

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Специальность **15.04.01 Машиностроение**
 ООП/ОПОП **15.04.04 Машины и технологии сварочного производства**
 Отделение школы (НОЦ) **Отделение электронной инженерии**

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Технология капитального ремонта магистрального газопровода из стали классом прочности К65 в условиях низких климатических температур

УДК 621.791.01:622.691.4.073

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская М.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

Томск – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки
ОПК(У)-2	Способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ОПК(У)-3	Способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере
ОПК(У)-4	Способностью осуществлять экспертизу технической документации
ОПК(У)-5	Способностью организовывать работу коллективов исполнителей, принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений, определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, и их элементов, по разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов
ОПК(У)-6	Способностью к работе в многонациональных коллективах, в том числе при работе над междисциплинарными и инновационными
ОПК(У)-7	Способностью обеспечивать защиту и оценку стоимости объектов интеллектуальной деятельности
ОПК(У)-8	Способностью проводить маркетинговые исследования и подготавливать бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения
ОПК(У)-9	Способностью обеспечивать управление программами освоения новой продукции и технологий, проводить оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции, анализировать результаты деятельности производственных подразделений
ОПК(У)-10	Способностью организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников

ОПК(У)-11	Способностью подготавливать отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения
ОПК(У)-12	Способностью подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения
ОПК(У)-13	Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения
ОПК(У)-14	Способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способностью разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, оборудования, систем и нестандартного оборудования и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку
ПК(У)-2	Способностью разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении
ПК(У)-3	Способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии
ПК(У)-8	Способностью организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов оборудования и материалов
ПК(У)-9	Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
ПК(У)-10	Способностью и готовностью использовать современные психолого-педагогические теории и методы в профессиональной деятельности

ПРИКАЗ

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**
 Отделение школы (НОЦ) **Отделение электронной инженерии**

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Выпускной квалификационной работы магистра
--

(ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич

Тема работы:

Технология капитального ремонта магистрального газопровода из стали классом прочности К65 в условиях низких климатических температур	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.04.2022 № 102-37/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж кранового узла Материал конструкции сталь классом прочности К65 по Тип производства – ремонтно-восстановительные работы</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзорная часть 2. Анализ конструкции и используемых материалов 3. Анализ климатических условий 4. Требования к оборудованию, сварочным материалам и специалистам сварочного производства 5. Выбор способа сварки. Общие требования 6. Требования к организации сварочно-монтажных работ 7. Требования к сборке и сварке 8. Выбор сварочного оборудования 9. Контроль качества 10. Проведение капитального ремонта кранового узла 11. Финансовый менеджмент 12. Социальная ответственность 13. Заключение <p>Комплект технологической документации</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема заменяемого кранового узла Схема используемых сварных соединений Операционная технологическая карта по сборке и сварке Схема выполнения сборки и сварки</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-10</p>	<p>Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ</p>
<p>11</p>	<p>Верховская М.В., к.э.н., доцент ОСГН ШБИП</p>
<p>12</p>	<p>Федорчук Ю.М., д.т.н. профессор ТПУ</p>
<p>Комплект технологических документов</p>	<p>Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
<p>1. Обзорная часть</p>	
<p>5. Выбор способа сварки. Общие требования</p>	
<p>7. Требования к сборке и сварке</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>10.01.2022</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ОЭИ ИШНКБ</p>	<p>Першина А.А.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>1ВМ01</p>	<p>Моллер Даниил Алексеевич</p>		

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



Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**
 Уровень образования **магистратура**
 Отделение школы (НОЦ) **Отделение электронной инженерии**
 Период выполнения осенний/весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Выпускная квалификационная работа магистра (ВКР бакалавра/ ВКР специалиста/ ВКР магистра)
--

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

Обучающегося:

Группа	ФИО
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич

Тема работы:

Технология капитального ремонта магистрального газопровода из стали классом прочности К65 в условиях низких климатических температур

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.01.2022	1. Обзорная часть	5
09.02.2022	2. Анализ конструкции и используемых материалов	5
15.02.2022	3. Анализ климатических условий	5
20.02.2022	4. Требования к оборудованию, сварочным материалам и специалистам сварочного производства	5
15.03.2022	5. Выбор способа сварки. Общие требования	10
20.03.2022	6. Требования к организации сварочно-монтажных работ	10
05.04.2022	7. Требования к сборке и сварке	10
10.04.2022	8. Выбор сварочного оборудования	5
15.04.2022	9. Контроль качества	5
10.05.2022	10. Проведение капитального ремонта кранового узла	10
15.05.2022	11. Финансовый менеджмент	5
20.05.2022	12. Социальная ответственность	5
25.05.2022	Английский язык	5
31.05.2022	Заключение	5
02.06.2022	Презентация	10

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец А.С.	к.т.н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 162 с., 12 рис., 27 табл., 49 источников, 2 прил.

Ключевые слова: сталь классом прочности К65, сварка магистральных газопроводов, капитальный ремонт, сборка, сварка, ручная дуговая сварка

Объектом исследования является технология сварки при капитальном ремонте магистрального газопровода диаметром 1420 мм из стали классом прочности К65.

Цель работы – разработать технологическую документацию на сборку и сварку магистрального газопровода при капитальном ремонте кранового узла диаметром 1420 мм при низких температурах окружающего воздуха, привести результаты разработки в виде технологических карт.

В ходе работы проводились исследования уже существующих способов сварки магистральных газопроводов, а также методы выполнения капитальных ремонтов. Были проведены исследования и необходимые расчёты по обоснованию выбора сварочного оборудования, сварочных материалов, режимов и последовательности сварки конструкции.

В результате исследований была разработана технология ручной дуговой сварки магистрального газопровода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: диаметр газопровода – 1420 мм, толщина стенок 23,0 и 27,7 мм, класс прочности стали К65.

Степень внедрения: задание было выполнено применительно к компании ООО «Газпром трансгаз Томск»

Область применения: описанный способ сварки и его особенности может применяться при выполнении капитальных ремонтов магистральных газопроводов из стали классом прочности К65, диаметром 1420 мм в условиях низких климатических температур.

Оглавление

Введение.....	12
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	14
1. Обзорная часть	15
1.1 Способы проведения капитальных ремонтов.....	15
1.2 Методы ремонта дефектов газопроводов.....	16
2. Анализ конструкции и используемых материалов.....	19
2.1 Описание ремонтируемого участка магистрального газопровода..	19
2.2 Выбор материала для ремонта магистрального трубопровода	20
3. Анализ климатических условий	22
4. Требования к оборудованию, сварочным материалам и специалистам сварочного производства.....	24
4.1 Общие требования к сварочному оборудованию.....	24
4.2 Требования к оборудованию для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева	26
4.3 Требования к сварочным материалам	28
4.4 Требования к специалистам сварочного производства и сварщикам	32
5. Выбор способа сварки. Область применения. Общие требования.....	34
6. Требования к организации сварочно-монтажных работ.....	37
6.1 Требования к подготовке оборудования для работы при низких температурах окружающего воздуха.....	37
6.2 Требования к проведению сварочно-монтажных работ на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 и при низких температурах окружающего воздуха	37
7. Требование к сборке и сварке	39
7.1 Требование к трубам.....	39
7.2 Сборка и сварка кольцевых соединений.....	41
7.3 Сварка тройниковых соединений.....	50
7.4 Сварка специальных сварных соединений	54

7.5	Предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев....	61
8.	Выбор сварочного оборудования и материалов.....	64
8.1	Выбор источника сварочного питания.....	64
8.2	Выбор сварочных материалов.....	65
9.	Контроль качества.....	67
10.	Проведение капитального ремонта кранового узла.....	71
10.1	Земляные работы.....	71
10.2	Комплексная диагностика существующего газопровода.....	73
10.3	Отключение газопровода.....	73
10.4	Демонтажные работы.....	73
10.5	Сварочно-монтажные работы.....	77
10.6	Контроль качества.....	77
10.7	Изоляционные работы.....	77
10.8	Испытания газопровода.....	78
10.9	Устройство электрохимической защиты.....	81
10.10	Монтаж кранового узла.....	81
11.	Финансовый менеджмент.....	84
11.1	Цель разработки.....	84
11.1.1	Потенциальные потребители ресурсов исследования.....	85
11.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	86
11.1.3	SWOT – анализ.....	87
11.2	Расчет нормативной продолжительности выполнения работ.....	89
11.3	Расчет сметной стоимости работ.....	89
11.3.1	Расчет затрат на материалы.....	90
11.3.2	Расчет затрат на амортизационные отчисления.....	90
11.3.3	Расчет затрат на оплату труда.....	92
11.3.4	Расчет затрат на страховые взносы.....	93
11.3.5	Расчет затрат на проведение мероприятия.....	95
11.4	Обоснование экономической эффективности проекта.....	96
12.	Социальная ответственность.....	100

12.1 Анализ выявленных вредных факторов	101
12.1.1 Микроклимат в помещении	101
12.1.2 Освещенность рабочей зоны	103
12.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	109
12.1.4 Превышение уровней шума	110
12.2 Анализ выявленных опасных	111
12.2.1 Электробезопасность	111
12.2.2 Пожарная опасность.....	113
12.3 Экологическая безопасность	117
12.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	118
Список используемых источников.....	122
Приложение А Разделы ВКР на иностранном языке	126
1. Overhauls of gas pipelines	127
5. The choice of welding method. Area of application.....	130
7. Assembly and welding requirements	132
Приложение Б Комплект технологической документации	140

Введение

Современная сеть магистральных газопроводов имеет значительную протяженность, большие диаметры, характеризуется высоким давлением перекачки и значительным возрастом. Возрастной состав и высокие требования к экологической безопасности магистральных газопроводов обуславливают необходимость обеспечения надежной, безотказной работы и предупреждения аварий газопроводной системы. Подземные газопроводы подвергаются интенсивному воздействию внешних факторов, воздействию перекачиваемого газа, что приводит к старению и износу труб. Магистральные трубопроводы практически не имеют резерва, и поэтому возникающие в процессе эксплуатации дефекты и их несвоевременное устранение могут привести к длительному простоему всего магистрального газопровода. В этой связи актуальным становится вопрос о проведении капитального ремонта действующих объектов нефтепроводного транспорта, обеспечивающего надежную и безотказную работу крупных транспортных систем.

Ежегодно в ходе эксплуатации магистральных газопроводов на территории России происходит более 100 аварии, приносящих материальные убытки и вред окружающей среде. За последнее десятилетие более 40 процентов зарегистрированных разрушений были обусловлены коррозионным растрескиванием металла под напряжением. Основная часть разрушений магистральных газопроводов произошла в зоне сварных соединений. Исходя из этого, можно сделать вывод, что в настоящее время основным эксплуатационным риском является разрушение газопровода вследствие коррозионного растрескивания под напряжением. Высокая концентрация разрушений металла труб в зоне сварного соединения обусловлена наличием остаточных сварочных напряжений, которые, кроме того, могут накладываться на рабочие напряжения газопровода, ускоряя зарождение трещин. На образование остаточных напряжений влияют факторы, оказывающие воздействие на протекание фазовых и структурных превращений при

кристаллизации стали. В частности, изменение объема металла при расплаве и кристаллизации вызывает собственные или внутренние деформации и напряжения при сварке. Они существуют в зоне сварного соединения без приложения внешних нагрузок. Если собственные напряжения будут выше предела текучести металла, то образуются остаточные напряжения. Величина остаточных сварочных напряжений напрямую зависит от размеров зоны термического влияния. Это позволяет сделать вывод о том, что, правильный выбор технологии сварки магистрального газопровода при строительстве и ремонте позволяет уменьшить зону термического влияния, остаточные напряжения и в конечном итоге эксплуатационные риски

Поэтому целью данной работы является разработка технологии сборки и сварки при проведении ремонтно-восстановительных работ магистрального газопровода из стали классом прочности К65 диаметром 1420 мм, рабочим давлением 11,8 МПа при низких температурах окружающего воздуха, а именно, замена кранового узла на объектах ПАО «Газпром».

Актуальность выбранной темы состоит в том, что сталь классом прочности К65 для строительства магистральных газопроводов диаметром 1420 мм с рабочим давлением 11,8 Мпа применяется, относительно, недавно и потребности в проведении капитальных ремонтов не возникало, поэтому данную технологию по сборке и сварке можно использовать при разработке проекта и плана производства работ для проведения капитального ремонта магистрального газопровода.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

магистральный газопровод: Инженерный комплекс сооружений, который предназначен для доставки природного газа по трубопроводу к местам обработки, потребления.

крановый узел: Часть трубопроводных систем. Это совокупность оборудования, которое позволяет регулировать, а при необходимости и блокировать поток газа.

капитальный ремонт: Плановый ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному ресурса объекта с заменой или восстановлением любых его частей.

Данная выпускная квалификационная работа содержит в себе следующие обозначения и сокращения:

РД – ручная дуговая сварка;

МП – механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газов и смесях;

СДТ – соединительные детали трубопроводов;

ЗРА – запорная арматура;

ТУ – технические условия;

ОТК – операционная технологическая карта;

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СТО Газпром 2-2 2-136-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов Часть I.

СТО Газпром 2-2.3-137-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов Часть II.

Технические требования к сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири», в том числе при пересечении зон активных тектонических разломов.

1. Обзорная часть

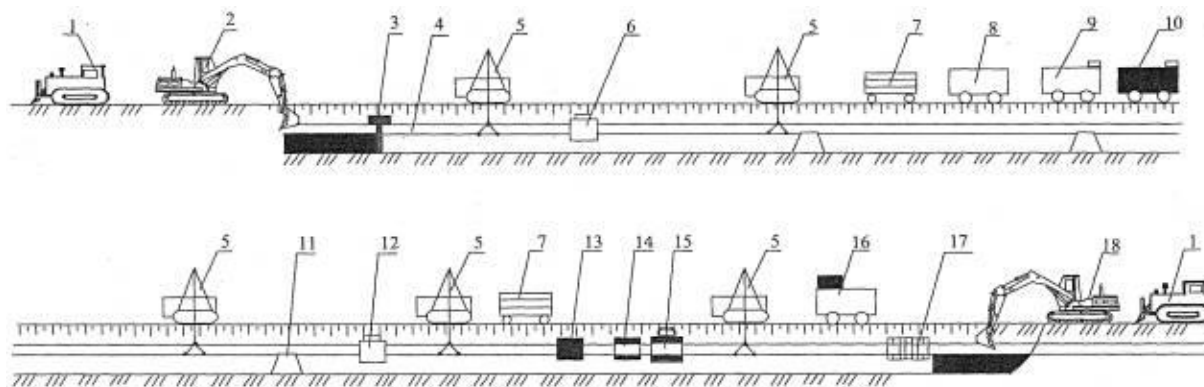
1.1 Способы проведения капитальных ремонтов

По условиям магистерской диссертации требуется полностью заменить участок магистрального газопровода в границах кранового узла, в связи с неудовлетворительными результатами внутритрубной диагностики, по результатам которой следует полная замена изношенных труб.

Самые распространенные схемы капитального ремонта магистральных газопроводов:

Схема первая

Газопровод вскрывается на участке малой протяженности от 500 до 800 м, поднимается в траншее кранами или трубоукладчиками на высоту до 1,0-1,5 м и обратно укладывается на подставленные под газопровод специальные лежки высотой не менее 0,4-0,5 м. После ремонта, участок газопровода опять поднимается, лежки убирают, и газопровод опускают на дно траншеи и производят обратную засыпку.

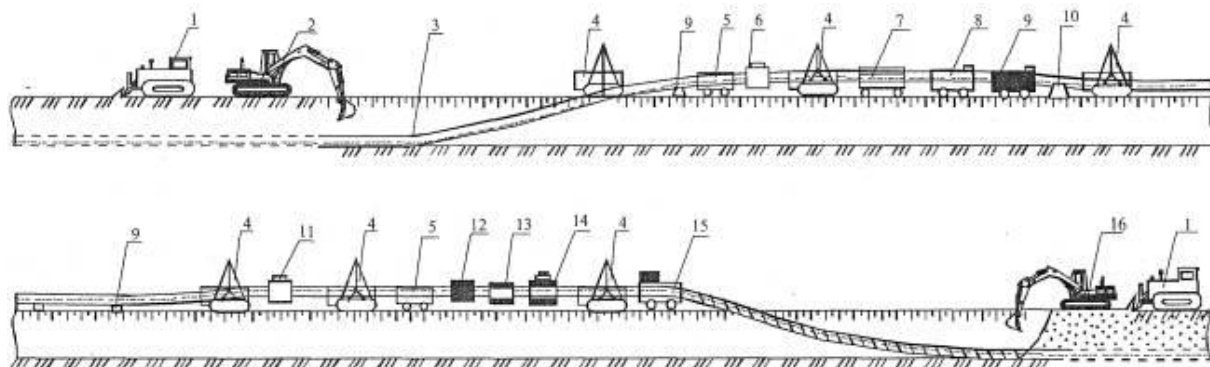


1 - бульдозер; 2 - вскрышной экскаватор; 3 - подкапывающая машина; 4 - трубопровод; 5 - трубоукладчик; 6 - машина предварительной очистки; 7 - электростанция; 8 - пост отбраковки труб; 9 - сварочный пост; 10 - лаборатория контроля качества сварных соединений; 11 - инвентарные опоры; 12 - машина окончательной очистки; 13 - оборудование подогрева трубопровода; 14 - грунтовочная машина; 15 - изоляционная машина; 16 - лаборатория контроля качества изоляционного покрытия; 17 - машина для подсыпки и подбивки грунта под трубопровод; 18 - экскаватор засыпки

Рисунок 1 – Схема капитального ремонта газопровода с его подъемом внутри траншеи и укладкой на лежки без вырезки из нитки

Схема вторая

Участок газопровода большой протяженности 800-1000 км вскрывается, газопровод не вырезают из нитки и поднимают кранами или трубоукладчиками, опускают на подготовленные лежки на бровке на расстоянии 1,5-2,0 м от края траншеи. После снятия старой изоляции газопровода, восстановления стенки трубопровода, если это требуется, и нанесения нового изоляционного покрытия, газопровод обратно опускается в подготовленную траншею и засыпается.



1 - бульдозер; 2 - вскрышной экскаватор; 3 - трубопровод; 4 - трубоукладчик; 5 - электростанция; 6 - машина предварительной очистки; 7 - пост отбраковки труб; 8 - сварочный пост; 9 - лаборатория контроля качества сварных соединений; 10 - инвентарные опоры; 11 - машина окончательной очистки; 12 - оборудование подогрева трубопровода; 13 - грунтовочная машина; 14 - изоляционная машина; 15 - лаборатория контроля качества изоляционного покрытия; 16 - экскаватор засыпки

Рисунок 2 – Схема ремонта трубопровода на бровке траншеи

По условиям темы диссертации требуется заменить небольшой участок магистрального газопровода, а именно крановый узел. Для данного вида работ будет применяться вторая схема проведения капитального ремонта, с целью обеспечить качественное выполнение специальных сварных соединений (захлест, разнотолщинные соединения, однотолщинные соединения).

1.2 Методы ремонта дефектов газопроводов

Цель капитальных ремонтов магистральных газопроводов - приведение его технических характеристик в соответствие с нормативными (проектными) значениями, повышению надежности и безопасности его дальнейшей эксплуатации.

Самые часто применяемые методы по ремонту магистральных газопроводов можно разделить на следующие основные группы:

- капитальный ремонт с приостановкой газопровода и заменой изношенных труб на новые в заводской изоляции или переизоляции труб;
- врезка катушек и замена отдельных участков газопровода;
- аварийный ремонт с установкой временных заплат и хомутов;
- установка стальных муфт поверх основного газопровода;
- выборка дефектов сварных швов и поверхностных дефектов труб и СДТ контролируемой шлифовкой, трубрезной машиной и воздушно-плазменной строжкой с последующей заваркой выбранного участка.

Целью магистерской диссертации является разработка технологии сварки при проведении капитального ремонта категорийного кранового узла, поэтому для данного вида работ будет применяться капитальный ремонт с остановкой газопровода и заменой старых труб и ЗРА на новые в заводской изоляции.

Основные работы по данной методике проводятся в следующем технологическом порядке:

А) Подготовительные работы

- Геодезические работы;
- Расчистка полосы строительства от лесорастительности;
- Планировка строительной полосы;
- Устройство монтажных площадок;
- Организация временных переездов через подземные коммуникации;
- Обеспечения завоза материалов и конструкций;
- Организация погрузо-разгрузочных работ и транспортировка труб.

Б) Основные работы

- Земляные работы;
- Комплексная диагностика существующего газопровода, СДТ и ЗРА;
- Идентификация (освидетельствование) труб;
- Работы по демонтажу газопровода;
- Сварочно-монтажные работы;

- Работы по изоляции;
- Работы по укладке газопровода;
- Балластировка;
- Испытание трубопровода на прочность и герметичность;
- Работы по ЭХЗ;
- Рекультивация участка капитального ремонта;
- Приемка и ввод в эксплуатацию.

Сварку осуществляют по ОТК, разработанным согласно аттестованной технологии сварки, согласованные в установленном порядке, с применением сварочного оборудования и материалов, прошедших аттестацию.

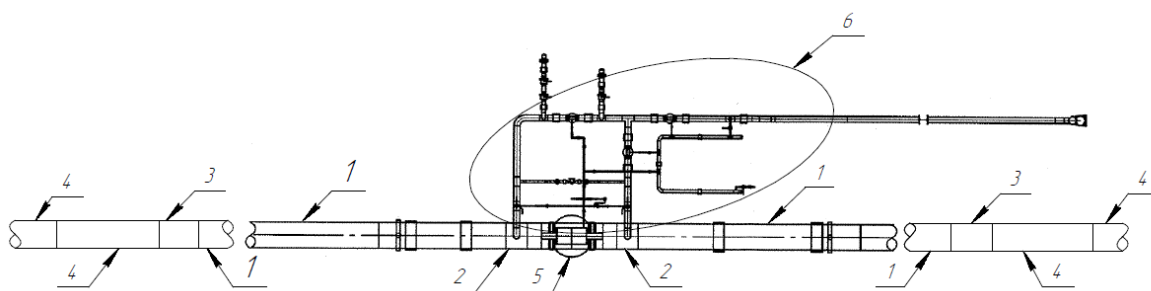
2. Анализ конструкции и используемых материалов

2.1 Описание ремонтируемого участка магистрального газопровода

Для проведения капитального ремонта был выбран участок магистрального газопровода, а именно крановый узел и его присоединение к крановому узлу. Данный участок включает в себя следующие виды сварных соединений:

1. Однотолщинные стыковые сварные соединения
2. Захлестное сварное соединение;
3. Разнотолщинное сварное соединение;
4. Прямые врезки.

На рисунке 3 представлена упрощённая схема ремонтируемого участка.



- 1 - Труба 1420x27,7 - К65; 2 - Тройник ТШС 1420(27,7К65)-325(14К48)-11,8-С-УХЛ; 3 - Кольцо переходное КП 1420(27,7x23К65)-11,8-Н-УХЛ; 4 - Труба 1420x23,0 - К65; 5 - Кран шаровой с пневмогидроприводом с концами под приварку DN1400 PN12,5МПа;
6 - Продувочные свечи

Рисунок 3 – Общая схема заменяемого участка кранового узла

Крановый узел (крановый узел запорной арматуры) – важнейшая часть трубопроводных систем. Это совокупность оборудования, которое позволяет регулировать, а при необходимости и блокировать поток нефти или газа. Устройство может монтироваться на линейном отрезке, обслуживать компрессорные, перекачивающие, распределительные и насосные станции.

2.2 Выбор материала для ремонта магистрального трубопровода

Выбранный ремонтируемый участок магистрального газопровода располагается на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 и в условиях низких температур окружающего воздуха зимой, при которых выполняется капитальный ремонт (-30°C ночью). На данном проектном этапе рабочее давление газопровода составляет 11,8 МПа. Для прокладки газопровода в данных условиях и использовании повышенного рабочего давления, применяется сталь классом прочности К65. Одной из распространённых марок стали данного класса прочности является сталь 10Х2ФБЮ.

10Х2ФБЮ - Сталь конструкционная. для сварных конструкций. Данный материал используют для производства прямошовных электросварных труб класса прочности К60 для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Класс прочности К65 достигается использованием низкотемпературной контролируемой прокатки, повышенным легированием марганцем (до 2%) и ниобием, ванадием, титаном и малым количеством содержания серы. Применение сталей классом прочности К65 позволяет использовать большее рабочее давление газа (11,8 МПа) при диаметре трубопровода 1420 мм, производить сварочно-монтажные работы в низких климатических условиях (-30°C), так как сталь классом прочности К65 имеет повышенную прочность, хладнотойкость, низкотемпературную вязкость и хорошую свариваемость.

Таблица 1 – Химический состав в % материала 10Х2ФБЮ по ГОСТ 19281-2014

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0,09-0,12	0,15-0,5	1,7-2,0	<0,02	<0,005	<0,3	<0,3
V	Nb	Ti	Al	Cu	N	Fe
0,04-0,08	0,03-0,05	<0,01	<0,05	<0,3	<0,01	Остальное

Таблица 2 – Механические свойства стали 10Х2ФБЮ класса прочности К65 должны соответствовать ТУ 1381-011-47966425-2008

Класс прочности	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость КСЧ и КСВ, Дж/см ² (верхний индекс – температура испытаний, °С)	
				Основного металла	Металл сварного соединения
К65	640-760	555-665	20	КСВ ⁻⁴⁰ 250	КСВ ⁻⁴⁰ 70

3. Анализ климатических условий

Условия применения стали классом прочности К65 должны быть обоснованы используемым рабочим давлением, климатическими и природными условиями. В качестве участка для проведения капитального ремонта магистрального газопровода был выбран линейная часть магистрального газопровода проекта Сила Сибири, находящийся вблизи населённого пункта Сквородино. По ГОСТ 350-80, данный район относится к резко континентальному климатическому району и располагается на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64.

Характеристика климатических условий приведена в Таблице 3.

Таблица 3 – Средние значения климатических условий района

п/п	Наименование характеристики	Единица измерения	Значение
1	Среднегодовая температура воздуха днем	°С	2,1
2	Среднегодовая температура воздуха ночью	°С	-8,8
2	Средняя максимальная температура воздуха самого жаркого месяца года	°С	19,1
3	Абсолютный максимум температуры воздуха	°С	38,3
4	Средняя минимальная температура воздуха самого холодного месяца года	°С	-33,2
5	Абсолютный минимум температуры воздуха	°С	-52,4
6	Самый жаркий месяц года		Июль
7	Самый холодный месяц года		Январь

Продолжение Таблицы 3

8	Продолжительность времени года с температурой воздуха выше 0 °С	Сут.	155
9	Продолжительность времени года с температурой воздуха ниже 0 °С	Сут.	200
10	Преобладающее направление ветра в течение года		С, СЗ, З
11	Средняя скорость ветра в теплое время года	м/сек	2,6
12	Средняя скорость ветра в холодное время года	м/сек	2,1
13	Среднее давление воздуха в летний время	гПа	724
14	Среднее давление воздуха в зимние время	гПа	723
15	Среднее количество осадков в год	мм	250
16	Месяц, в котором наибольшее количество осадков		Июль
17	Месяц, в котором наибольшее количество твердых осадков		Январь
18	Преобладающий вид осадков		Дождь
19	Средняя годовая относительная влажность	%	68

4. Требования к оборудованию, сварочным материалам и специалистам сварочного производства

4.1 Общие требования к сварочному оборудованию

Сварочное оборудование, используемое для ручной дуговой сварки, должно изготавливаться по специальным техническим условиям (ТУ) и вовлекаться в производства, если в комплекте имеется:

а) руководство и паспорт по эксплуатации (если оборудование импортного производства, то дополнительно должны быть паспорта и руководство по эксплуатации на русском языке);

б) сертификат соответствия ГОСТ Р (по правилам безопасного использования оборудования);

в) свидетельство НАКС об аттестации сварочного оборудования согласно РД 03–614–03 с указанной областью применения данного оборудования для производства сварочно-монтажных работ на объектах строительства;

г) разрешение Ростехнадзора на применение данного сварочного оборудования с указанной областью применения для производства сварочных работ на объектах строительства.

Сварочное оборудование, помимо соответствия требованиям паспортов, руководству по эксплуатации и ТУ должно так же обеспечивать:

а) сварочно-технологические свойства:

–надежное и легкое зажигание, устойчивое горение и эластичность дуги при питании от сети переменного тока

–получение требуемых сварных соединений, обеспечивающих требуемое качество;

б) безопасное использование при эксплуатации сварочного оборудования:

– удобное расположение и доступ к узлам и механизмам сварочного оборудования;

- читаемые и понятные надписи и условные обозначения, отражающие функции оборудования;
- устойчивое и надежное крепление всех органов управления, исключающее возможность самопроизвольного или случайного включения или отключения сварочного оборудования;
- ограничение напряжения холостого хода до параметра, не превышающего 12 В не позже, чем через 0,6 с после обрыва сварочной дуги при проведении сварочных работ в особо опасных условиях (внутри труб большого диаметра, заводных котлованах и траншеях, работ на высоте и т.п.);
- заземление электроопасных частей сварочного оборудования;
- наличие отключающих предохранителей или автоматов со стороны питающей сети для избежание перепадов напряжений;
- надежная изоляция от прямых контактов с вращающимися частями сварочного оборудования, элементов оборудования, находящихся под высоким напряжением или высокой температурой (более 40 °С).

Требования к техническим характеристикам сварочного оборудования представлены в таблицах 4-5.

Таблица 4 – Требования к техническим характеристикам сварочного оборудования для ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Наименование показателя	Требование
Номинальный сварочный ток	250 А
Диапазон токов	от 50 до 250 А включ.
Диапазон напряжения	от 22 до 30 В включ.;
Напряжение холостого хода	от 70 до 100 В включ.
Диапазон регулировки тока короткого замыкания, в процентах от номинального значения сварочного тока при сварке электродами: - с основным видом покрытия - с целлюлозным видом покрытия	от 100 % до 150% включ. от 100 % до 180% включ.

Продолжение Таблицы 4

Время перехода от тока короткого замыкания к рабочему значению тока не более	0,01 с
Наклон вольтамперных характеристик в диапазоне рабочих токов при сварке электродами - с основным видом покрытия - с целлюлозным видом покрытия	от 0,7 до 1,0 В/А включ. от 0,35 до 0,45 В/А включ.
Дистанционное управление сварочным токк при длине сварочных кабелей не менее 40 м с точностью не хуже	± 5 А
Возможность переключения полярности сварочного тока электронным или механическим способом	

Таблица 5 – Специальные требования к сварочному оборудованию

Наименование показателя	Требование
Степень защиты по ГОСТ 14254 не ниже включая защиту: - от проникновения внешних твердых предметов диаметром более - от вредного воздействия в результате проникновения воды при каплепадении под номинальным углом	IP 22 12,5 мм до 15° включ.
Климатическое исполнение оборудования по ГОСТ 15150 возможность использования сварочного выпрямителя инверторного типа при температурах окружающего воздуха на рабочих параметрах	УХЛ2 от -40 °С до +40 °С
Возможность использования при относительной влажности окружающей среды при температуре 20 °С	

4.2 Требования к оборудованию для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева

Для предварительного, сопутствующего и межслойного подогрева должны использоваться газопламенные нагревательные устройства, установки индукционного нагрева, радиационного нагрева способом

электросопротивления или нагрева с применением электронагревателей комбинированного действия.

Все оборудование для производство сварочно-монтажных работ должно применяться только, если они внесены в «Реестр» ПАО «Газпром» и иметь соответствующую область распространения.

Оборудование должно обеспечивать подогрев свариваемых соединений по всей толщине стенки, по всему периметру газопровода и в зоне ЗТВ шириной не менее 75 мм в каждую сторону, и так же обеспечивать нужны подогрев перед выполнением монтажных прихваток, после них, и межслойный подогрев на всем протяжении процессе сварки.

Если в процессе подогрева установки выходят из строя, обрывается энергопитание и т.п., то разрешается применять газопламенные нагревательные устройства (кольцевыми газовыми подогревателями, однопламенными горелками и др.) до возобновления энергопитания или ремонта вышедшего из строя оборудования, но при этом следует не допускать локального перегрева металла сварного соединения.

На протяжении всего процесса предварительного и сопутствующего подогрева нужно избегать нарушение целостности заводской изоляции газопровода. В случае использования газопламенных нагревательных устройств (горелок) следует ограничивать зону подогрева специальными термоизолирующими поясами и/либо боковыми ограничителями пламени. Максимальная температура при подогреве трубы рядом с началом заводской изоляции должна быть не более 120 ± 10 С.

Установки предварительного, сопутствующего и межслойного подогрева, должны:

- обеспечивать подогрев всех видов свариваемых деталей (трубы, СДТ, ЗРА), имеющие разные диаметры, толщины и конструкции до требуемой температуры подогрева;

- обеспечивать необходимый коэффициент мощности для наибольшей производительности подогрева;

- обеспечивать возможность ручного и автоматического регулирования процесса нагрева;
- обеспечивать контроль температуры для каждого канала нагрева;
- обеспечивать длительный цикл подогрева (десятки часов);
- обеспечивать надежную работу источника питания установок нагрева при $\text{ПН}=100\%$, а так же обеспечивать длительный его срок службы;
- обеспечивать компактные размеры и массу для удобного использования в полевых условиях;
- обеспечивать возможность подогрева на всем процессе выполнения сварочно-монтажных работ.

4.3 Требования к сварочным материалам

Для сварки соединений труб, труб с СДТ, с ЗРА газопроводов при капитальном ремонте ручной дуговой сваркой, применяются электроды с основным и целлюлозным видом покрытия.

Сварочные материалы (покрытые электроды), так же как и сварочное оборудование, должны изготавливаться по специальным техническим условиям и должны поставляться в комплекте с:

- а) сертификатами качества;
- в) свидетельствами НАКС об аттестации сварочных материалов;
- г) положительными результатами квалификационных испытаний технологий (способов) сварки, при которых применялись эти сварочные материалы, в том числе для применения на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 в условиях низких климатических температур.

Сварочные материалы (покрытые электроды) должны обеспечивать:

- а) сварочно-технологические свойства:

- требуемое качество формирования металла шва при сварке во всех пространственных положениях и направлениях;

- легкое зажигание и стабильность горения дуги;

- легкое удаление шлака, который образуется в процессе сварки;

б) металлургические свойства наплавленного металла:

- гарантированное содержание основных легирующих элементов, указанных в химическом составе электродов;

- предельно допустимое содержание вредных примесей (сера, фосфор и др.) и диффузионного водорода;

- отсутствие недопустимых дефектов при сварке электродами (поры, горячие трещины и др.).

в) механические свойства наплавленного металла, обеспечивающие качество сварного соединения, с гарантированными значениями:

- временного сопротивления разрыву;

- предела текучести;

- относительного удлинения;

- относительного сужения;

- ударной вязкости.

Выбор сварочных материалов (покрытых электродов) выполняется исходя из:

- способа и технологии сварки;

- классов прочности и номинальных размеров (диаметр, толщина стенки,) свариваемых элементов;

- сварочно-технологических свойств основного металла.

Сварочные материалы (покрытые электроды) должны обеспечивать следующие дополнительные требования к свойствам наплавленного металла:

- среднее значение ударной вязкости на трех образцах Шарпи (KCV) при температуре испытаний минус 40 °С согласно ГОСТ 6996:

- а) для трубных сталей классов прочности К65

- не менее 55 Дж/см² (и не менее 45 Дж/см² для одного отдельно взятого образца);
- относительное удлинение (δ) - не менее 22%;
- временное сопротивление разрыву при испытаниях согласно ГОСТ 6996 на статическое растяжение образцов должно быть не ниже нормативного значения временного сопротивления основного металла труб в продольном направлении, установленного по ТУ.

Сварочные электроды выбираются: 1) по меньшему классу прочности основного металла, если толщина свариваемы соединения одинаковая, а классы прочности разные, 2) по меньшему классу прочности, если сварное соединение является разнотолщинным, и тонкостенный элемент имеет меньший класс прочности, 3) по большему классу прочности, если сварное соединение является разнотолщинным, и тонкостенный элемент имеет больший класс прочности);

Сварочные материалы должны проходить входной контроль в порядке, установленным ПАО «Газпром».

Электроды одной партии должны быть одного типоразмера и одного материала и сопровождаться сертификатом качества, гарантирующий все технологические свойства поставленных электродов.

При входном контроле сварочных материалов проверяются:

- оригиналы или заверенные копии сертификатов качества;
- наличие Свидетельства НАКС об аттестации сварочных материалов в соответствии с РД 03–613–03 и областью аттестации по группе технических устройств «Нефтегазодобывающее оборудование»;
- герметичность и сохранность упаковки электродов;
- внешний вид, состояние поверхности обмазки электродов, типоразмер;
- сварочно-технологические свойства, которые необходимы для конкретных видов сварных соединений.

Сварочные материалы (покрытые электроды) в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей, указанные на упаковке, при этом дополнительные требования указывают, что складировать и хранить электроды

можно в помещениях при температуре воздуха не ниже +15 °С, относительной влажности не более 60 % в количестве не более пяти упаковок (рядов) в высоту.

Если сварочные электроды хранятся более одного года без использования, то перед вовлечением их в производство, они должны снова пройти процедуру входного контроля, в установленном выше порядке.

Если в процессе хранения покрытых электродов установилось, что была нарушена целостность и герметичность заводской упаковки, то материалы снова пройти процедуру входного контроля и вовлечься в производство в первую очередь.

Так же, если в процессе входного контроля либо, непосредственно перед использованием, установлено, что сварочные электроды имеют следы ржавчины, грязи, или масла на поверхности, а также с дефектами покрытия, то применение таких сварочных материалов на производстве запрещено.

Перед использованием электродов с основным видом покрытия, которые поставляют в пластиковых или картонных упаковках, обтянутые пленкой, перед вовлечением в производство требуется прокалить в соответствии с условиями завода-изготовителя, которые прописаны на упаковке. Если такие условия отсутствуют, тогда электроды должны быть прокалены при температуре от 350°С до +380°С в течение от 1 до 2 ч.

Электроды с основным видом, которые поставляются в герметичных металлических банках или вакуумной упаковке, перед использованием для сварочных работ, не требуют прокаливания, но если была нарушена целостность и герметичность упаковок, открытые электроды не были в полной мере использованы в течение рабочей смены, то такие материалы должны пройти процедуру прокаливания, описанную выше.

После прокаливания электродов с основным типом покрытия они должны храниться в процессе использования в термопечках, прокалочных печах и сушильных шкафах при температуре от +100°С до +150°С. Если прокаленные электроды не использовались в течение смены, то они могут не более 2-ух суток храниться в помещениях, где температура воздуха не ниже +15°С, относительная

влажность не превышает 60%, по истечению 2-ух суток, неиспользованные электроды должны быть снова прокалены перед вовлечением в производство. Электроды с основным видом покрытия допускается прокалывать не более 5 раз, при этом общее время прокалики должно быть не более 10 часов.

Срок хранения электродов с основным видом покрытия, которые поставляются в вакуумных упаковках, герметичных металлических банках, не ограничивается при условии, что каждый год проводится процедура входного контроля с положительными результатами.

4.4 Требования к специалистам сварочного производства и сварщикам

Аттестация сварщиков и специалистов сварочного производства проходит согласно с ПБ 03-273-99, РД 03-495-02, Рекомендациями по их применению и документами НАКС с учетом требований «Положение об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, проверке готовности организаций к применению сварочных технологий, аттестации сварочного оборудования и сварочных материалов на объектах ПАО «Газпром».

Перед аттестацией сварщиков и специалистов сварочного производства проводится специальная подготовка по Программам, согласованным с ПАО «Газпром» и утвержденным НАКС.

К выполнению сварочных работ на объекте ПАО «Газпром» допускаются сварщики (операторы) и специалисты сварочного производства, аттестованные на п. 3, п. 4, НГДО (нефтегазодобывающее оборудование) с учетом требований СТО Газпром 2-2.2-115, СТО Газпром 2-2.2-649-2012 и/или СТО Газпром 2-2.2-136 и на п. 7 НГДО с учетом требований специальных Технических требований для уникальных объектов строительства.

Перед началом сварочно-монтажных работ на объекте, сварщики (операторы) и бригады сварщиков (операторов) должны пройти процедуру допускных испытаний, которая проводится, чтобы подтвердить необходимые

квалификационные навыки сотрудников для выполнения сварочных работ. Допускные испытания проходят в соответствии с 5 разделом СТО Газпром 2-2.2-136. Испытания проводятся путем сварки КСС (контрольное сварное соединение), в присутствии представителя технического надзора и затем должны быть проконтролированы ВИК и НК (радиографический, ультразвуковой контроль). Для КСС, сваренных ручной дуговой сваркой, проведение механических испытаний не требуется. По положительным результатам заключений ВИК и НК, выдаются протокол допускных испытаний и допускной лист сварщика на каждого сварщика (оператора) в соответствии с приложением Г1 и Г2 СТО Газпром 2-2.2-136 и подписывается в установленном порядке. Допускной лист и протокол допускных испытаний оформляется организацией, в которой сварщики находятся в трудовых отношениях.

Сварщик может выполнять сварку производственных товарных соединений, если в его удостоверении область распространения аттестации, совпадает с параметрами ОТК сборки и сварки, которая применялась при производственной аттестации технологии сварки.

Срок действия Допускного листа сварщика устанавливается на время выполнения сварочных работ, по которым сварщик (оператор) прошел допускные испытания, но не более, чем срок действия аттестационного удостоверения. Так же перерыв в его работе не должен превышать трех месяцев, в противном случае, сварщик должен заново пройти процедуру допускных испытаний.

5. Выбор способа сварки. Область применения. Общие требования

Согласно СТО Газпром 2-2.3-137-2007 проведение ремонтно-восстановительных работ разрешается выполнять ручными или механизированными способами сварки. На участках, где магистральны газопровод проложен в местах многолетнемерзлых грунтах, в районах, где сейсмическая активность свыше 8 баллов по шкале MSK-64 и низкие климатические температуры, сварку целесообразнее выполнять ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия (РД), в целях обеспечения экономической и практической выгоды. По специальным техническим условиям, остальные способы сварки осуществляются в комбинированном исполнении ручной, механизированной и автоматической сваркой, что в условиях капитальных ремонтов является невыгодным.

По нормативным документам ПАО «Газпром» ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия используется для всех слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, СДТ и ЗРА с номинальным диаметром от 20 мм до 1420 мм и толщиной стенок от 3,0 мм до 38,0 мм, на участках небольшой протяженности (до 1 км), либо в случае невозможности или экономической или практической нецелесообразности применения автоматических и механизированных способов сварки. Ручная дуговая сварка также используется при сварке специальных соединений, в которые входят захлесты, разнотолщинные соединения труб, труб с СДТ и ЗПА, угловые соединений прямых врезок. Ремонт сварных соединений также выполняется ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Ручной дуговой сваркой покрытыми электродами выполняются все слои сварного шва (корневой, подварочный, заполняющий и облицовочный) на постоянном токе обратной полярности. В случае рекомендации заводоизготовителей и, согласованных в установленном порядке, операционных технологических карт, корневой слой может выполняться на постоянном токе прямой полярности.

При выполнении ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия на подъем существуют некоторые требования:

Сварку корневого шва следует выполнять электродами диаметрами от 2,5 до 3,25 мм;

Сварка первого заполняющего шва по третий выполняется электродами диаметром таким же, как для корневого;

Начиная с третьего заполняющего слоя и последующих выполняется за два и более проходов;

Количество проходов облицовочного шва зависит от толщины свариваемых стенок труб, СДТ и ЗРА. Разработка технологии осуществляется для толщины свариваемых элементов 23,0 мм и 27,7 мм, поэтому облицовочный слой должен быть заварен двумя-тремя проходами, а при сварке тройникового соединения, с толщиной стенки ответвления 6,0 мм облицовочный слой должен быть заварен одним-двумя проходами.

Минимальное число слоев шва зависит от толщины стенки свариваемых соединений, фиксируются при производственной аттестации технологии сварки и отражаются в операционных технологических картах. Количество слоев шва для номинальных толщин стенок свариваемых элементов 23,0 мм и 27,7 мм должно быть в соответствии с операционной технологической картой, но не меньше шести, а при сварке тройникового соединения, с толщиной стенки ответвления 6,0 мм количество слоев должно быть два;

При сварке амплитуда поперечных колебаний электрода не должна превышать трех диаметров электродного стержня.

При выполнении ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия должно применяться сварочное оборудование и сварочные материалы, согласно условиям, приведенным в пунктах отвечающие специальным требованиям и условиям эксплуатации, приведенным в разделе 4.1 – 4.3, а персонал должен быть аттестован и допущен согласно пункту 4.4.

При выполнении ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия, процессы подготовки, сборки, предварительного и сопутствующего

подогрева и самого процесса сварки сварных соединений регламентируются нормативными документами ПАО «Газпром» и операционными технологическими картами, согласованными и подписанными в установленном порядке.

Рекомендуемые параметры режимов ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия, выполняемые на подъем, для разных слоев шва приведены в Таблице 6.

Таблица 6 – Рекомендуемые диаметры электродов и параметры режимов ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия при сварке на подъем для разных слоев шва

Слой шва	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток (А) в зависимости от положения при сварке		
		нижнее	вертикальное	потолочное
Корневой	2,5	80–90	70–90	70–80
	3,2-3,25	90–120	90–110	80–110
Подварочный	3,2-3,25	90–120	90–110	80–110
Заполняющие	2,5	80–90	70–90	70–80
	3,2-3,25	90–120	90–110	80–110
	4,0	130-180	110-170	110-150
Облицовочный	2,5	80–90	70–90	70–80
	3,2	100–120	90–110	80–110
	4,0	130-180	110-170	110-150

Данные параметры могут быть изменены и откорректированы, при проведении аттестационных испытаний технологии сварки. Все изменения должны быть зафиксированы в протоколах и при положительных результатах производственной аттестации внесены в операционную технологическую карту сборки и сварки.

6. Требования к организации сварочно-монтажных работ

6.1 Требования к подготовке оборудования для работы при низких температурах окружающего воздуха

При выполнении работ по сварке в условиях низких температурах (при -40°C) окружающего воздуха, сварочное оборудование необходимо заранее подготовить к работе. Комплектующие и материалы (сварочные кабели, кабеля управления, низкотемпературная смазка и т.д.) к оборудованию должны быть хладостойкими.

При начале выполнении сварочно-монтажных работ во время низких температур окружающего воздуха (от -30°C) или перед возобновлением работ после длительного перерыва, сварочное оборудование необходимо отогреть. Во время работ нужно сохранять бесперебойное электроснабжение сварочного оборудования и не допускать охлаждения сварочных материалов, храня их специальных термопеналах.

В конструкции оборудования, применяемом при отрицательных температурах, должно быть предусмотрены устройства подогревы модулей управления.

При использовании в монтажных работах оборудования с пневмо- и гидроприводами, следует применять специальные устройства по осушению воздуха и использовать масло соответствующей вязкости, во избежание её замерзания, для обеспечения бесперебойного выполнения сварочно-монтажных работ.

6.2 Требования к проведению сварочно-монтажных работ на участках пересечения активных тектонических разломов, а также на участках прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64 и при низких температурах окружающего воздуха

При проведении сварочно-монтажных работ должен поддерживаться предварительный, сопутствующий и межслойный подогрев сварного

соединения. Требования к предварительному, сопутствующему и межслойному подогреву описаны в разделе 7.

При проведении сварочных работ при отрицательных температурах воздуха, необходимо обеспечить место сварки защитными палатками, который должны оснащаться устройствами подогрева рабочего пространства.

При температурах окружающего воздуха минус 20 °С и ниже независимо от применяемой технологии сварки укладку (опускание) трубы или трубной секции на инвентарные опоры (лежки), деревянные брусья, мешки с песком или др. наполнителем следует выполнять после сварки корневого слоя шва и горячего прохода (1-го заполняющего слоя). При температурах окружающего воздуха до минус 20 °С следует руководствоваться требованиями СТО Газпром 2-2.2-136.

При исправлении дефектов (ремонте) сварных соединений в случае ремонта со сквозным пропилом должен быть предусмотрен нагрев ремонтируемого шва по всему периметру непосредственно перед выборкой дефекта. Температура нагрева должна соответствовать регламентированной в ОТК температуре предварительного подогрева перед сваркой. В процессе выборки минимальная температура ремонтного участка шва должна быть не менее 50 °С.

При ремонте кольцевых стыковых сварных соединений газопроводов диаметром следует выполнять следующие дополнительные требования:

- на сварных соединениях диаметром от 720 до 1420 мм включительно допускается не более одного ремонтного участка протяженностью не более 300 мм,

- не допускается ремонт одного сварного соединения с выборкой корневого слоя (внутреннего слоя) или горячего прохода (первого заполняющего слоя) изнутри трубы и ремонт заполняющих слоев шва снаружи трубы.

7. Требование к сборке и сварке

7.1 Требование к трубам

При сварке промышленных и магистральных газопроводов по применяются трубы отечественных или зарубежных заводов-производителей, изготовленные по специальным ТУ, согласованным с ОАО «Газпром», ГОСТ и рекомендованные к применению нормативными документами ОАО «Газпром».

Трубы (каждая партия) должны быть обеспечены сертификатами качества, СДТ, ЗРА – техническими паспортами заводов-производителей с указанием приемо-сдаточных характеристик.

До начала сварочных работ трубы должны пройти входной контроль в порядке, установленном в организации, выполняющей сварочные работы.

Трубы изготавливаемые из углеродистой или низколегированной спокойной или полуспокойной стали должны иметь эквивалент углерода (Сэ) не более 0,46 %.

Остаточная величина магнитного поля (намагниченность) торцов труб должна быть не более 20 Гс. При намагниченности торцов труб более 20 Гс должно производиться размагничивание в соответствии с нормативными документами ОАО «Газпром».

Концы труб должны быть обработаны механическим способом и защищены от механических повреждений обечайками, а также для предотвращения попадания внутрь труб влаги, снега и др. при транспортировке их концы должны быть закрыты инвентарными заглушками.

Усиление внутреннего заводского шва труб и СДТ, изготовленных с применением электродуговой двухсторонней сварки, на длине не менее 150 мм отторцов должно быть снято до величины от 0 до 0,5 мм, допускается снятие усиления наружного шва на длине не менее 150 мм от торцов труб до величины от 0 до 0,5 мм. Не допускаются вмятины любых размеров торцов труб, СДТ, ЗРА с механическими повреждениями поверхности металла.

Не допускаются на наружной и внутренней поверхности концов труб на расстоянии менее 40 мм от торцов трещины, закаты, расслоения. Концы труб могут иметь поверхностные дефекты механического происхождения (риски, продиры, царапины), регламентированные специальными ТУ, ГОСТ.

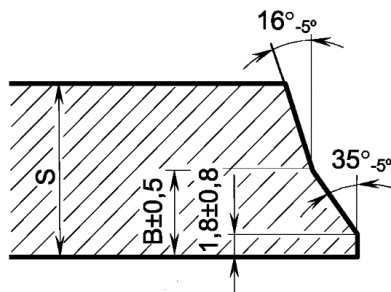
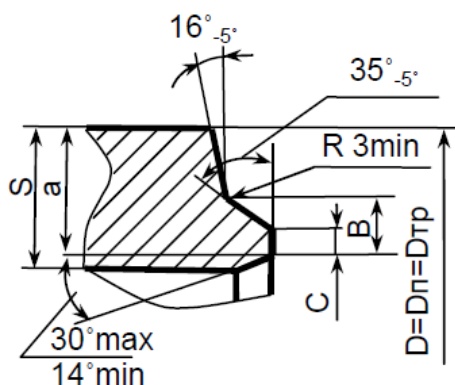


Рисунок 2 - Геометрические параметры заводской разделки кромок торцов труб для сборки под сварку

Значение параметра В: 12,0 мм для толщин стенок труб S св. 21,5 до 32,0 мм включительно.



а – размер работа для рис, присоединения табл, трубы приключевые или слова переходного сварка кольца; стали с – ширина классом кольцевого прочности притупления; к, В – высота сварка фаски; магистральных D – наружный газопроводов диаметр диаметром детали; Dп – присоединительный капитальный диаметр ремонт, детали, работы, равный сварной Dтр шов, $\leq Dп \leq (Dтр \text{ сборка, } +Str)$; сварка, Dтр ручная – наружный дуговая диаметр сварка трубы; электродами S – толщина основным стенки видом детали; исследования Str является – толщина технология стенки сварки присоединяемой капитальном трубы; ремонте Sp – толщина магистрального стенки газопровода детали диаметром при расточке стали внутреннего классом диаметра.

Рисунок 3 - Геометрические параметры заводской разделки кромок СДТ, ЗРА для сборки под сварку разнотолщинных сварных соединений

Устранение поверхностных дефектов концов труб производится механическим способом (шлифмашинками с набором абразивных кругов и дисковых проволочных щеток, при этом толщина стенки концов труб после механической обработки не должна выйти за пределы минусовых допусков.

Не допускается выполнять ремонт сваркой основного металла тела труб.

Для проведения капитального ремонта будут использоваться трубы прямошовные диаметром 1420 мм, толщиной 23,0 мм и 27,7 мм.

Концы труб на расстоянии до 40 мм от торцев могут иметь допустимые предельные отклонения от номинальных размеров, которые оговариваются специальными ТУ или ГОСТ.

Геометрические параметры заводской разделки кромок торцев труб, СДТ и ЗРА для сборки под сварку с номинальной толщиной стенки более 15,0 мм представлены на Рисунке 2-3.

7.2 Сборка и сварка кольцевых соединений

Подготовка, сборка, сварка соединений труб, труб с СДТ, ЗРА должны выполняться в соответствии с требованиями операционно-технологических карт сборки и сварки, разработанных по аттестованным технологиям сварки, согласованных, в установленном порядке, ответственным за сварочное производство – специалистом сварочного производства IV-го уровня профессиональной подготовки.

Дефекты наружной поверхности механического происхождения (риски, продеры, царапины) концов труб, СДТ, размеры которых превышают предельно допустимые по специальным ТУ, ГОСТ, должны быть устранены механическим способом шлифмашинками, при этом шероховатость поверхности после шлифовки должна быть не более Rz40, толщина стенки

концов труб, СДТ после механической обработки не должна выйти за пределы минусовых допусков.

Свариваемые кромки труб с забоинами глубиной до 5,0 мм включ. допускается ремонтировать сваркой с последующей механической зачисткой мест исправления дефектов до восстановления необходимого угла скоса и притупления кромки. Ремонт следует выполнять с обязательным предварительным подогревом дефектного участка до температуры $+100^{+30}$ °С для труб с толщиной стенки до 27,0 мм включ. электродами с основным видом покрытия диаметром от 2,5 до 3,25 мм, при этом тип электродов должен соответствовать классу прочности основного металла труб.

Концы труб с плавными вмятинами глубиной до 3,5 % включ. От номинального диаметра труб, а также овальностью в пределах значений, регламентированных специальными ТУ, ГОСТ, следует устранить с помощью безударных разжимных устройств (калибраторов) гидравлического типа с обязательным местным подогревом независимо от температуры окружающего воздуха до температуры от $+150$ °С до $+200$ °С для труб из стали с классом прочности св. К54. Не допускается правка концов труб ударным инструментом.

После правки плавных вмятин, с целью выявления возможных расслоений, необходимо выполнить ультразвуковой контроль поверхности трубы в границах, превышающих размеры вмятин на величину не менее 40 мм.

Концы труб с рисками, задирами, царапинами глубиной более минусового допуска на толщину стенки, забоинами глубиной более 5,0 мм, наружными дефектами (риски, задиры, царапины) глубиной более 5,0 % от номинальной толщины стенки, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинального диаметра труб, а также любыми вмятинами, исправлению не подлежат и должны быть отрезаны.

После вырезки дефектного участка трубы с повреждениями, а также во всех случаях резки труб, с целью выявления возможных расслоений,

необходимо выполнить ультразвуковой контроль всего периметра участка трубы на ширине не менее 40 мм от резаного торца. При наличии расслоений торец трубы должен быть отрезан на расстояние не менее 300 мм и произведен повторный ультразвуковой контроль в аналогичном порядке.

Допускается производить резку труб, в т. ч. для выполнения специальных сварных соединений (захлестов и др.), с применением оборудования механизированной орбитальной газовой или воздушно-плазменной резки с последующей механической обработкой резаных торцов труб станком подготовки кромок или шлифмашинками до требуемой разделки, при этом, в случае обработки торцов труб станком подготовки кромок, металл резаных торцов должен быть предварительно сошлифован механической обработкой шлифмашинками на глубину от 0,5 до 1,0 мм, а внутреннее усиление заводского шва должно быть сошлифовано «заподлицо» с внутренней поверхностью трубы.

После механической обработки концы труб должны быть защищены от механических повреждений обечайками, а также для предотвращения попадания внутрь труб влаги, снега и др., их концы должны быть закрыты инвентарными заглушками.

Допускается выполнять расточку изнутри трубы («нутрение») шлифмашинками. После «нутрения» следует проверить соответствие минимальной фактической толщины стенки в зоне свариваемых торцов допускам, установленным в ТУ.

Геометрические параметры торцов труб, СДТ, ЗРА с заводской разделкой кромок, либо обработанных механическим способом должны соответствовать требованиям нормативных документов ПАО «Газпром» и операционно-технологических карт сборки и сварки.

Контроль размеров подготовки кромок труб под сварку должен выполняться универсальными шаблонами типа УШС.

Внутренняя полость труб, СДТ и ЗРА перед сборкой должна быть очищена от попавшего грунта, снега и других загрязнений. При очистке

внутренней полости труб с внутренним гладкостным покрытием его целостность не должна быть нарушена.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним внутренние и наружные поверхности свариваемых элементов должны быть зачищены механическим способом шлифмашинкой на ширину не менее 15 мм.

Усиление заводских швов снаружи трубы должно быть удалено механическим способом (шлифованием) до остаточной величины от 0,5 до 1,0 мм на расстоянии от 10 до 15 мм от торца трубы.

Сборку всех соединений труб, СДТ и ЗРА диаметром 1420 мм при ремонтно-восстановительных работах ручной дуговой сваркой покрытыми электродами целесообразно выполнять на наружных центраторах (многозвенные с ручным или гидромеханическим приводом).

Сборку захлестных соединений труб, прямых вставок (катушек), соединений труб с патрубками, труб с СДТ, ЗРА, а также в случаях, когда применение внутренних центраторов нецелесообразно или технически невозможно (например, выполнение работ на уклонах), сборку соединений следует выполнять с применением специальных наружных центраторов (многозвенные с ручным или гидромеханическим приводом, специальные центраторы-корректоры).

Центраторы не должны оставлять недопустимых дефектов, загрязнений (масляных пятен и др.) на внутренней или наружной поверхности свариваемых элементов (рисок, царапин и др.).

Для электросварных труб диаметром 1420 допускаются смещения кромок при сборке стыковых соединений, при этом:

- наружное смещение стыкуемых кромок с номинальной толщиной стенки 10,0 мм и более не должно превышать 20 % толщины стенки, но не более 3,0 мм;

Измерение величины смещения кромок при сборке следует выполнять универсальными шаблонами типа УШС по наружным поверхностям.

При сборке труб, СДР И ЗРА диаметром 1420 мм заводские швы рекомендуется располагать в верхней половине периметра, при этом их следует смещать друг относительно друга на расстояние не менее 100 мм.

В случаях технической невозможности смещения заводских швов при сборке специальных соединений, расстояние между смежными заводскими швами рекомендуется согласовать с органами технического надзора Заказчика.

Не допускается в процессе сборки соединений труб, труб с СДТ, ЗРА с применением центраторов для установления необходимых параметров сборки (зазора, смещения кромок) применять ударный инструмент.

Величина зазора при сборке стыковых соединений труб, труб с СДТ, ЗРА назначается в зависимости от применяемых способов сварки первого (корневого) слоя шва. диаметров сварочных материалов и приведена в Таблице 7.

Таблица 7 – Величина зазора при сборке стыковых соединений труб, труб с СДТ, ЗРА

Способы сварки первого (корневого) слоя шва	Диаметр электрода или проволоки, мм	Величина зазора, мм
Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия на подъем неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, труб с СДТ, ЗРА	2,5; 2,6;	2,0-3,0
	3,0; 3,20; 3,25	2,5-3,5

Количество, размеры прихваток для сварки труб, СДТ и ЗРА диаметром 1420 мм и тройникового соединения, с диаметром ответвления 89 мм, приведены в Таблице 8 и 9. Прихватки следует выполнять сварочными материалами, рекомендованными для сварки корневого слоя шва.

Таблица 8 – Размеры и количество прихваток при сборке соединений труб, труб с СДТ, ЗРА диаметром 1420 мм

DN (Ду) труб, СДТ, ЗРА	Количество прихваток не менее, шт.	Длина не менее, мм
от 1000 мм до 1400 мм	4	100-200

Таблица 9 – Размеры и количество прихваток при сборке тройникового соединений труб, с диаметром ответвления 89 мм

DN (Ду) труб, СДТ, ЗРА	Количество прихваток не менее, шт.	Длина не менее, мм
До 400 включ.	2	20-30

Прихватки должны располагаться на расстоянии не ближе 100 мм от заводских швов свариваемых элементов. Начальный и конечный участок каждой прихватки следует обработать механическим способом шлифмашинкой для обеспечения плавного перехода при сварке первого (корневого) слоя шва.

До начала сварки (в т.ч. прихваток) должен производиться предварительный подогрев свариваемых кромок и прилегающих к ним участков труб, СДТ, ЗРА в соответствии с требованиями, приведенными в пункте предварительный подогрев.

При сварке корневого слоя шва соединений, сборка которых выполнена на наружном звенном центраторе, не допускается освобождать стягивающие механизмы центратора до выполнения не менее 60 % корневого слоя шва, при этом участки корневого слоя шва следует равномерно располагать по периметру сварного соединения, начало и конец каждого участка должны быть обработаны механическим способом шлифмашинкой и иметь плавный переход для сварки оставшейся части корневого слоя шва. При применении специальных наружных центраторов, позволяющих выполнять сварку полного периметра корневого слоя шва, корневой слой шва должен быть выполнен по полному периметру.

Укладку (опускание) трубы или трубной секции на инвентарные опоры (лежки), деревянные брусья, мешки с песком или др. наполнителем

следует выполнять после сварки корневого слоя шва ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия:

Расстояние между нижней образующей трубы и грунтом после укладки (опускания) трубы или трубной секции на инвентарные опоры (лежки), деревянные брусья, мешки с песком или др. наполнителем должно быть не менее 450 мм.

Не допускается производить подъем и опускание труб, трубных секций, а также любые виды работ, связанные с возможным перемещением газопровода, до полного окончания сварки захлестных сварных соединений, соединений труб с СДТ, ЗРА, ремонтных сварных соединений.

Возбуждение дуги при сварке следует выполнять только с поверхности разделки кромок свариваемых элементов. Не допускается зажигать дугу на поверхности металла труб, СДТ и ЗРА.

Сварные соединения труб DN (D_y) 1000 и более должны быть зачищены шлифмашинкой с дисковой проволочной щеткой изнутри трубы для проведения визуального и измерительного контроля.

Разнотолщинные сварные соединения труб, труб с СДТ, ЗРА диаметром DN (D_y) 1000 и более должны быть подварены изнутри по всему периметру сварного соединения.

Сварные соединения труб одной толщины стенки диаметром DN (D_y) 1000 и более из сталей с классом прочности K55 и выше, в случае выполнения корневого слоя шва электродами с основным видом покрытия, должны быть подварены изнутри на нижней четверти периметра сварного шва.

Сварные соединения труб одной толщины стенки DN (D_y) 1000 и более в местах видимых изнутри дефектов корневого слоя шва: смещений кромок более 2,0 мм, непроваров, несплавлений, подрезов и др. должны быть подварены изнутри.

Подварка изнутри корневого слоя шва должна выполняться до начала сварки заполняющих слоев шва (горячего прохода, 1-го заполняющего слоя).

Подварка изнутри корневого слоя шва должна выполняться на подъем электродами с основным видом покрытия постоянным током обратной полярности.

Количество сварщиков ручной дуговой сварки, одновременно выполняющих сварку соединений труб, СДТ, ЗРА DN (D_y) 1400 - не менее 4-х сварщиков.

Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва должны быть удалены от заводских сварных швов труб, СДТ, ЗРА на расстояние не менее 100 мм для сварных соединений DN (D_y) 800 и более.

Места начала и окончания сварки каждого последующего слоя сварного шва следует смещать относительно мест начала и окончания сварки предыдущего слоя шва, при этом место начала сварки должно быть смещено на расстояние не менее 30 мм, место окончания сварки должно быть смещено на расстояние не менее 40 мм. При многопроходной (многоваликовой) сварке места начала и окончания сварки соседних проходов (валиков) должны быть смещены друг от друга на расстояние не менее 30 мм.

В процессе сварки должен осуществляться пооперационный внешний осмотр качества выполнения слоев шва на отсутствие дефектов. Видимые дефекты швов должны своевременно устраняться. Пооперационный внешний осмотр должен осуществляться непосредственным руководителем сварочных работ (мастером, прорабом), являющимся специалистом сварочного производства не ниже II-го уровня профессиональной подготовки в соответствии с ПБ 03-273-99.

В процессе сварки следует проводить внешний осмотр поверхности всех слоев шва с целью обнаружения наружных дефектов. Выявленные дефекты (кроме трещин) необходимо удалить вышлифовкой абразивным кругом и выполнить повторную сварку до проведения неразрушающего контроля. Выборка дефекта и повторная сварка осуществляется после согласования с непосредственным руководителем сварочных работ (мастером,

прорабом). При обнаружении трещин сварка должна быть приостановлена до выяснения причин их возникновения и принятия соответствующих мер, предотвращающих их появление в дальнейшем.

В процессе сварки каждый слой шва и свариваемые кромки, а также после завершения сварки облицовочный слой и прилегающие к нему поверхности труб на расстоянии не менее 10 мм должны быть зачищены от шлака и брызг наплавленного металла механическим способом шлифмашинками.

Специальные сварные соединения захлестов, прямых вставок (катушек), разнотолщинных труб, СДТ, ЗРА, ремонтные сварные соединения должны быть вынесены на расстоянии не менее 100 м за границы участков пересечения активных тектонических разломов и выполняться за один цикл без перерывов до полного завершения работ. Для стыковых соединений труб в случае технических причин временного перерыва в работе должны быть выполнены следующие требования:

- сварное соединение должно быть выполнено не менее чем на 2/3 толщины стенки;
- незавершенное сварное соединение должно быть накрыто влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом, обеспечивающим замедленное и равномерное остывание;
- перед возобновлением сварки температура сварного шва должна соответствовать требованиям ОТК;
- сварное соединение должно быть полностью завершено в течение 24 ч после окончания сварки.

По окончании сварки при температуре воздуха ниже +5 °С и/или при наличии осадков сварные соединения должны быть накрыты влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания. В непосредственной близости от выполненного сварного шва несмываемой краской должны быть нанесены номер сварного соединения, километраж,

дата сварки, клейма сварщиков (операторов) или бригады сварщиков (операторов).

Специальные сварные соединения (захлестные соединения, прямые вставки (катушки), разнотолщинные соединения, соединения труб с СДТ, ЗРА, ремонт кольцевых стыковых и угловых сварных соединений труб, труб с СДТ, ЗРА) должны выполняться в соответствии с требованиями 10.

Присоединение обратного кабеля к свариваемым трубам, СДТ, ЗРА должно выполняться с помощью специальных устройств, обеспечивающих надежный контакт с металлом трубы, СДТ, ТПА и исключающих образование искрений на теле трубы при сварке. Конструкция устройств должна обеспечивать токоподвод преимущественно в разделку кромок труб. Не допускается приваривать к телу трубы какие-либо крепежные элементы обратного кабеля.

После завершения сварки следует осмотреть поверхность облицовочного слоя шва. Выявленные наружные дефекты сварного шва (кратера, поры, подрезы и др.) следует устранить по режимам сварки облицовочного слоя шва до проведения неразрушающего контроля сварного соединения. Участки облицовочного слоя шва с усилением, превышающим регламентируемые значения, следует обработать механическим способом (шлифмашинкой).

Кольцевые стыковые соединения труб класса прочности К65 послесварочной термической обработке не подлежат.

7.3 Сварка тройниковых соединений

Под термином «тройниковое соединение (прямая врезка)» следует понимать ответвление от магистрали (основной трубы) газопровода патрубком меньшего диаметра, конструктивно выполняемое как переходной тройник в базовых (стационарных) или монтажных (трассовых) условиях.

Конструкции тройниковых сварных соединений (прямых врезок) регламентируются требованиями проектной документации, при условии, что диаметр ответвления не превышает 0,3 диаметра основной трубы. Если диаметр ответвления превышает 0,3 диаметра основной трубы, следует применять тройники заводского изготовления.

При выполнении ремонтно-восстановительных работ магистрально газопровода диаметром 1420 мм, выполняется прямая врезка с ответвлением 89 мм, что меньше 0,3 диаметра основной трубы, поэтому применение тройников заводского изготовления не требуется.

Конструкции тройниковых соединений должны быть без конструктивного непровара угловых соединений с усиливающей накладкой и без усиливающей накладки. При выполнении ремонтно-восстановительных работ магистрально газопровода была выбрана технология сварки тройникового соединения без усиливающей накладки.

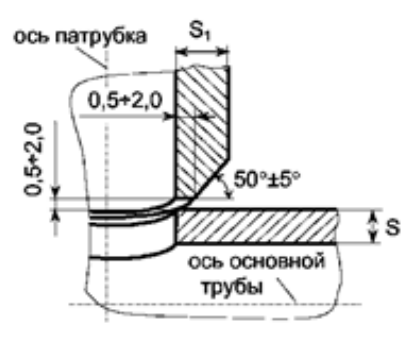
Тройниковые соединения, изготавливаемые из спокойных или полуспокойных углеродистых сталей, с толщиной стенки патрубка до 16 мм включ. не подлежат послесварочной термообработке.

Расположение трубы ответвления (патрубка) на основной трубе должно быть на расстоянии не ближе 250 мм от заводского шва, отклонение от перпендикулярности трубы ответвления (патрубка) к основной трубе должна быть не более $1,0^\circ$, смещение осей трубы ответвления (патрубка) и основной трубы должно быть не более 5,0 мм.

Для обеспечения параметров сборки (перпендикулярности, соосности) ответвления (патрубка) с основной трубой следует применять специальные инструменты и оснастку (уровень, отвес, угольник, теодолит и др.).

Вырезку отверстия в основной трубе следует выполнять механизированной газовой или механической резкой, с последующей зачисткой резаных торцев отверстия шлифмашинкой с абразивным инструментом и дисковыми проволочными щетками.

Геометрические параметры разделки кромок торцев трубы ответвления должны соответствовать требованиям Рисунка 4.



S - толщина стенки основной трубы и усиливающей накладки; S_1 - толщина стенки трубы ответвления (патрубка).

Рисунок 4 – Геометрические параметры сборки тройниковых сварных соединений

До начала сварки (в т. ч. прихваток) следует произвести предварительный подогрев свариваемых кромок патрубка и вырезанного отверстия основной трубы до температуры, регламентированной требованиями, прописанные в разделе 10, и контролироваться контактными приборами на расстоянии от 10 до 15 мм от свариваемых кромок.

Ручная дуговая сварка тройниковых сварных соединений должна выполняться электродами с основным видом покрытия в соответствии с требованиями раздела 5. Назначение сварочных материалов следует производить исходя из класса прочности металла основной трубы.

Режимы ручной дуговой сварки должны соответствовать требованиям таблицы 10.

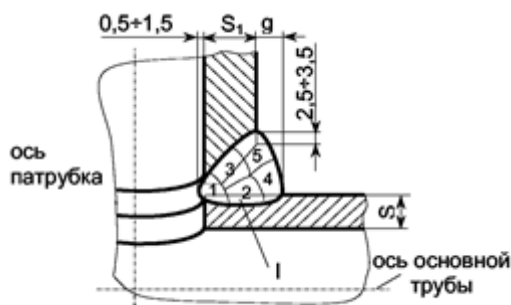
Сварка должна быть многопроходной, количество слоев должно соответствовать требованиям раздела 5. Допускается выполнять многоваликовую сварку заполняющих и облицовочного слоев шва.

Сварку каждого валика шва необходимо выполнять участками. Количество участков должно быть не менее 2-х для патрубков DN (D_y) менее 100. Каждый последующий участок должен быть диаметрально противоположен предыдущему участку. Направление сварки каждого

последующего участка должно совпадать с направлением сварки предыдущего участка при вертикальной врезке, либо должно быть противоположным направлению сварки предыдущего участка при горизонтальной врезке. Во всех случаях сварка должна выполняться на подъем либо в горизонтальном положении.

«Замки» смежных слоев должны быть смещены друг от друга на расстояние от 25 до 30 мм.

Параметры угловых швов тройниковых сварных соединений приведены на рисунке 5.



I - угловой шов патрубков - основная труба; ; g - усиление угловых швов; величина g должна составлять - $3,0^{+2,0}$ мм для толщин стенки патрубка до 10,0 мм включ;

Рисунок 5 – Параметры угловых швов тройниковых сварных соединений

Сварка тройниковых соединений в монтажных (трассовых) условиях должна выполняться за один цикл без перерывов. Тройниковые сварные соединения с диаметром трубы ответвления до 325 мм включительно выполняются одним сварщиком, В случае вынужденных перерывов в работе необходимо выполнить сопутствующий подогрев до температуры не ниже температуры предварительного подогрева.

7.4 Сварка специальных сварных соединений

Сварка работа разнотолщинных рис, соединений табл, труб

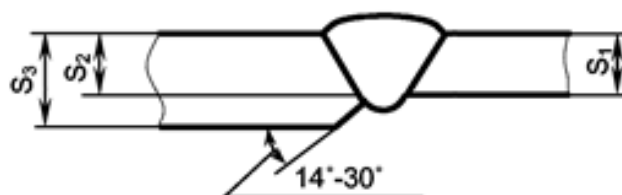
К разнотолщинным сварным соединениям труба-труба относятся сварные соединения труб, отличающихся по номинальной толщине стенки более чем на 2,0 мм.

Допускается выполнять сборку и сварку разнотолщинных соединений труб, труб с СДТ, труб с ЗРА без дополнительной обработки («нутрение») кромок, если разность номинальных толщин стенок свариваемых труб, СДТ, ЗРА не превышает 3,0 мм при максимальной толщине стенки более 12,0 мм.

При выполнении капитального ремонта магистрального газопровода свариваемые трубы имеют параметры 1420x23,0 мм и 1420x27,7 мм. Разница номинальных толщин стенок свариваемых элементов составляет 4,7 мм, поэтому следует выполнить нутрение кромки толстостенного элемента до параметров свариваемой кромки тонкостенного элемента: $S_2=S_1$ $S_3/S_1 \leq 1,5$.

Согласно СТО 136 для сварки сварки разнотолщинных сварных соединений была выбрана схема А, которая применяется для соединений труб, труб с СДТ при разнотолщинности S_3/S_1 не более 1,5.

Подготовка, сборка и сварка разнотолщинных сварных соединений представлена на рисунке 6.



S_1 - толщина стенки тонкостенного элемента; S_2 - толщина свариваемого торца толстостенного элемента; S_3 - толщина стенки толстостенного элемента.

Рисунок 6 – Геометрические параметры разнотолщинных сварных соединений труб, труб с СДТ

Сварка работа стыковых рис, соединений табл, захлестов

Сварка стыковых соединений захлестов, прямых вставок (катушек) при ликвидации технологических разрывов производится по одной из нижеприведенных схем, выбираемой исходя из конкретных условий выполнения работ:

а) схема 1 – оба конца трубопровода свободны (не засыпаны землей), находятся в траншее (или на её бровке) и имеют свободу перемещения, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях;

б) схема 2 – конец одного из стыкуемых участков трубопровода свободно перемещается в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а другой заземлен (подходит к крановому узлу, засыпан и т.п.);

в) схема 3 – оба конца соединяемых участков трубопровода засыпаны (заземлены), но оси соединяемых участков находятся в пределах, соответствующих условиям сборки.

В рамках темы диссертации, устранение технологического разрыва газопровода осуществляется путем сварки основной нитки газопровода и заменяемого участка кранового узла с выполнением двух кольцевых сварных соединений по комбинированной схеме 1 и 2, так как сварка захлестного соединения производится на бровке траншеи одним кольцевым соединением.

До начала сварочно-монтажных работ необходимо:

- произвести откачку воды (при необходимости) в летнее время, а в зимнее время очистить котлован (приямок) от снега;

- очистить наружную поверхность газопровода на расстоянии не менее 2,0 м от торца, а также внутреннюю полость трубы от возможных загрязнений (снег, лёд, грунт и др.).

Подготовка труб к сборке и сварке захлестного соединения двух труб одной толщины:

- на торцах труб соединяемых плетей произвести замер (с точностью 1,0 мм) их периметров по внутренней и наружной поверхностям.

- выполнить сборку с применением наружного центризатора, выполнить прихватку, зафиксировав необходимый зазор. Для повышения качества сборки стыковое соединение следует собирать с зазором меньшим рекомендуемого на величину от 0,5 до 1,0 мм с последующим сквозным калиброванным пропилом зазора абразивным кругом толщиной от 2,5 до 3,0 мм;

- произвести предварительный подогрев свариваемых кромок и выполнить сварку корневого слоя шва, при этом отдельные участки корневого слоя шва должны быть равномерно распределены по периметру сварного соединения. Снятие наружного центризатора должно выполняться с учетом требований раздела 7.

Захлестное соединение выполняется без подварочного слоя.

В процессе монтажа захлестного соединения не допускается для установки требуемого зазора или обеспечения соосности труб натягивать или изгибать трубы силовыми механизмами, а также нагревать за пределами зоны сварного стыкового соединения.

В процессе сварки захлестного соединения не допускается производить изменение параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки. Укладку (опускание) приподнятого при монтаже участка (участков) трубопровода разрешается только после окончания сварки стыкового соединения.

При сварке захлестных соединений не допускается:

- сварка разнотолщинных труб при монтаже захлестов.
- выполнение захлестов на соединениях труб с ЗРА, ЗРА.

Сварку захлестов, следует выполнять в присутствии ответственного руководителя при минимальной суточной температуре.

Сварку захлестов прямых вставок (катушек) следует выполнять без перерывов. Не допускается оставлять незаконченными сварные соединения захлестов.

После окончания сварки захлестное сварное соединение следует накрыть влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания.

Ремонт работа сварных рис, соединений

Ремонт дефектов сварных соединений газопроводов должен выполняться ручной дуговой сваркой (РД) электродами с основным видом покрытия.

Допускается ремонт сваркой следующих дефектов сварных соединений: шлаковых включений; пор; непроваров; несплавлений; дефектов формы шва (провисов и вогнутости корневого шва, подрезов, наплывов).

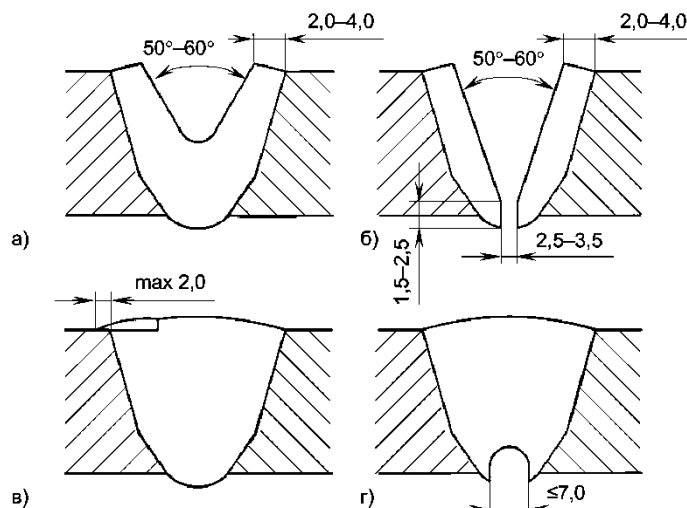
Ремонт трещин не допускается. Кратерные трещины, обнаруживаемые при визуальном контроле (осмотре шва) в процессе сварки, следует удалять путем вышлифовки.

Суммарная длина участков шва с недопустимыми дефектами не должна превышать $1/8$ периметра сварного шва, если сварное соединение расположено в зоне пересечения активных тектонических разломов, а также в зоне прокладки в многолетнемерзлых грунтах в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, то сварное. Максимальная длина единовременно ремонтируемого участка для трубы диаметром 1420 мм составляет 300 мм:

Минимальная длина участка вышлифовки должна составлять не менее 150 мм при ремонте сварного соединения диаметром 1420 мм:

Ремонт сварных соединений труб, СДТ, ЗРА диаметром 1420 мм осуществляют снаружи или изнутри, в зависимости от глубины залегания дефекта.

Ремонт изнутри трубы выполняется в том случае, если дефекты расположены в корневом слое шва, подварочном слое и в горячем проходе (ремонт дефектов в горячем проходе может осуществляться также снаружи трубы).



а) выборка дефектов заполняющих слоев сварного шва; б) выборка дефектов корневого слоя шва при ремонте снаружи трубы; в) ремонт дефектов (подразов, недостаточного перекрытия) облицовочного слоя шва; г) выборка дефектов корневого слоя шва при ремонте изнутри трубы.

Рисунок 7 – Геометрические параметры выборки дефектов сварных соединений

При ремонте заполняющих слоев шва производится частичная U-образная выборка по глубине шва с углом раскрытия кромок от 50° до 60° (Рисунок 7, а).

При ремонте подразов или недостаточного перекрытия в облицовочном слое шва и подразов в подварочном или внутреннем (при двухсторонней сварке) слоях шва выполняется вышлифовка части сечения с глубиной выборки не менее 5 мм. Ширина вышлифовки устанавливается таким образом, чтобы ширина ремонтируемого шва не вышла за пределы допустимой величины (габариты шва). Ремонт данного вида дефектов в сварных соединениях из сталей прочностных классов от К55 до К65 включительно выполняется наложением двух-трех валиков.. Допускается увеличение ширины шва на участке ремонта не более чем на 2,0 мм (рисунок 7, в).

При выборке дефектов снаружи трубы ширина раскрытия кромок должна быть меньше ширины облицовочного слоя на величину от 2,0 до 4,0 мм (рисунок 7, б), а при выборке дефектов изнутри трубы ширина раскрытия кромок должна составлять не более 7,0 мм (рисунок 7, г).

Во всех случаях выборка дефектных участков должна осуществляться механическим способом шлифмашинкой.

Для удаления дефектных участков длиной более 200 мм допускается выполнять выборку воздушно-дуговой строжкой, с последующей механической обработкой мест выборки шлифмашинками на глубину от 0,5 до 1,0 мм.

Не допускается выплавлять дефекты сваркой.

Подготовку к ремонту осуществляют следующим образом:

- по результатам неразрушающего контроля отмечают на стыке место расположения и тип дефекта. Номер ремонтируемого стыкового соединения и место ремонта должны быть указаны дефектоскопистом с использованием несмываемого маркера;

- руководитель ремонтных работ и дефектоскопист производят разметку дефектного участка под вышлифовку. Длина участка вышлифовки должна превышать фактическую длину наружного или внутреннего дефекта не менее, чем на 30 мм в каждую сторону. Глубина вышлифованного участка должна быть больше глубины залегания дефекта на величину от 1,0 до 2,0 мм;

- руководитель ремонтных работ должен убедиться в том, что в процессе вышлифовки дефекты вскрыты и удалены.

До начала сварки должен быть выполнен предварительный подогрев выборки дефектного участка до температуры $+100^{+30}$ °С, если толщина свариваемых элементов до 27,0 мм включительно, и до температуры $+150^{+30}$ °С, если толщина свариваемых элементов свыше 27,0 мм независимо от температуры окружающего воздуха:

- на расстоянии не менее 100 мм от границ выборки - при длине выборки до 150 мм включ.

- всего периметра сварного соединения - при длине выборки более 150 мм.

Для наружных или внутренних дефектных участков с длиной выборки менее 150 мм допускается осуществлять местный подогрев однопламенной горелкой, при длине выборки от 150 до 300 мм – установкой индукционного нагрева или кольцевой горелкой.

Ручная дуговая сварка в процессе ремонта кольцевых стыковых сварных соединений труб должна выполняться на подъем электродами с основным видом покрытия диаметром от 2,5 до 3,25 мм, режимами сварки, указанными в разделе 8.

Высота каждого слоя при заварке дефектного участка не должна превышать 3,5 мм. Рекомендуемая высота каждого слоя - от 2,5 до 3,5 мм.

Ремонтные работы должны осуществляться от начала до конца без длительных перерывов.

Повторный ремонт одного и того же дефектного участка не разрешается. Сварное соединение должно быть вырезано. Минимальная длина прямой вставки (катушки), ввариваемой на место вырезанного сварного соединения - не менее диаметра трубы, но не менее 100 мм.

К ремонтным работам допускаются сварщики ручной дуговой сварки, успешно прошедшие допускные испытания по выполнению ремонтных работ в соответствии с аттестованной технологией ремонта сваркой. Ремонт сварного соединения от начала до конца должен выполнять один сварщик.

7.5 Предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев

Для предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева кромок свариваемых соединений диаметром 1420 и толщиной стенок свыше 22,0 мм при любых температурах окружающего воздуха, следует применять установки индукционного нагрева.

Требования к оборудованию для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева представлены в разделе 4, пункт 4.2.

Оборудование должно обеспечивать равномерный предварительный подогрев свариваемых соединений по толщине стенки и периметру в зоне шириной не менее 150 мм (т.е. не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок), и, если необходимо, подогрев в процессе выполнения прихваток и межслойный подогрев в процессе сварки.

При проведении подогрева установками индукционного нагрева, в случаях прекращения энергообеспечения или при выходе из строя установок нагрева, допускается выполнять нагрев газопламенными нагревательными устройствами (кольцевыми газовыми подогревателями, одноплеменными горелками и др.) до возобновления энергообеспечения или замены вышедшего из строя оборудования, но не более, чем до конца рабочей смены или полного завершения сварного шва.

Подогрев не должен нарушать целостность изоляции. При применении газопламенных нагревательных устройств (горелок) следует применять термоизоляционные материалы (термоизолирующие пояса) и/или боковые ограничители пламени. Максимальная температура нагрева трубы в месте начала заводского изоляционного покрытия труб не должна превышать +100°C.

Температура предварительного подогрева свариваемых кромок труб, применяемых при капитальном ремонте, перед выполнением прихваток, первого (корневого) слоя шва должна соответствовать Таблице 10.

Таблица 10 – Температура предварительного подогрева при ручной дуговой сварке электродами с основным видом покрытия первого (корневого) слоя шва, прихваток соединений труб, труб с СДТ.

Эквивалент углерода основного металла (C_3), %	Температура предварительного подогрева ($^{\circ}C$) при толщине свариваемых элементов	
	св. 20,0 до 27,0 включ.	св. 27,0
св. 0,41 до 0,46 включ.	подогрев до $+100^{+30}$ $^{\circ}C$ независимо от температуры окружающего воздуха.	подогрев до $+150^{+30}$ $^{\circ}C$ независимо от температуры окружающего воздуха.

При сварке труб, труб с СДТ, ЗРА с различными толщинами стенок или имеющих различное значение эквивалента углерода (C_3) температура предварительного подогрева должна соответствовать максимальному значению, требуемому для одного из свариваемых элементов.

При выполнении ремонта сварных соединений предварительный подогрев должен быть $+100^{+30}$ $^{\circ}C$, если толщина свариваемых элементов до 27,0 мм, и до температуры $+150^{+30}$ $^{\circ}C$, если толщина свариваемых элементов свыше 27,0 мм независимо от температуры окружающего воздуха.

Контроль температуры предварительного подогрева свариваемых соединений газопламенными нагревательными устройствами должен выполняться непосредственно перед выполнением прихваток, первого (корневого) слоя шва контактными приборами на наружной поверхности в местах, равномерно расположенных по периметру, на расстоянии от 10 до 15 мм в обе стороны от свариваемых кромок.

Количество мест контроля температуры подогрева рекомендуется назначать по количеству прихваток.

В случае снижения температуры кромок свариваемых элементов в процессе сборки и сварки ниже значений, регламентированных ОТК, необходимо выполнить подогрев до регламентированной температуры предварительного подогрева.

Допускается при снижении температуры предварительного подогрева

свариваемых кромок не более, чем на 10°С ниже регламентированного значения плюс 50 °С, не более 20 °С ниже регламентированного значения плюс 100 °С и не более, чем на 30 °С ниже регламентированных значений плюс 150 °С и плюс 200 °С выполнять подогрев газопламенными устройствами.

Допускается для достижения необходимой межслойной температуры перед наложением последующего слоя (заполняющего, облицовочного) дополнительно подогревать сварные соединения кольцевыми и одноплемными газопламенными горелками.

8. Выбор сварочного оборудования и материалов

8.1 Выбор источника сварочного питания

Для всех видов сварочно-монтажных работ на объектах ПАО «Газпром» допускается использовать сварочное оборудование и материалы, внесенные в «Реестр вспомогательного оборудования и материалов для выполнения сварочно-монтажных работ» ПАО «Газпром».

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами основного типа был выбран сварочный выпрямитель инверторного типа Invertec V350-PRO производства фирмы The Lincoln Electric Company.

Характеристики источника питания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристики сварочного выпрямителя инверторного типа Invertec V350-PRO

Параметр	Значение
Напряжение сети	220 В
Сварочный ток	5 - 425 А
Частота тока в сети	50/60 Гц
Напряжение холостого хода	80 В
Потребляемая мощность	15 кВт
Режимы работы	60% при 350 А
Номинальная мощность	350А/34В/60%-3-фазн. 300А/32В/100%-3-фазн. 320А/33В/60%-1-фазн. 275А/31В/100%-1-фазн.
Габаритные размеры	376x338x707 мм
Степень защиты	IP23S
Вес	37 кг
ПВ%	35

Из представленной таблицы следует, что данный источник питания удовлетворяет требованиям раздела 4, пункт 4.1, и может быть выбран для выполнения ремонтно-восстановительных работ при капитальном ремонте магистрального газопровода диаметром 1420 мм с толщинами стенок 23,0 и 27,7 мм.

8.2 Выбор сварочных материалов

Сварочные материалы для выполнения сварочных работ на объектах ПАО «Газпром» так же, как и сварочное оборудование, должно быть внесено в «Реестр вспомогательного оборудования и материалов для выполнения сварочно-монтажных работ» ПАО «Газпром».

При ручной дуговой сварке покрытыми электродами с основным типом покрытия выбираются исходя из класса прочности свариваемых элементов.

При выполнении ремонтно-восстановительных работ сварка ведется на трубах класса прочности: К65, следовательно для каждого вида соединения, электроды подбираются отдельно, при этом нужно учитывать следующие требования:

Сварочные электроды выбираются:

- 1) по меньшему классу прочности основного металла, если толщина свариваемы соединения одинаковая, а классы прочности разные;
- 2) по меньшему классу прочности, если сварное соединение является разнотолщинным, и тонкостенный элемент имеет меньший класс прочности;
- 3) по большему классу прочности, если сварное соединение является разнотолщинным, и тонкостенный элемент имеет больший класс прочности).

Остальные требования приведены в разделе 4, пункт 4.3.

Выбор электродов с основным типом покрытия указан в каждой операционной технологической карте по сборке и сварка для каждого вида соединений.

Исходя из требований к сварочным материалам, выбираются следующие электроды с основным видом покрытия для сталей классом прочности K65:

- для сварки корневого слоя шва: LB-62U, Pipeweld 8018 и FOX EV 60 Pipe;

- для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва: ОК 74.86 Tensitrode, Nittetsu L-74S и Pipeliner 19P.

9. Контроль качества

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

Контроль качества сварных соединений газопроводов должен осуществляться визуальным, измерительным и физическими методами контроля (основным, дублирующим, дополнительным). Методы, объемы неразрушающего контроля и нормы оценки качества сварных соединений газопроводов должны соответствовать требованиям раздела 6 СТО Газпром 2–2.4–083.

Применяемые средства НК должны быть внесены в «Реестр средств неразрушающего контроля качества сварных соединений ПАО «Газпром».

Применяемые при НК средства (в качестве средств измерения) должны иметь свидетельство об утверждении типа средств измерений и свидетельство о метрологической поверке (калибровке) установленной формы.

Средства НК, в том числе арендованные, должны быть внесены в регистрационные документы (учетные листы, карточки) организации согласно требованиям ПБ 03-372-00.

При эксплуатации средств НК при отрицательных температурах рекомендуется применять термочехлы, палатки с подогревом.

При температуре окружающего воздуха ниже минус 5 °С работы по УЗК рекомендуется выполнять в укрытиях с подогревом. Установка укрытий и систем обогрева осуществляется производителем сварочно-монтажных работ.

При работе в условиях отрицательных температур рентгеновские трубки перед включением должны быть выдержаны в помещениях при

положительной температуре в течение времени, необходимого для прогрева трубки до температур, гарантирующих ее запуск.

Капиллярный и магнитопорошковый контроль при температуре окружающего воздуха ниже минус 5°С следует проводить с применением дефектоскопических материалов, рассчитанных на отрицательные температуры окружающего воздуха и обеспечивающих требуемую чувствительность контроля.

При выполнении НК кольцевых сварных соединений МГ применяют следующие методы:

- визуальный и измерительный (ВИК);
- радиационный (радиографический) (РК);
- ультразвуковой (УЗК);
- капиллярный (ПВК);
- магнитопорошковый (МП).

Контроль методом ВИК выполняется в объеме 100% всех сварных соединений, в том числе после ремонта.

Кольцевые сварные соединения газопроводов, признанные годными по результатам ВИК, подлежат НК физическими методами.

Капиллярный метод (ПВК) используется для контроля:

- поверхности свариваемых кромок;
- уточнения результатов ВИК;
- контроля полноты удаления прижогов поверхности трубы дугой или прижогов в случаях установки «массы» на трубе.

Метод ПВК следует применять при ремонте сварных соединений для подтверждения удаления дефектов (дефектных зон) на участках, подлежащих заварке, после выборки дефектных зон. В этом случае вместо ПВК, может применяться МПК.

Контроль кромки и прикромочной зоны следует выполнять ВИК, УЗК (ПВК и МПК – при необходимости) перед проведением сварки в случае:

- резки труб в полевых условиях;

– вырезки дефектного участка трубы с повреждениями.

Ширина контролируемой зоны не менее 40 мм. При обнаружении расслоений зона реза должна быть перенесена на расстоянии не менее 300 мм от границ расслоения и проведен повторный УЗК.

Угловые сварные швы тройниковых соединений контролируются 100% ВИК, 100% УЗК или 100% РК. В случае технической неосуществимости контроля методами УЗК или РК выполняется МПК или ПВК.

Сварные соединения участков газопроводов, прокладываемых в районах с сейсмичностью свыше 6 баллов для наземных и свыше 8 баллов по шкале MSK-64 для подземных газопроводов, а также при пересечении зон активных тектонических разломов, должны соответствовать требованиям уровня качества «А». При выполнении ремонтно-восстановительных работ, магистральный газопровод имеет подземную прокладку и находится в районах с сейсмичностью свыше 8 баллов по шкале MSK-64, поэтому к нему предъявляются требования уровня качества «А». Для данного уровня качества объем НК должен быть обеспечен проведением 100% РК и 100% УЗК.

По результатам НК выдают заключения «Годен», «Ремонт», «Вырезать».

Заключение «Годен» выдается на сварные соединения, для которых выполняются любое из условий:

- дефекты не обнаружены;
- выявлены дефекты, соответствующие критериям допустимости, и их суммарная протяжённость (суммарная условная протяжённость) соответствует предъявленным требованиям.

Заключение «Ремонт» выдается на сварные соединения в случаях:

- несоответствия геометрических параметров сварного соединения труб согласно операционной технологической карте;

- выявления дефектов, не соответствующих критериям требуемого уровня качества;

- выявления внутренних дефектов, каждый из которых удовлетворяет требованиям допустимости, но суммарная протяжённость (суммарная условная протяжённость) всех выявленных внутренних дефектов превышает 50 мм (для РК и УЗК на оценочном участке) и не превышает $1/8$ длины сварного соединения.

Заключение «Вырезать» выдается на сварные соединения, для которых выполняется любое из условий:

- выявлен дефект, идентифицированный по совокупности признаков как трещина;

- суммарная длина всех обнаруженных внутренних дефектов равна или превышает значения 300 мм или $1/8$ длины сварного соединения.

- параметры смещения кромок превышают указанные в разделе 8, пункт 8.1;

- сварное соединение не может быть отнесено к категории «Годен» после проведенного ремонта;

- сварное соединение трубы диаметром менее 100 мм с обнаруженными в нем недопустимыми дефектами.

При оценке качества сварных соединений разнотолщинных элементов, нормы оценки дефектов устанавливаются по меньшей толщине свариваемых элементов.

Геометрические параметры сварного соединения, измеряемые методом ВИК: высота и ширина валика усиления, высота вогнутости и выпуклости внутреннего валика усиления (в случае доступности обратной стороны валика усиления для контроля); высота (глубина) углублений между валиками (межваликовые канавки) и чешуйчатость поверхности указываются в операционной технологической карте (ОТК) на сварное соединение.

10. Проведение капитального ремонта кранового узла

При проведении капитального ремонта, работы будут проводиться с полной заменой участка кранового узла и присоединения его с основной ниткой магистрального газопровода без замены продувочных свечей.

10.1 Земляные работы

Земляные работы следует производить с обеспечением качества и с обязательным пооперационным контролем всех технологических процессов.

Основными технологическими процессами являются: вскрытие существующего газопровода, перемещение разработанного грунта в отвал и обратно, засыпка уложенного трубопровода, формирование защитного валика.

Отвал грунта на трассу действующего газопровода запрещается.

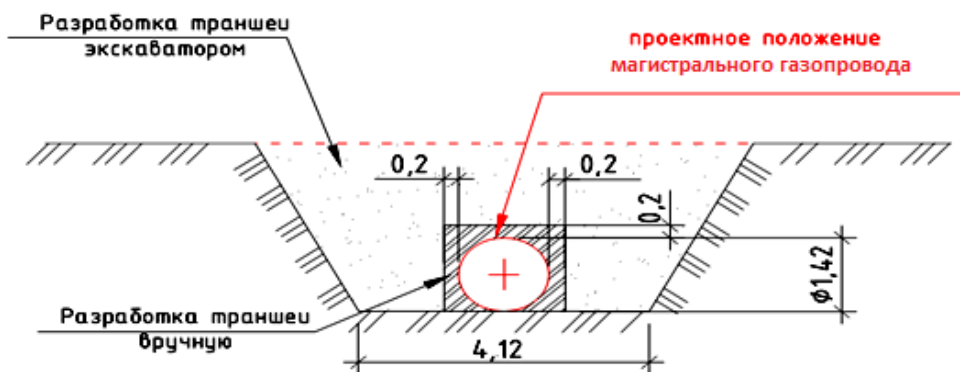


Рисунок 8 – Параметры разработки траншеи

$$B = 1,42 \text{ м} + 0,2 \text{ м} * 2 + 1,15 \text{ м} * 2 = 4,12 \text{ м},$$

где B – ширина траншеи по дну;

1,42 м – наружный диаметр трубопровода;

1,15 м – ширина режущей кромки ковша экскаватора;

0,2 м – ручная разработка грунта (минимальное расстояние между стенкой трубы и ковшом экскаватора должно быть не менее 0,2 м, в соответствии с требованиями п. 6.3 СТО Газпром 2-2.3-231-2008).

При вскрытии ремонтируемых участков МГ параметры траншей назначаются в соответствии с требованиями СП45.13330.2012, СП86.13330.2014, СТО Газпром 2 2.3-231-2008. При капитальном ремонте газопровода диаметром 1420 мм ширина траншеи по дну принята (Рисунок 8).

При наличии на газопроводе балластирующих устройств, разработку околотрубных траншей производить на расстоянии, исключающем повреждение элементов пригрузов, но не менее 0,2 м от них.

Схема вскрытия ремонтируемого участка представлена на Рисунке 9

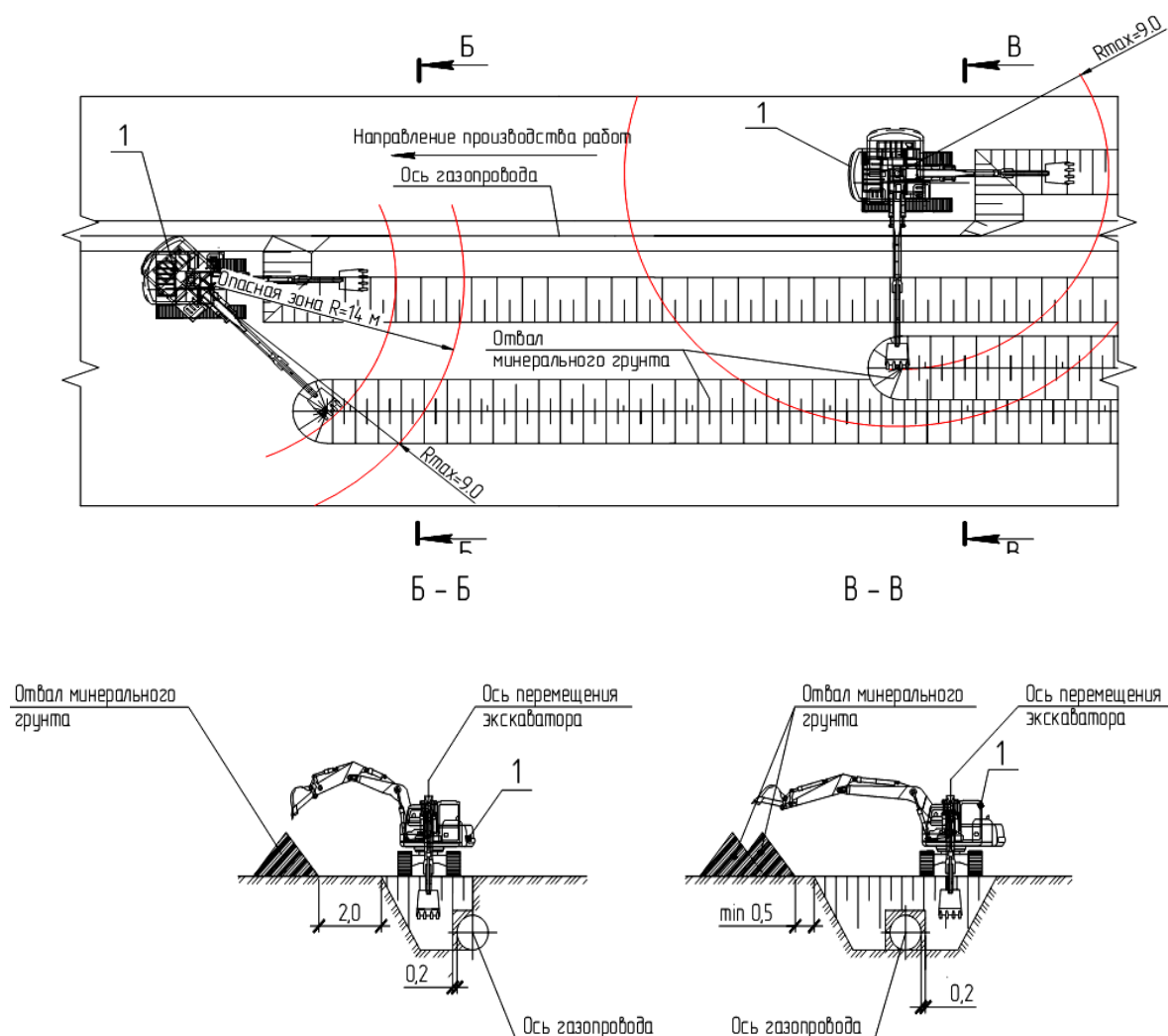


Рисунок 9 – Схема вскрытия ремонтируемого участка

10.2 Комплексная диагностика существующего газопровода

Предремонтная диагностика включает следующие виды работ:

- оценку дефектов труб и соединительных деталей;
- контроль качества сварных соединений, находящихся в эксплуатации.

Оценка дефектов труб и соединительных деталей предусмотрена в соответствии с «Инструкцией по оценке дефектов труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании магистральных газопроводов (с изменением №1)».

Контроль качества сварных стыков должен быть выполнен в соответствии с СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Все сваренные кольцевые сварные соединения, находящиеся в эксплуатации, подлежат:

- визуально измерительному контролю - 100%;
- ультразвуковому контролю - 100%;
- радиографическому контролю - 100%.

10.3 Отключение газопровода

После вскрытия, газопровод отключают путём перекрытия крановых узлов и освобождают от газа через продувные свечи на крановых шарах. Концентрацию природного газа проверяют с помощью газоанализатора.

10.4 Демонтажные работы

До начала сварочно-монтажных работ выполнить демонтаж существующих балластирующих грузов

После окончания работ по вскрытию газопровода, необходимо демонтировать существующие пригрузки.

Дальнейшему использованию пригрузки не подлежат, после демонтажа они грузятся на самосвалы и вывозятся на полигон ТБО (твердые бытовые отходы).

Демонтаж пригрузов осуществлять при помощи трубоукладчика.

На вскрытом ремонтируемом участке МГ после демонтажа утяжелителей, ручным способом производится очистка изоляции.

В местах, где механизированное удаление старого покрытия невозможно, оно выполняется вручную с использованием скребков, щеток и др. При удалении старой изоляции не допускается нанесение на поверхность труб царапин, рисок, задигов и забоин.

При подъеме на бровку и укладке газопровода в траншею следует контролировать соответствие расчетных высот подъема газопровода требованиям ППР, обеспечивающих гарантию труб от перенапряжения, изломов и вмятин, и исключающих перегрузки трубоукладчиков.

После демонтажа производится дефектовка их на предмет возможности дальнейшего использования. Участки трубопроводов разрезаются газовой резкой на отдельные трубы длиной 10-11 м. Демонтируемые газопроводные трубы, по мере накопления машинной нормы, вывозятся на базу ЛПУ для временного размещения и, в виде металлолома.

Разметка линии реза труб и разделительная кислородная (газовал) резка труб в трассовых условиях должна выполняться в соответствии с требованиями стандарта СТО Газпром 2-2.3-137-2007 и другими нормативными документами ОАО «Газпром».

После разделительной резки перед сваркой должна быть выполнена механическая обработка резаных торцов с помощью СПК шлифмашинками с набором абразивных кругов до требуемой разделки, при этом металл резаных торцов должен быть удален на глубину не менее 1,0 мм.

Требования к трубам ремонтируемого участка и катушек ввариваемой в ремонтируемый участок газопровода

Отклонение от перпендикулярности торцов труб, катушки (косина реза), должно быть в пределах допусков технических характеристик применяемого оборудования орбитальной резки, но не более 2,0 мм.

Минимальная длина катушки должна быть не менее диаметра трубы и превышать длину вырезанного (или планируемого к вырезке) дефектного участка газопровода не менее чем на величину от 100 до 150 мм в каждую сторону.

Разметка, резка, подготовка под сварку торцов катушки

До начала выполнения работ, по разметке линии реза торцов труб участка ремонтируемого газопровода должны быть выполнены работы по разметке резке и подготовке под сварку торцов катушки.

Выполнить разметку линий реза каждого торца катушки с применением гибкого прямолинейного шаблона (например, из рулонной ламинированной бумаги), обеспечив при этом перпендикулярность наносимой линии реза к оси катушки.

Выполнитьрезы на катушке газорезательной машиной «Орбита» или ручным резаком с необходимым скосом кромок, произвести зачистку и притушение кромок механическим способом.

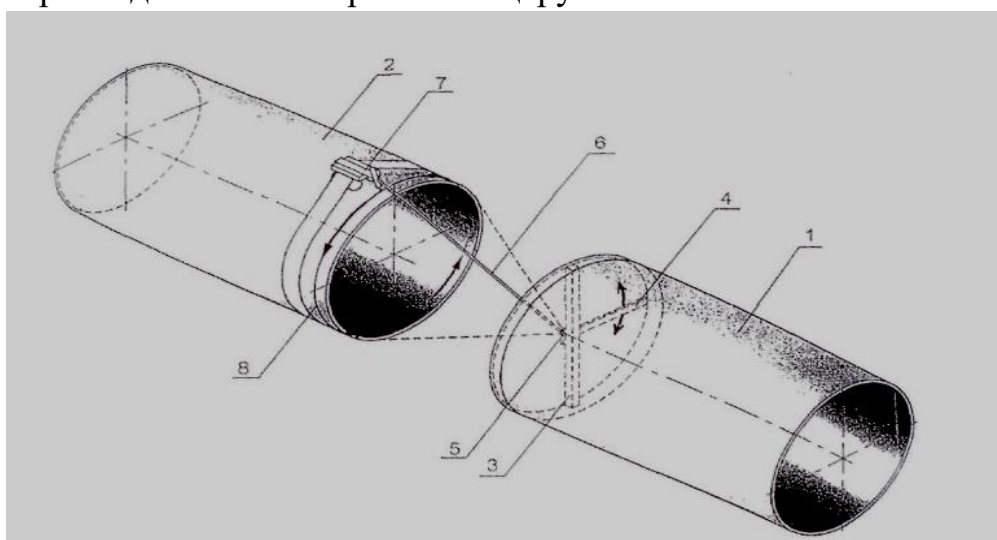
Разметка линии реза и резка торцов труб участка ремонтируемого газопровода

Разметку линии реза торцов труб следует выполнять с применением специального устройства, позволяющего находить геометрический центр труб, как точку пересечения двух взаимно перпендикулярных осей поперечного сечения трубы.

Штанга устройства устанавливается внутрь торца одной из труб участка ремонтируемого газопровода вертикально в распор (рисунок 10).

Вращением и установкой линейки в диаметрально противоположных направлениях производятся необходимые замеры и корректировка положения ползуна на штанге в вертикальном и горизонтальном положениях, при этом ползун с закрепленным концом рулетки устанавливается точно в геометрическом центре поперечного сечения трубы.

На торец второй трубы участка ремонтируемого газопровода устанавливается газорезательная машина специальной конструкции, обеспечивающей возможность коррекции линии реза вдоль оси трубы, к которой присоединяется второй конец рулетки.



1, 2 - трубы участка ремонтируемого газопровода; 3 - штанга устройства нахождения геометрического центра труб; 4 - линейка; 5 - ползун со стопорным кольцом рулетки; 6 - рулетка; 7 - газорезательная машина; 8 - линия реза.

Рисунок 10 – Резка трубы ремонтируемого участка способом «струны»

Выполнить рез торца трубы газорезательной машиной с необходимым скосом кромок, при этом плоскость линии реза торца трубы будет перпендикулярна оси, соединяющей центры плоскостей обоих торцов труб участка ремонтируемого

Произвести зачистку и обработку кромок отрезанного торца трубы механическим способом, при этом геометрические параметры разделки кромок торца трубы должны соответствовать требованиям рисунка 2.

Аналогичным образом выполнить разметку и резку торца первой трубы ремонтируемого участка, для чего переставить устройство для нахождения геометрического центра труб в торец второй трубы газопровода и выставить ползун с закрепленным концом рулетки в геометрический Центр поперечного сечения трубы. Выполнить замеры длины готовой катушки и рассчитать необходимый размер разрыва с учетом скосов кромок и зазоров. Полученный линейный размер отложить от торца второй трубы газопровода на наружную поверхность первой трубы, установить газорезательную машину на горец первой трубы и произвести рез торца с корректировкой линии реза с помощью рулетки, закрепленной в центре торца второй трубы газопровода. После резки плоскости линий реза обоих торцов труб участка ремонтируемого газопровода будут параллельны и перпендикулярны оси, соединяющей центры торцов, а расстояние между торцами, соединяемых участков газопровода, будет соответствовать размеру катушки с учетом зазоров и скосов кромок. •

10.5 Сварочно-монтажные работы

Требования к проведению сварочно монтажных работ приведено в разделах 4-8.

Чертежи и операционно-технологическая карта по выполнению сварочно монтажных работ приведены в Приложении Б.

10.6 Контроль качества

Контроль качества выполняется в соответствии с разделом 9.

10.7 Изоляционные работы

Для замены труб принята труба в заводском изоляционном покрытии.

Нанесение изоляционного покрытия на основе битумно-полимерных мастик должно осуществляться подготовленными рабочими.

Для выполнения работ по нанесению изоляционного покрытия на основе битумно-полимерных мастик требуются следующие оборудование и материалы:

- газовая горелка – необходимое количество зависит от диаметра трубы (до 325 мм вкл.-1 шт, свыше 325 мм-2 шт);
- баллон с пропаном, оснащенный редуктором – необходимое количество зависит от диаметра трубы;
- соединительный газовый шланг;
- контактный термометр с диапазоном измерения от 0 до 150⁰С;
- термостойкие перчатки, рукавицы;
- шпателя для перемешивания компонентов праймера;
- поролоновые валики для нанесения праймера на изолируемую поверхность сварного стыка.

Технология изоляционных работ включает в себя следующие последовательно выполняемые операции:

- предварительная ручная очистка стальной поверхности трубы;
- предварительный подогрев изолированной поверхности;
- окончательная очистка стальной поверхности трубы;
- обработка заводского покрытия;
- приготовление состава праймера;
- нанесения праймера;
- прогрев покрытия на стыке.

10.8 Испытания газопровода

Испытание отремонтированного участка газопровода следует производить в три этапа:

1 этап. Предварительное испытание кранового узла. Предварительные испытания крановых узлов диаметром 1420 мм выполняют непосредственно на месте проектного расположения узла на трассе шарового. Предварительные пневматические испытания крановых узлов проводят при давлении 3 МПа с выдержкой в течение 2 ч, проверку на герметичность – при давлении 2 МПа в течение времени, необходимого для осмотра кранового узла. На конце одного из приваренных к крановому узлу патрубков монтируют манометр путём прямой врезки, второй манометр устанавливают на шлейфе возле компрессора, вне охранной зоны. Крановые узлы подвергают испытаниям одновременно с предварительно испытываемыми участками газопровода, после чего продувают дренажные линии на всех запорных кранах (DN 150÷1400) и удаляют воду из емкостей резервного газа запорных кранов.

При низких температурах атмосферного воздуха трубопроводы обвязок крановых узлов, дренажные линии и емкости резервного газа прогревают с целью растапливания льда и удаления воды

До проведения предварительных испытаний крановых узлов к их концам приваривают временные патрубки из труб длиной по 6 м со сферическими заглушками.

2 этап. Испытание на прочность и герметичность ремонтируемых участков в составе отключенного магистрального газопровода пневматическим способом, сжатым воздухом

3 этап. Испытание отремонтированного участка ЛЧ МГ в составе действующего газопровода природным газом с проходным рабочим давлением. Возможно проведение испытаний в 2 этапа, если после испытаний ремонтируемого участка, монтаж в основную нитку газопровода оформляется гарантийными стыками.

Испытание на прочность участков выполнять пневматическим способом согласно п.12.2 СТО Газпром 2-3.5-354-2009. В процессе пневматического испытания на прочность, проводимого осушенным

воздухом, величина испытательного давления составляет $R_{исп}=1,1 * R_{раб}=12,98$ МПа, продолжительность испытания -12 часов (табл. 2 СТО Газпром 2-3.5-354-2009).

Для проверки герметичности следует снизить давление сжатого воздуха в полости газопровода до расчетного рабочего давления $R_{раб}=11,8$ МПа, продолжительность проверки не менее 12 часов. Результаты испытаний отражаются в акте.

Испытания отремонтированного участка ЛЧ МГ в составе действующего газопровода выполнить природным газом с проходным рабочим давлением в соответствии с СТО Газпром 14-2005. Заполнение осуществлять ступенчато. До давления 2 МПа - непрерывно. Затем заполнение газом временно прекратить. По истечении часа провести осмотр участка газопровода. Заполнение продолжить до достижения проходного давления.

Газопровод считать выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания газопровода на прочность труба не разрушилась, а при проверке на герметичность давление осталось неизменным, и не были обнаружены утечки. В течение проверки на герметичность должны быть учтены колебания давления, вызванные изменением температуры.

В случае разрыва участка газопровода в процессе пневматического испытания поврежденный участок отремонтировать, очистить и испытать повторно.

Для измерения давления должны применяться проверенные, опломбированные и имеющие паспорт манометры класса точности не ниже 1 и с предельной шкалой на давление около 1,3 от испытательного, устанавливаемые вне охранной зоны. Применяемые манометры должны отвечать требованиям ГОСТ 2405-88. Временные трубопроводы для подключения испытательного оборудования должны быть предварительно испытаны гидравлическим способом на давление $1,25R_{исп}$ в течение 6 ч.

10.9 Устройство электрохимической защиты

Электрохимическая защита от коррозии предусматривается от существующей установки катодной защиты газопровода – отвода. Проектной документацией не предусмотрена дополнительная установка контрольно-измерительных пунктов у кранового узла.

10.10 Монтаж кранового узла

Монтаж заменяемого кранового узла производится во время остановки газопровода.

До начала работ оформить наряд допуск в установленном порядке.

Кран - трубоукладчик должен быть установлен на ровную площадку, на расстоянии от края котлована, указанного на рисунке 9.

До монтажа кранового узла:

- произвести укрупненную сборку кранового узла;
- заизолировать стыки
- провести предварительное гидравлическое испытание;
- разработать траншею;
- демонтировать заменяемый крановый узел;
- произвести проверку высотных отметок дна котлована на соответствие проектным отметкам.

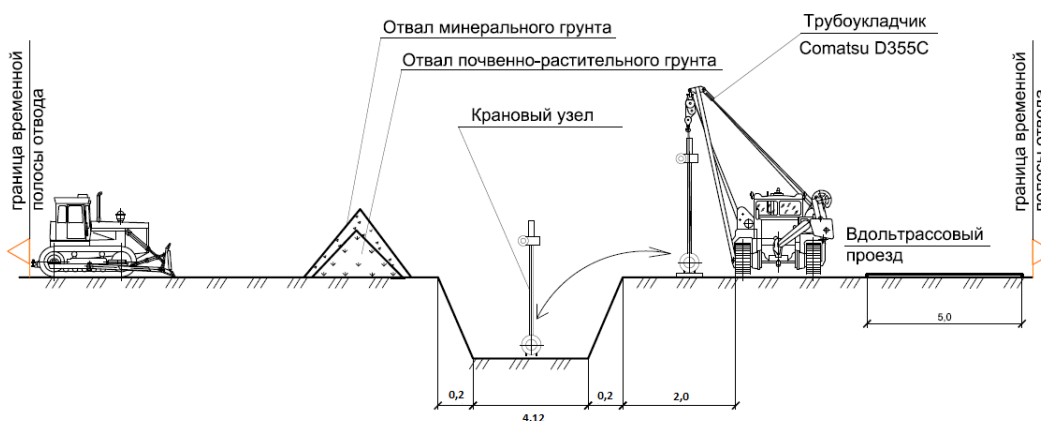


Рисунок 11 – Схема укладки кранового узла в траншею

Монтаж кранового узла в створ газопровода осуществлять согласно рисунку 11 для этого:

- помощью крана-трубоукладчика вывести крановый узел в ось газопровода;
- установить крановый узел на проектные отметки;
- проконтролировать положение кранового узла с помощью геодезических инструментов.

В отдельных случаях возможно применение дополнительного крана – трубоукладчика, расположенного с другой стороны котлована, для поддержки байпасной обвязки кранового узла.

Стыковка (замыкание) газопровода с крановым узлом выполняется «Захлестом», с помощью 2-3 кранов - трубоукладчиков, при этом прилегающие участки газопровода с обеих сторон должны быть освобождены на 50-80 м.

В процессе монтажа кранового узла необходимо принять меры по предотвращению появлению трещин, сколов, просадок грунта, которые могут привести к обрушению бермы, следить за надежностью стенок и бровки котлована, а при появлении трещин, сколов, просадок грунта работу следует немедленно прекратить.

При монтаже кранового узла в пределах призмы обрушения увлажненных грунтов не допускается движение тяжелых механизмов и транспорта, а также складирование материалов.

При укладке на проектные отметки крановый узел следует перемещать плавно, без рывков и раскачивания.

Перемещение кранового узла кранами-трубоукладчиками, должно осуществляться под непосредственным руководством лиц, ответственных за безопасное производство работ с применением подъемных сооружений, при этом нагрузка, приходящая на каждый из них, не должна превышать грузоподъемность крана-трубоукладчика.

Для предотвращения повреждения изоляционного покрытия кранового узла при его строповке необходимо использовать мягкие полотенца.

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

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оценка стоимости материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов на проведение ремонтно-восстановительных работ на магистральном газопроводе.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе выполнения операций согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налоговый кодекс Российской Федерации 2. ФЗ №67 от 24.07.2009 в ред. от 26.03.2022 Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 20%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Расчет капитальных и текущих затрат и финансового результата реализации проекта
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование работ; Формирование бюджета затрат на проведение ремонтно-восстановительных работ.
<i>Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет экономической эффективности внедрения новой технологии

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Организационная структура управления 4. Таблицы сравнения показателей 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич		

11. Финансовый менеджмент

11.1 Цель разработки

Целью экономического расчета является сравнение двух способов сварки, применяющихся при ремонтно-восстановительных работах магистрального газопровода диаметром 1420 мм, классом прочности К65.

Несмотря на определенный прогресс и опыт, достигнутый в последние годы в проведении капитальных ремонтов, магистральные газопроводы, остаются одними из наиболее опасных объектов.

Опасность возникновения аварийных ситуаций оценивается тяжестью причиняемого ущерба, который зависит от того, как проявляется авария: в виде возможных взрывов магистральных газопроводов, в виде утечек газа, скачка давления или локальных отказов газопровода. Как показывает практика, аварии газопроводов в большинстве случаев сопровождаются значительными потерями природного газа, загрязнением воздуха, пожарами и гибелью людей. В экстремальных случаях по статистическим данным общий материальный ущерб превышает в 300 и более раз первичные затраты на сооружение газопроводов.

Поэтому, во избежание возникновения аварийных ситуаций необходимо качественно производить ремонтно-восстановительные работы магистральных газопроводов.

Нормативные документы ПАО «Газпром» регламентируют проведение капитальных ремонтов с помощью ручной дугой и механизированной сваркой. Расчет эксплуатационных затрат на капитальный ремонт магистрального газопровода:

- 1) с применением ручной дуговой сварки - (РДС);
- 2) с применением механизированной сварки (МП);
- 3) с применением ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом (РАД).

11.1.1 Потенциальные потребители ресурсов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Технология капитального ремонта магистрального газопровода из стали классом прочности К65 в условиях низких климатических температур» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации.

Суть работы заключается в исследовании и разработке процесса сварки при проведении ремонтно-восстановительных работ ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия. Сегментирование рынка представлено в Таблице 12.

Таблица 12 – Сегментирование рынка

		Показатель		
		Низкий	Средний	Высокий
Технологические показатели качества сварного соединения	Качество сварного шва	-	1,2	3
	Скорость сварки	1,3	-	2
	Возможность сварки стали классом прочности К65 диаметром 1420 мм	3	-	1,2

1. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами;
2. Механизированная сварка в среде защитных газов;
3. Ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом.

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции достаточно высок. Специальные технические требования ПАО «Газпром» не регламентируют выполнение сварки К65 аргодуговой сваркой неплавящимся электродом. Поэтому для сравнения остаются два метода сварки. Ключевым параметром выбора способа сварки станет экономическая обоснованность и практичность. Экономическое сравнение двух методов сварки представлено дальше.

11.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		РДС	МП	РДС	МП
1	2	3	4	6	7
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Удобство в эксплуатации	0,1	3	4	0,3	0,4
2. Затраты сварочного материала	0,2	5	3	1	0,6
3. Качество сварного соединения	0,1	4	5	0,4	0,5
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Цена	0,05	5	4	0,25	0,2
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	0,5	0,5
3. Конкурентно-способность работы	0,25	5	5	1,25	1,25
Итого	1	27	26	3,7	3,45

Где сокращения: РДС – ручная дуговая сварка, МП – Механизированная сварка.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

По результатам расчета видно, что предложенный метод конкурентоспособен, по сравнению с аналогичным способом сварки. Наибольшие преимущества наблюдаются в сфере, практичности, затрат на сварочные материалы, применение при отрицательных температурах и в сроке эксплуатации.

11.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

SWOT - анализ используется для определения слабых и сильных сторон проекта, таблица 14.

Таблица 14 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none">• Широкая область применения• Использование современного оборудования• Актуальность проекта• Наличие опытного руководителя• Экономическая выгода	<ul style="list-style-type: none">• Развитие новых технологий• Невысокая производительность• Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none">• Получение качественных сварных соединений• Регулирование производительности• Повышение эффективности сварки покрытыми электродами• Применения для оборудования работающего в полевых условиях.	<ul style="list-style-type: none">• Появление новых технологий• Предприятие не даст средств на реализацию технологии• государственных требований и нормативных документов• Природные условия

Таблица 15 – Мероприятия, которые необходимо провести сейчас.

	Ресурс, человек/час	Влияние (0-5)
Повышение квалификации персонала	200	5
Привлечение ВУЗов партнеров, для развития исследования	300-500	5
Улучшение технологии	500-700	4

Таблица 16 – Мероприятия, которые необходимо провести через год.

	Ресурс, человек/час	Влияние (0-5)
Уменьшение зависимости качества от квалификации персонала	400	5
Привлечение финансирования для развития технологии	500	4
Улучшение технологии	500-700	5

Таблица 17 – Мероприятия, которые необходимо провести через 5 лет.

	Ресурс, человек/час	Влияние (0-5)
Введение представленной технологии на предприятие	200	5
Привлечение финансирования для развития технологии	500	4
Улучшение технологии	500	5

11.2 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ

В таблице 18 представлены нормы времени на сварку одного стыка магистрального газопровода при использовании ручной дуговой сварки покрытыми электродами с оновным видом покрытия (РДС) и механизированной сваркой в среде защитного газа (МП).

Таблица 18 – Нормы времени на сварку одного стыка магистрального газопровода при использовании ручной дуговой сварки покрытыми электродами с оновным видом покрытия (РДС) и механизированной сваркой в среде защитного газа (МП)

Наименование операции	РДС	МП
Предварительный подогрев, мин	20	20
Сварка корня шва, мин	60	40
Сварка горячего прохода, мин	60	40
Сварка заполняющих слоев, мин	200	100
Сварка облицовочного слоя, мин	60	40
Итого, мин	400	240

11.3 Расчет сметной стоимости работ

При помощи ресурсного метода, суть которого заключается в калькулировании в текущих ценах и тарифах ресурсов, которые необходимы для реализации проекта, производится расчет сметной стоимости.

При составлении смет используют натуральные измерители расходов материалов и конструкций, затрат времени эксплуатации, затрат труда рабочих. Основу данного расчета составляют затраты на:

- материальные ресурсы;
- трудовые затраты на страховые взносы и оплату труда;
- амортизация основных фондов.

Проведем расчет затрат на сварку одного стыка газопровода ручной дуговой сварки покрытыми электродами с оновным видом покрытия (РДС) и механизированной сваркой в среде защитного газа (МП).

11.3.1 Расчет затрат на материалы

К материальным расходам относятся затраты на приобретение: сырья, основных и вспомогательных материалов, используемых в производственном процессе. В таблице 19 приведены затраты на сварочные материалы для двух способов сварки.

Таблица 19 – Расчет стоимости сварочных материалов на сварку одного стыка газопровода

	Защитный газ			Сварочные материалы			Итого
	Кол-во, л	Цена, руб/л	Стоимость, руб	Кол-во, кг	Цена, руб/кг	Стоимость, руб	
РДС	-	-	-	10	800	8000	8000
МП	1375	40	55000	7,2	1000	7200	62200

11.3.2 Расчет затрат на амортизационные отчисления

Затраты определяются, 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 производится по формуле:

$$K=1/n*100\%,$$

где K – норма амортизации в процентах к первоначальной стоимости объекта;
n – срок полезного использования объекта.

Расчет амортизационных отчислений при сварке одного стыка газопровода представлен в таблице 20. Для сварки используется 4 источника питания для каждого способа сварки.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для выполнения сварочно-монтажных

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Источник питания для ручной дуговой сварки Lincoln electric 350 pro	4	800	3200
2	Источник питания для механизированной сварки Lorch MicorMIG	4	1500	6000

На оборудование, стоимостью выше 40 тыс. руб. следует рассчитать амортизацию.

Расчет амортизации проводится следующим образом норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot T_{\text{оби}},$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

$T_{\text{оби}}$ – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для сварочного источника питания для ручной и механизированной сварки с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0.1.$$

Общую сумму амортизационных отчислений для источников питания находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot T_{\text{оби}} = \frac{0,1 \cdot 3200}{12} \cdot 1 = 26,6 \text{ тыс. руб.}$$

Амортизационные отчисления сварочного источника питания для ручной дуговой сварки:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot T_{\text{оби}} = \frac{0,1 \cdot 6000}{12} \cdot 1 = 50,0 \text{ тыс. руб.}$$

11.3.3 Расчет затрат на оплату труда

К расходам на оплату труда относятся:

- Суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда.
- Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах Крайнего Севера и др.

Для осуществления сварки одного стыка в рамках капитального ремонта магистрального газопровода необходима бригада в составе 21 человек.

Расчет заработной платы сведен в таблицы 21 и 22.

Таблица 21 – Расчет фонда оплаты труда при сварке одного стыка газопровода ручной дуговой сваркой покрытыми электродами

Должность	Кол во	Разряд	Оклад, руб.	Премия, руб.	Компенсационные доплаты, руб.	Дополнительная ЗП, руб.	Сев. и рай. коэф. 50%+30 %	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Слесарь	4	5	17000	11900	600	6400	13600	198000
Электрогазосварщик	4	6	20000	14000	600	6400	16000	228000
Изолировщик	2	4	16000	11200	600	6400	12800	94000
Машинист трубоукладчика	2	6	18000	12600	600	6400	14400	52000
Машинист экскаватора	1	6	1800	12600	600	6400	14400	52000

Продолжение Таблицы 21

Машинист бульдозера	1	6	1800	12600	600	6400	14400	52000
Водитель	2	6	17000	11900	600	6400	13600	99000
Дефектоскопист	2	6	16000	11200	600	6400	12800	94000
ИТР	2	8	19000	13300	600	6400	15200	109000
Машинист Автокрана	1	6	18000	12600	600	6400	14400	52000
Итого								1030000

Таблица 22 – Расчет фонда оплаты труда при сварке одного стыка газопровода механизированной сваркой в среде защитного газа

Должность	Кол во	Разряд	Оклад, руб.	Премия, руб.	Компенсационные доплаты, руб.	Дополнительная ЗП, руб.	Сев. и рай. коэф. 50%+30 %	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Слесарь	4	5	17000	11900	600	6400	13600	198000
Оператор-сварщик	4	6	18000	12600	600	6400	14400	208000
Изолировщик	2	4	16000	11200	600	6400	12800	94000
Машинист трубоукладчика	2	6	18000	12600	600	6400	14400	52000
Машинист экскаватора	1	6	1800	12600	600	6400	14400	52000
Машинист бульдозера	1	6	1800	12600	600	6400	14400	52000
Водитель	2	6	17000	11900	600	6400	13600	99000
Дефектоскопист	2	6	16000	11200	600	6400	12800	94000
ИТР	2	8	19000	13300	600	6400	15200	109000
Машинист Автокрана	1	6	18000	12600	600	6400	14400	52000
Итого								1010000

11.3.4 Расчет затрат на страховые взносы

Затраты на страховые взносы в Пенсионный фонд России, Фонд социального страхования, Фонд обязательного медицинского страхования при установке текстильных контейнеров представлены в таблицах 23 и 24.

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс VIII с тарифом 0,9 для производства общестроительных работ по строительству прочих зданий и сооружений, не включенных в другие группировки (код по ОКВЭД – 45.21.6).

Таблица 23 – Расчет страховых взносов при сварке одного стыка газопровода ручной дуговой сваркой покрытыми электродами

Должность	Показатель							Общая сумма, руб
	Кол во	ЗП, руб	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	ПФР (22%)	Страхование от несчастных случаев (0,9%)	Всего, руб	
Слесарь	4	198000	5742	10098	43560	1782	61182	296656
Электрогазосварщик	4	228000	6612	11628	50160	2052	70452	
Изолировщик	2	94000	2726	4794	20680	846	29046	
Машинист трубоукладчика	2	52000	1508	2652	11440	468	16062	
Машинист экскаватора	1	52000	1508	2652	11440	468	16062	
Машинист бульдозера	1	52000	1508	2652	11440	468	16062	
Водитель	2	99000	2871	5049	21780	891	30591	
Дефектоскопист	2	94000	2726	4794	20680	846	29046	
ИТР	2	109000	3161	5559	23980	981	12091	
Машинист Автокрана	1	52000	1508	2652	11440	468	16062	

Таблица 24 – Расчет страховых взносов при сварке одного стыка газопровода механизированной сваркой в среде защитного газа

Должность	Показатель							Общая сумма, руб
	Кол во	ЗП, руб	ФСС (2,9%)	ФОМС (5,1%)	ПФР (22%)	Страхование от несчастных случаев (0,9%)	Всего, руб	
Слесарь	4	198000	5742	10098	43560	1782	61182	290476
Оператор-сварщик	4	208000	6032	10608	45760	1872	64272	
Изолировщик	2	94000	2726	4794	20680	846	29046	
Машинист трубоукладчика	2	52000	1508	2652	11440	468	16062	
Машинист экскаватора	1	52000	1508	2652	11440	468	16062	
Машинист бульдозера	1	52000	1508	2652	11440	468	16062	
Водитель	2	99000	2871	5049	21780	891	30591	
Дефектоскопист	2	94000	2726	4794	20680	846	29046	
ИТР	2	109000	3161	5559	23980	981	12091	
Машинист Автокрана	1	52000	1508	2652	11440	468	16062	

11.3.5 Расчет затрат на проведение мероприятия

По результатам вышеперечисленных расчетов затрат, рассчитана общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия (таблица 25)

Таблица 25 – Расчет затрат на сварку одного стыка газопровода

Наименование расходов	РДС	МП
Материальные затраты, руб	8000	62200
Основная заработная плата, руб	1030000	1010000
Амортизационные отчисления, руб	26600	50000
Страховые взносы во внебюджетные фонды, руб	296656	290476
Накладные расходы (20%), руб	266984,8	272597,6
Итого, руб	1628252,8	1685273,6

11.4 Обоснование экономической эффективности проекта

Основные затраты приходятся на заработную плату и покупку оборудования. Доли статей расходов в общей структуре затрат остаются постоянными не зависимо от способа сварки.

Применение ручной дуговой сварки покрытыми электродами для капитального ремонта магистрального газопровода при сварке одного стыка обойдется дешевле, чем механизированной сваркой в среде защитных газов. Экономия составит:

$$1685273,6 - 1628252,8 = 57020,8 \text{ руб.}$$

Предположим, что во время ремонта протяженного участка газопровода, потребовалась его полная замена и необходимо выполнить сварку 1000 метров труб. Согласно ГОСТ 10704-91 длина одной трубы диаметром 1420 мм составляет 12 м. Тогда количество сварных стыков будет:

$$1000 / 12 = 83,3 \approx 83 \text{ стыка.}$$

Экономия в этом случае составит:

$$57020,8 = 4732726,4 \text{ руб.}$$

На основании экономического расчета, можно сделать вывод, что выполнение ремонтно-восстановительных работ магистрального газопровода целесообразнее и эффективнее выполнять с помощью ручной дуговой сварки электродами покрытого типа. Преимущества данного метода заключается не только в более дешевом использовании, но и в том, что данного способа сварки в условиях низких температур окружающего воздуха более практичнее и накладывает меньше ограничений на процесс сварки.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич

ШКОЛА	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение электронной инженерии
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.01 Машиностроение

Тема дипломной работы: «Технология капитального ремонта магистрального газопровода из стали классом прочности К65 в условиях низких климатических температур»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является разработка технологии сборки и сварки при выполнении ремонтно-восстановительных работ линейного газопровода ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия. Работы проводились в учебном корпусе ТПУ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов <ul style="list-style-type: none"> • Природа воздействия • Действие на организм человека • Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов) • СИЗ коллективные и индивидуальные 1.2. Анализ выявленных опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> • Термические источники опасности • Электробезопасность • Пожаробезопасности 	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> • Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; • Недостаточная освещенность; • Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; • Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ. Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> • Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; • Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> • Выбросы в окружающую среду • Решения по обеспечению экологической безопасности 	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника) и способы их утилизации;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.

4. Перечень нормативно-технической документации.	– ГОСТы, СанПиНы, СНиПы
---	-------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.01.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		13.05.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич		13.05.2022 г.

12. Социальная ответственность

В этом разделе рассматриваются вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В магистерской диссертации, рассмотрено исследование технологии сборки и сварки при ремонтно-восстановительных работах магистрального газопровода, все исследования проводились на компьютере в корпусе НИ «ТПУ», кабинете 113. Поэтому в данном разделе рассматриваются вопросы анализа и выявления возможных опасных и вредных факторов на рабочем месте инженера-лаборанта. Площадь занимаемого помещения составляет 56 м², на которых обычно располагаются 3 человека.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

12.1 Анализ выявленных вредных факторов

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. При анализе рабочего места были выявлены следующие вредные производственные факторы:

- нарушение уровня микроклимата в помещении;
- освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- превышение уровней шума.

12.1.1 Микроклимат в помещении

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах ГОСТ Р 2.2.2006-05.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны отвечать ГОСТ 12.1.005-88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости перемещения воздуха приведены в таблице 7.1 и 7.2.

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные допустимые параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88. Эти параметры устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и

производственного помещения, покажем наглядно допустимые значения микроклимата в таблице 26.

Работа за компьютером относится к категории работ I_a с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Таблица 26 – Допустимые параметры микроклимата.

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		Диапазон ниже оптимальных величин
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28		<0.5

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6м², в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5м² по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. В нашем случае кабинет имеет размеры 8x7x3,5м, в таком случае общая площадь нашего рабочего помещения 56м², объём составляет 196м³.

Теперь последовательно рассмотрим в качестве параметров микроклимата: температуру, влажность и скорость ветра.

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей температуры в холодное время года применяется водяное отопление (с нагревом воды до 100°С), а в теплый период года для обеспечения защиты от попадания прямых солнечных лучей применяются жалюзи.

В кабинете вентиляция осуществляется естественным способом, посредством окна и форточки, в частности, а также дверного проёма, по зоне действия её можно квалифицировать как общеобменную. Недостатком данной системы является отсутствие очистки и подогрева поступаемого в кабинет воздуха. По нормам, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объём воздуха необходимый на

одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м³. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 56,3 м³, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется.

12.1.2 Освещенность рабочей зоны

Освещение крайне важно для любого человека, так как 90% информации об окружающем мире человек получает именно от зрительного аппарата. Поэтому соблюдение правильного количества света на рабочем месте — это ключевая задача для обеспечения необходимой работоспособности трудящегося.

Человек при работе в условиях недостаточного освещения или освещения низкого качества может испытывать: усталость глаз, переутомление, головные боли. Все эти факторы приводят к снижению работоспособности рабочего. Требования к освещению рабочего места приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Требования к освещению рабочего места

Помещения	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение		
	Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, е _н , %			
	при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
	все-го	в том числе от общего		<i>P</i>	<i>K_п</i> , %				
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	400	200	300	21	15	3,0	1,0	1,8	0,6

Лаборатория, где проводились исследования, подходит по классификации согласно СП 52.13330.2016 под категорию периодического

наблюдения за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении, таком случае, используя систему общего освещения, освещенность должна быть не менее 200 лк.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. Согласно СП 52.13330.2016, рабочее место инженера должно освещаться как естественным, так искусственным освещением. Естественное освещение в нашем случае попадает в аудитории через большое окно в светлое время суток. Искусственное же освещение будет обеспечено лампами и светильниками, установленными по нижеуказанным следующим расчётам.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности будем выполнять методом коэффициента светового потока, который учитывает световой поток, отражённый от потолка и стен. При работе с персональным компьютером в сочетании с нормативной работой и технической документацией согласно действующим нормам СП 52.13330.2016 для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость, а для естественного и совмещенного определены коэффициенты естественной освещенности (КЕО).

Длина помещения $A = 8$ м, ширина $B = 7$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0,8$ м. Согласно СП 52.13330.2016 необходимо создать освещенность не ниже 200 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы. Коэффициент отражения стен с окнами без жалюзи $R_c = 50$ %, потолка $R_{\text{п}} = 70$ %. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение

светильника, для помещений с средним выделением пыли равен $K_3 = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z=1,1$.

Рассчитаем систему общего люминесцентного освещения.

1. Площадь помещения

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 8 \times 7 = 56 \text{ м}^2.$$

2. Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 2200$ Лм.

3. Выбираем светильник типа ОД-2-40, так как лаборатория является нормальным помещением с хорошим отражением потолка и стен с умеренной влажностью и запылённостью, $\lambda = 1,4$. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1230 мм, ширина – 266 мм. Принимаем высоту подвеса светильника от уровня потолка $h_c = 0,2$ м.

4. Рассчитаем высоту подвеса светильника над расчетной поверхностью по формуле:

$$h = h_{\text{п}} - h_{\text{рп}},$$

где h – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью;

$h_{\text{рп}}$ – высота рабочей поверхности над полом (0,8м);

$h_{\text{п}}$ – высота светильника над полом, высота подвеса.

$$h_{\text{п}} = H - h_c,$$

где H – наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОД (3,5м); h_c – расстояние светильников от перекрытия, свес (0,2м). Подставим известные значения в формулы выше, получим:

$$h_{\text{п}} = 3,5 - 0,2 = 3,3 \text{ м},$$

$$h = 3,3 - 0,8 = 2,5 \text{ м}.$$

5. Определим расстояние между рядами светильников, используя соотношение:

$$L = \lambda \cdot h,$$

$$L = 1,4 \cdot 2,5 = 3,5 \text{ м}.$$

6. Рассчитаем количество рядов светильников при заданной ширине помещения $A = 7$ м:

$$n = \frac{A}{L},$$
$$n = \frac{7}{3,5} = 2,0.$$

Округляем полученное значение n в большую сторону – 2 ряда.

7. Определим число светильников в одном ряду:

$$N_p = (B - 2l)/l_{св},$$

где $l_{св}$ – длина светильника, для светильника типа ОД-2-40

$$l_{св} = 1,23 \text{ м}$$

$$N_p = \frac{8 - 2 \cdot 1,23}{1,23} = 4,5.$$

Округляем значение светильников в ряду до 4-ех.

Таким образом общее количество светильников будет равно 6.7:

$$N_{св} = N_p \cdot n,$$

$$N = 4 \cdot 2 = 8.$$

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду можно установить 4 светильников типа ОД мощностью 40 Вт с габаритными размерами 1230x266x158мм, при этом разрывы между светильниками в ряду составят (50...500) см. Изобразим в масштабе план помещения и разместим на нем 8 светильников (рис. 6.1). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 8 \cdot 2 = 16$.

8. Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)},$$

$$i = \frac{56}{2,5 \cdot (7 + 8)} = 1,49.$$

9. Расчетным уравнением метода коэффициента использования светового потока является формула:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

где η – коэффициент использования светового потока для данной формулы
 $\eta = 0,52$,

E_n – нормируемая минимальная освещённость, лк.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 56 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,52} = 2665 \text{ лк.}$$

10. Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ст}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{ст}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

Подставим значения, для определения мощности осветительной установки:

$$-10\% \leq \frac{2800 - 2665}{2665} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$-10\% \leq 5,06\% \leq 20\%$$

Таким образом, мы получили, что необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона. Теперь рассчитаем мощность осветительной установки:

11. Потребляемая мощность осветительной установки составит:

$$P = N \cdot P_{\text{лампы}},$$

$$P = 16 \cdot 40 = 640 \text{ Вт.}$$

Выбранная система освещения обеспечивает требуемую освещенность рабочего места, согласно проведённым расчётам.

12. Для схематического изображения размещения светильников необходимо рассчитать расстояние вдоль стен и от торца помещения:

$$L = N \cdot a \cdot L_1 + 2/3 \cdot L_1 + N \cdot L_1.$$

Соответственно расстояние между лампами от стены длиной 8м L_1 , а от стены длиной 7 м L_2 . Согласно «Практикум БЖД 2009» равномерность

освещения обеспечивается расстоянием от крайних светильников до стенок = $L/3$.

Составим уравнение с 1 неизвестной:

$$7000 = 3 \cdot L_1 + 2/3 \cdot L_1 + 2 \cdot 266,$$

$$8000 = 3 \cdot L_2 + 2/3 \cdot L_2 + 4 \cdot 1230.$$

Преобразуем уравнения для нахождения L_1 и L_2 .

$$L_1 = \frac{7000 - 2 \cdot 266}{1 + 2/3} = 3880,8 \approx 3880 \text{ мм},$$

$$L_2 = \frac{8000 - 4 \cdot 1230}{1 + 2/3} = 840,1 \approx 840 \text{ мм}.$$

Тогда расстояние от края стенок будет равно:

$$\frac{L_1}{3} = \frac{3880}{3} = 1293,3 \approx 1293 \text{ мм},$$

$$\frac{L_2}{3} = \frac{840}{3} = 280 \text{ мм}.$$

Размещаем светильники в 2 ряда по 4 светильника. На рисунке 11 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

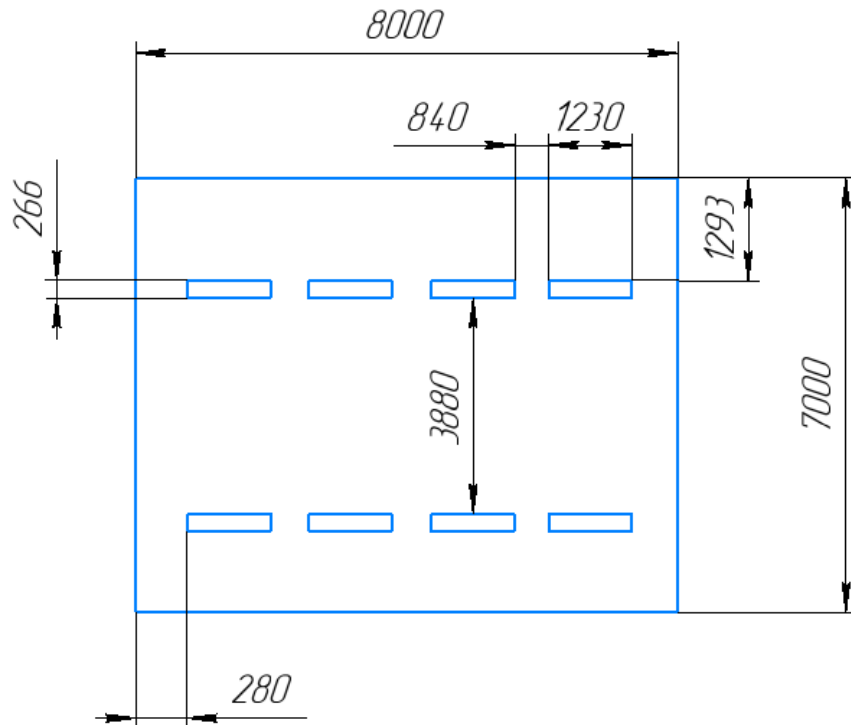


Рисунок 11 – План размещения светильников в кабинете

12.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Биологическое действие электромагнитного излучения зависит от длины волны, напряженности поля, длительности и режима воздействия.

Основными источниками электромагнитного излучения во время разработки проекта был дисплей ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать [5]:

- в диапазоне частот 5 Гц... 2 кГц – 25 В/м
- в диапазоне частот 2 кГц...400 кГц – 2,5 В/м

Плотность магнитного потока не должна превышать:

- в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц – 250 нТл
- в диапазоне частот 2 кГц...400 кГц – 25 нТл

Электростатический потенциал экрана видеомонитора 500 В.

В ходе работы использовалась ПЭВМ типа MSI GL73 95DK со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В [5].

Так как при постоянном воздействии электромагнитного поля, возникают различного рода последствия для здоровья человека, предусмотрены предельно допустимые уровни облучения по ОСТ 54 30013-83 [8]:

- до 10 мкВт./см², время работы (8 часов);
- от 10 до 100 мкВт/см², время работы не более 2 часов;
- от 100 до 1000 мкВт/см², время работы не более 20 мин. при условии

использования защитных очков.

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

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

Средствами коллективной защиты:

1. защита временем;
2. защита расстоянием;
3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
4. экранирование источника (с заземлением);
5. защита рабочего места от излучения;

Средствами индивидуальной защиты:

1. Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

12.1.4 Превышение уровней шума

Шум является общебиологическим раздражителем и в некоторых условиях может оказывать влияние на системы организма человека. Шум на рабочем месте инженера-лаборанта возникает от работы: ПЭВМ, ламп дневного света, а также проникает снаружи.

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Основным источником шума в нашем кабинете являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и шум поступающий извне. Уровень шума варьируется от 40 до 45 дБА. Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА [9].

Шум от работы ПК можно понизить, используя малошумные вентиляторы охлаждения, либо водяное охлаждение системного блока

При значениях выше ПДУ необходимо предусмотреть СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

2. изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов, таких как: шамотный кирпич или микропористой резины);

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

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) можно использовать средства защиты органов слуха: беруши, наушники, антифоны.

12.2 Анализ выявленных опасных

12.2.1 Электробезопасность

Основными источниками электрической опасности на данном рабочем месте являются вычислительная техника и электрические сети.

Электробезопасность и допустимые нормы, и заземление регламентируются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), ГОСТ 12.1.038-82 и ГОСТ 12.1.030-81.

В данном кабинете температура помещения 23°C, влажность воздуха 60%, что не превышает ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ. В помещении бетонные полы, покрытые линолеумом, что не является проводником электрического тока. Персональный компьютер имеет надежную изоляцию токоведущих частей оборудования, отсутствуют соединения, которые могут вызывать искры. При работе в кабинете прикосновение с металлическими конструкциями, с приборами, не имеющего заземления или поврежденной изоляцией токоведущих частей, отсутствует, что подтверждает соблюдение и выполнение всех

требований ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ. Кабинет является помещением без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Безопасными значениями являются $U = 12 \div 36$ В, $I = 0,1$ А, $R_{\text{заземления}} = 4$ Ом.

При работе с ПК, с целью обеспечения электробезопасности пользователей компьютеров, должны выполняться следующие требования:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;
- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
- для аварийного отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общим рубильником;
- все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны производиться при отключенном электропитании.

Офисный кабинет относится к 1-му классу электробезопасности (помещение без повышенной опасности). Так, как данное помещение сухое, с нормальной температурой воздуха, имеет оборудование напряжением 220 В (до 1000 В). Безопасное значение тока $I < 0,1$ А, а значение напряжения $U < 12$ В.

Существуют следующие способы защиты от поражения электрическим током на данном рабочем месте:

- защитное заземление ($R < 4$ Ом);
- зануление;
- защитное отключение;
- электрическое разделение сетей разного напряжения;
- изоляция токоведущих частей;
- работник должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, боты, инструменты с изолирующими ручками, резиновый коврик, деревянная лестница, указатель напряжения).

Наиболее распространенными СИЗ при работе с электрооборудованием являются:

- Диэлектрические перчатки также относятся к основным видам СИЗ для работ при напряжении, не превышающем 1000 В.

- Штанги и клещи, изолирующие характеристики которых обеспечивают продолжительную защиту от высокого напряжения.

- Защитная диэлектрическая обувь (боты, галоши), которые позволяют избежать прохождение через тело токов, замыкающихся на землю.

Средства коллективной защиты:

- Заземление источников электрического тока;

- Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

12.2.2 Пожарная опасность

Пожаровзрывобезопасность характеризуется следующими причинами:

- возгорание на рабочем месте в связи с коротким замыканием;

- возгорание на рабочем месте в связи с неправильным обращением с огнем.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д [11].

В нашем случае помещение имеет категорию пожарной опасности В. Учитывая высокую стоимость электронного оборудования 1ба корпуса, а также категорию его пожарной опасности, здания корпуса и части здания другого назначения, в которых предусмотрено размещение ЭВМ, должны быть первой и второй степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85.

Помещение лаборатории по степени пожароопасности относится к классу В-4, так как в нем отсутствует выделение пыли и волокон во взвешенном состоянии.

Категория пожароопасности помещения – «В» (наличие горючих материалов – деревянные столы, стулья и др.). Помещение оснащено средствами пожаротушения в соответствии с нормами. На 100 м² пола имеется:

- углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.;
- ящик с песком на 0,5 м³ – 1 шт.;
- железные лопаты – 2 шт.
- огнетушитель порошковый - ОП-5 – 2 шт.;

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по технике безопасности.

Кабинет постоянно содержать в чистоте, каждый будний день моется пол, выбрасывается мусор и протирается пыль. Кабинет обеспечен средствами пожаротушения и сигнализацией о наличие продуктов горения в помещении кабинета. Компьютерное оборудование для работы в кабинете исправно. Пожарные гидранты, пожарный водопровод и средства пожаротушения исправны и находятся на своих штатных местах в состоянии готовности к работе.

В зимнее время гидранты утеплены, пожарный водопровод заизолирован и утеплен и не разморожен.

В кабинете приказом назначается лицо, отвечающее за соблюдение правил пожарной безопасности, за исправное состояние пожарного инвентаря и за применение первичных способов пожаротушения.

Краны противопожарного водопровода оборудованы брезентовыми шлангами с брандспойтами. Соединительные головки кранов и шлангов должны иметь резиновые прокладки. Скрученные прорезиненные шланги и брандспойты хранятся в опломбированных шкафчиках, размещенных вблизи кранов.

Ящики и щиты, где хранится противопожарный инвентарь, ручки лопат и пожарных топоров, окрашены в красный цвет, а металлические части периодически смазываются и очищаются для предотвращения коррозии.

Здание построено из кирпича, который относится к трудносгораемым материалам. В помещениях корпуса находятся все необходимые факторы для начала пожара: горючие вещества, окислитель и источники зажигания.

Горючими компонентами помещения 16а корпуса являются: строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, перфокарты и перфоленты, изоляция кабелей.

Пожар по причинам возникновения бывает электрического и неэлектрического характера. Рассмотрим причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- халатное или неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы);
- использование открытого огня в различных целях

Причины возникновения пожара электрического характера:

- короткое замыкание;
- перегрузки по току;
- искрение и электрические дуги;
- статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии необходимо использовать первичные средства пожаротушения, применить их следует желательно ещё до приезда пожарной команды, если это позволяет ситуация.

К первичным средствам пожаротушения в корпусе 16а относятся:

- Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10), используются для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии.
- Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В.
- Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

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

Помещение инженера-лаборанта соответствует нормам пожарной безопасности, т.к. имеет охранно-пожарную сигнализацию, план эвакуации (Рисунок 12), порошковый огнетушитель с поверенным клеймом, таблички с указанием направления движения в сторону эвакуационного выхода.



Рисунок 12 – План эвакуации из кабинета 113, где проводились исследования.

Для снижения вероятности возникновения пожара необходимо оборудовать:

1. Специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-85;

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

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

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

12.3 Экологическая безопасность

Компьютеры, которые использовались для написания магистерской диссертации, к сожалению, содержат токсичные вещества и представляют угрозу для человека и для окружающей среды. Поэтому следует рассмотреть конкретно эти вещества и их влияние на человека:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Ввиду вышеперечисленных негативных для здоровья эффектов этих веществ, необходима комплексная утилизация компьютеров. Производить эту утилизацию следует в такой последовательности:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- разделить металлические части на чермет и цветмет;
- копир-порошок упаковать в отдельную упаковку, точно также, как и все проклассифицированные и измельченные компоненты оргтехники, и после сбора отправить предприятиям и фирмам, специализирующимся по переработке отдельных видов материалов.

- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специально переработке;

Все виды отходов, передающихся на переработку, должны быть разложены и скоплены предприятием до размеров, которые рационально

транспортировать, а после переданы либо перерабатывающим предприятиям, либо строительным компаниям.

Поэтому еще до покупки компьютеров в рабочий кабинет, необходимо знать правила утилизации старых моделей, а также выяснить эко-стандарт «свежей» техники на возможность дальнейшей утилизации.

Кроме того, утилизация помимо заботы о природе путём безотходного производства (вторичной переработки пластика и металлов) для предприятия также несёт строгую необходимость. За возможное нарушение ст. 19.14. КоАП РФ о несоблюдении правил учета движения драгоценных металлов, да и несанкционированный вывоз техники и оборудования на «свалку» тоже грозит штрафом.

12.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство расположено в городе Томске с континентально-циклоническим климатом, потому такие природные явления как: землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д., в данном городе отсутствуют.

Наиболее вероятными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Рассмотрим подробнее эти виды ЧС и противодействие им.

Для Томска, как и для Сибири в целом зимнее время сопровождаются морозы. Достижение критически низких температур может привести к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям. Чтобы обезопасить себя от негативных последствий следует:

- Иметь калориферы на газе с катализатором (на случай переморозки труб). Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.
- В здании должен храниться запас воды в 30 литров на одного сотрудника.

- В случае отсутствия электроэнергии должны быть предусмотрены генераторы энергии (на дизеле), а также генераторы, способные поддерживать стабильное питание сварочного оборудования.

- В гаражном парке должны находиться теплые автобусы и микроавтобусы. Также для перевозки людей в удаленные районы нужно предусмотреть менее габаритные автомобили, способные работать в сильные морозы.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, ввиду сложной политической ситуации возникают все чаще, и хоть большинство таких угроз оказываются ложными, но порой случаются серьезные взрывы или иные повреждения средств производства.

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

Для недопущения несанкционированного проникновения на рабочее место на предприятии применяется система контроля и управления доступом, каждый сотрудник имеет ключ – карту для прохода через пропускной пункт. На лицевой стороне карты размещается фотография и ФИО сотрудника, на задней стороне ключ – карты – номер пропуска. Пропускные пункты расположены на входе и внутри предприятия, контроль осуществляется, в том числе визуально на соответствие фотографии, что практически исключает несанкционированный доступ.

Заключение

Безаварийная работа и удлинение срока службы магистральных нефтепроводов в основном зависят от своевременно и качественно проведенного капитального ремонта. В ходе работы был проанализирован капитальный ремонт магистрального газопровода на объекте ПАО «Газпром». Проведение капитального ремонта на данном участке обусловлено наличием большого количества опасных и потенциально опасных дефектов (потеря металла, вмятины, дефекты сварного шва). Было установлено, что на данном участке трубопровода необходимо произвести капитальный ремонт, заключающийся в полном восстановлении линейной части данного участка, то есть ремонт с заменой труб путем укладки в совмещенную траншею вновь прокладываемого участка трубопровода рядом с заменяемым с последующим демонтажем последнего. Данный выбор обусловлен тем, что капитальный ремонт с заменой изоляционного покрытия не позволит устранить все дефекты, и в будущем неполадки на данном участке будут возникать вновь. Выборочный ремонт производится как правило на коротких участках магистральных трубопроводов. По произведенному анализу сделан вывод, что ручная дуговая электродами с основным типом покрытия – является эффективным методом для сварки магистральных газопроводов и способна занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижении и учете внешних и внутренних факторов, может составить существенную конкуренцию имеющимся методам сварки разнородных сталей.

В результате разработки технологии ручной дуговой сварки электродами с основным видом покрытия, были получены ответы по правовым и организационным, производственным, экологическим вопросам безопасности, а также вопросам безопасности в ЧС. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, приведенными в этой научно-исследовательской работе. Так же в ходе исследования было выявлено, что:

1. Исследуемое помещение соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ.
2. Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам.
3. Шум на рабочем месте соответствует стандартным нормам.
4. Техпроцесс не приводит к вредным и опасным воздействиям на экологию и здоровье людей.

Однако до начала производства по данным режимам обязательна их проверка на практике и соответствующая корректировка, особенно вследствие того, что часть расчётов проводилась по приближённым данным, часть по рекомендациям литературы, которая в свою очередь нередко встречаются противоречивые данные.

При соблюдении разработанной технологии сварки ожидается получение сварного соединения, отвечающего своему назначению.

Список используемых источников

1. ГОСТ 12.1.050-86 ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах (с Изменением №1).
2. ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ Организация обучения рабочих безопасности труда. Общие положения.
3. ГОСТ 12. 2. 003 – 91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12. 4. 125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
5. ГОСТ 12. 1. 003 – 83 (1999) ССБТ Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
6. ГОСТ 12. 1. 030 - 81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
7. ГОСТ 12. 1. 038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
8. ГОСТ 17. 4. 3. 04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
9. ГОСТ 17. 1. 3. 06-82 Охрана природы, Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
10. ГОСТ 17. 1. 3. 05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
11. ГОСТ 17. 1. 3. 13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
12. ГОСТ 17. 2. 1. 03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
13. ГОСТ 12. 1.004 – 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
14. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.

16. ГОСТ 14782-86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Ультразвуковой метод.
17. СНиП III-42-80* «Магистральные трубопроводы».
18. СНиП 2.05.06-85* Магистральные трубопроводы.
19. СНиП II-12-77. Защита от шума.
20. СНиП 23-01-99* Строительная климатология.
21. СНиП 23-03-2003 Защита от шума.
22. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. «Общие требования».
23. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. «Строительное производство».
24. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
25. СН 452-73 «Нормы отвода земель для строительства магистральных трубопроводов».
26. СП 104-34-96 «Производство земляных работ».
27. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
28. СП 106-34-96 «Укладка магистральных газопроводов из труб, изолированных в заводских условиях».
29. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
30. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
31. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
32. РД 558-97 Руководящий документ по технологии сварки труб при производстве ремонтно-восстановительных работ на газопроводах.

33. РД 51-00158623-09-95 Технологии производства работ на газопроводах врезкой под давлением, включая огневые работы.

34. Р 2.2.2006 – 05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

35. ОСП-72/87. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

36. ВСН 51-1-80 Инструкция по производству строительных работ в охранных зонах магистральных трубопроводов Министерства газовой промышленности.

37. ВСН 159-83 - Инструкция по безопасному ведению работ в охранных зонах действующих коммуникаций.

38. ВСН 011-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание.

39. СТО Газпром 2-2.3-231-2008 «Правила производства работ при капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром».

40. СТО Газпром 2-2.2-136-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов.

41. СТО Газпром 2-2.4-083-2006 Инструкция по неразрушающим методам контроля сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов.

42. СТО 14-2005 ОАО «Газпром» Типовая инструкция по безопасному проведению огневых работ на газовых объектах ОАО «Газпром».

43. СТО Газпром 2-3.5-354-2009 Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО «Газпром». Порядок проведения испытаний магистральных газопроводов в различных природно-климатических условиях.

44. Технические требования к сварке и неразрушающему контролю качества сварных соединений при строительстве МГ «Сила Сибири», в том числе при пересечении зон активных тектонических разломов.

45. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
– М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003

46. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12 апреля 2011 г. N 302н "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда"

47. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации

48. МДС 81-33.2004. Методическими указаниями по определению величины накладных расходов в строительстве

49. МДС 81-25.2001. Методическими указаниями по определению сметной прибыли в строительстве

Приложение А
(обязательное)

**Technology of overhaul of the main gas pipeline of steel strength class K65 in
conditions of low climatic temperatures**

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ01	Моллер Даниил Алексеевич		

Консультант школы отделения (ОЭИ)

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

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Устюжанина А.Н.	к.ф.н.		

1. Overhauls of gas pipelines

When quite serious failures occur that threaten the safe operation of the entire system, a thorough repair of the gas pipeline is necessary. During overhaul, damaged sections of the gas pipeline are completely replaced, fittings are repaired or replaced, broken insulation systems are repaired or replaced, wells are repaired, guarded, and so on. Repairs. More often than not, cast iron gas pipelines that become unusable during a major repair are turned into modern steel pipelines. After repairs are completed, the gas pipeline must be tested for strength and density at air pressure in accordance with the standards set forth in the "Safety Rules for the Gas Industry."

Overhaul of the overhaul gas pipeline is a complex repair and construction project to restore the design characteristics of the linear part of the operating gas pipeline in a planned manner on the basis of specially developed design and estimate documentation. Therefore, the overhaul of an operating gas pipeline should be considered as a process of restoring a fixed asset in order to ensure the useful life of the gas pipeline.

First of all, it seems necessary to analyze the solutions relating to the works of different technical aggregates in the light of the currently recognized basic sets. The first set: trenching, opening of the pipeline, removal of the worn insulation, application of new insulation, laying and backfilling of the pipeline. Second set: trench excavation, trenching, old insulation removal, pipe wall renewal, new insulation, pipe laying and backfill. Third set: trenching, cutting out a gas pipeline section, cutting in a new section with a coil, laying and backfilling a gas pipeline section (it is advisable to use factory-insulated pipes, with subsequent insulation of welded joints in the field).

The general analysis of the given technological sets allows choosing the third set of the complex of actions for the given theme of the dissertation, as under the conditions it is required to replace completely a section of the main gas pipeline within the limits of the crane unit, in connection with unsatisfactory

results of the in-line diagnostics, according to which the complete replacement of the worn-out pipes follows.

The most common overhaul schemes for main gas pipelines:

Scheme one

The gas pipeline is stripped at a length of 100 m to 2-3 km, cut from the string in the trench, lifted by pipelayers or cranes, lifted to the edge of the trench and simultaneously laid on the bed at a distance of at least 1,5-2,0 m from the edge of the trench. Insulation works on the removal and application of new insulation is performed by mechanized method. After the complex of works on restoring the pipe wall and applying the insulation, the pipeline is laid back on the prepared trench by cranes or pipelayers and is backfilled by excavators.

Scheme two

The gas pipeline is opened at a short distance of 500 - 800 m, the pipeline is elevated in the trench by cranes or pipelayers to a height of 1.0-1.5 m and laid back on the special platforms put under the pipeline with a height of at least 0.4-0.5 m. After the repair, the gas pipeline section is lifted again, the scaffolding is removed, and the pipeline is lowered to the bottom of the trench and backfilled

Scheme three

The gas pipeline section with the length of 800-1000 km is opened, the gas pipeline is not cut out of the string and is lifted by cranes or pipelayers, lowered on the prepared laying on the berm at a distance of 1,5-2,0 m from the edge of the trench. After removing the old gas pipeline insulation, restoring the pipeline wall, if required, and applying a new insulation coating, the pipeline is lowered back into the prepared trench and backfilled.

Under the terms of the thesis topic, it is required to replace a small section of the main gas pipeline, namely, a crane junction. For this type of work, the first scheme of overhaul will be used, in order to ensure the quality of special welded joints (lap, different thicknesses, connections of pipes of different strength classes).

1.1 Methods for repairing defects in gas pipelines

The purpose of overhauls of main gas pipelines is to bring their technical characteristics into compliance with the standard (design) values, increase reliability and safety of their further operation.

The most frequently used methods for repairing main gas pipelines can be divided into the following main groups:

- overhaul with suspension of the gas pipeline and replacement of worn-out pipes with new ones in factory insulation or re-insulation of pipes;
- tapping coils and replacing individual sections of the gas pipeline;
- emergency repair with the installation of temporary patches and clamps;
- installation of steel couplings on top of the main gas pipeline;
- Selection of defects in welds and surface defects in pipes by controlled grinding, pipe-cutting machine and air-plasma gouging followed by welding the selected area.

The purpose of the master's thesis is to develop welding technology for the overhaul of the categorical crane unit, so for this type of work will be used overhaul with a shutdown of the gas pipeline and the replacement of old pipes with new ones in factory-insulation.

Work on the overhaul of the gas pipeline performed by the method of continuous re-insulation of old suitable pipes and with the replacement of the existing pipe with a new one in the factory insulation.

The main work on this method is carried out in the following technological order:

A) Preparatory work

- Geodetic work;
- Clearing the construction right-of-way from the forest floor;
- The layout of the construction strip;
- Arrangement of mounting pads;

- Organization of temporary crossings over underground utilities;
- Ensuring the delivery of materials and structures;
- Organization of loading and unloading work and transportation of pipes.

B) Basic work

- Earthworks;
- Comprehensive diagnostics of the existing gas pipeline;
- Identification (inspection) of pipes;
- Work on the dismantling of the gas pipeline;
- Welding and installation work;
- Insulation work;
- Work on the laying of the gas pipeline;
- Ballasting;
- Testing of the pipeline for strength and tightness;
- Works on ECH;
- Reclamation of the overhaul site;
- Acceptance and commissioning.

Welding is carried out according to the QCD, developed according to the certified welding technology, agreed in the prescribed manner, using welding equipment and materials that have passed certification.

5. The choice of welding method. Area of application

According to STO Gazprom 2-2.3-137-2007 repair and rehabilitation work is allowed to be carried out by manual or mechanized welding methods. In areas where the main gas pipeline is laid in places with permafrost soils, in areas with seismic activity over 8 points on the MSK-64 scale (for the selected area the point reaches 9) and low climatic temperatures, it is more reasonable to weld by manual arc welding with electrodes with the main type of coating (EP), in order to provide economic and practical benefits. According to special specifications,

other welding methods are carried out in a combination of manual, mechanized and automatic welding, which in conditions of overhauls is unprofitable.

According to Gazprom regulatory documents, manual arc welding with electrodes with the main type of coating is used for all seam layers of nonrotated circular butt joints of pipes with nominal diameter from 20 mm to 1420 mm and wall thickness from 3.0 mm to 38.0 mm, in small length sections (up to 1 km) or when it is impossible or economically or practically impractical to use automatic and mechanized welding methods. Manual arc welding is also used for welding special joints, which include overlaps, joints with different thicknesses of pipes, pipes with angle joints of direct incisions. Repair of welded joints is also performed by manual arc welding with coated electrodes.

Manual arc welding with coated electrodes is performed on all layers of the weld (root layer, underlayment layer, filling layer, and facing layer) with DC current of reverse polarity. If recommended by the manufacturers and approved in accordance with the established procedure, the root layer can be welded with DC current of direct polarity.

There are some requirements when performing manual arc welding with electrodes with a basic type of coating on the lift:

- 1) Root weld should be made with electrodes of 2.5 to 3.25 mm in diameter;
- 2) Welding the first filling weld on the third is carried out with electrodes of the same diameter as for the root weld;
- 3) Beginning with the third filling layer and subsequent ones are performed in two or more passes;
- 4) The number of passes of the facing weld depends on the thickness of the welded pipe walls. Technology development is carried out for the thickness of welded elements of 23.0 mm and 27.7 mm, so the facing layer must be welded two or three passes, and when welding a tee joint with a wall thickness of 6.0 mm the facing layer must be welded one or two passes.
- 5) The minimum number of weld layers depends on the wall thickness of the welded joints and is recorded during the production certification of the

welding procedure and reflected in the operating flow charts. The number of weld layers for the nominal wall thickness of welded elements 23.0 mm and 27.7 mm should be in accordance with the operating procedure cards, but not less than 6, and when welding a tee joint with a wall thickness of the branch 6.0 mm the number of layers must be 2;

6) When welding, the amplitude of transverse oscillations of the electrode should not exceed three diameters of the electrode rod.

When carrying out manual arc welding with electrodes with a basic type of coating, welding equipment and welding materials according to the conditions given in clauses meeting the special requirements and operating conditions given in section 4.1 - 4.3 must be used, and the personnel must be certified and admitted according to clause 4.4.

When performing manual arc welding with electrodes with main type of coating, the processes of preparation, assembly, preheating and accompanying heating and the welding process itself are regulated by PJSC Gazprom regulatory documents and operating flow charts, agreed and signed in the prescribed manner.

7. Assembly and welding requirements

7.1 Welding ring joints

Preparation, assembly, welding of joints of pipes, pipes should be performed in accordance with the requirements of operational and technological maps of the assembly and welding, developed by the certified welding technologies, approved in the prescribed manner, by the responsible welding production specialist of the IV level of professional training in accordance and approved by the organization performing welding work.

External surface defects of mechanical origin (risks, erosions, scratches) of pipe ends, size of which exceed the maximum allowable under special TU, GOST, shall be removed mechanically by grinding machines, the surface roughness after grinding shall

not exceed Rz40, wall thickness of pipe ends, after machining shall not go beyond the minus tolerances.

It is allowed to repair the welded edges of pipes with flaws up to 5.0 mm in depth by welding with subsequent mechanical deburring of defect correction places until the required angle of bevel and bluntness of the edge is restored. The repair is to be executed with obligatory preliminary heating of defective area to $+100+30$ °C for pipes with wall thickness up to 27.0 mm inclusive using electrodes with main type of coating with diameter from 2.5 to 3.25 mm, at that electrode type shall correspond to basic metal strength grade of the pipe.

Pipe ends with smooth indentations up to 3.5 % inclusive depth should be removed. The pipe ends with smooth dents up to 3 % inclusively from the nominal diameter, as well as ovality within the values specified by special TU, GOST, should be removed by hammerless hydraulic unscrewing devices (calibrators) with obligatory local heating regardless of ambient temperature to the temperature from $+150$ °C to $+200$ °C for steel pipes of strength class s. K54. Straightening of pipe ends with percussion tools is not allowed.

After straightening the smooth dents, in order to identify possible delaminations,

it is necessary to perform ultrasonic inspection of the pipe surface in the boundaries exceeding the size of the dents by at least 40 mm.

Pipe ends with risks, burrs, scratches deeper than the minus tolerance for wall thickness, bottom holes deeper than 5.0 mm, external defects (risks, burrs, scratches) deeper than 5.0 % of the nominal wall thickness, smooth dents deeper than 3.5 % of the nominal diameter, and any dents, shall not be repaired and shall be cut off.

After cutting out the defective pipe section with damages and in all cases of pipe cutting in order to detect possible delaminations the whole perimeter of the pipe section shall be ultrasonically checked at least 40 mm from the cut end. If there are delaminations, the pipe end shall be cut off at least 300 mm and the ultrasonic test shall be repeated in the same manner.

It is allowed to cut pipes, including for special welded joints (overlaps, etc.) using mechanized orbital gas or air plasma cutting equipment. It is allowed to cut pipes with mechanized orbital gas or air plasma cutting equipment followed by mechanical processing of cut pipe ends with edge preparation machine or grinders to the required cut, in this case, if pipe ends are processed with edge preparation machine, metal of cut ends should be pregrinded by grinding machines to a depth of 0.5 to 1.0 mm, and internal reinforcement of factory seam should be grinded "flush" with internal surface of pipe.

After machining, the pipe ends must be protected from mechanical damage by pipe shells, as well as to prevent moisture, snow, etc. from getting inside the pipes, their ends must be closed with inventory plugs.

It is allowed to perform boring from the inside of the pipe ("gutting") by grinders. After gutting, check that the minimum actual wall thickness in the area of the welded ends complies with the tolerances specified in the specifications.

Geometric parameters of pipe ends with factory cut edges or machined should comply with the requirements of Gazprom regulatory documents and assembly and welding operational and technological charts.

Control the dimensions of the preparation of the edges of the pipes for welding should be carried out by universal gauges type UshS.

The internal cavity of pipes should be cleaned of trapped soil, snow and other contaminants before assembly. When cleaning the inner cavity of pipes with internal smooth coating, its integrity must not be compromised.

Welded edges and adjacent internal and external surfaces of the elements to be welded must be mechanically roughened with a grinder to a width of at least 15 mm.

Strengthening of factory seams on the outside of the pipe should be removed mechanically (grinding) to a residual value of 0.5 to 1.0 mm at a distance of 10 to 15 mm from the end of the pipe.

It is reasonable to assemble all joints of 1420 mm diameter pipes during repair-restoration works by manual arc welding with coated electrodes on external aligners (multi-linked with manual or hydraulic-mechanical drive).

Assembly of lap joints of pipes, straight inserts (coils), joints of pipes with spigots, pipes with SRT, ZRA, as well as in cases when the use of internal centralizers is impractical or technically impossible (for example, work on slopes), joint assembly should be performed using special external centralizers (multi-link ones with manual or hydro-mechanical drive, special centralizers-correctors).

The aligners must not leave any inadmissible defects, contamination (oil stains, etc.) on the inner or outer surface of the welded elements (marks, scratches, etc.).

For electric-welded pipes with diameter 1420, edge offsets are allowed when assembling butt joints, in this case:

- the external offset of the butted edges with a nominal wall thickness of 10.0 mm or more shall not exceed 20% of the wall thickness, but no more than 3.0 mm;

Measuring the magnitude of edge displacement during assembly should be carried out universal gauges type UShS on the outer surfaces.

When assembling pipes, SDR and ZRA with a diameter of 1420 mm, it is recommended to place the factory seams in the upper half of the perimeter, with a distance of at least 100 mm relative to each other.

In cases where it is technically impossible to displace the factory seams when assembling special connections, the distance between adjacent factory seams is recommended to agree with the technical supervision of the Customer.

It is not allowed to use a percussion tool during assembly of joints of pipes, pipes with with the use of aligners to set the necessary assembly parameters (gap, edge displacement).

The tacking should be located at a distance of at least 100 mm from the factory seams of the welded elements. The start and end sections of each tack should be machined with a grinder to ensure a smooth transition when welding the first (root) layer of the weld.

Prior to welding (including tacking), preheating of the edges to be welded and the adjacent sections of the pipes shall be carried out in accordance with the requirements given in paragraph 9.

When welding the root layer of the weld of joints, the assembly of which is performed on the external link centering device, it is not allowed to release the tightening mechanisms of the centering device until at least 60% of the root layer of the weld, and the sections of the root layer of the weld should be evenly distributed along the perimeter of the weld, the beginning and end of each section should be machined with a grinder and have a smooth transition for welding the remaining part of the root layer of the weld. If special external aligners are used that allow the full perimeter of the root layer of the weld to be welded, the root layer of the weld shall be made on the full perimeter.

Laying (lowering) a pipe or a pipe section on inventory supports (platforms), wooden planks, bags with sand or other filler should be performed after the root layer of the weld is welded by manual arc welding with electrodes with a basic type of coating:

The distance between the bottom forming pipe and the ground after laying (lowering) the pipe or pipe section on the inventory supports (scaffolding), wooden bars, bags with sand or other filler must be not less than 450 mm.

It is not allowed to lift and lower pipes, pipe sections, as well as any kind of work associated with the possible movement of the pipeline before the full completion of welding of lap welded joints, pipe joints with repair welded joints.

The arc should only be ignited from the surface of the welded elements. Do not ignite the arc on the surface of the pipe metal/

Welded joints of pipes DN (Dy) 1000 or more must be grinded with a grinder with a disk wire brush from inside the pipe for visual and measuring control.

Different-thickness welded joints of pipes, pipes with diameter DN (Dy) 1000 and more must be underwelded from the inside along the entire perimeter of the welded joint.

Welded joints of pipes of the same wall thickness DN (Dy) 1000 and more made of steels of strength class K55 and higher, in case of making the root layer of the weld with electrodes with main type of coating, must be underwelded from the inside on the bottom quarter of the weld perimeter.

Welded joints of pipes with the same wall thickness DN (Dy) 1000 and more in places of visible defects of the root layer of the weld: edge displacement more than 2.0 mm, non-welding, not welded, undercuts, etc. must be welded from the inside.

Welding from the inside of the root layer of the weld must be performed before welding of the filling layers of the weld (hot pass, 1st filling layer).

Welding from the inside of the root layer of the weld should be carried out on the lift with electrodes with the main type of coating with direct current of reverse polarity.

The number of welders of manual arc welding, simultaneously performing welding joints of pipes, DN 1400 - at least 4 welders.

The start and end points of each weld layer must be at least a distance from the factory welded seams of the pipes;

- 100 mm for welded joints DN (Dy) 800 and more;

The start and end points of each subsequent layer of the weld should be offset with respect to the start and end points of the previous layer of the weld, with the start point of the weld should be shifted by at least 30 mm, the end point of the weld should be shifted by at least 40 mm. In multipass (multi-roll) welding, the start and end points of adjacent passes (rolls) should be offset from each other by a distance of at least 30 mm.

In the process of welding, the quality of the weld layers shall be inspected for defects on a line-by-line basis. Visible defects in the welds shall be eliminated in a timely manner. Operational external inspection shall be carried out by the immediate supervisor of the welding works (foreman, foreman) who is a specialist of welding production not below the II-nd level of professional training in accordance

During the welding process, the surface of all weld layers should be inspected externally to detect external defects. The detected defects (except for cracks) must be removed by grinding with an abrasive wheel and re-welded before nondestructive testing. Defect selection and re-welding shall be carried out after agreement with the direct welding supervisor (foreman, foreman). If cracks are detected, welding must be

suspended until the causes of their occurrence are clarified and appropriate measures are taken to prevent their occurrence in the future.

During welding, each layer of the weld and welded edges, as well as after welding the facing layer and adjacent pipe surfaces at a distance of at least 10 mm should be cleaned of slag and spatter of the welded metal by grinding machines.

Special welded joints of laps, straight inserts (coils), pipes with different thicknesses repair welded joints should be placed at least 100 m beyond the boundaries of active tectonic fracture crossings and be performed in one cycle without interruptions until the work is completed. For pipe butt joints in case of technical reasons for temporary interruption of work, the following requirements shall be met:

At the end of welding at temperatures below +5 ° C and / or in the presence of precipitation, welded joints should be covered with a moisture-proof heat insulating belt until it cools down completely. In the vicinity of the made weld in indelible paint should be applied number of the welded joint, the kilometrage, date of welding, brands of welders (operators) or welding team (operators).

Special welded joints (lap joints, straight inserts (coils), joints with different thicknesses, pipe joints with repair of circular butt and angle welded joints of pipes, pipes shall be performed in accordance with requirements 10.

The connection of the return cable to the pipes to be welded should be made with special devices that ensure reliable contact with the metal of the pip and exclude the formation of sparks on the pipe body during welding. The design of the devices should ensure that the current supply is mainly to the pipe edge partition. It is not allowed to weld any mounting elements of the return cable to the pipe body.

After welding is complete, inspect the surface of the cladding layer of the weld. The detected external defects of the weld (craters, pores, undercuts, etc.) should be eliminated according to the welding modes of the weld facing layer before the nondestructive inspection of the welded joint. Segments of the weld facing layer with reinforcement exceeding the regulated values shall be machined (by a grinder).

For preliminary, concomitant (interlayer) heating of the edges of welded joints with a diameter of 1420 and a wall thickness of more than 22.0 mm at any ambient temperature, induction heating installations should be used.

The choice of equipment for preliminary and concomitant (interlayer) heating is carried out by welding manufacturers. The equipment must provide uniform preheating of the joints to be welded along the wall thickness and perimeter in a zone with a width of at least 150 mm (i.e. at least 75 mm on each side of the edges to be welded), and, if necessary, heating during the tacking process and interlaminar heating during the welding process.

When heating with induction heating installations, radiative heating by the method of electrical resistance, heating with the use of electric heaters of combined action in cases of power supply interruption or failure of heating installations, it is allowed to perform heating with gas-flame heating devices (annular gas heaters, single-tribe burners, etc.) until the energy supply is resumed or replacement of failed equipment, but no more than until the end of the work shift or the complete completion of the weld.

The process of heating the edges of the joints to be welded using induction heating, radiative heating by the method of electrical resistance and heating using electric heaters of combined action should be controlled in automatic mode, while heating temperature control should be carried out in places evenly spaced around the perimeter, using thermocouples and recording the heating temperature on the diagram automatic registering potentiometer. One of these thermocouples must be regulating and installed at the zenith of the gas pipeline. The thermocouple attachment points should be located at a distance of no more than 25 mm from the edge of the proposed weld outside the welding arc zone.

The number of heating temperature control points is recommended to be determined by the number of tacks.

In the event that the temperature of the edges of the elements to be welded during the assembly and welding process drops below the values regulated by the QCD, it is necessary to preheat to the regulated preheating temperature.

Приложение Б
(обязательное)

Комплект технологической документации

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																ФЮРА.02190.00111	22		
																ФЮРА	ФЮРА.60190.006		
А	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,об.единицы или материала						Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,раск.		
РС1	ПС	НП	DC	lc	lz	Пл	U	I	Vc	Vп	qoz	qdz	qk	Tи	Tп				
Т61	Ушс-3, молоток, зубило, щётка, контактный термометр ТК-5, термопенал																		
62	4. Зачистить швы от шлака и бызрг металла																		
Т63	Молоток, зубило, щётка, УШМ																		
К/М64	Электроды покрытые Pipeweld 8018, Ø3,2мм						ГОСТ 9466-75												
065	5. Выполнить сварку заполняющих слоев согласно карте эскизов ФЮРА.20190.009. Заполняющие слои шва начиная с 3-го и облицовочный																		
66	слой шва выполняются в 2 прохода. Перекрытие смежных валиков должно быть в соотношении 1/3. Осуществлять послойную зачистку																		
67	швов. В процессе сварки необходимо контролировать межслойную температуру. Осуществлять послойный визуальный осмотр сварного																		
68	соединения. Видимые дефекты швов должны своевременно устраняться.																		
69	Н	4				О	20-22 В	130-180 А											
70	В,Г	4				О	20-22 В	110-170 А											
Р71	П	4				О	20-22 В	110-150 А											
Т72	Ушс-3, молоток, зубило, щётка, контактный термометр ТК-5, термопенал																		
073	6. Зачистить швы от шлака и бызрг металла																		
Т74	Молоток, зубило, щётка																		
																		60	
OK Операционная карта																			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														ФЮРА.02190.00111	22				
														ФЮРА	ФЮРА.60190.008				
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа									
B	Код, наименование, оборудования								СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпа	Тшт.
K/M	Наименование детали, сб. единицы или материала								Обозначение, код										
	PC1	ПС	НП	DC	lc	lz	Pl	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qx	Tu	Tn			
A89	1	4	5	030	Сборка					СТО Газпром 2-2.2-136-2007									
B90	Наружный звеньевой центратор								3	11620	3	H	1	1					
91	Сварочный инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO								3	11620	4	H	1	1					
K/M92	Труба Ø1420x27,7 мм классом прочности K65								ТУ 1381-011-47966425-2008										
93	Днище ДШ Ø1420x27,7 мм классом прочности K65								ТУ 1469-012-04834179-2008										
94	Электроды покрытые Pipeweld 8018, Ø3,2мм								ГОСТ 9466-75										
O95	Собрать с помощью наружного центратора сварное соединение Труба-Деталь согласно карте эскизов ФЮРА.20190.016. Все процессы сборки и																		
96	режимы сварки прихваток аналогичны операции 020.																		
T97	Ушс-3, молоток, зубило, шётка, контактный термометр ТК-5, термопенал																		
A98	1	1	2	035	Сварка					СТО Газпром 2-2.2-136-2007									
B99	Сварочный инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO								3	11620	4	H	1	1					
K/M100	Труба Ø1420x27,7 мм классом прочности K65								ТУ 1381-011-47966425-2008										
101	Днище ДШ Ø1420x27,7 мм классом прочности K65								ТУ 1469-012-04834179-2008										
102	Электроды покрытые Pipeweld 8018, Ø3,2мм								ГОСТ 9466-75										
O103	Выполнить сварку разнотолщинного. Все процессы сварки аналогичны операции 025. Разнотолщинное соединение должно быть закончено																		
104	без длительных перерывов.																		
T105	Ушс-3, молоток, зубило, шётка, контактный термометр ТК-5, термопенал																		
OK																			60

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
													ФЮРА.02190.00111			22			
													ФЮРА			ФЮРА.60190.009			
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа									
B	Код,наименование,оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,об.единицы или материала								Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.раск.
РС1	ПС	НП	DC	lc	lz	Пл	U	I	Vc	Vп	qоз	qдз	qк	Тн	Тп				
A108	1	1	1	040	Разметка				СТО Газпром 2-2.3-137-2007										
B107	Газовая горелка								3	18466	3	Н	1	1					
к/м108	Труба Ø1420x27,7 мм классом прочности К65								ТУ 1381-011-47966425-2008										
O109	Выполнить разметку для прямой врезки согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0018																		
T110	Несмываемый маркер, линейка																		
A111	1	1	2	045	Резка				ГОСТ 9356-75 , СТО Газпром 2-2.3-137-2007										
B112	Газовая горелка								3	11618	4	Н	1	1					
к/м113	Труба Ø1420x27,7 мм классом прочности К65								ТУ 1381-011-47966425-2008										
O114	Вырезать отверстие под прямую врезку согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0018																		
T115	Баллоны с кислородом и пропаном, редукторы на баллоны																		
A118	01	03	03	050	Обработка кромок				СТО Газпром 2-2.2-136-2007										
B117	УШМ								3	18466	3	Н	1	1					
к/м118	Труба Ø1420x27,7 мм классом прочности К65								ТУ 1381-011-47966425-2008										
O119	После газоплазменной резки выполнить обработку кромок с помощью УШМ согласно карте эскизов ФЮРА.20190.019																		
T120	Шлифовальный круг, УШС-3, штангенциркуль																		
OK																			Операционная карта
																		60	

													ФЮРА.02190.00111		22		
													ФЮРА		ФЮРА.60190.010		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа						
Б	Код,наименование,оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,об.единицы или материала						Обозначение,код						ОПД	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lз	Пл	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Tи	Tп		
A121	1	4	5	055	Сборка						СТО Газпром 2-2.2-136-2007						
Б122	Уровень						3	11620	3	Н	1	1					
123	Сварочный инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO						3	11620	4	Н	1	1					
К/М124	Труба Ø1420х27,7 мм классом прочности K65						ТУ 1381-011-47966425-2008										
125	Труба Ø89х6,0 классом прочности K48						ТУ 14-3Р-137-2015										
126	Электроды покрытые ОК 53.70, Ø2,5мм						ГОСТ 9466-75										
O127	Собрать с помощью уровня и угольника соединение прямой врезки согласно карте эскизов ФЮРА.20190.019. Предварительный подогрев																
128	выбирается по толстостенному элементу и принимается равным 150 ⁺³⁰ °С. Сборку тройникового соединения «патрубок + труба»																
129	производить при помощи технологических прихваток в количестве не менее 2-х длиной по 20-30 мм каждая. Отклонение от																
130	перпендикулярности трубы ответвления (патрубка) к основной трубе должна быть не более 1,0°, смещение осей трубы ответвления																
25	и основной трубы должно быть не более 5 мм.Режим сварки - как для корневого слоя шва.																
131	Г	1				О	20-22 В	70-90 А									
T132	Ушс-3, капитальный отвес, ремонт, угольник, молоток, зубило, шётка, контактный термометр ТК-5, термопенал																
ОК																60	

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
															ФЮРА.02190.00111	22	
															ФЮРА	ФЮРА.60190.012	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа						
Б	Код, наименование, оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
КМ	Наименование детали, об. единицы или материала						Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
РС1	ПС	НП	ДС	лс	лз	Пл	U	I	Vс	Vn	qоз	qдз	qx	Tи	Tн		
147	расстояние не менее 30 мм. Производить послойную зачистку швов от шлака и брызг. Осуществлять послойный визуальный осмотр сварного																
148	соединения. Видимые дефекты швов должны своевременно устраняться. После окончания сварки, при температуре окружающего воздуха ниже																
149	+5°C и/или наличии осадков, сварное соединение следует накрыть термоизолирующим поясом до полного остывания.																
Р150	Н	1				О	20-22 В	90-110 А									
Т151	Ушс-3, молоток, зубило, щётка, контактный термометр ТК-5, термопепал																
А152	1	4	5	065	Сборка						СТО Газпром 2-2.2-136-2007						
Б153	Наружный звеньевой центратор						3	11620	3	Н	1	1					
154	Сварочный инвертор Lincoln Electric Invertec V350-PRO						3	11620	4	Н	1	1					
КМ155	Труба Ø1420x27,7 мм классом прочности К65						ТУ 1381-011-47966425-2008										
156	Труба Ø1420x23,0 мм классом прочности К65						ТУ 1381-011-47966425-2008										
157	Электроды покрытые Pipeweld 8018, Ø3,2мм						ГОСТ 9466-75										
О158	Выполнить последующую сборку сварных соединений в последовательности согласно карте эскизов ФЮРА.20190.020, ФЮРА.20190.021.																
159	Сборку выполнять согласно картам эскизов ФЮРА.20190.016 и ФЮРА.20190.017. Все процессы сборки и режимы сварки прихваток аналогичны операц																
Т160	Ушс-3, молоток, зубило, щётка, контактный термометр ТК-5, термопепал																
OK																	60

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА.02.190.186.1111

15

22

Разраб.	Моллер В. А.	25.03.2022
Проверил	Першина А. А.	25.03.2022

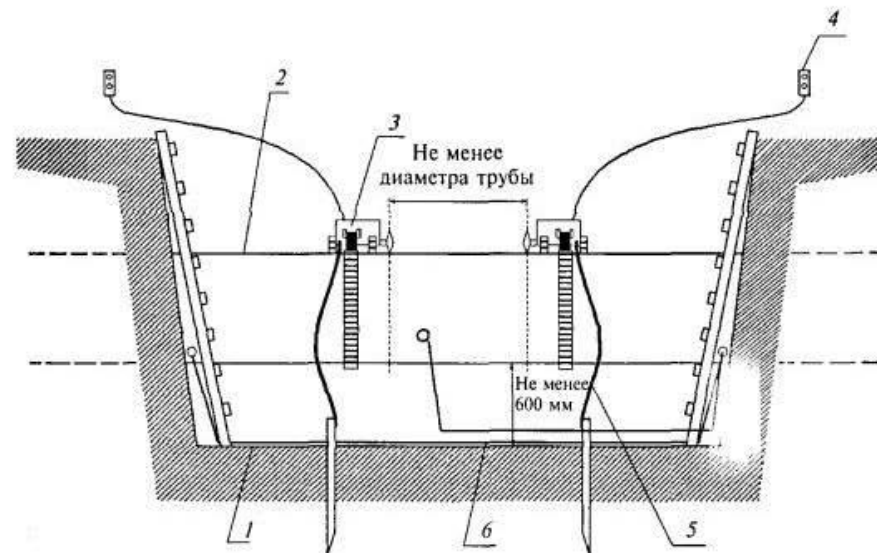
ТПУ

ФЮРА.20190.015

Н. контр.	Першина А. А.	25.03.2025
-----------	---------------	------------

Схема вырезки участка газопровода труборезами

У



1 – рабочий котлован; 2 – трубопровод; 3 – труборезы;
 4 – пульт управления труборезом; 5 – провода заземления машинок труборезов со штырями;
 6 – шунтирующая перемычка

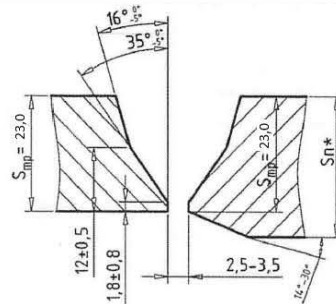
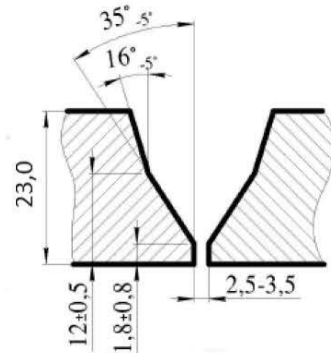
КЭ

20

Дудл.																			
Взам.																			
Подл.																			
													ФЮРА.02190.1B61111	17	22				
Разраб.	Моллер Д. А.		25.03.2022	ТПУ											ФЮРА.20190.017				
Проверил	Першина А. А.		25.03.2022																
													Сборка и сварка магистрального газопровода $\phi 14.20 \times 23,0$			У			
Н. контр.	Першина А. А.		25.03.2025																

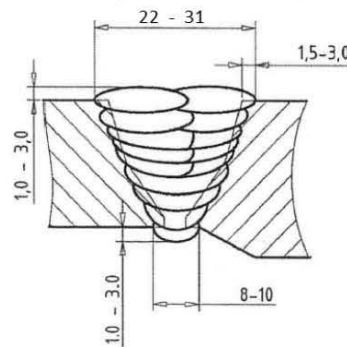
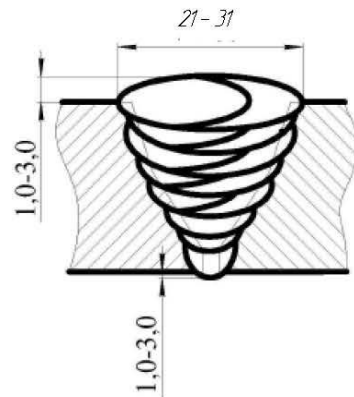
Сборка односторонних элементов

Сборка разносторонних элементов



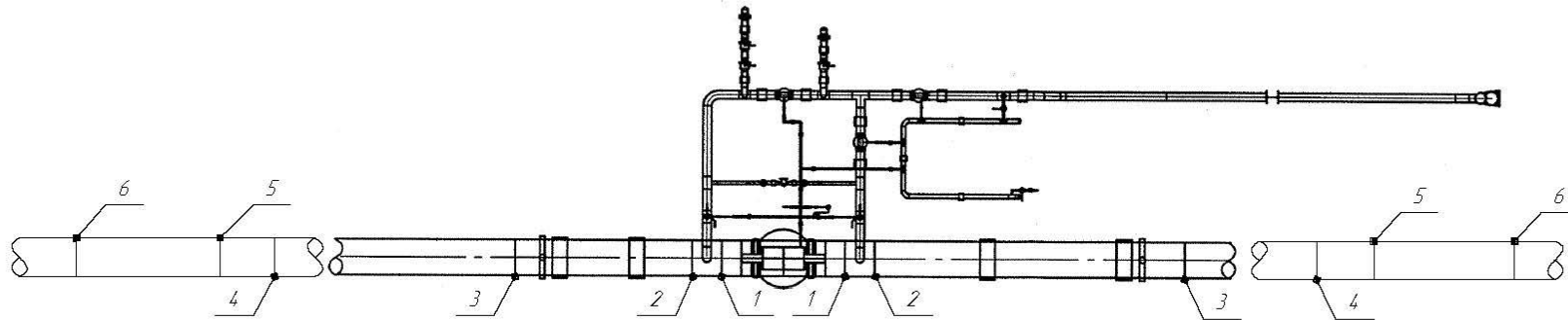
Сварка односторонних элементов

Сварка разносторонних элементов



1. Минимальное количество слоев шва – 8;
2. Сварку вести на подъём электродами с основным типом покрытия;
3. Минимальное количество сварщиков для сварки трубы диаметром 14,20 мм – два (рекомендуемое количество сварщиков – четыре);
4. Подварочный слой выполняется после горячего прохода при температуре меньше -30°C ;
5. Заполняющие слои шва начиная с 3-го и облицовочный слой шва выполняются в 2 прохода;
6. Перекрывание смежных валиков должно быть в соотношении 1/3;
7. Температура предварительного подогрева $+150^{\pm 30}\text{C}$;
8. При выполнении сварочных работ при температуре ниже -30°C , и более межслойная температура должна быть в интервале от $+100^{\circ}\text{C}$ до $+250^{\circ}\text{C}$;
9. Захлестное соединение выполняется без подварочного слоя.

Дубль													
Взам.													
Подл.													
										ФЮРА.02190.1В61111	21	22	
Разраб.	Моллер Д. А.		25.03.2022	ТПУ							ФЮРА.20190.021		
Проверил	Першина А. А.		25.03.2022										
Н контр.	Першина А. А.		25.03.2025	Последовательность сварки при ремонтно-восстановительных работах						У			



- 1 – Разнотолщинное соединение Катушка – Тройник
 2 – Разнотолщинное соединение Тройник – Труба
 3 – Однотолщинное соединение Труба – Труба
 4 – Разнотолщинное соединение Труба – Кольцо переходное
 5 – Разнотолщинное соединение Кольцо переходное – Труба
 6 – Захлестное однотолщинное соединение Труба – Труба

Дубль			
Взам.			
Лист			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА.02190.1В61111

22

22

Работ	Поклер Д. А.	25.01.2022
Проверил	Першина А. А.	25.01.2022
Н. контр.	Першина А. А.	25.01.2025

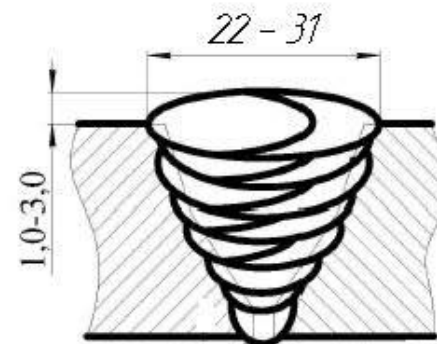
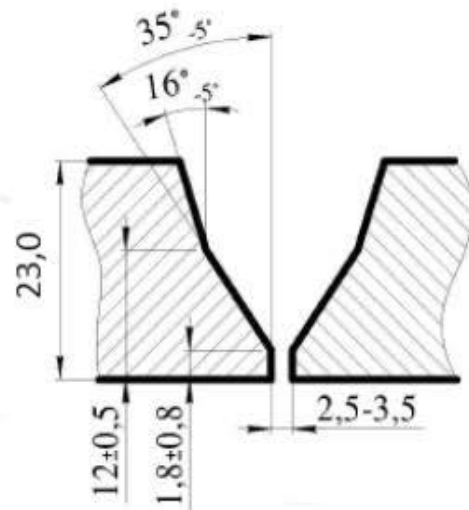
ТТУ

ФЮРА.20190.022

Сборка и сварка заклестного соединения $\Phi 1420 \times 23,0$

У

Сборка однотолщинных элементов Сварка однотолщинных элементов



1. Минимальное количество слоев шва – 8;
2. Сварку вести на подъём электродами с основным типом покрытия;
3. Минимальное количество сварщиков для сварки трубы диаметром 1420 мм – два (рекомендуемое количество сварщиков – четыре);
4. При заклестном соединении подварочный слой не выполняется;
5. Заполняющие слои шва начиная с 3-го и облицовочный слой шва выполняются в 2 прохода;
6. Перекрытие смежных валиков должно быть в соотношении 1/3;
7. Температура предварительного подогрева $+150^{\circ}\text{C}$;
8. При выполнении сварочных работ при температуре ниже -30°C и более межслойная температура должна быть в интервале от $+100^{\circ}\text{C}$ до $+250^{\circ}\text{C}$.

КЗ

20