на расстоянии не менее 30 мм от краёв трещины с каждой стороны, дефектный участок вышлифовывается и заваривается вновь в несколько слоёв;

- обнаруженные при внешнем осмотре недопустимые дефекты должны устраняться до проведения контроля неразрушающими методами.

Все исправленные участки стыков подвергаются внешнему осмотру и радиографическому контролю. Повторный ремонт стыков не допускается.

Результаты проверки стыков физическими методами оформляются в виде заключений.

Заключения, радиографические снимки, зарегистрированные результаты ультразвуковой дефектоскопии, подвергавшихся контролю, хранятся в полевой испытательной лаборатории до сдачи газопровода в эксплуатацию.

Максимальные сроки проведения контроля после сварки стыков составляют 2 суток после сварки на трубосварочной базе, 3 суток после сварки на трассе. В случае превышения указанных сроков технический надзор вправе приостановить дальнейшее проведение сварочных работ до полного проведения контроля стыков.

Все средства измерений, применяемые при контроле качества работ, должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений, допущенных для применения на территории России, иметь действующие сертификаты об утверждении типа, свидетельство или клеймо проверки.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В41	Петрову Константину Ивановичу

<b>Школа</b>	ИШНКБ	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 – Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): «Расчет стоимости внедрения современного датчика в систему газораспределительных станций»</i>	<i>Оценка затрат необходимых для замены дефектного участка газопровода в условиях Крайнего Севера.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>СТО Газпром РД 1.12-096-2004</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс РФ ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ</i>

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка условий реализации замены дефектного участка газопровода в условиях Крайнего Севера.</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Формирование видов затрат для проведения работ по замене дефектного участка газопровода при эксплуатации в условиях Крайнего Севера</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Технико-экономическое обоснование замены дефектного участка газопровода в условиях Крайнего Севера</i>

**Перечень графического материала**

- 1. Расчетные формулы*
- 2. Таблицы:*
- Расчет стоимости оборудования
  - Расчет амортизационных отчислений
  - Расчет стоимости материалов на проведение мероприятия
  - Расчет зарплатной платы работников
  - Расчет страховых взносов
  - Общие затраты

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Николаенко В.С.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Петров Константин Иванович		

#### **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

При длительной эксплуатации магистральные газопроводы подземной прокладки в условиях Крайнего Севера могут быть подвержены дефектам разного рода, которые негативно сказываются на трубопроводе, такие как вмятины, овальность, дефекты коррозионного происхождения, гидратообразования и др. Все это может привести к возникновению аварийных ситуаций, при ликвидации которых требуется серьезные финансовые затраты.

В данной главе необходимо рассчитать финансовые затраты на проведение ремонта, а именно огневых работ связанных с заменой участка магистрального газопровода на территории Крайнего Севера.

##### **Перечень работ по замене дефектного участка магистрального газопровода**

Перечень работ по замене закупоренного гидратом участка трубы, полностью соответствует перечню работ по замене дефектного участка газопровода, в соответствии с СТО Газпром 14-2005:

- уточнение положения газопровода (определение оси и глубины заложения газопровода) и проведение земляных работ;
- отключение ремонтируемого участка газопровода (в случае необходимости и отключение соседних с ним участков газопровода);
- освобождение ремонтируемого участка газопровода от газа (в случае необходимости снижение давления газа или освобождение от газа соседних с ним участков газопровода);
- отключение СКЗ, дренажных установок и устройство электроперемычек;
- контроль наличия конденсата и его удаление;
- вырезка отверстий для установки запорных резиновых шаров
- установка надувных запорных резиновых шаров в газопроводе;
- сварочно-монтажные работы (резка, сборка стыков, подгонка деталей,

- сварка);
- извлечение резиновых шаров из газопровода;
  - заварка отверстий, через которые устанавливались ГЗУ;
  - контроль качества сварочно-монтажных работ;
  - удаление электроперемычек;
  - проверка отремонтированного участка газопровода на герметичность давлением 1 МПа;
  - наложение противокоррозийной изоляции;
  - земляные работы (засыпка котлованов, шурфов и т. д.);
  - испытание на прочность максимально возможным давлением, создаваемым на данном участке;
  - включение в работу отремонтированного участка газопровода, СКЗ, дренажных установок.
  - время на проведение работ – 7 календарных дней, время смены – 12 часов.

Для проведения вышеперечисленных работ необходимо: труба диаметром 1420 мм и длиной 10 м, электроды сварочные ОК-53.70, термоусаживающиеся изоляционные муфты, временное герметизирующее устройство, баллоны с пропаном и кислородом, топливо, газовый резак «КФР-954», газоанализатор «Testo 320», щеточная шлифмашина «Bosch GSI 14 CE», автомобиль-вахтовка «Урал-32551-0010-41», автомобиль-плетевоз «Урал-43204-1153-41», трубоукладчик «KOMATSU 355», экскаватор «Hitachi ZX 240-3», бульдозер «Т-170», УАЗ патриот ЗМЗ-51432, самосвал «КАМАЗ 6520».

Состав затрат в соответствии с их экономическим содержанием формируется по следующим элементам:

- затраты на оборудование;
- амортизационные отчисления;
- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- расчет страховых взносов.

#### 4.1 Затраты на оборудование для проведения работ по замене дефектного участка трубопровода

Затраты на приобретение оборудования необходимого для замены дефектного участка трубопровода, диаметром 1420 мм приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет стоимости оборудования

№	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость, рублей
1	Газовый резак «КФР-954»	шт.	1	80000
2	Газоанализатор «Testo 320»	шт.	1	45000
3	Щеточная шлифмашина «Bosch GSI 14 CE»	шт.	1	48000
Общая сумма				<b>173000</b>

Общая сумма затрат составляет 173000 руб.



## **4.2 Расчет амортизационных отчислений**

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование	Марка	Кол-во.	Время работы, час.	Балансовая стоимость, руб.	Норма амортизации, %	Сумма амортизации в год, руб.	Норма амортизации в час, руб	Сумма амортиз., за период исполыз.
Автомобиль-вахтовка	«Урал-32551-0010-41»	1	84	2200000	14	308000	140	11760
Автомобиль-плетевоз	«Урал-43204-1153-41»	1	84	1900000	14	266000	120,9	10156,36
Трубоукладчик	«КОМ АТСU 355»	1	84	6800000	14	952000	432,73	36349,09
Экскаватор	«Hitachi ZX 240-3»	1	84	7900000	14	1106000	502,73	42229,09
Бульдозер	«Г-170»	1	48	3200000	14	448000	203,67	9774,54
УАЗ Патриот	ЗМЗ-51432	1	84	1050000	14	147000	66,82	5612,73
Самосвал	«КАМАЗ 6520»	1	84	1250000	14	175000	79,54	6681,82
Газовый резак	«КФР-954»	1	12	80000	18	14400	6,54	78,54
Газоанализатор	«Testo 320»	2	12	45000	18	8100	3,68	88,36
Щеточная шлифмашина	«Bosch GSI 14 CE»	1	12	48000	18	8640	3,9	47,12
Общая сумма								<b>122777,65</b>

#### 4.3 Расчет стоимости материалов для работ по замене участка магистрального газопровода

К материальным расходам относятся затраты на приобретение:

- а) сырья, основных и вспомогательных материалов, используемых в

производственном процессе;

б) запасных частей, комплектующих изделий, тары и др.;

в) топлива, воды и энергии всех видов, используемых на производственные нужды и отопление;

г) работ и услуг производственного характера, выполняемых сторонними организациями или индивидуальными предпринимателями, а также собственными структурными подразделениями предприятия (организации) (транспортные услуги, контроль за соблюдением технологического процесса, техобслуживание основных фондов, средств связи, компьютерной техники и др.);

д) на содержание и эксплуатацию природоохранных сооружений.

Длина участка подлежащего замене составляет 10 метров. Стоимость трубы диаметром 1420 мм, длиной 12 м и толщиной стенки  $\delta = 56950$  рублей. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m \Pi_i \times N_{расх\ i}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;  $N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах

15-25% от стоимости материалов.

Материалы для работ по замене «катушки» закупаются без каких-либо скидок по рыночной цене. Бензин и дизельное топливо закупается на специальных промышленных заправках, так как на заправках постоянного потребления бензина марки АИ-80 практически нет.

В таблице 10 приведен расчет стоимости материалов на проведение работ по замене дефектного участка газопровода.

Таблица 10 – Расчет стоимости материалов на проведение мероприятия

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
		план	факт	Исп.1	
Труба D <sub>y</sub> =1420	м	11	10	5695	56950
Электроды сварочные ОК-46	уп	6	4	475	1900
Термоусаживающиеся изоляционные муфты	шт	2	3	6732,10	20196,3
Масло моторное М-8В	л	60	50	39,0	1950
Дизельное топливо	л	400	468	32	14976
Бензин АИ-92	л	150	200	31,60	6320
Баллон с кислородом 50л	шт	1	1	9600	9600
Баллон с пропаном 50л	шт	1	1	7500	7500
Временное герметизирующее устройство	шт.	2	3	6960	20880
<b>Итого</b>					<b>140272,3</b>

#### 4.4 Расчет заработной платы

Далее определим затраты на оплату труда работников за период проведения замены дефектного участка трубопровода. Ввиду того что, работы проводятся в условиях приравненным к крайнему северу, например, Якутия, и при условии, что работники отработали в этих условиях не менее 3х лет, то необходимо доплачивать рабочим северную надбавку Расчет заработной платы работников сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Расчет заработной платы

Должность	Кол-во	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Районный коэффициент и северная надбавка (50%+50%)	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Стропальщик	2	II	70,5	70,5	24	6768
Трубопроводчик линейный	4	V	72,3	72,3	24	13881,6
Сварщик	3	VI	86,1	86,1	12	6199,2
Водитель самосвала	2	-	50,2	50,2	84	16867
Машинист бульдозера	1	-	66,3	66,3	48	6364
Машинист трубоукладчика	1	-	78,5	78,5	84	13188
Машинист экскаваторщик	1	-	70,4	70,4	84	11827
Машинист плетевоза	1	-	80	80	48	7680
<b>ИТОГО</b>						<b>82774,8</b>

#### 4.5 Расчет страховых взносов

Затраты на страховые взносы в пенсионный фонд, фонд социального страхования, фонд обязательного медицинского страхования и обязательного социального страхования от несчастных случаев представлены в таблице 12.

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс VIII с тарифом 0,9.

Таблица 12 – Расчет страховых взносов

Показатель	Стропальщик	Трубопроводчик линейный	Сварщик	Водитель самосвала	Машинист бульдозера	Машинист трубоукладчика	Машинист экскаваторщик	Машинист плетевоза
Количество работников	2	4	3	2	1	1	1	1
ФСС (2,9%)	197,27	402,46	179,78	489,14	184,55	382,45	342,98	222,7
ФОМС (5,1%)	345,16	707,96	316,16	860,2	324,5	672,5	603,1	391,7
ПФР (22%)	1489	3053,95	1363,8	3710,4	1400	2901	2602	1689,6
Страхование от несчаст. случаев (тариф 0,9%)	60,9	124,9	55,8	151,8	57,2	118,7	106,4	69,1
Всего, руб.	2092,33	4289,27	1915,54	5211,54	1966,25	4074,65	3654,48	2373,1
Общая сумма, руб.	<b>25577,16</b>							

#### **4.6 Затраты на проведение капитального ремонта участка магистрального газопровода**

В таблице 13 представлена общая сумма затрат на проведение мероприятия на основании вышеперечисленных расчетов.

Таблица 13 – Общие затраты

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Затраты на оборудование	<b>173000</b>
2. Амортизационные отчисления	<b>122777,65</b>
3. Материальные затраты	<b>140272,3</b>
4. Затраты на оплату труда	<b>82774,8</b>
5. Страховые взносы	<b>25577,16</b>
Итого основные расходы	<b>544401,91</b>
Накладные расходы (20%)	<b>108880,382</b>
Всего затраты на мероприятие	<b>653282,292</b>

В данном разделе была проведена оценка затрат по замене дефектного участка трубопровода. Общая сумма, потраченная на замену всего 5 метров трубопровода диаметром 1420 равна **653282,292** рубля. Затраты на замену дефектного участка достаточно высоки, поэтому важно выбрать наиболее подходящую технологическую схему капитального ремонта, чтобы повысить эксплуатационный срок трубопровода до следующего капитального ремонта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В41	Петрову Константину Ивановичу

<b>Школа</b>	ИШНКБ	<b>Отделение</b>	Электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	<i>Ручная дуговая сварка при ремонте магистрального газопровода, который пролегает на территории Крайнего Севера. Основным рабочим местом при выполнении ремонтных работ является открытый воздух.</i>
---	--

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p><i>Проанализировать следующие вредные производственные факторы и обосновать мероприятия по их устранению:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Превышение уровня шума;</i></li> <li><i>2. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны;</i></li> <li><i>3. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу (метанола).</i></li> </ol>
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p><i>Проанализировать следующие опасные производственные факторы и обосновать мероприятия по их устранению:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</i></li> <li><i>2. Высокое давление газопровода;</i></li> <li><i>3. Электрическая дуга и металлические искры при сварке;</i></li> </ol>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p>	<p><i>Привести анализ воздействий на окружающую среду и методы восстановления целостности природных объектов при ремонте трубопровода.</i></p>



<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<i>Наиболее вероятными и разрушительными видами ЧС при сварочных работах являются пожар или взрыв на рабочем месте.</i>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности работников, которые трудятся в условиях Крайнего Севера.</i>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В41	Петров Константин Иванович		

## 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ГАЗОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

### Введение

В данной работе проведены теоретические исследования технологии ремонта магистрального газопровода ручной дуговой сваркой в условиях Крайнего Севера. Данная технология предусматривает, что ремонтные работы будут проводиться на открытом воздухе в дневное время суток при отрицательных температурах окружающего воздуха. Климат в данном районе Субарктический. Разработанное решение может применяться на линейно-производственных управлениях магистральными газопроводами в районах Крайнего Севера.

### 5.1 Производственная безопасность

Таблица 14 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении капитального ремонта в условиях Крайнего Севера.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Снятие плодородного слоя почвы, перемещение его во временный отвал и планировка трассы в зоне действия ремонтно-строительного потока	1.Превышение уровня шума 2.Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны	1.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 2.Высокое давление газопровода	СНиП 3.05.05-84[25] ВСН 51-1-97 [26] СТО Газпром 14-2005 [27] ГОСТ 12.2.062-81 [28]
Вскрытие газопровода	3. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу (загазованность)	3. Электрическая дуга и металлические искры при сварке;	ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ [30]
Удаление старой или дефектной изоляции			ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ [31]
Отбраковка труб			ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.) [32]
Производство сварочно-восстановительных работ			СНиП 21-01-97 [33] ГОСТ 12.1.003-83 [34]
Применение сканера-дефектоскопа перед окончательной очисткой поверхности поверхности газопровода;			

Нанесение грунтовки, нанесение нового изоляционного покрытия			
Укладка газопровода, засыпка отремонтированного газопровода			
Восстановление средств ЭХЗ и знаков закрепления трассы			
Техническая рекультивация плодородного слоя почвы			

## **Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению**

### **1 Превышение уровня шума**

Шум может создаваться работающим транспортом и оборудованием – грузовыми автомобилями, сварочным источником питания, шлифмашинкой. Шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые процессы изменения органа слуха у человека, повышает утомляемость.

Степень вредности и опасности условий труда при действии виброакустических факторов устанавливается с учетом их временных характеристик (постоянный, непостоянный шум, вибрация и т.д.).

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003-83) представлены в таблице 15 [34].

Таблица 15 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [26].

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При превышении предельно допустимых норм шума работники должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты органов слуха: противошумными наушниками, шлемами или противошумными вкладышами.

СИЗ органов слуха следует выбирать в зависимости от частотного спектра шума на рабочем месте. Типы и группы СИЗ органов слуха следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.051 [38].

Работающие, пользующиеся средствами индивидуальной защиты, должны быть проинструктированы о правилах пользования этими средствами и способам проверки их исправности.

## **2 Повышенная запыленность рабочей зоны**

Повышенная запыленность рабочей зоны возникает в результате работ, направленных на очистку поверхности трубопровода в околошовных зонах от шлака и других включений, а загазованность – в результате выхлопа спецтехники. В запыленном воздухе дыхание становится затрудненным, насыщение крови кислородом ухудшается, что предрасполагает к легочным заболеваниям. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию - пневмокониозу. Основанием для проведения мер борьбы с пылью является гигиеническое нормирование Установленное перечень ПДК фиброгенного пыли в воздухе рабочих помещений приведен в ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.) [32]. ПДК фиброгенного пыли зависимости от процентного содержания диоксида кремния составляет 1 и

2 мг/м<sup>3</sup>. Для других видов пыли ПДК от 2 до 10 мг/м<sup>3</sup>. Предельно допустимая среднесуточная концентрация металлического пыли в воздухе не превышать 0,15 мг/м<sup>3</sup>, а максимально разовая – 0,5 мг/м<sup>3</sup> [32].

В целях защиты органов дыхания необходимо использовать СИЗ (противогаз, респиратор), при их отсутствии можно применить марлевую повязку предварительно смочив ее.

### **3 Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу (загазованность)**

Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу (метанола) напрямую связана с нарушением технологии его закачки в полость газопровода, что приводит к образованию в рабочей зоне взрывоопасной смеси (температура вспышки 15,6 °С).

При попадании на кожу и в органы дыхания (при испарении) метанол вызывает ожог и раздражение, при попадании в пищевод в небольшом объеме 5-10 мл вызывает сильное отравление, а 30 граммов и более – летальный исход. Такие симптомы как: головная боль, слабость, недомогание, озноб, тошнота, рвота характеризуют легкую форму отравления. Поэтому опасность для жизни несет как чистый метанол, так и жидкости, в состав которых входит данное вещество даже в очень небольшом процентном соотношении.

Антидотом при отравлении метанолом является внутривенное капельное введение 10 % раствора этанола, или же пероральный прием 30-40% раствора из расчета 1-2 грамма на 1 кг массы тела в сутки. В этом случае происходит переключение алкогольдегидрогеназы I на окисление экзогенного этанола.

При работе с метанолом, при его транспортировке и хранении должны быть предусмотрены средства индивидуальной защиты (СИЗ), представленные защитными очками, резиновыми перчатками, спецодеждой и обувью согласно типовым отраслевым нормам. Так же используется фильтрующий маски ППМ и ШМП и противогазы марок А, М при концентрациях паров выше ПДК.

Для удаления разлитого метанола с поверхности применяют сухие опилки, в последствие сжигаемые в специально отведенном месте, остаток впитавшегося метанола промывают струей холодной воды. В целях защиты окружающей среды от протечек метанола должно быть использовано технологическое оборудование, обеспечивающее полную герметизацию [32].

## **5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

### **1 Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования**

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования как опасный фактор, возникает в процессе проведения подготовительных работ, направленных на ликвидацию гидратов. Опасный фактор возникает за счет нахождения рабочего персонала вблизи работающих машин и механизмов (бульдозеры, экскаваторы). Основная задача машин и механизмов направлена на организацию свободного подхода и подъезда к месту проведения огневых работ, а именно на удаление мешающих предметов, взрывоопасных, пожароопасных и вредных веществ. В соответствии с нарядом-допуском, составленным на основании СТО Газпром 14-2005 [27], и плана организации проведения работ эксплуатационным персоналом филиала осуществляется подготовка технологического объекта к проведению огневых работ.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [28] ограждения необходимо выполнять в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. При устройстве ограждений обязательно соблюдение определенных требований. Запрещена работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

### **2 Высокое давление газопровода**

Высокое давление газопровода, представляет серьезную опасность рабочему персоналу при проведении огневых работ. Оно может вызвать разрыв трубы, повреждение технологического оборудования, в связи с этим нанести

травмы персоналу. Поэтому для снижения опасности этого фактора рабочее давление в газопроводе снижается до 2,5 МПа согласно СТО Газпром 2-3.5-454-2010 [29].

### **3 Электрическая дуга и металлические искры при сварке**

Электрическая дуга и металлические искры, возникающие вследствие электродуговых и других видов технологической сварки, являются серьезной угрозой для здоровья электрогазосварщиков и окружающего их персонала. При нарушении техники безопасности, прописанной в ГОСТ 12.4.011-89 [30] и не использовании СИЗ электрическая дуга может вызывать ожоги сетчатки глаза ультрафиолетом, а металлические искры многочисленные ожоги кожи тела.

Во избежание получения ожогов следует применять куртки, полушубки, костюмы, комбинезоны, жилеты, полукombineзоны, брюки, нарукавники. Такой тип индивидуальной защиты необходим для защиты тела от ожогов, механических повреждений и губительного действия высоких температур.

### **5.2 Экологическая безопасность**

Стравливание газа с участка магистрального газопровода, подлежащего полной замене, а также непреднамеренный разлив метанола и нарушение плодородного слоя почвы напрямую связаны с экологической безопасностью. Основные вредные и опасные воздействия при проведении работ на МГ приведены в таблице 16.

В большинстве случаев с небольших участков МГ, подлежащих капитальному ремонту, а далее вырезки экономически невыгодно применять современное технологическое оборудование для перекачки газа в специальные емкости, предназначенные для временного хранения газа.

Поэтому природный газ, на 98% состоящий из метана, напрямую стравливается в атмосферу.

Многие знают, что усилению парникового эффекта способствует газ метан, так как он интенсивно рассеивает и удерживает тепло, излучаемое нагретой солнцем Землей в инфракрасной области спектра на длине волны 7,6 мкм. Метан находится на втором месте, уступая углекислому газу, при этом его



роль в создании парникового эффекта составляет примерно 30% от общего эффекта CO<sub>2</sub>. При повышении концентрации метана в атмосфере он изменяет ее нормально-текущие химические процессы, что приводит к нарушению экоситуации на планете.

Таблица 16 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при проведении капитального ремонта МГ в условиях Крайнего Севера

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель
	Загрязнение почвы метанолом, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязненной земли и т.д.
	Засорение почвы производственными отходами	Вывоз и захоронение производственных отходов
	Создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности. Уничтожение растительности	Засыпка выемок, горных выработок
Лес и лесные ресурсы	Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова	Мероприятия по охране почв
	Лесные пожары	Уборка и уничтожение порубочных остатков и другие меры ухода за лесосекой
	Оставление недорубов, захламление лесосек	Оборудование пожароопасных объектов, создание минерализованных полос, использование вырубленной древесины
	Порубка древостоя при оборудовании буровых площадок, коммуникаций, поселков	Попенная плата, соблюдение нормативов отвода земель в залесенных территориях

Вода и водные ресурсы	Загрязнение сточными водами и мусором (буровым раствором, метанолом, минеральными водами и рассолами и др.)	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора; сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение мусора
-----------------------	---	---

В связи с развитием современных технологий в нефтегазовой отрасли, на сегодняшний момент уже существует множество технологий, позволяющих с минимальным риском для окружающей среды проводить большинство видов работ, как на магистральном газопроводе, так и на нефтепроводе

По окончании работ на магистральном газопроводе приказом исполнителя организации и производителя работ формируется комиссия для осмотра земель при участии заинтересованных сторон (представителей ОО магистральных газопроводов и землевладельцев).

### **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одной из наиболее частых аварий при работе с горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями являются взрывы. Взрывопожароопасность, как опасный фактор, представляет серьезную угрозу для жизни и здоровья работников и сотрудников на рассматриваемых нами площадках проведения работ. Возникает в результате превышения допустимой концентрации газа в воздухе рабочей зоны. Опасными факторами пожара является повышенная температура оборудования и окружающей среды, токсичные продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода в воздухе рабочей зоны.

Эти факторы приводят к отравлениям, ухудшению работы органов дыхания, к травмированию работающих.

Поэтому на всем протяжении работ по ликвидации гидратов для контроля состояния газовой среды в рабочей зоне, а также для обеспечения связи с руководителем огневых работ и техническим персоналом, назначается ответственное лицо в роли дежурного наблюдателя. В его обязанности входит немедленная подача сигнала о срочной остановке работ в случае предаварийной ситуации или иной опасности (выход из строя технологического оборудования,

приборов, систем вентиляционных шахт, аварийных сигнализаций, СИЗ, повышения или снижения рабочего давления или температуры, утечки газа и т.д.). Любой специалист или рабочий из персонала при обнаружении несоответствий с требованиями действующей типовой инструкции, а также при несоблюдении мер безопасности, указанных в наряде-допуске, что может привести к возникновению опасной ситуации, имеет право и обязан немедленно прекратить выполнение огневых работ согласно СНиП 21-01-97 [33].

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

Работники, которые трудятся в условиях Крайнего Севера, имеют дополнительные льготы в соответствии с законом РФ от 19.02.1993 N 4520-1 «О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях» [29].

Одной из основных льгот, предоставляемых данной категории работников, является районный коэффициент. Согласно ст. 315 ТК РФ [29] оплата труда в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях осуществляется с применением районных коэффициентов и процентных надбавок к заработной плате.

Кроме того, коэффициент начисляется на надбавки и доплаты к тарифным ставкам (должностным окладам) и компенсационные выплаты, связанные с режимом работы и условиями труда, к которым относятся надбавки: за классность, звание по профессии, непрерывный стаж работы по специальности и т.д.; должностным лицам и гражданам, допущенным к государственной тайне; за выслугу лет (непрерывную работу), а также вознаграждение за выслугу лет, выплачиваемое ежеквартально или единовременно; по итогам работы за год; за условия труда при работе в ночное время, сменную работу, за совмещение профессий (должностей) [29].

В состав заработка, где начисляется районный коэффициент, не включаются: процентные надбавки к заработной плате за работу в районах

Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, а также в южных районах Восточной Сибири и Дальнего Востока; все виды выплат по среднему заработку (отпускные, оплата обучения работников, направленных на профессиональную подготовку, повышение квалификации или обучение вторым профессиям, и др.); материальная помощь; единовременные поощрительные выплаты, не предусмотренные системой оплаты труда организации.

Северянам также должна выплачиваться процентная надбавка к заработной плате. В отличие от районного коэффициента при выплате надбавок необходимо учитывать стаж работы в данных районах или местностях. Размер процентной надбавки и порядок ее выплаты (как и районный коэффициент) устанавливаются Правительством РФ (ст. 317 ТК РФ, ст. 11 Закона N 4520-1) [29].

Статья 116 ТК РФ устанавливает северянам ежегодные дополнительные оплачиваемые отпуска. При этом работодатели с учетом своих производственных и финансовых возможностей могут самостоятельно устанавливать для работников дополнительные отпуска, порядок и условия предоставления которых, определяются коллективными договорами или локальными нормативными актами, которые принимаются с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации.

Кроме своих работников, организации точно так же, обязаны следить за негативным влиянием их деятельности на окружающую среду, и защищать население от чрезвычайных ситуаций. В основу управления положен закон РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология ремонта магистрального газопровода диаметром 1420 мм толщиной 25 мм из стали 13ХФА. Была определена свариваемость металлов, подобраны необходимые сварочные материалы, подобраны режимы для ручной дуговой сварки, был посчитан расход сварочных материалов, а также были рассмотрены методы борьбы со сварочными напряжениями, деформациями и возникновением дефектов в сварном шве. Полученные режимы в обязательном порядке должны быть подвергнуты последующей проверке, которая будет заключаться в визуальной оценке и разрушающем контроле сварного соединения. Данная система подтверждения необходима, потому как, зачастую, практические данные отличаются от теоретических.

В ходе выполнения данной работы выполнены нижеперечисленные задачи:

1. Рассмотрена нормативно – техническая база, применяемая в области ремонта магистрального газопровода;
2. Выбрана конкретная технология ремонта в условиях Крайнего Севера;
3. Сделан расчет параметров режима ручной дуговой сварки;
4. Согласно полученным данным, выбрано сварочное оборудование ВДМ – 1200.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов. Технические условия.
- 2 ВРД 39-1.10-006-2000 Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов
- 3 РД 153-006-02 Инструкция по технологии сварки при строительстве и капитальном ремонте магистральных трубопроводов
- 4 Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
- 5 Стали и сплавы. Марочник: Справ. изд / В.Г. Сорокин и др.; Науч. ред. В.Г. Сорокин, М.А. Гервасьев – М.: «Интернет Инжиниринг». 2001. – 608 с.: ил
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
- 7 Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG) / Ред. С 24 кол.: О.И. Стеклова (пред.) и др. – М.: Соуэло, 2008 г.
- 8 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия
- 9 ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия
- 10 ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- 11 Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
- 12 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.
- 13 <http://www.delsoto.ru/?idc=19&idp=2>

- 14 СТО Газпром 2-2.2-137-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов Часть II.
- 15 <http://www.lincolnelectric.com>
- 16 <http://alkor-pipe.ru/11/166.html>
- 17 СТО Газпром 2-2.3-231-2008 Правила производства работ при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром»
- 18 СТО Газпром 2-2.2-136-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов Часть I.
- 19 СНиП III-42-80 Магистральные трубопроводы
- 20 СТО Газпром 2-2.4-083-2006 Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов
- 21 ВСН 006-89. Строительство магистральных и промышленных трубопроводов сварка
- 22 "Положения об аттестации дефектоскопистов". - М.: ВНИИПК техорггазстрой, 1986
- 23 ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод
- 24 ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые
25. СНиП 3.05.05-84 «Строительные нормы и правила»;
26. ВСН 51-1-97 «Правила производства работ при капитальном ремонте магистральных газопроводов»;
27. СТО Газпром 14-2005 «Типовая инструкция по безопасному проведению огневых работ на газовых объектах ОАО Газпром»;
28. ГОСТ 12.2.062-81 «Оборудование производственное. Ограждение защитное»;
29. Трудовой кодекс РФ;

30. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;
31. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
32. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89)»;
33. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
34. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;
35. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. – М: Стандартинформ, 2014. – 23 с;
36. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";
37. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. – М: Стандартинформ, 2014. – 23 с.
38. ГОСТ 12.4.051-87 (СТ СЭВ 5803-86) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний.



## Приложение А