

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Татаренко Александр Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Веровкин А.В.	Доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вазим А.А.	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	Доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ТХНГ	Рудаченко А.В.	Кандидат технических наук, доцент		

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

Институт природных ресурсов

Специальность: Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов
и газонефтехранилищ

Кафедра: Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Рудаченко А.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т01	Татаренко Александр Юрьевич

Тема работы:

Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода
Ду 1420 мм

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Изучение технологии капитального ремонта магистрального газопровода
---------------------------------	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ul style="list-style-type: none"> – расчистка трассы; – устройство лежневых дорог; – земляные работы; – анализ существующих методов сварки; – расчёт режимов сварки.
<p>Перечень графического материала</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Веровкин А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Татаренко Александр Юрьевич		

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 123 страниц, 16 рисунков, 34 таблиц, 31 источника.

Ключевые слова: трубопровод, технология, земляные работы, укладка, сварка, управляемый перенос металла.

Объектом исследования является капитальный ремонт неповоротных стыков трубопроводов 1420x16 с применением механизма переноса капли с помощью сил поверхностного натяжения.

Цель работы – разработать экономически обосновать процесс сварки в защитных газах с использованием технологии "Surface Tension Transfer" применительно к сварке неповоротных стыков трубопровода при капитальном ремонте магистрального газопровода Уренгой-Новопсков.

Достигнуты технико-эксплуатационные показатели: высокое качество сварного шва, повышение производительности, стабильность процесса сварки и работы оборудования.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 10, и графическом редакторе «КОМПАС - 3D V12.

Abstract

This thesis work consists of 123 pages, 16 figures, 34 tables, 31 sources.

Key words: pipeline, technology, excavation, laying, welding, pulse-controlled metal transfer.

The object of research is the assembly and welding in protective gas pipelines 1420x16 orbital joints using the mechanism of transport drops by surface tension forces.

The purpose of the work - to develop the economic rationale for the process of welding in protective gases using technology "Surface Tension Transfer" in relation to the orbital welding pipe during overhaul of main gas pipeline Urengoy-Novopskov.

Achieved the technical and operational performance: high quality of the weld, increased productivity and stability of the welding process and equipment operation.

Thesis work is done in a text editor, Microsoft Word 10, and a graphics editor COMPASS - 3D V12».

Содержание

	С.
Введение.....	7
1 Данные технического отчета по результатам пропуска диагностического комплекса "КРОТ-1400"	13
2 Приемка и входной контроль труб и сварочных материалов.....	16
3 Расчистка трассы.....	20
4 Устройство лежневых дорог	24
5 Земляные работы.....	30
5. 1 Рекультивация плодородного слоя.....	31
5. 2 Разработка траншеи при демонтаже.....	32
5. 3 Разработка траншеи под укладку трубопровода.....	34
5. 4 Засыпка траншеи	35
6 Характеристики сварной конструкции	38
6. 1 Описание сварной конструкции	38
6. 2 Оценка технологической свариваемости материала	41
7 Анализ существующих методов сварки	46
7. 1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами.....	46
7. 2 Сварка в среде защитных газов.....	48
7. 2. 1 Сварка в защитных газах плавящимся электродом.....	52
7. 2. 2 Технология дуговой сварки в углекислом газе.....	54
7. 3 Сварка в среде защитных газов с применением технологии STT	56
7. 3. 1 Оборудование для сварки STT	65
7. 3. 2 Сварка корневого шва неповоротных стыков труб.....	66
7. 3. 3 Техника сварки.....	67
7. 3. 4 Основные сварочные параметры.....	68
8 Расчёт режимов сварки	70
8. 1 Расчёт режимов сварки в углекислом газе	70
8. 2 Режимы сварки труб методом STT.....	73

9 Обоснование выбора основного сварочного оборудования	75
10 Технология изготовления сварной конструкции	79
10.1 Заготовительные операции	79
10.2 Подготовка деталей к сварке	79
10.3 Разработка технологии сварки	84
11 Технический контроль качества и исправление брака	86
11.1 Квалификация сварщиков	86
11.2 Операционный контроль	87
11.3 Визуальный контроль и обмер сварных соединений	88
11.4 Неразрушающий контроль	89
11.5 Ремонт сварных соединений	90
12 Организационно – экономическая часть	93
12.1 Нормирование технологического процесса	93
12.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	97
12.3 Экономическая оценка эффективности инвестиций	102
12.4 Расчёт внутренней нормы доходности	106
13 Социальная ответственность	110
13.1 Производственная санитария	110
13.2 Шумы и вибрация	111
13.3 Освещение	112
13.4 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция	113
13.5 Электробезопасность	115
13.6 Пожарная безопасность	116
13.7 Охрана окружающей среды	118
Заключение	121
Список использованных источников	122

Введение

Развитие экономики России невозможно без обеспечения отечественной промышленности природным газом и газовым конденсатом для производства нефтепродуктов и сырья для российской промышленности, без экспорта газонефтепродуктов для получения валюты и закупки зарубежного оборудования, материалов и технологий. Наиболее дешевым и высоконадежным видом транспорта газа являются магистральные газопроводы. С разработкой газовых месторождений Восточной Сибири и Крайнего Севера, началом освоения шельфа и морских месторождений происходит дальнейшее удаление мест переработки от районов добычи и рост затрат на транспортировку углеводородов. В этих условиях трубопроводный транспорт становится важнейшим элементом топливно-энергетического комплекса страны, обеспечивающим снижение издержек и повышение прибыльности добычи газа для нефтегазодобывающих компаний.

Для надежного снабжения народного хозяйства газом необходимо, чтобы средства транспорта и хранения соответствовали уровню добычи и переработки, экспортным потребностям и перспективам развития.

Россия располагает развитой трубопроводной инфраструктурой – это прежде всего газовые магистрали, а также нефтепроводы и нефтепродуктопроводы, суммарная протяженность которых составляет свыше 217 тыс. км. (в том числе газопроводов – 154 тыс. км.). На долю этого вида транспорта приходится более 30% общего грузооборота страны. По трубопроводным магистралям перемещается весь российский газ (а также объемы добываемые в странах СНГ), почти вся нефть и около половины производимых в России светлых нефтепродуктов (в основном, дизельное топливо, бензин, керосин).

Большая часть газа, производимая в России, приходится на «Газпром» – его доля в общем объеме добытого в прошлом году голубого топлива составила 86%.

К 2030 году «Газпром» планирует довести ежегодную добычу газа до 610-630 млрд. куб. м., а это требует масштабного развития и газотранспортной системы. Положение обязывает корпорацию нести ответственность за газоснабжение российских регионов.

Сегодня изношенность основных фондов российской газотранспортной системы составляет 56%. Средний возраст трубопроводов системы приближается к 24 годам, причем около 60% труб используется уже от 10 до 33 лет, 14% – еще более старые, а 32,7 тыс. км. газопроводов выработали установленный проектами срок службы.

При борьбе с возрастом «Газпром» реализует программу реконструкции Единой системы газоснабжения России, в рамках которой ежегодные инвестиции составляют не менее 60 млрд.руб. Все эти средства должны пойти на работы связанные с техническим перевооружением, реконструкцией и капитальным ремонтом объектов магистральных газопроводов системы, что обеспечит экологическую безопасность трубопроводного транспорта, надежное и бесперебойное снабжение всех потребителей газо-нефтепродуктами способствуя развитию экономики страны.

Дочернее общество ПАО «Газпром» ООО «Газпром трансгаз Югорск» является крупнейшим газотранспортным ПАО «Газпром» на балансе которого находится около 1500 км магистральных газопроводов, большая часть которых пролегает через сотни километров непроходимых болот в пойменной части реки Оби, через девять крупных и более сотни средних и мелких сибирских рек болотистых и обводненных местах, что негативно сказывается на несущей и эксплуатационной способности линейной части газопровода.

Большая часть газопроводов имеют срок службы, приближающийся к 30 годам. В то время широко применялись для строительства спиралешовные

трубы, эксплуатация которых впоследствии показала низкую несущую и эксплуатационную способность данных труб вследствие их лавинообразного разрушения в случае аварии; не всегда удавалось при вводе в эксплуатацию сразу же запускать линии электрохимзащиты; пленочная изоляция в агрессивных средах болот и солончаковых почв к 90-м годам в большинстве своем перестала выполнять защитную функцию от химической и биокоррозии; сжатые сроки строительства негативно сказались на качестве сварочно-монтажных и укладочных работ; контроль качества сварных соединений физическими методами был на уровне 25% от всего количества свариваемых стыков.

Запуски с середины 90-х годов 20 века внутритрубных инспекционных снарядов показали большое количество дефектов таких как:

- 1) дефекты геометрии трубы;
- 2) дефекты стенки трубы;
- 3) дефекты сварного шва;
- 4) комбинированные дефекты;
- 5) недопустимые конструктивные элементы.

В 1999 году руководство ООО «Газпром трансгаз Югорск» выделило основное направление на реконструкцию линейной части эксплуатируемых газопроводов, заключающееся в первоочередной замене спиралешовной трубы, капитальном ремонте переходов через автомобильные и железные дороги, переходов через болота, большие и малые реки.

1 Данные технического отчета по результатам пропуска диагностического комплекса "КРОТ-1400"

Специалистами филиала "Саратоворгдиагностика" с 15 апреля по 21 мая 2014 г. проведены работы по внутритрубной дефектоскопии МГ «Уренгой-Новопсков» 1420 мм на участке 617 - 647 км.

Обследование проводилось в соответствии с технологией, определяемой «Руководством по эксплуатации и обслуживанию диагностического комплекса «КРОТ-1400», «Инструкцией по внутритрубной инспекции трубопроводных систем» и «Инструкцией по пропуску ОУ», разработанной ООО "Газпром трансгаз Югорск".

На начальном этапе изучена исполнительная документация в объеме, предоставленном Заказчиком, осмотрены камеры запуска и приема ОУ и подъезды к ним, проверено наличие пусковых и приемных лотков.

В соответствии с техническими условиями, по согласованию с представителями Заказчика, определены места расстановки маркерных устройств.

С целью определения возможности прохождения снаряда-дефектоскопа, очистки внутренней полости трубы от загрязнений, отработки скорости движения снаряда-дефектоскопа 15 апреля 2014 г. был произведен запуск очистного скребка «СО-1400». Время в пути 3 часа 11 минут, средняя скорость движения 13,2 км/час.

С целью определения геометрических характеристик газопровода 16 апреля 2014 г. был произведен пропуск снаряда «Шаблон-Калибр». Время в пути 6 часов 24 минуты, средняя скорость движения 7,8 км/час.

С целью определения возможности прохождения снаряда-дефектоскопа, очистки внутренней полости трубы от загрязнений 21 апреля 2014 г. был произведен запуск снаряда-шаблона. Время в пути 4 часа 38 минут, средняя скорость движения 11,6 км/час.

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Татаренко А.Ю.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>				13	
<i>Консульт.</i>					НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Рудаченко А.В.</i>					
Данные технического отчета по результатам пропуска диагностического комплекса "КРОТ-1400"							

По результатам пропусков очистного скребка, снаряда «Шаблон-Калибр» и снаряда-шаблона сделано заключение о возможности пропуска снаряда-дефектоскопа «КРОТ-1400», с целью определения аномалий стенки трубы. Запуск снаряда произведен 16 мая 2014 г. Время в пути 5 час 40 мин, средняя скорость движения 9,6 км/час.

Из-за отсутствия записи информации по данному участку после пропуска снаряда-дефектоскопа необходим повторный пропуск снаряда «Крот-1400», который был осуществлен 19 мая 2014 г. Время в пути 6 часов 3 минуты, средняя скорость движения 9,2 км/час.

Для подтверждения полученного результата 21 мая 2014 г, был произведен контрольный запуск снаряда-дефектоскопа «Крот-1400». Время в пути 12 часов 23 минуты, средняя скорость движения 10,0 км/час.

По результатам пропусков снаряда-дефектоскопа составлен предварительный экспресс-анализ. Запись информации произведена по всей длине обследуемого участка. Результаты профильного и коррозионного обследования сведены в таблицу магнитных аномалий (далее - ТМА).

В ТМА представлены:

- идентификация аномалий;
- дистанция в метрах от камеры запуска до аномалии по одометрической системе снаряда-дефектоскопа;
- номер трубы на которой находится аномалия (начиная от камеры запуска);
- привязка к естественным и искусственным маркерам, т.е. расстояние от маркеров из "Таблицы месторасположения естественных и искусственных маркеров" до аномалии. Со знаком "+" обозначаются расстояния от маркера до аномалии по ходу движения снаряда-дефектоскопа, со знаком "-" - расстояния от маркера против хода движения снаряда-дефектоскопа;
- расположение аномалии на трубе, т.е. расстояние от поперечных сварных швов до начала аномалии. Со знаком "+" обозначаются расстояния от

					<i>Данные технического отчета по результатам пропуска диагностического комплекса "КРОТ-1400"</i>	<i>Лист</i>
						14
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

шва до аномалии по ходу движения снаряда-дефектоскопа, со знаком "-" - расстояния от шва против хода движения снаряда-дефектоскопа;

- геометрические параметры аномалии;
- ориентация аномалии на трубе;
- изменение толщины стенки трубы.

В таблице 1 представлены результаты пропусков диагностического комплекса «КРОТ-1400».

Таблица 1 – Количество обнаруженных дефектов, шт

Всего	из них				
	коррозия	вмятины, гофры	брак СМР (дефектные поперечные швы, заварки, приварки, механические повреждения)	прилегания металлических предметов	другие аномалии
308	226	-	71	10	1

2 Приемка и входной контроль труб и сварочных материалов

Основными поставщиками труб для сооружения трубопроводов являются специализированные заводы. На каждую партию труб завод-изготовитель обязан выдавать сертификат, удостоверяющий их соответствие требованиям технических условий с указанием номера заказа, номера ТУ и даты изготовления, размера труб, количество труб в партии, номера плавок, вошедших в партию, результатов гидравлических и механических испытаний, заводского номера трубы и номера партии. Трубы принимают по соответствующим техническим условиям. Сверяют показатели химических и механических свойств металла труб, указанных в сертификатах с предусмотренными ТУ.

Входной контроль труб на участке проводит комиссия назначенная приказом по предприятию, в состав комиссия включаются ИТР, представители лаборатории неразрушающего контроля, технадзора и заказчика.

Устанавливается соответствие фактического поступления труб по количеству и заводским номерам с товарной вагонной накладной. После этого устанавливают соответствие поступивших труб с сертификатами. Трубы, показатели которых по сертификатам не соответствуют ТУ или номера которых не значатся в сертификатах, из дальнейшей приемки исключаются. Несоответствие труб накладным фиксируется коммерческим актом с учётом представителя железной дороги. В процессе разгрузки труб или перед поворотной сваркой, отбраковывают трубы и оформляют технический акт, в котором указывают причину браковки. Результаты входного контроля труб заносят в ведомость контроля труб. Трубы должны иметь сварное соединение, равнопрочные основному металлу трубы.

Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дат			
Разраб.		Татаренко А.Ю.					
Руковод.		Веревкин А.В.					
Консульт.							
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.					
					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм		
					Приемка и входной контроль труб и сварочных материалов		
					Лит.	Лист	Листов
						16	
					НИ ТПУ зр. 3-2Т01		

Сварные швы труб, должны быть плотными, не провары и трещины любой протяженности и глубины не допускаются.

Отклонения от номинальных размеров наружных диаметров торцов труб на длине не менее 200 мм, не должны превышать для труб диаметром до 800 мм включительно, величин, приведённых в соответствующих государственных стандартах, по которым допускается применение труб для магистральных трубопроводов, а для труб диаметром больше 800 мм, плюс минус 2 мм.

Овальность концов труб (отношение разности между наибольшим и наименьшим диаметром в одном сечении к номинальному диаметру) не должно превышать 1%. Овальность труб толщиной 20 мм и более не должна превышать 0,8%. Кривизна труб не должна превышать 1,5 мм на 1 м длины, общая кривизна – не более 0,2% длины трубы. Косина торцов труб должна быть не более 2 мм. В металле труб не допускается наличие трещин, закатов, а также расслоения длиной свыше 80 мм в любом направлении. Расслоения любого размера на торцах труб и в зоне шириной 25 мм от торца труб не допускаются.

Поступающие на участок централизованного хранения и подготовки, сварочные материалы должны пройти количественный и качественный контроль с соответствующим оформлением первичной приходной документации.

Количественный и качественный контроль сварочных материалов осуществляет комиссия, в состав которой входят представители монтажной организации, и отдела снабжения, в своей работе комиссия руководствуется нормативными материалами о порядке приёмки продукции производственно - технического назначения по количеству и качеству, руководством по оценке производственными организациями качество сварных электродов и составлению необходимой документации.

При проверке целостности покрытия допускаются частичные откалывания покрытия общей протяженностью до 5% длины покрытой части электродов.

					<i>Приемка и входной контроль труб и сварочных материалов</i>	<i>Лист</i>
						17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для проверки электродов по качеству покрытия от каждой тонны, входящей в партию равных упаковочных мест (пачек), отбирают 0,5% электродов, но не менее 10 и не более 200 электродов от партии.

Отобранные электроды подвергают внешнему осмотру без применения приборов для увеличения.

Измерение обнаруженных дефектов производят со следующей точностью:

- протяженность вмятин, волосных трещин и участков сетчатого растрескивания на поверхности покрытия – с погрешностью не более 1 мм;
- оголенные участки стержня, глубина рисок, вмятин, задиров, размеры пор на поверхности покрытия – с погрешностью не более 0,1 мм;
- разность толщин покрытия, определённая микрометром – с погрешностью не более 0,01 мм.

Оценку результатов проверки прочности покрытия осуществляют на основании общего осмотра и измерения обнаруженных отколов покрытия не более 1 мм.

Покрытие электродов должно быть однородным, плотным, прочным, без вздутий, наплывов, надрывов и трещин, допускаются поверхностные волосные трещины.

Сварочные материалы следует хранить в отапливаемых помещениях в условиях, предохраняющих от загрязнения, увлажнения, ржавления и механических повреждений.

Мотки (бухты, катушки) проволоки сплошного сечения необходимо хранить на складе в упаковке завода-изготовителя.

Поступившие для изоляции труб термоусаживающиеся изоляционные материалы должны быть складированы в заводской упаковке в помещениях, исключаяющих их увлажнение и загрязнение.

Емкости с эпоксидным праймером и термоусаживающиеся ленты перед употреблением должны быть выдержаны в теплом помещении при температуре не ниже +20 и не более + 40 °С в течение не менее 24 часов.

					<i>Приемка и входной контроль труб и сварочных материалов</i>	<i>Лист</i>
						18
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

В связи с тем, что компоненты легко воспламенимы необходимо соблюдать правила пожарной безопасности.

Смешение компонентов праймера, должно происходить, при положительной температуре окружающего воздуха, но не ниже 0°C, с расчетным количеством наносимого праймера на один стык.

					<i>Приемка и входной контроль труб и сварочных материалов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

3 Расчистка трассы

В состав работ, последовательно выполняемых при расчистке трассы, входят:

- валка леса бензомоторными пилами;
- обрезка сучьев бензомоторными пилами;
- трелёвка леса без крон трелёвочным, трактором;
- раскряжёвка хлыстов бензомоторными пилами;
- штабелевка брёвен вручную.

Выполнению работ по расчистке строительной полосы магистрального трубопровода от леса предшествует комплекс организационно-технических мероприятий и подготовительных работ:

- получение разрешения на рубку леса от лесохозяйственных органов (лесопорубочного билета);
- назначение лица, ответственного за качественное и безопасное ведение работ;
- разметка границ строительной полосы окраской деревьев, не подлежащих спиливанию;
- разметка и оборудование площадок для разделки и складирования леса;
- подготовка дорог для вывоза лесоматериалов с разделочной площадки;
- обеспечение рабочих мест техникой, механизированным инструментом приспособлениями и приведение их в состояние в состоянии технической готовности;
- обеспечение рабочих мест средствами медицинской помощи, питьевой водой противопожарным оборудованием;
- инструктаж членов бригады по технике безопасности и производственной санитарии.

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		Татаренко А.Ю.			Расчистка трассы	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Веревкин А.В.					20	
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.						

До начала работ по валке леса необходимо произвести уборку опасных (гнилых сухостойных, зависших) деревьев.

Перед валкой каждого дерева необходимо подготовить рабочее место, для чего вокруг дерева вырубают и убирают кустарник и расчищают дорожку длиной 4 - 5 метров для отхода рабочего в момент падения дерева.

После подготовки рабочего места вальщик леса подпиливает дерево на высоте $1/3 - 1/4$ диаметра комля с той стороны, куда его намечено сваливать. Дерево подпиливают в виде двойной горизонтальной прорези. Затем с противоположной стороны на 2-3 см выше делают пропил так, чтобы он одновременно подошёл к пропилу, иначе дерево может упасть в нежелательном направлении. При спиливании деревьев диаметром более 30 см необходимо в пропил осторожно забить клинья. Это предотвращает зажим пилы. Для безопасности работ и ускорения валки до начала падения дерева его толкают валочной вилкой.

После валки дерева приступают к обрезке сучьев безмоторными пилами. Сучья срезают вровень с поверхностью ствола вместе с прилегающей корой. В зависимости от породы деревьев и рельефа местности применяют специальные приёмы для срезки сучьев, обработке сваленного ствола сосны, осины и других пород, сучья которых направлен вверх, т.е. угол вставания которых больше 90° , обрубщик сучьев перемещается от комля к вершине. Если сучья направлены вниз, обрубщик двигается от вершины к комлю. При обрубке сучьев расстояние между рабочими должно быть не менее 5 м, чтобы не нанести травму соседнему рабочему.

Уборку строительной полосы от спиленных и очищенных от сучьев деревьев (хлыстов) производят трелёвочными тракторами. Хлысты собирают в специально отведённом месте, разделяют на брёвна стандартных размеров.

Все лесопорубочные остатки и выкорчеванные пни собирают в кучу на специально отведённых участках.

					<i>Расчистка трассы</i>	<i>Лист</i>
						21
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Состав бригады по расчистке трассы от леса, потребность в машинах, механизмах оборудовании и инвентаре приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Состав бригады

№ п/п	Профессия	Разряд	Кол-во, чел.
1	Вальщик леса	6	1
2	Лесоруб	4	1
3	Обрубщик сучьев	4	1
4	Тракторист трелёвщика	6	1
5	Раскряжёвщик	4	1
6	Штабелщик древесины	3	2
	Итого:		7

Таблица 3 – Оснащение бригады

№ п/п	Наименование	Марка	Количество
1	Бензомоторная пила	«Дружба - 4»	2
2	Трелёвочный трактор	ТДТ - 55	1
3	Топор	ТУ 3-14-79	2
4	Валочная вилка	Изготавливается месте	1
5	Собирающий канат	ГОСТ 7665-80*	1
6	Чокер	ОСТ 13-20-73	2
7	Газоанализатор		1
8	Медицинская аптечка		1
9	Средства пожаротушения		1

В процессе работ по расчистке трассы от леса контролируют соответствие требованиям проекта и действующих нормативных документов, лесного законодательства Российской Федерации.

Расчистка трассы трубопровода от леса производится в границах полосы отвода. Ширина полосы отвода на период строительства определяется проектом в соответствии с требованиями СН 452 - 73, «Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов».

					<i>Расчистка трассы</i>	<i>Лист</i>
						22
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Выкорчёвывание пней должно производиться только на полосе траншеи, на остальной части полосы отвода пни спиливают на уровне земли. После корчёвки пней оставшиеся на полосе ямы и неровности необходимо тщательно засыпать грунтом и сравнять с поверхностью.

					<i>Расчистка трассы</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

4 Устройство лежневых дорог

Рассматриваются 2 варианта конструкции временных лежневых дорог общей шириной 8,5 м, и шириной проезжей части 6,5м:

I вариант – лежневые дороги по болотам I типа без основания из хворостяной выстилки и защитным грунтовым слоем;

II вариант – лежневые дороги по болотам II типа с основанием из хворостяной выстилки и защитным грунтовым слоем.

При разработке приняты следующие исходные данные:

– работы по устройству лежневой дороги выполняются в зимнее время на участках, соответствующих болотах I и II типа.

I тип – болото, целиком заполненные торфом, допускающие работу и неоднократное передвижение болотной техники с удельным давлением 0,2~0,3кГс/см² или работу обычной техники с помощью дорог лежневого типа, обеспечивающих снижение удельного давления на поверхность залежи до 0,2кГс/см.

II тип – болото, целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение строительной техники только по временным технологическим дорогам (лежневым), обеспечивающим снижение удельного давления на поверхность залежи до 0,1кГс/см².

В состав работ входят:

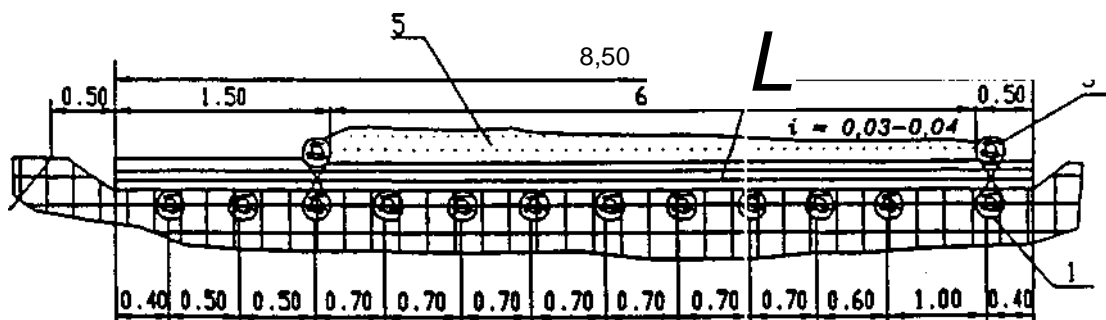
- укладка продольных лежней по профилю дороги;
- укладка лаг поперечного настила (накатник);
- укладка колесоотбойных брусьев;
- завивка скоб для связки колесоотбойных брусьев и крепление их с крайними продольными лежнями скрутками;

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		Татаренко А.Ю.			Устройство лежневых дорог	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Веревкин А.В.					24	
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.						

– разравнивание бульдозером защитного слоя грунта (минерального дренирующего грунта) толщиной 0,3-0,5 м. Для варианта II (болото второго типа) добавляется работа по укладке хворостяной выстилки слоем 20-30 см с проминкой хворостяной выстилки гусеницами трелевочного трактора за 10 проходов.

В составе работ для вариантов I и II рассматриваются работы по заготовке лесоматериалов.

I вариант: а) на болотах первого типа



II вариант б) на болотах второго типа

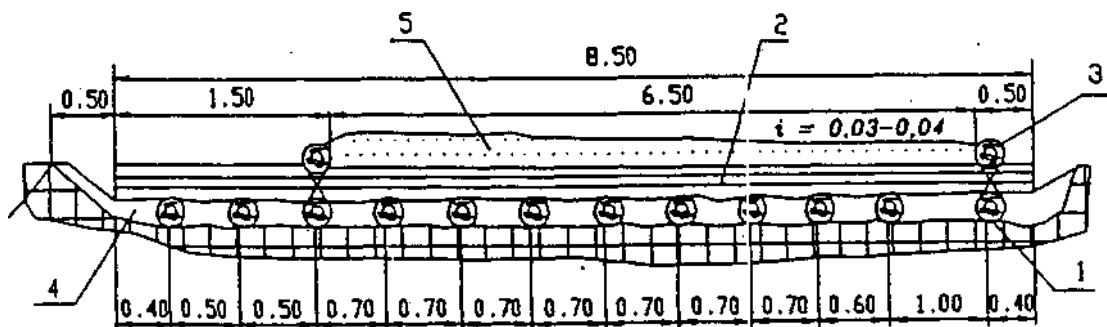


Рисунок 1 – Конструктивные схемы технологических лежневых дорог (1 – продольные лежни, 2 – лаги поперечного настила, 3 - отбойный брус, 4 – хворост и лесосечные отходы толщиной 20-30 см в плотном теле, 5 - слои минерального дренирующего грунта толщиной 30-50 см)

Выполнению работ по сооружению дорог лежневого типа предшествует комплекс организационно-подготовительных мероприятий и работ:

					Устройство лежневых дорог	Лист
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дата		25

- назначение лица, ответственного за качественное и безопасное производство работ;
- разбивка и закрепление оси дороги на всю длину участка, порученного для строительства данному подразделению;
- расчистка полосы отвода от леса и кустарника, срезка пней в уровень с землей;
- получение разрешения на рубку лесных от лесохозяйственных органов;
- обозначение на местности колышками или вехами проектной оси трубопровода и ближайшей к ней кромки настила сооружаемой лежневой дороги;
- подготовка вдольтрассового проезда до болота или отдельного заезда с существующих дорог на трассу к болотам;
- доставка на трассу к месту работ и укладка в штабеля по сортаментом лесоматериалов;
- доставка к месту работ механизмов, инструментов и инвентаря;
- получение производственно-технической документации;
- получение проекта производства работ (технологической карты) и ознакомление с документами членов бригады;
- установка в непосредственной близости от места работ вагончика для отдыха людей, хранение инструмента и инвентаря;
- обеспечение рабочих мест бригады средствами первой медицинской помощи,
- питьевой водой, противопожарным оборудованием;
- инструктаж членов бригады по технике безопасности и производственной санитарии.

Устройство временных технологических дорог лежневого типа для вариантов I и II., конструктивные схемы технологических лежневых дорог представлены на рисунке 1.

					Устройство лежневых дорог	<i>Лист</i>
						26
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Сооружение лежневой дороги ведут методом наращивания с подвозом лесоматериалов трелевочным трактором по готовому настилу дороги. Работы выполняются захватками, ровными по длине лаги продольных лежней.

Для варианта II цикл работ на захватке начинается с устройства подстилающего слоя основания лежневой дороги. Подстилающий слой основания дороги (хворостяная выстилка) устраивают в два слоя. Работы по устройству каждого слоя осуществляют в два этапа: сначала хворост вручную укладывают на торфяную поверхность, а затем уплотняют гусеницами трелевочного трактора. Толщина каждого слоя выстилки до уплотнения должна составлять 30-35 см, после уплотнения 10-15 см хворост в нижнем слое располагают перпендикулярно оси дороги, а в верхнем – параллельно. Для выстилающего слоя используют кустарник, подлесок и порубочные остатки.

По окончании устройства хворостяной выстилки приступают к работам по сооружению деревянного настила дороги, а для варианта I начинается цикл работ на захватке которая предусматривает применение деревянных элементов дороги (продольных и поперечных лаг, прижимных брусьев), которые имеют одинаковые размеры: длина бревен соответственно ширине лежневой дороги - 8,5 метров, диаметр в верхнем отрубе 16-18 см продольные лаги (лежни) укладывают на поверхность болота (для варианта I) или на хворостяную выстилку (для варианта II). Раскатку по уложенным продольным лагам разгруженных бревен настила, доставленных трелевочным трактором, производят опущенным щитом трактора, перемещающегося задним ходом, укладку бревен по месту с подгонкой производят с помощью крюков. Лаги укладывают вплотную друг к другу комлями в разные стороны (на поворотах комли укладываются в сторону внешнего радиуса дороги). На поперечные лаги в соответствии с размерами конструкции лежневой дороги укладывают прижимные (колесоотбойные) брусья через каждые 2 метра прижимные брусья скрепляют с крайними лежнями проволочными скрутками. приготовленную проволоку необходимо отжечь и разрезать на двухметровые отрезки, для

					<i>Устройство лежневых дорог</i>	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

скруток применяются проволоки диаметром 6 м в две нитки, бревно к месту работы доставляет машинист трелевочного трактора, объем вывозки за один рейс должен быть равен числу продольных лежней в одной захватке плюс два бревна на устройство отбойных брусьев. Для поперечного настила объем вывозки за один рейс должен быть равен количеству бревен, рассчитанного на длину захватки.

Вариант II предусматривает устройство защитного покрытия деревянного настила из привозного дренирующего грунта, укладываемого слоем толщиной 30-50 см, которому придается односкатный поперечный профиль с уклоном 0,03-0,04 в сторону, противоположную оси траншеи, работы по устройству защитного слоя осуществляют бульдозером путем разравнивания, профилирования и уплотнения грунта. при разравнивании бульдозер захватывает в отвал 3-4 куб. м грунта и перемещает его по настилу, оставляя слой толщиной 30-50 см, профилирование производят ножом отвала, установленным наклонно, а уплотнение - гусеницами бульдозера (за один проход по каждому - месту дороги) и колесами самосвалов, подвозящих грунт, грунт на настил доставляется самосвалом и укладывается призмами по правой и левой стороне дороги через каждые 10 метров.

Работы по устройству лежневых дорог выполняются звеном, в состав которого входят:

Машинист трактора 6 разряда	- 1 чел.
Машинист бульдозера 6 разряда	- 1 чел.
Плотник 3 разряда	- 1 чел.
Подсобные рабочие 2 разряда	- 8 чел.

Контроль качества временных дорог должен осуществляться в ходе выполнения строительных процессов и обеспечивать своевременные выявления дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению. Контроль проводится силами строительной организации.

					Устройство лежневых дорог	<i>Лист</i>
						28
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Потребность в машинах, механизмах, инвентаре и приспособлениях представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Материально-технические ресурсы

Наименование	Тип, марка, ГОСТ, ТУ	Количество	Краткая характеристика
Трактор трелевочный	ТТ-4	1	Мощность двигателя - 110 л. с.
Бульдозер	Д-335А	1	Мощность двигателя - 410 л. с.
Строп кольцевой	ОСТ 24.090	1	Грузоподъемность 10 т, длина 5 м
Приспособление для укладки	Изготавливается на месте	8	Методические крючья длиной 1,2м
Ломик для скручивания проволоки	Изготавливается на месте	4	
Кувалда кузнечная	ГОСТ 11042-75*	2	Вес 3,5 кг
Топор лесопорубочный		4	
Сани металлические для транспортировки хвороста	Изготавливается на месте	1	
Лом строительный для кантования бревен	ГОСТ 1405-65	4	
Рулетка	ГОСТ 7502-80	1	Длина 10 м

5 Земляные работы

В состав комплекса земляных работ при производстве капитального ремонта газопровода «Уренгой-Новопсков» входят:

- рекультивация;
- разработка траншеи при демонтаже;
- разработка новой траншеи;
- засыпка траншеи.

Земляные работы следует выполнять в соответствии с требованиями:

- рабочего проекта;
- СНиП 3.02.01-87 – Земляные сооружения, основания и фундаменты;
- СНиП III-42-80* – Магистральные трубопроводы;
- ВСН 51-1-97 – Правила производства работ при капитальном ремонте магистральных газопроводов.

Производство работ в зоне действующих подземных коммуникаций, производить под руководством прораба при наличии письменного разрешения и в присутствии представителя организации, эксплуатирующей данные коммуникации. Разработка грунта вблизи пересекаемых коммуникаций механизированным способом допускается на расстояние не ближе 2 м по бокам коммуникаций и не менее 1 м над верхом коммуникации, оставшийся грунт разрабатывается вручную без применения ударных инструментов и с принятием мер, исключающих возможность повреждения этих коммуникаций.

При обнаружении на месте производства работ подземных коммуникаций и сооружений, не указанных в проектной документации, Подрядчик ставит в известность Заказчика и должен принять меры по защите обнаруженных коммуникаций и сооружений от повреждений.

Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дат			
Разраб.		Татаренко А.Ю.			Земляные работы		
Руковод.		Веревкин А.В.					
Консульт.							
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						30	
					НИ ТПУ гр. 3-2Т01		

Все работы проводятся в полосе отведенной рабочим проектом.

До начала работ необходимо:

- назначить ответственное лицо за производство работ;
- получить разрешение на производство работ;
- получить разрешение на производство работ в охранной зоне действующих коммуникаций;
- обучить персонал безопасным методам работам и ознакомить с ППР.

5.1 Рекультивация плодородного слоя

Работы по снятию и восстановлению плодородного слоя почвы производится в соответствии с разделом рабочего проекта по рекультивации земель.

На основании исходных данных и согласований землепользователей принимается следующее:

- рекультивации подлежат земли сельскохозяйственного значения.
- проектом предусмотрено по трассе газопровода снятие и последующее восстановление плодородного слоя почвы на полосе шириной 3,5 м. Средняя толщина рекультивируемого слоя составляет 0,3-0,4 м.

Плодородный слой почвы снимается и укладывается в отвал для использования его при восстановлении (рекультивации) участков.

Для проведения работ по рекультивации плодородного слоя в охранной зоне действующих газопроводов разрешается применять бульдозеры типа Т-130 и Т-170 или аналогичные (мощность не более 200 л.с.), использование более мощной техники на этих работах запрещается.

Толщина плодородного слоя почвы составляет не менее 0,3-0,4метра.

При снятии, перемещении и хранении плодородного слоя почвы не допускается смешивание его с подстилающими породами. Расстояние между валом плодородного грунта и валом минерального грунта составляет 2метра.

					Земляные работы	<i>Лист</i>
						31
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

По окончании капитального ремонта газопровода выполняется окончательная планировка полосы отвода, уплотнение минерального грунта над траншей и на рекультивируемую полосу наносят плодородный слой грунта перемещением его бульдозером из временного отвала. Превышение вала над трубопроводом относительно прилегающей территории после нанесения плодородного слоя почвы не должно превышать 20-25см.

После укладки трубопровода и его засыпки проводят восстановление плодородного слоя.

Перед восстановлением необходимо:

- убрать строительный мусор с полосы рекультивации;
- спланировать и уплотнить минеральный грунт по ширине засыпанной траншеи;
- распределить излишки минерального грунта по полосе рекультивации.

Излишний минеральный грунт равномерно распределяют по всей ширине полосы рекультивации.

В процессе работы геометрическим нивелированием контролируют отметки рекультивированной полосы.

По окончании работ составляют справку о проведении рекультивации ВСН 012-88 ф.1.6, которую подписывает руководитель работ и ответственный представитель землепользования.

5.2 Разработка траншеи при демонтаже

Для устойчивой и надежной работы машин и механизмов полоса трассы в зоне их движения должна быть спланирована и по оси трубопровода вновь забиты вешки определяющие положение трубопровода и коммуникаций, проходящих в одном техническом коридоре.

Во избежание повреждений трубопровода минимальное расстояние между стенкой трубы и ковшом работающего экскаватора должно быть не менее 0,2 м.

					Земляные работы	<i>Лист</i>
						32
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Ширина траншеи определяется по формуле:

$$B=D+2K+2S = 1,42+2 \times 0,85+2 \times 0,2 = 3,52 \text{ м}$$

где: Д – диаметр газопровода;

К – ширина режущей кромки ковша;

S – толщина оставляемого слоя грунта.

Заменяемый газопровод вскрывают с двух сторон до нижней образующей трубы.

С помощью экскаватора вскрыть демонтированный участок трубопровода до нижней образующей, бульдозером выполнить планировку полосы монтажных работ. После демонтажа трубы экскаватором засыпать готовую траншею. При этом на участке разработки траншеи необходимо переместить демонтированный трубопровод вдоль оси для возможности доступа экскаватора к траншее.

Траншеи с вертикальными стенками без крепления разрабатываются одноковшовым экскаватором в грунтах естественной влажности с ненарушенной структурой при отсутствии грунтовых вод на глубину, не более:

- | | |
|---|--------|
| – в насыпных песчаных и гравелистых грунтах | 1,00 м |
| – в супесях | 1,25 м |
| – в суглинках и глинах | 1,50 м |
| – в особо плотных нескальных грунтах | 2,00 м |

Для рытья траншей большей глубины необходимо устраивать откосы различного заложения в зависимости от состава грунта при уровне грунтовых вод ниже глубины выемки.

При проведении работ в водонасыщенных грунтах вскрытие трубопровода следует начинать с пониженных мест для спуска и откачки воды.

Разработка траншеи производится в составе и оснасткой, которые указаны в таблицах 5 и 6 соответственно.

					Земляные работы	<i>Лист</i>
						33
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 5 – Состав звена

№п/п	Профессия	Разряд	Количество, чел
1	Машинист экскаватора	6	2
2	Машинист бульдозера	5	1
3	Итого:		3 чел.

Таблица 6 – Оснащение звена

№п/п	Наименование	Марка	Количество, шт
1	Экскаватор	ЕХ-300-5	2
2	Бульдозер	Б-170М101Е	1
3	Газоанализатор	СГГ-4М	1
4	Медицинская аптечка		1
5	Средства пожаротушения		1
6	Рулетка в закрытом корпусе	50м	1
7	Рейка мерная с сантиметровой шкалой	3м	1
8	Инвентарная приставная лестница		1

5.3 Разработка траншеи под укладку трубопровода

До разработки траншеи под укладку трубопровода необходимо по оси трубопровода восстановить вешки определяющие положение оси газопровода.

Для рытья траншей большей глубины необходимо устраивать откосы различного заложения в зависимости от состава грунта при уровне грунтовых вод ниже глубины выемки.

					Земляные работы	Лист
						34
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дата		

Схема размещения грунта выбирается в зависимости от взаимного расположения параллельно проложенных трубопроводов и других коммуникаций, возможного направления движения ремонтной колонны, с учетом рельефа местности и т.п.

При проведении работ в водонасыщенных грунтах вскрытие трубопровода следует начинать с пониженных мест для спуска и откачки воды.

Разработка траншеи производится в составе и оснасткой, которые указаны в таблицах 7 и 8 соответственно.

Таблица 7 – Состав звена

№ п/п	Профессия	Разряд	Количество, чел
1	Машинист экскаватора	6	2
2	Машинист бульдозера	5	1
	Итого:		3 чел.

Таблица 8 – Оснащение звена

№ п/п	Наименование	Марка	Количество, шт
1	Экскаватор	ЭО 4225Б	2
2	Бульдозер	Б-170М101Е	1
3	Медицинская аптечка		1

5.4 Засыпка траншеи

До начала работ по засыпке уложенного трубопровода необходимо установить устройства электрохимзащиты.

Засыпать траншею следует непосредственно после укладочных работ в течение одной смены после подключение средств ЭХЗ и оформления разрешения на засыпку.

До засыпки уложенного и траншею трубопровода необходимо:

– проверить проектное положение трубопровода;

					Земляные работы	<i>Лист</i>
						35
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- проверить целостность изоляционного покрытия;
- выполнить работы по предохранению изоляционного покрытия от механических повреждений, если они предусмотрены проектом;
- получить письменное разрешение от заказчика на засыпку и наряд-задание на производство работ.

Засыпку трубопровода грунтом из отвала следует производить после осуществления присыпки мелкими фракциями грунта.

В процессе засыпки оставшийся грунт из отвала перемещают бульдозером под углом 45 - 60 градусов, к оси траншеи косопоперечными проходами.

На криволинейных участках засыпку начинают с середины кривой по направлению к её концам.

На участках с вертикальными кривыми (в оврагах, балках, на холмах и т.д.) засыпку следует производить с двух сторон сверху вниз.

В местах пересечения траншеи с подземными коммуникациями засыпку нужно вести мягким грунтом слоями не менее 10 см, тщательно уплотняя грунт.

Засыпку траншеи производится в составе и оснасткой, которые указаны в таблицах 9 и 10 соответственно.

Таблица 7 – Состав звена

№п/п	Профессия	Разряд	Количество, чел
1	Машинист экскаватора	6	1
2	Машинист бульдозера	5	2
	Итого:		3 чел.

Таблица 8 – Оснащение звена

№п/п	Наименование	Марка	Количество ,шт
1	Экскаватор	ЭО 4225Б	1
2	Бульдозер	Б-170М101Е	2
3	Газоанализатор	СГГ-4М	1
4	Медицинская аптечка		1
5	Средства пожаротушения		1

Контроль качества засыпки, уложенных в траншею трубопроводов, проводят в соответствии с проектом и требованиями нормативных документов:

- СНиП 2-05.06 - 85*. Магистральные трубопроводы;
- СНиП 111 - 42 - 80 *. Магистральные трубопроводы. Правила производства и приёмки работ;
- СНиП 3 01-01 - 85- Организация строительного производства;
- СНиП 3.02.01 - 87. Земляные сооружения, основания и фундаменты;
- ВСН 012 - 88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемки работ

Контроль качества засыпки трубопровода производят периодически через каждые 50 м.

Во время контроля проверяют:

- качество засыпаемого грунта, в его составе не должно быть комьев размером более 5см щебня, гравия и других крупных включений;
- толщину засыпаемого слоя и высоту валика на соответствие проекту, при этом допустимая отклонения от нормы не должна быть более 20 мм.

После выполнения работ представитель заказчика и производитель работ составляют акт на засыпку трубопровода по форме № 3.6 (ВСН 012-88, ч.2).

6 Характеристики сварной конструкции

6.1 Описание сварной конструкции

Для изготовления труб работающих при температурах от минус 50 до плюс 475 °С используется низколегированная конструкционная сталь 17Г1С. Сталь 17Г1С обладает гарантированными механическими характеристиками и химическим составом, высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению при низких температурах и повышенной коррозионной стойкости. Сварная конструкция представляет собой две трубы 1 и 2 сваренных между собой как представлено на рисунке 2.

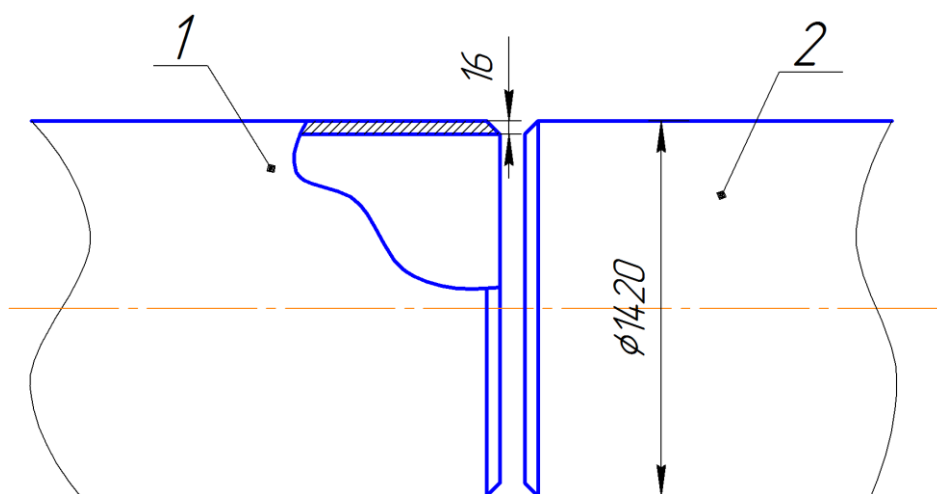


Рисунок 2 – Сварная конструкция

Легированными называются стали, содержащие специально введенные элементы. Марганец считается легирующим компонентом при содержании его в стали более 0,7 % по нижнему пределу, а кремний свыше 0,4 %. Поэтому углеродистые стали марок СтЗГпс, 17Г1С с повышенным содержанием марганца соответствуют низколегированным конструкционным сталям. Легирующие элементы, вводимые в сталь, вступая во взаимодействие с железом и углеродом, изменяют ее свойства.

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		Татаренко А.Ю.			Характеристики сварной конструкции	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Веревкин А.В.					38	
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.						

Это повышает механические свойства стали и, в частности, снижает порог хладноломкости. В результате появляется возможность снизить массу конструкций.

Сталь 17Г1С низколегированная конструкционная кремнемарганцового типа. Микроструктура феррито-перлитная [4]. Наличие марганца в стали 17Г1С повышает ударную вязкость и хладноломкость, способствует уменьшению содержания кислорода в стали, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. Кремний вводится как раскислитель и упрочняющий элемент. По сравнению с другими низколегированными сталями данная сталь позволяет получить сварные соединения с более высокой прочностью при знакопеременных и ударных нагрузках.

При производстве сварных конструкций широко используют низкоуглеродистые низколегированные конструкционные стали. Суммарное содержание легирующих элементов в этих сталях обычно не превышает 4,0 %, а углерода 0,25 %. Химический состав стали, приведен в таблице 9.

Наличие марганца в сталях повышает ударную вязкость и хладноломкость, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. По сравнению с другими низколегированными сталями марганцевые позволяют получить сварные соединения более высокой прочности при знакопеременных и ударных нагрузках. Введение в низколегированные стали небольшого количества меди (0,3— 0,4 %) повышает стойкость стали против коррозии атмосферной и в морской воде. Для изготовления сварных конструкций низколегированные стали используют в горячекатаном состоянии. Термообработка значительно улучшает механические свойства стали, которые однако зависят от толщины проката. При этом может быть достигнуто значительное снижение порога хладноломкости.

Таблица 9 – Химический состав стали 17Г1С, % по ГОСТ 19281-89

C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	Cr, %	Cu, %	S, %	P, %
0,15-0,2	0,4-0,6	1,15-1,6	до 0,3	до 0,3	до 0,3	до 0,04	до 0,035

Повышение прочности низколегированных сталей достигается легированием их элементами, которые растворяются в феррите и измельчают перлитную составляющую. Наличие этих элементов при охлаждении тормозит процесс распада аустенита и действует равносильно некоторому увеличению скорости охлаждения. Поэтому при сварке в зоне термического влияния при повышенных скоростях охлаждения могут образовываться закалочные структуры. Металл, нагревавшийся до температур значительно будет иметь более грубозернистую структуру.

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

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

Механические характеристики стали, приведены в таблице 10, где

- σ_T – предел текучести;
- σ_B – временное сопротивление разрыву;
- δ_5 – относительное удлинение.

Таблица 10 – Механические свойства стали 17Г1С при температуре 20 °С

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %
	для толщин до 20 мм	для толщин до 20 мм
520	360	23

Данная сталь содержит пониженное количество серы и фосфора, применяется для изготовления сварных конструкций в основном в состоянии поставки (горячекатаном) и в меньшем объёме после термической обработки

(нормализации). Ведутся работы по термическому упрочнению этих сталей (закалка с отпуском).

6.2 Оценка технологической свариваемости материала

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

Свариваемость металла зависит от его химических и физических свойств, кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и других факторов, как указано в [5].

Большое влияние на свариваемость металлов и сплавов оказывает их химический состав. Свариваемость углеродистой стали изменяется в зависимости от содержания основных примесей. Углерод является, наиболее важным элементом в составе стали, определяющим почти все основные свойства стали в процессе обработки, в том числе и свариваемость. С увеличением содержания углерода в стали свариваемость ухудшается. В околошовных зонах появляются закалочные структуры и трещины, а шов получается пористым. Поэтому для получения качественного сварного соединения возникает необходимость применять различные технологические приемы [5].

Сварное соединение должно быть стойким против перехода в хрупкое состояние. Технология должна обеспечивать максимальную производительность и экономичность процесса сварки при требуемой надежности конструкции.

В процессе сварки в результате нагрева и охлаждения происходят изменения структуры и свойств в участках основного металла, прилегающих к шву. Вся зона основного металла, в которой в результате нагрева и охлаждения происходит изменение структуры и свойств, называется зоной термического влияния. Ширина ее ограничивается участком с температурой около 100 °С. В

					Характеристики сварной конструкции	<i>Лист</i>
						41
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

зависимости, от способа сварки она может быть очень малой (до 1 мм) или до 40 - 50 мм. Строение зоны термического влияния для конструкционной стали показано на рисунке 3.

Участок полного расплавления металла (металл шва) при остывании имеет крупнозернистую литую структуру, участок неполного расплавления металла является переходным от наплавленного металла к основному и называется зоной сплавления.

Участок перегрева нагревается до 1100 – 1300 °С и характеризуется крупным зерном. Зона сплавления и зона крупного зерна называются околошовной зоной. В этой зоне в результате нагрева и охлаждения наиболее резко изменяются структура и свойства основного металла, определяющие свариваемость, снижается пластичность и ударная вязкость.

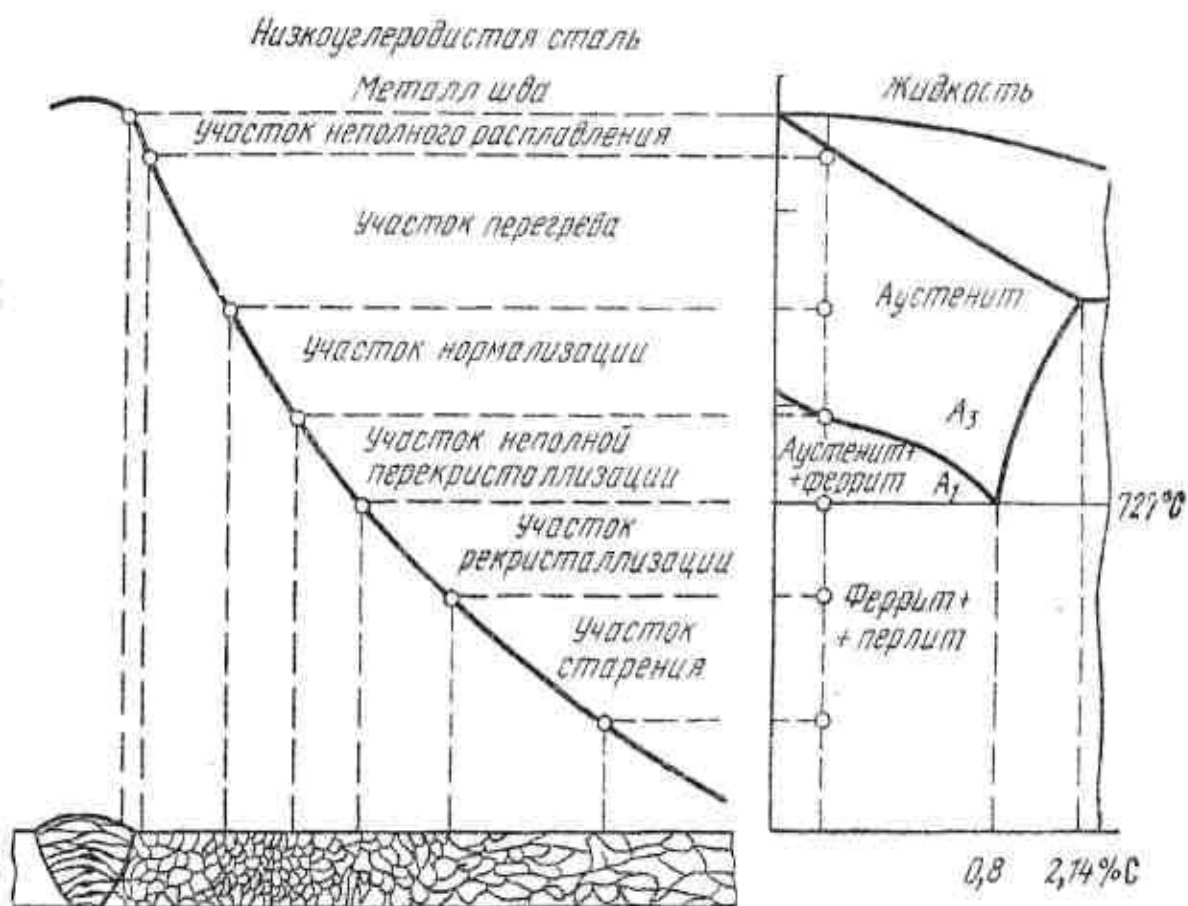


Рисунок 3 – Строение зоны термического влияния сварного шва при дуговой сварке низкоуглеродистой стали

Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дата

Участок нормализации нагревается выше критической точки A_{c3} и характеризуется измельчением зерна и повышением механических свойств. Участок неполной перекристаллизации характеризуется нагревом от точки A_{c1} до точки A_{c3} . Структурные изменения в этом участке влияют на свойства сварных соединений меньше, чем изменения в околошовной зоне. Если до сварки металл подвергался холодной пластической деформации, то на участках при нагреве выше $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ может происходить рекристаллизация. При нагреве ниже $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ возможно старение стали, что сопровождается резким снижением вязкости.

Вследствие неравномерного нагрева деталей в шве и зоне термического влияния возникают значительные растягивающие напряжения.

При кристаллизации металла шва под влиянием растягивающих напряжений могут образовываться кристаллизационные (горячие) трещины нарушающие сплошность сечения и вызывающие брак конструкции. Определение стойкости металла шва против возникновения кристаллизационных горячих трещин является первым видом испытания свариваемости. В зонах закалки металл имеет пониженную пластичность и могут образовываться околошовные холодные трещины. Испытание металла околошовной зоны, шва и сварного соединения в целом на склонность к образованию холодных трещин является вторым видом испытания свариваемости.

В результате реакций, протекающих в сварочной ванне, и применения дополнительного присадочного металла химический состав металла шва может отличаться от химического состава основного металла. Поэтому в испытания на свариваемость включают испытания механических свойств металла шва и сварного соединения.

Для получения нормальной работоспособности сварных соединений свариваемость необходимо оценивать исходя из следующих положений [3]:

					<i>Характеристики сварной конструкции</i>	<i>Лист</i>
						43
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

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

- получение микроструктуры, прочности и вязкости сварного соединения, обеспечивающих надежность в эксплуатации в заданных температурных условиях;

- необходимость принятия специальных технологических мер при сварке (подогрев, регулирование погонной энергии и др.);

- необходимость проведения термообработки.

В зависимости от эквивалентного содержания углерода и связанной с этим склонности к закалке и образованию трещин стали по свариваемости делят на четыре группы: хорошо, удовлетворительно, ограниченно и плохо сваривающиеся стали.

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали, известного химического состава является эквивалентное содержание углерода. Воспользуемся методикой определения полного эквивалента углерода [3] для нахождения необходимого подогрева:

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

где C_s - химический эквивалент углерода, C_p - размерный эквивалент углерода.

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

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

$$C_s = 0,17 + \frac{1,4}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2} = 0,52,$$

где C, Mn, Cr, V, Mo, Ni, Cu, P – процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \times \delta \times C_s = 0,005 \times 10 \times 0,52 = 0,026, \quad (3)$$

					Характеристики сварной конструкции	<i>Лист</i>
						44
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

где δ – толщина свариваемой стали, мм.

Находим полный эквивалент углерода:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p = 0,52 + 0,026 = 0,546 .$$

Полный эквивалент углерода $C_s \leq 0,45$, следовательно, требуется подогрев.

Необходимая для подогрева температура определяется следующим образом:

$$T_n = 350 \times \sqrt{\Sigma C_s - 0,25} = 350 \times \sqrt{0,546 - 0,25} = 190 \text{ } ^\circ\text{C} . \quad (4)$$

Стали с содержанием до 0,2% С имеют высокую критическую скорость охлаждения при закалке, поэтому после сварки в наплавленном металле и зоне термического влияния не образуются структуры подкалки. Низкоуглеродистые низколегированные стали свариваются практически любыми способами сварки: ручной дуговой сваркой, автоматической дуговой сваркой, сваркой под слоем флюса, электрошлаковой сваркой [3].

					Характеристики сварной конструкции	<i>Лист</i>
						45
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

7 Анализ существующих методов сварки

7.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами

С помощью ручной дуговой сварки выполняется большой объем сварочных работ при производстве сварных конструкций. Наибольшее применение находит ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Схема процесса ручной дуговой сварки металлическим покрытым электродом показана на рисунке 4. Дуга горит между стержнем 5 и основным металлом 1. Под действием теплоты дуги электрод и основной металл расплавляются, образуя сварочную ванну 2. Капли жидкого металла 6 с электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток.

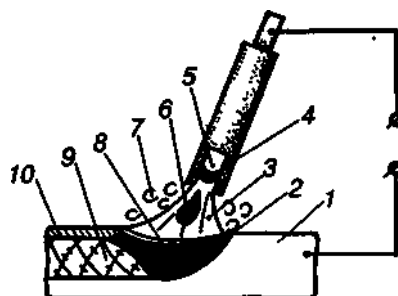


Рисунок 4 – Схема процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Вместе с металлическим стержнем плавится и электродное покрытие 4, образуя газовую защиту 7 и жидкую шлаковую пленку 8 на поверхности расплавленного металла. В связи с тем что большая часть теплоты выделяется на торце металлического стержня электрода, на его конце образуется коническая втулочка из покрытия, способствующая направленному движению газового потока. Это улучшает защиту сварочной ванны. По мере движения дуги сварочная ванна охлаждается и затвердевает, образуя сварной шов 9. Жидкий шлак также затвердевает и образует на поверхности шва твердую шлаковую корку 10, удаляемую после сварки.

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм			
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дат				
Разраб.		Татаренко А.Ю.			Анализ существующих методов сварки	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					46	
Консульт.						НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.						

При этом способе выполняется газоплазменная защита расплавленного металла от взаимодействия с воздухом. Кроме того, шлаки позволяют проводить необходимую металлургическую обработку металла в ванне. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств шва при выполнении соединений на разных металлах для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований [6].

При сварке покрытыми электродами перемещение электрода вдоль линии сварки и подачу электрода в зону дуги по мере его плавления осуществляют вручную. При этом возникают частые изменения длины дуги, что отражается на постоянстве основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока. С целью поддержания более стабильного теплового режима в ванне при ручной дуговой сварке применяют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками. Схема питания дуги при ручной дуговой сварке показана на рисунке 5.

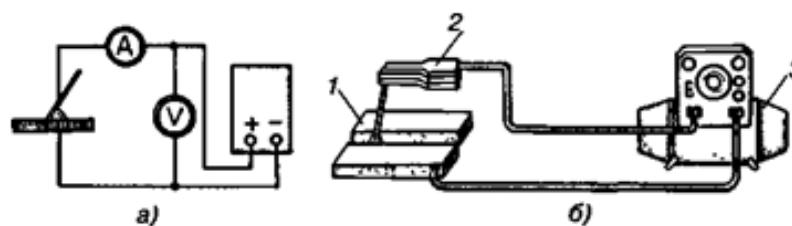


Рисунок 5 – Схема поста ручной дуговой сварки покрытыми электродами: а) - электрическая сварочная цепь, б) - компоновка сварочного поста, 1 – деталь 2 – держатель, 3 – источник питания дуги

Кроме источника питания дуги основным инструментом сварщика при ручной сварке покрытыми электродами является электрододержатель, предназначенный для крепления электрода, подвода к нему сварочного тока и возможности манипулирования электродом в процессе сварки. По способу

закрепления электродо-держатели разделяют на вилочные, пружинные, зажимные.

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

Достоинства:

- возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях;
- большой спектр свариваемых материалов;
- значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- низкая производительность;
- большой расход материалов на разбрызгивание и огарки;
- самый тяжелый способ по технике исполнения;
- многофакторность качества.

Попытка автоматизировать сварку покрытыми электродами не увенчалась успехом. Невысокая производительность обусловлена малыми допустимыми значениями плотности тока. Для увеличения производительности используют сварку погружённой дугой, гребёнкой, пучком электродов или применяют электроды с железным порошком в покрытии [6].

7.2 Сварка в среде защитных газов

Сущностью и отличительной особенностью дуговой сварки в защитных газах является защита расплавленного и нагретого до высокой температуры основного и электродного металла от вредного влияния воздуха защитными газами, которые обеспечивают физическую изоляцию металла и зоны сварки от воздуха и заданную атмосферу в зоне сварки. Разновидности сварки в

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						48
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

защитных газах можно классифицировать по следующим признакам: типу электрода - плавящимся и неплавящимся электродами; типу защитного газа - инертные, активные, их смеси; способу защиты - струйная, в контролируемой атмосфере; характеру горения дуги - стационарной, импульсной; механизации - ручная, полуавтоматическая, автоматическая. Классификация разновидностей сварки, описанная в работе [6] приведена на рисунке 6.

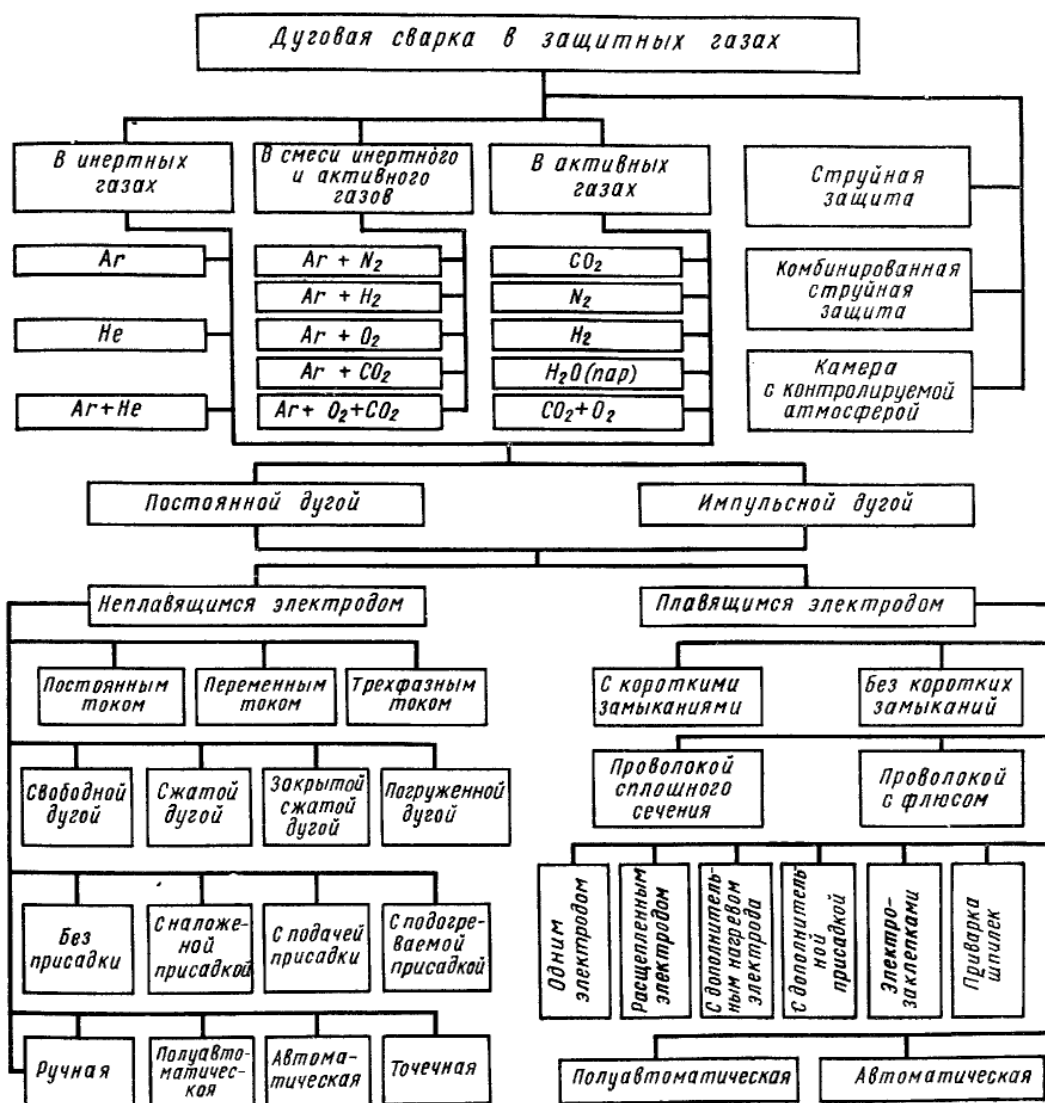


Рисунок 6 – Классификация способов сварки в среде защитных газов

В качестве плавящегося электрода используют сварочные проволоки, по химическому составу соответствующие свариваемым материалам. Неплавящиеся электроды служат для возбуждения и поддержания горения дуги. В основном используют вольфрамовые, реже угольные и графитовые электроды (при сварке в активных газах). Для повышения устойчивости

горения дуги и стойкости электрода в состав вольфрамового электрода вводят обычно 1,5 – 3 % окислов активирующих редкоземельных металлов (тория, лантана, иттрия), повышающих эмиссионную способность электрода. В качестве электродов для сварки применяют вольфрамовые прутки диаметром 0,2 - 12 мм, выпускаемые промышленностью: вольфрам чистый (ЭВЧ), вольфрам торированный (ЭВТ5, ЭВТЮ, ЭВТ15), вольфрам лантанированный (ЭВЛ10, ЭВЛ20), вольфрам иттрированный (ЭВИЗО). Угольные и графитовые электроды (стержни) изготавливают из электротехнического угля или синтетического графита диаметром 4 - 18 мм и длиной 250 - 700 мм. Графитовые электроды имеют лучшую электропроводность и более стойки против окисления при высоких температурах, чем угольные электроды.

Защитные газы защищают дугу и сварочную ванну от вредного воздействия окружающей среды. В качестве защитных газов применяют инертные и активные газы, а также их смеси. Инертными называются газы, которые химически не взаимодействуют с металлом и не растворяются в нем. В качестве инертных газов используют аргон, гелий и их смеси. Инертные газы применяют для сварки химически активных металлов (титан, алюминий, магний и др.), а также во всех случаях, когда необходимо получать сварные швы, однородные по составу с основным и присадочным металлом (высоколегированные стали и др.).

Активными газами называют газы, вступающие в химическое взаимодействие со свариваемым металлом и растворяющиеся в нем (углекислый газ, водород, пары воды и др.). Основным активным защитным газом является углекислый газ, который поставляется по ГОСТ 8050 - 76 «Двуокись углерода газообразная и жидкая». Для сварки используют сварочный углекислый газ чистотой 99,5 %. Углекислый газ хранят и транспортируют в жидком виде преимущественно в стальных баллонах емкостью 40 л под давлением 6,0 - 7,0 МПа. В баллоне находится 60 – 80 % жидкой углекислоты, а остальное - испарившийся газ.

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						50
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

По способу защиты различают местную и общую защиту свариваемого узла (сварку в контролируемой атмосфере). Основным способом местной защиты является струйная защита шва. При этом способе защитная среда в зоне сварки создается газовым потоком при центральной, боковой и комбинированной подаче газа. При центральной подаче газа дуга, горящая между электродом и основным металлом, со всех сторон окружена газом, подаваемым под небольшим избыточным давлением из сопла горелки, расположенного концентрично оси электрода. Этот способ защиты является наиболее распространенным [6].

Преимуществами сварки в защитных газах являются:

- высокая производительность (приблизительно в 2,5 раза выше, чем при ручной дуговой сварке покрытыми электродами);
- простота механизации и автоматизации;
- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- малая зона термического влияния и относительно небольшие деформации изделий в связи с высокой степенью концентрации дуги;
- высокое качество защиты, отсутствие необходимости применения зачистки швов при многослойной сварке;
- доступность наблюдения за процессам сварки; возможность сварки металла различной толщины (от десятых долей миллиметра до десятков миллиметров).

Недостатками сварки в защитных газах являются открытая дуга, что повышает опасность поражения зрения световым излучением, и необходимость защиты зоны сварки от сквозняков (при струйной защите), что затрудняет применение этого вида сварки в монтажных условиях на открытом воздухе.

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						51
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

7.2.1 Сварка в защитных газах плавящимся электродом

Сварка в защитных газах плавящимся электродом осуществляется с использованием плавящегося электрода и защитного газа, подаваемого в зону дуги. Для защиты используют инертные и активные газы, а также их смеси. Основными разновидностями сварки являются сварка в углекислом газе и аргонодуговая сварка. Этот вид сварки является механизированным, выполняют полуавтоматами и автоматами [6].

Высокая плотность сварочного тока обуславливает применение электродной проволоки малого диаметра (обычно 0,8 - 2,5 мм), что приводит к необходимости применения больших скоростей подачи электродной проволоки. При этих условиях процесс саморегулирования источниками питания с падающими характеристиками не обеспечивается. Поэтому для поддержания стабильной длины дуги и обеспечения процесса саморегулирования длины дуги необходимо применять источники питания постоянного тока с жесткой или возрастающей внешней характеристикой. Сварку обычно выполняют на постоянном токе обратной полярности при непрерывной подаче электродной проволоки полуавтоматами и автоматами. Наибольшее применение получили полуавтоматы типов А - 547, ПДГ - 500 и др. Автоматы для сварки в защитных газах в основном тракторного типа – АДПГ - 500, АДГ - 500 и др.

К основным параметрам режима сварки плавящимся электродом относятся сила тока, полярность, напряжение дуги, диаметр и скорость подачи электродной проволоки, состав и расход защитного газа, вылет электрода, скорость сварки. Сварку плавящимся электродом обычно выполняют на обратной полярности. При прямой полярности скорость расплавления в 1,4 - 1,6 раза выше, чем при обратной, однако дуга горит менее стабильно с интенсивным разбрызгиванием. Сварочный ток, от которого зависят размеры шва и производительность сварки, зависит от диаметра и состава проволоки; его устанавливают в соответствии со скоростью подачи проволоки. Скорость

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						52
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

сварки составляет обычно 15 - 80 м/ч, ее выбирают с учетом производительности и качества формирования шва. Качественные соединения можно получить при толщине металла для автоматической сварки более 0,5 мм, механизированной 1 мм, обычно сваривают толщины более 3 мм [7]. Техника сварки. Металлы толщиной до 4 мм сваривают без разделки кромок. Для улучшения формирования шва при толщине металла более 2 - 3 мм сварку проводят на медной подкладке с формирующей канавкой или на остающейся подкладке из основного металла.

Для сварки тонколистового металла используют проволоку диаметром 0,5 - 1,2 мм. Металл толщиной 4 - 12 мм обычно сваривают за два прохода с двух сторон без разделки, толщиной 15 - 20 мм - за два - три прохода с углом разделки 60°. При толщине 20 - 30 мм применяют двустороннюю разделку кромок с углом 60° и притуплением 2 - 4 мм. Металлы большей толщины целесообразно сваривать при узкой щелевой разделке кромок за несколько проходов. Механизированную сварку выполняют обычно на меньших силах тока, чем автоматическую. Сварку можно выполнять в различных пространственных положениях с применением приемов удержания сварочной ванны. Техника сварки металла толщиной более 2 мм при механизированной сварке аналогична технике при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Сварку швов плавящимся электродом в различных пространственных положениях выполняют проволокой диаметром до 1,2 мм, швов, расположенных в нижнем положении, - 1,2 - 3,0 мм.

Сварка в углекислом газе наряду с другими преимуществами, которые характерны для сварки в защитных газах, характеризуется высокой производительностью и низкой стоимостью. К недостаткам ее относятся повышенное разбрызгивание и не всегда удовлетворительный внешний вид шва. Основной особенностью сварки в углекислом газе плавящимся электродом является необходимость применения электродных проволок с повышенным содержанием элементов - раскислителей кремния и марганца, компенсирующих их выгорание в зоне сварки, предотвращающих дополнительное окисление

					<i>Анализ существующих методов сварки</i>	<i>Лист</i>
						53
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

металла при сварке и образование пор. Для углеродистых сталей в основном используют сварочные проволоки сплошного сечения Св-ЮГС, Св-08Г2С, а также порошковые проволоки, содержащие порошки ферросплавов FeSi, FeMn.

7.2.2 Технология дуговой сварки в углекислом газе

Сварку в углекислом газе производят почти во всех пространственных положениях, что является важным качеством, необходимым при производстве строительного - монтажных работ. Сварку осуществляют при питании дуги постоянным током обратной полярности. При сварке постоянным током прямой полярности снижается стабильность горения дуги, ухудшается формирование шва и увеличиваются потери электродного металла на угар и разбрызгивание. Однако коэффициент наплавки в 1,6... 1,8 раза выше, чем при токе обратной полярности. Это качество используют при наплавочных работах. Сварку можно производить и на переменном токе при включении в сварочную цепь осциллятора. Источниками питания дуги постоянным током служат сварочные преобразователи постоянного тока с жесткой характеристикой типа ПСГ-350, ПСГ-500 и др. Листовой материал из углеродистых и низколегированных сталей успешно сваривают в углекислом газе; листы толщиной 0,6...1,0 мм сваривают с отбортовкой кромок. Допускается также сварка без отбортовки, но с зазором между кромками не более 0,3...0,5 мм.

Листы толщиной 1,0...8,0 мм сваривают без разделки кромок; при этом зазор между свариваемыми кромками не должен быть более 1 мм. Листы толщиной 8... 12 мм сваривают V-образным швом, а при больших толщинах - X-образным швом. Перед сваркой кромки изделия должны быть тщательно очищены от грязи, краски, окислов и окалины. Наилучшие результаты дает сварка при больших плотностях тока, обеспечивающих более устойчивое горение дуги, высокую производительность процесса и снижение потерь металла на разбрызгивание до 8...12 %. Для этого при сварке в углекислом газе

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

применяют электродную проволоку диаметром от 0,5 до 2,0 мм, что позволяет вести процесс сварки при плотности тока не менее 80 A/мм^2 .

Электродная проволока применяется из низкоуглеродистой стали с повышенным содержанием кремния и марганца марок Св-08ГС, Св-08Г2С. Поверхность электродной проволоки должна быть тщательно очищена от смазки, антикоррозионных покрытий, масла, ржавчины и других загрязнений, нарушающих устойчивость режима сварки. Режим сварки выбирается в зависимости от толщины свариваемых кромок. Величина сварочного тока и скорость сварки в значительной степени зависят от размеров разделки свариваемого шва, т. е. от количества наплавляемого металла. Чем больше размеры шва, тем меньше скорость сварки и тем больше величина сварочного тока. Напряжение тока устанавливается таким, чтобы получить устойчивый процесс сварки при возможно короткой дуге (1,5...4,0 мм). При большей длине дуги процесс сварки неустойчивый, увеличивается разбрызгивание металла, возрастает возможность окисления и азотирования наплавляемого металла. Скорость подачи электродной проволоки зависит от сварочного тока и напряжения. Практически она устанавливается так, чтобы процесс протекал устойчиво при вполне удовлетворительном формировании шва и незначительном разбрызгивании металла [7].

В процессе сварки электроду сообщается такое движение, чтобы получилось хорошее заполнение металлом разделки свариваемых кромок и удовлетворительное формирование наплавляемого валика. Эти движения аналогичны движениям электрода при ручной дуговой сварке качественными электродами. Рекомендуется для снижения опасности образования трещин первый слой сваривать при малом сварочном токе. Заканчивать шов следует заполнением кратера металлом. Затем прекращается подача электродной проволоки и выключается ток. Подача углекислого газа на заваренный кратер продолжается до полного затвердевания металла. При сварке в углекислом газе следует помнить об отравляющих действиях окиси углерода, выделяющейся

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

при сварке. Поэтому при сварке в резервуарах и закрытых помещениях необходимо иметь хорошую вентиляцию свариваемых резервуаров и сварочных постов [7].

7.3 Сварка в среде защитных газов с применением технологии STT

Метод STT (процесс переноса металла силами поверхностного натяжения) делает менее трудоемкой задачу выполнения корневого шва стыка труб по открытому зазору и обеспечивает лучшее формирование обратного валика и сплавление кромок, а также снижает разбрызгивание и задымление. Данный процесс отличается от традиционной сварки короткой дугой в среде защитных газов тем, что сварочный ток в этом процессе контролируется независимо от скорости подачи проволоки. Кроме этого, не происходит характерного для традиционных методов сварки выплеска жидкой сварочной ванны при переносе металла. Это уменьшает степень смешивания сварочной ванны с основным металлом, разбрызгивание и задымление. Обеспечивает более точный контроль сварочной ванны и проплавления со стороны оператора.

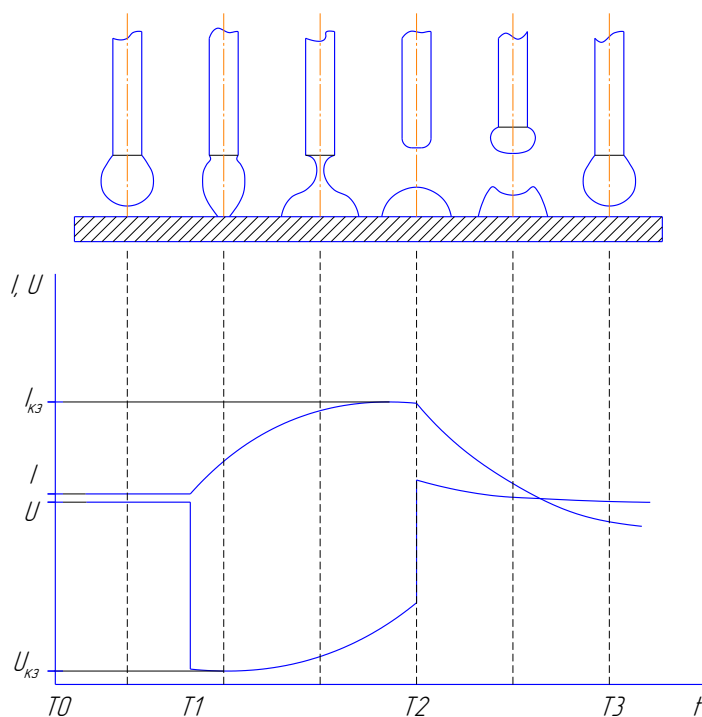


Рисунок 7 – Типичные формы кривых сварочного тока и напряжения при традиционном способе полуавтоматической сварки

Обычный способ сварки короткой дугой рассматривают как процесс с низким тепловложением. Для него характерно вероятное снижение проплавления и непровар кромок. Однако, сварочный ток, величина которого пропорциональна скорости подачи проволоки, может быть увеличен, что повлечет повышение тепловложения и увеличение проплавления. Это позволяет добиться баланса уровня проплавления, однако предполагает значительный уровень квалификации сварщика для достижения такого баланса. Требуется вложить такое количество тепла, которое обеспечит необходимое проплавление стыкуемых кромок, но не допустит прожога. Оператор должен постоянно вести дугу по переднему краю сварочной ванны, чтобы добиться нормального проплавления и стараться не делать широких колебательных движений. В случае, если дуга смещается к заднему краю ванны проплавление становится недостаточным. Если же дуга располагается слишком близко к передней кромке ванны или выходит за ее пределы, то неизбежен прожег и вылет сварочной проволоки сквозь шов, приводящий к появлению "усиков" на обратной стороне шва, а так же к образованию усадки обратного валика, особенно в нижней части кольцевого шва.

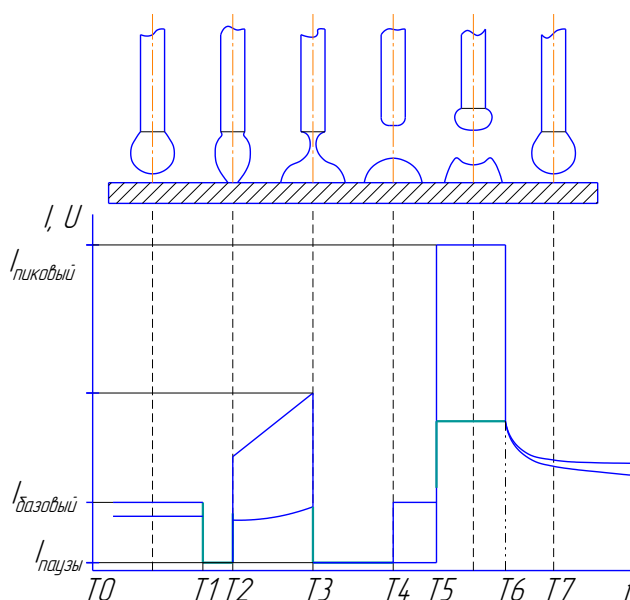


Рисунок 8 – Формы кривых сварочного тока и напряжения при полуавтоматической сварке методом STT

В свое время было установлено, что при использовании импульсной сварки значительно улучшается контроль сварочной ванны. Плавное понижение сварочного тока в конце сварочного цикла приведет к охлаждению ванны. Например, при аргонно-дуговой сварке неплавящимся электродом мгновенное повышение тока до пикового уровня, а затем снижение его до "фоновой" величины позволило бы получить шов с хорошим проваром и сплавлением кромок, но без прожога основного металла. Этот принцип и применяется в STT-процессе. Максимальный (пиковый) ток действует в течение фиксированного промежутка времени. Это обеспечивает определенную длину дуги и плавление основного металла. Затем ток снижается до низкого (фонового) уровня, на котором контролируется общее тепловложение в сварочную ванну.

Использование процесса STT для сварки корневого шва на спуск менее трудоемко. Это достигается за счет регулирования тепловложения в сварочную ванну независимо от скорости подачи проволоки. Процесс требует изменения техники сварки в процессе работы. В позиции от 12 до 2 часов сварка ведется с углом наклона электрода в направлении сварки и с небольшими поперечными колебаниями. Между 2 и 4 часами угол наклона электрода изменяется до перпендикуляра в направлении сварки. В процессе сварки необходимо следить за правильным формированием сварочной ванны. При этом поперечные колебания электрода обычно не требуются (необходимость колебаний зависит от величины зазора). Между 4 и 6 часами может потребоваться колебание электрода в поперечном направлении. После нескольких практических занятий сварщик средней квалификации способен овладеть процессом. При выполнении корневых швов величина усиления обратного валика будет находиться в пределах 1,5 - 2,0 мм. При выполнении процесса STT желательно использовать малый вылет электрода (6 - 7 мм).

Процесс STT- преемник обычного процесса полуавтоматической сварки в среде защитного газа, реализующего метод переноса короткими замыканиями.

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						58
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Однако STT принципиально отличается от него возможностью прямого управления условиями переноса наплавляемого металла в сварочную ванну. Эта возможность обеспечивается быстродействующей инверторной схемой источника питания, специальным электронным микропроцессорным модулем, принудительно задающим необходимый уровень сварочного тока и контуром обратной связи, динамично отслеживающим изменения напряжения на дуге. В течение всего цикла переноса капли в сварочную ванну величина сварочного тока жестко зависит от фазы формирования и перехода последней.

Как уже было отмечено, перенос наплавляемого металла происходит сериями коротких замыканий. На рисунках 7 и 8 представлены диаграммы кривых тока и напряжения, характерные для традиционного полуавтомата и источника STT. Каждое замыкание проволоки в сварочную ванну - цикл переноса - удобно разбить на несколько характерных этапов:

Подготовка капли (T7-T0-T1). Продолжительный этап действия базового тока на уровне 50 - 100 А и подготовка капли к моменту короткого замыкания. На этом этапе под действием сил поверхностного натяжения форма капли приближается к правильной сфере, создавая тем самым благоприятные условия для плавного объединения со сварочной ванной. Управление величиной базового тока несет в себе две основные функции. Во-первых, он должен обеспечить дугу количеством энергии, достаточным для преодоления потерь на излучение и поддержание определенного объема расплавленной на конце электрода капли. Если базовый ток слишком низок, это приводит к кристаллизации верхней части капли и уменьшению ее объема. Более того, это может привести даже к полной кристаллизации капли и, как следствие, к нестабильности всего процесса и утыканиям проволоки в дно сварочной ванны. Во-вторых, от уровня базового тока зависит степень общего разогрева свариваемого изделия. Действие базового тока похоже на влияние сварочного напряжения при обычной полуавтоматической сварке. При повышении обоих параметров сварочный шов теряет выпуклость, приобретает более низкую и

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						59
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

плавную форму. Это происходит за счет увеличения разогрева зоны дуги и повышения текучести металла. Однако, увеличение базового тока более 120 А приводит к значительному повышению разбрызгивания. Оптимальная величина базового тока зависит от типа защитного газа, материала, диаметра и скорости подачи сварочной проволоки. Установка оптимального для тех или иных условий базового тока в процессе работы, а именно его соответствие заданной скорости подачи проволоки, имеет принципиальное значение для качества всего соединения.

Начальный период короткого замыкания (T_1-T_2). В момент T_1 происходит замыкание капли на сварочную ванну. Если при этом величина сварочного тока составляет 150 - 200 А, как в случае с обычным полуавтоматическим процессом, капля мгновенно отрывается, обычно разрушаясь и разлетаясь в стороны, что приводит к разбрызгиванию. Кроме того, ток такой величины, пытаясь пройти через узкую перемычку, образовавшуюся между каплей и ванной, приводит к выплеску металла. При действии источника STT образование контакта происходит при значительно более низком уровне сварочного (базового) тока, что исключает эти негативные явления. Капля спокойно залипает на сварочную ванну, образуя пятно контакта. Датчик контура обратной связи источника питания Invertec STT в момент T_1 подает микропроцессору сигнал о возникновении короткого замыкания (напряжение упало до значения, близкого к нулю). источник понижает ток с базового уровня до 10 А на время 0,75 миллисекунд. В течение этого времени происходит развитие пятна контакта, вращение капли в сварочную ванну и образуется надежная перемычка между ванной и электродной проволокой.

Пинч-эффектом называют возникновение вокруг электрического проводника центростремительных сжимающих сил, пропорциональных квадрату протекающего по проводнику тока. Строго говоря, этот эффект присутствует в сварочном контуре всегда когда сварочный ток не равен нулю.

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						60
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Однако только на рассматриваемом этапе влияние пинч-эффекта на перенос наплавляемого металла в сварочную ванну имеет принципиальное значение. По истечении времени действия начального периода короткого замыкания (0,75 мс, момент T2) микропроцессор резко повышает величину сварочного тока. На этой короткой первой стадии происходит стремительный рост электромагнитных сил оссимметричного сжатия жидкой перемычки и образование на ней шейки. Уровень, до которого источник повышает ток на первой стадии, зависит от диаметра применяемой проволоки (повышается с увеличением диаметра) и устанавливается сварщиком с помощью двухпозиционного тумблера на лицевой панели аппарата. На второй стадии пинч-эффекта повышение сварочного тока происходит значительно более плавно. Источник "готовится" к моменту разрушения шейки и отделения капли от электродной проволоки. Необходимо отметить, что во время короткого замыкания напряжение между электродной проволокой и сварочной ванной не равно нулю, поскольку при температуре плавления (1550 °С) металл имеет высокое электрическое сопротивление. Образование шейки связано с уменьшением поперечного сечения перемычки и ростом электрического сопротивления этого участка проводника. На этой стадии снова вступает в действие контур обратной связи, снабжающий микропроцессор информацией о сварочном напряжении. Скорость изменения сопротивления определяется косвенно путем последовательных замеров изменения напряжения в единицу времени. Когда эта скорость достигает определенного значения, источник получает от датчика напряжения дуги сигнал, свидетельствующий о том, что шейка готова к разрушению (момент T3). В этот момент источник прекращает плавное наращивание тока и резко снижает его до уровня порядка пяти ампер. Отделение капли (момент T4) происходит без разбрызгивания, присущего традиционному полуавтомату с жесткой внешней характеристикой. Силы поверхностного натяжения уже слитых воедино капли и ванны "втягивают" каплю вглубь, формируя сварочный шов.

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						61
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Рост капли (Т5-Т6). В течение всего этого этапа действует, так называемый, пиковый уровень сварочного тока, устанавливаемый сварщиком на лицевой панели аппарата. После отделения капли от электродной проволоки дуговой промежуток восстанавливается и резко повышается напряжение. Для продолжения процесса необходимо быстро сформировать новую каплю на торце электрода. С этой целью источник питания, получая сигнал о восстановлении дуги, мгновенно повышает ток до пикового уровня и наращивает плазменный столб. Пиковое значение тока определяет скорость нарастания плазмы и увеличения дугового промежутка. На торце электрода формируется расплавленная капля. Одновременно с этим усиливается давление дуги на сварочную ванну, вызывая ее сжатие и еще большее удлинение дуги. Таким образом, пиковый ток непосредственно влияет на длину дуги и обеспечивает необходимое проплавление. Уровень пикового тока довольно высок - чаще всего порядка 350 - 400 А. На таком токе обычный полуавтомат мог бы вести сварку проволокой диаметром 1,2 мм на скоростях сварки порядка 5 м/мин. Однако, в случае STT такой высокий уровень тока действует только после отделения капли и ее переноса в ванну, что значительно повышает качество сварного шва.

Переход на базовый ток (Т6-Т7). После окончания действия пикового тока, когда создана капля необходимого объема, источник экспоненциально понижает ток до базового уровня. Резкое снижение тока в данном случае неприемлемо, поскольку мгновенный сброс действия дуги может привести к возникновению возмущений. При работе с последней версией аппарата - Invertec STT II - сварщик имеет возможность регулировать скорость снижения тока на этом этапе специальной рукояткой на лицевой панели источника, достигая при этом наибольшей стабильности процесса сварки и наилучшей формы сварного шва. Кроме того, замедление падения тока приводит к увеличению общего тепловложения в сварочную ванну без изменения длины дуги, что важно, например, при сварке высоколегированных и нержавеющей

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						62
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

сталей. Повышение тепловложения способствует улучшению сплавления с основным металлом и позволяет повысить скорость сварки. С переходом тока на базовый уровень вновь созданная капля начинает приобретать правильную сферическую форму и весь цикл переноса повторяется.

Процесс STT основан на принципиально новом технологическом подходе к оборудованию для сварки и выполняемым им задачам. При внешней схожести с традиционной полуавтоматической сваркой, сказанное выше о работе систем с технологией STT убеждает в наличии большого количества отличий, имеющих важное прикладное значение, в частности, для решения вопроса создания качественного корневого шва при сварке труб различного диаметра.

Корневой шов - главная составляющая всего соединения. Качество и производительность при выполнении корневого шва определяет темп строительства всей магистрали. На сегодняшний день существуют и активно применяются на практике несколько традиционных способов создания корневого шва методом дуговой электросварки. К ним относятся: ручная сварка корня покрытыми электродами с основным и целлюлозным типом покрытия, а так же автоматическая сварка корня сплошной проволокой в среде защитного газа головками, расположенными внутри трубы. Последний метод является наиболее производительным и дорогостоящим, и требует дополнительных затрат на переточку заводской кромки трубы под сварку изнутри. Процесс STT способен устранить этот недостаток. Теплофизические свойства дуги и сварочной ванны, характерные для процесса переноса металла за счет сил поверхностного натяжения, позволяют вести сварку корня снаружи с получением гарантированного проплавления и обратного валика требуемых размеров во всех пространственных положениях. При этом процесс STT способен, при определенном навыке сварщика, в достаточно больших пределах отрабатывать изменения параметров разделки. Исследования показали, что процесс справляется с задачей сплавления кромок и создания обратного валика

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						63
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

при увеличении ширины разделки до 4,0 мм и смещении кромок до 3,0 мм даже в потолочном положении.

Другим достоинством метода STT при выполнении корневого прохода на трубах большого диаметра является размер наплавляемого шва. За один проход наплавляется слой металла, соответствующий двум проходам (корневому и горячему) при использовании электродов с целлюлозным типом покрытия. Во-первых, это обстоятельство ощутимо сокращает время сварки. Во-вторых, позволяет вывести внутренний центратор сразу после сварки корня, поддерживая, таким образом, высокий темп строительных работ. При этом внешняя поверхность корневого шва свободна от шлака (требуется лишь незначительная зачистка проволочной щеткой), и не имеет так называемых "карманов" - зашлакованных продольных канавок, расположенных по краям шва в местах сплавления с основным металлом, характерных для все той же сварки целлюлозными электродами. Главное преимущество сварки основным электродом - относительно низкое содержание диффузионного водорода в металле шва. Однако, сварочный процесс STT, выполняемый полуавтоматически проволокой сплошного сечения в среде защитного газа, по данным компании-производителя, превышает этот показатель качества (рисунок 9). Исследования, проведенные при аттестации метода, подтверждают это обстоятельство.

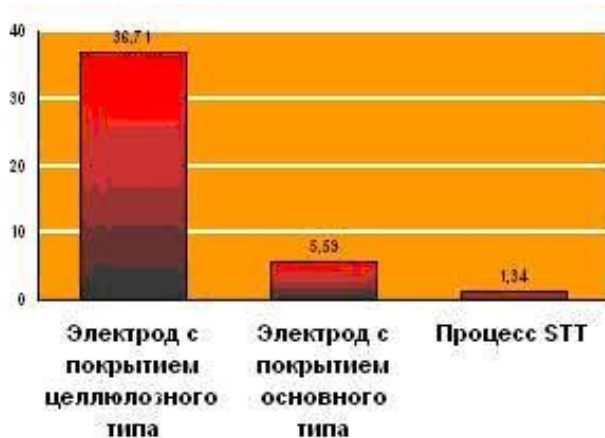


Рисунок 9 – Содержание диффузионного водорода в металле шва, выполненного различными методами, мл/100г

Среди других особенностей процесса STT следует выделить сокращение общего тепловложения в свариваемую деталь, крайне низкий уровень разбрызгивания и дымообразования. При этом большинство сварщиков отмечают легкость управления сварочной ванной. Процесс не требует особых навыков, а во многих случаях просто менее трудоемок. Высокие показатели качества и стабильности наплавки достигаются при защите дуги и сварочной ванны наиболее дешевым углекислым газом, поскольку метод оптимизирован именно для типа переноса металла сериями коротких замыканий, характерного для CO₂.

Одно из достоинств метода STT - возможность его использования для механизированной сварки. Как отмечалось ранее, системы автоматической сварки стыков трубопроводов позволяют достичь наивысших показателей качества и производительности работ.

Для труб большого диаметра предложено использовать стандартную заводскую разделку с углом скоса кромок 20 - 30° и стандартным притуплением и зазором. В этом варианте сварочная технология STT призвана обеспечить выполнение качественного корневого шва при наличии существующих погрешностей подготовки кромок и сборки без использования подкладных колец. Выполнение остальных проходов при сварке всего стыка аналогично первому случаю, за исключением использования порошковой газозащитной проволоки для заполняющих слоев, обеспечивающей лучшее проплавление и при сварке труб большой толщины.

7.3.1 Оборудование для сварки STT

Компанией Lincoln Electric специально для этого процесса разработан 225-ти амперный инверторный источник питания Invertec STT II, реализующий технологию управления формой сварочного тока. При сварке за счет регулирования определенным способом формы выходного тока (что-то вроде импульсно дуговой сварки) добиваются вышеуказанных преимуществ. Invertec

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						65
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

STT II отличается от обычных сварочных источников. Он не является ни источником с жесткой характеристикой, ни источником с крутопадающей характеристикой. Аппарат имеет обратную связь, которая отслеживает основные этапы переноса капли и мгновенно реагирует на процессы, происходящие между электродом и сварочной ванной, изменяя величину и форму сварочного тока.

Invertec STT II во многом отличается от обычных машин. Основными параметрами сварки STT являются:

- скорость подачи сварочной проволоки;
- пиковый ток;
- базовый ток;
- длительность заднего фронта импульса.

Источник не осуществляет регулировку напряжения дуги. Напряжение, требуемое дугой, автоматически устанавливается самой машиной. Это приводит к тому, что величина тепла, вводимого в сварочную ванну, не зависит от скорости подачи проволоки. Помимо этого, улучшаются условия контроля за формированием сварочной ванны [8]. Этап Пинч-эффекта также автоматически контролируется источником.

Источник Invertec STT II рекомендуется использовать с механизмами подачи LN-27 при работе на монтаже, LN-742 и STT-10 при сварке в заводских стационарных условиях. Также он может применяться с механизмами подачи LN- 7GMA, LN-9GMA и системами автоматической сварки NA-5 и NA-5R.

7.3.2 Сварка корневого шва неповоротных стыков труб

Сварка корневых швов труб традиционно является наиболее сложным этапом при сооружении трубопроводов. Этот этап предъявляет определенные требования к самому процессу сварки. Используя сварку STT, с ее возможностью управлять механизмом переноса и отличным контролем за

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

формированием сварочной ванны, удастся значительно облегчить выполнение корневого шва.

Режимы сварки STT не являются столь критичными, как это наблюдается при обычной сварке в среде защитных газов, и находятся в широком диапазоне. Если при обычной сварке трубы, заданной марки и типоразмера, для получения качественного соединения используются конкретные значения напряжения дуги и скорости подачи сварочной проволоки (сварочного тока), то процесс STT имеет различные варианты режимов для этих целей [8].

При сварки труб процессом STT используется стандартная разделка кромок в соответствии со стандартом. Однако часто при использовании данной технологии устанавливается увеличенный зазор, составляющий 2,0 - 2,5 мм. Процесс менее чувствителен к плохой сборке, чем обычные методы сварки.

Вылет электрода составляет 9,5 - 15,9 мм. Обычной ошибкой при сварке является слишком большой вылет. Для лучшего контроля за вылетом электрода необходимо, чтобы контактный наконечник выступал от торца сопла, сварочной горелки на расстоянии 6,4 мм.

7.3.3 Техника сварки

Полуавтоматическая сварка STT корневого шва неповоротных стыков труб ведется на спуск. Процесс начинается в верхней части трубы. Возбуждение дуги производится на одной из кромок. Затем дуга переносится на противоположную кромку, формируя при этом сварочную ванну. На этом участке трубы сварка осуществляется с дугообразными колебаниями небольшой амплитуды. Дугу следует располагать внутри сварочной ванны в первой 1/4 или 1/3 от ее переднего фронта. При этом угол наклона электрода составляет 45 градусов. Прямолинейные колебания с кромки на кромку приводят к увеличению проплавления.

При расположении дуги в сварочной ванне, нельзя добиться необходимого проплавления, как это наблюдается при обычной

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						67
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

полуавтоматической сварке в защитных газах, где увеличение проплавления происходит при размещении дуги на передней кромке ванны. Однако, при сварке STT большая глубина проплавления достигается, если дуга горит внутри сварочной ванны.

При установке прихватки возбуждение дуги производится на одной из кромок. Затем дуга переносится на противоположную кромку, формируя при этом сварочную ванну. Прихватка выполняется требуемой длины. Прерывание дуги должно обязательно производиться на одной из кромок, а не в зазоре.

Начало и конец каждой прихватки необходимо сошлифовать, чтобы обеспечить плавный переход от корневого шва к прихватке. Процесс STT не позволяет полностью проплавить прихватку [8].

В процессе сварки корневого шва при заходе и выходе с прихватки колебания прекращаются, чтобы обеспечить хорошее сплавление.

7.3.4 Основные сварочные параметры

Скорость подачи сварочной проволоки - влияет на скорость наплавки. Более высокая скорость подачи предопределяет более высокую скорость сварки.

Пиковый ток - управляет длиной дуги и формой наплавленного валика. Увеличение пикового тока приводит увеличению длины дуги и формированию более плоской внешней поверхности шва. Высокие значения пикового тока могут привести к образованию вогнутой поверхности. Величина пикового тока обычно выше базового и лежит в диапазоне от 250 до 400 А.

Базовый ток - определяет общее тепловложение и форму обратного валика. Если базовый ток очень высокий, то верхней части трубы будет наблюдаться чрезмерное проплавление, а в потолочном положении - провал. Значение базового тока ниже пикового и составляет 25 - 100 А.

Длительность заднего фронта импульса - увеличивая длительность заднего фронта импульса возможно увеличить тепловложение в сварочную

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
						68
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ванну без изменения длины дуги. Это особенно рекомендуется при сварке высоколегированными проволоками нержавеющей сталей. При увеличении данного параметра необходимо понизить базовый и/или пиковый ток, чтобы выдержать необходимую форму наплавленного валика.

Расход газа - расход газа в данном процессе обычно ниже, чем при обычной сварке в среде защитных газов, так как размер ванны меньше.

Сварка STT относится к так называемым "холодным" процессам. Общее тепловложение значительно ниже, чем при обычной полуавтоматической сварке в среде защитных газов. Однако это не приводит образованию таких дефектов, как несплавление.

					Анализ существующих методов сварки	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

8 Расчёт режимов сварки

8.1 Расчёт режимов сварки в углекислом газе

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы, качества и химического состава шва.

К основным параметрам режима механизированной дуговой сварки в защитных газах плавящимся электродом, определяемых расчётом, относятся: сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки, диаметр и скорость подачи электродной проволоки. Основные параметры: защитная среда (газовая, шлаковая, газшлаковая), род тока, полярность устанавливают, исходя из условий сварки конкретного изделия. Расчет проводим по методике представленной в [9].

Определим площадь наплавленного металла:

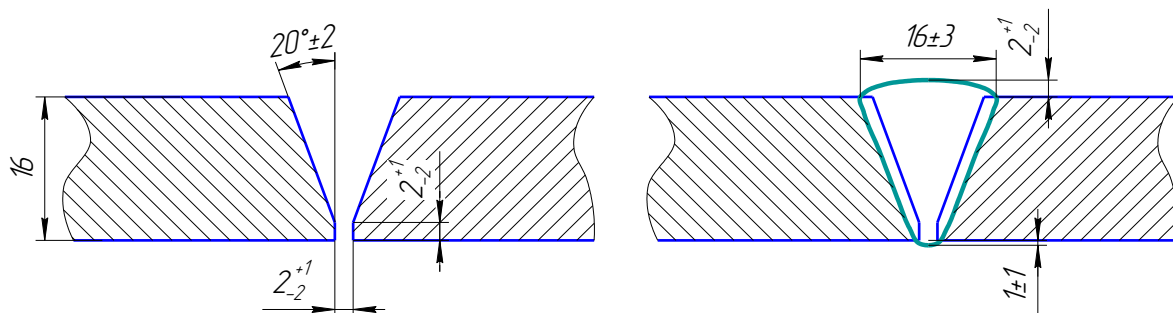


Рисунок 10 – ГОСТ 14771-76, геометрические размеры сварного шва

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм		
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дат			
Разраб.		Татаренко А.Ю.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.				70	
Консульт.					НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.					
					Расчёт режимов сварки		

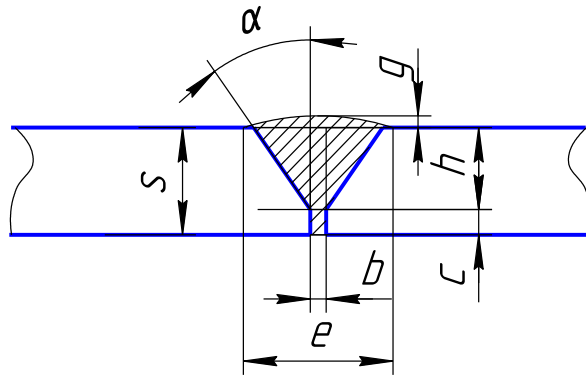


Рисунок 11 – Расчет площади наплавленного металла

$$F_H = h^2 \times \operatorname{tg} \alpha + S \times b + 0,73 \times e \times g = 14^2 \times 0,36 + 2 \times 16 + 0,73 \times 16 \times 2 = 125,8 \text{ мм}^2. \quad (5)$$

Назначаем три прохода:

первый проход (корень шва) $F = 20 \text{ мм}^2$;

второй проход (заполняющий) $F = 56 \text{ мм}^2$;

третий проход (облицовочный) $F = 50 \text{ мм}^2$.

Принимаем диаметр проволоки $d_3 = 1,2 \text{ мм}$, тогда

$$I_{св} = \frac{\pi \times d_3^2}{4} \times j_3 = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 120 = 136 \text{ А}, \quad (6)$$

Принимаем для первого прохода: $I_{св} = 140 \text{ А}$.

Принимаем для второго прохода: $I_{св} = 200 \text{ А}$.

Принимаем для третьего прохода: $I_{св} = 160 \text{ А}$.

Для принятого диаметра электрода и силы сварочного тока определим оптимальное напряжение дуги:

$$U_d = 20 + \frac{50 \times 10^{-3}}{d_3^{0,5}} \times I_{св} \pm 1, \text{ тогда} \quad (7)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \times 140 \pm 1 \approx (25,4 \div 27,4) \text{ В}$$

Определим коэффициент формы провара:

					Расчёт режимов сварки	Лист
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дата		71

$$\psi_{np} = k' \times (19 - 0,01 \times I_{св}) \times \frac{d_3 \times U_d}{I_{св}}, \quad (8)$$

где k' - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

Согласно [1], величина коэффициента k' при плотности тока $j < 120 \text{ А/мм}^2$ при сварке постоянным током обратной полярности:

$$k' = 0,367 \times j^{0,1925}, \text{ таким образом,} \quad (9)$$

$$\psi_{np} = 0,367 \times 120^{0,1925} \times (19 - 0,01 \times 140) \times \frac{1,2 \times 26}{140} = 3,095,$$

α_n - коэффициент наплавки. Его можно определить по формуле, согласно [1]:

$$\alpha_n = \alpha_p \times (1 - \psi_n), \text{ где} \quad (10)$$

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times j - 4,48 \times 10^{-4} \times j^2, \text{ тогда} \quad (11)$$

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times 120 - 4,48 \times 10^{-4} \times 120^2 = 9,5\% ;$$

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{120} \times \frac{1,5}{0,12^2} = 12,6; \quad (12)$$

где l - вылет электродной проволоки. Согласно рекомендациям, предложенным в [4], он равен 15 мм, тогда

$$\alpha_n = \alpha_p \times (1 - \psi_n) = 12,6 \times (1 - 0,095) = 12,6 \times 0,905 = 11,4. \quad (13)$$

Скорость сварки определим по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_n}, \text{ тогда} \quad (14)$$

Для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_n} = \frac{11,4 \times 140}{3600 \times 7,8 \times 0,27} = 0,28 \text{ см/с}.$$

Для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_n} = \frac{11,4 \times 200}{3600 \times 7,8 \times 0,27} = 0,15 \text{ см/с}.$$

					Расчёт режимов сварки	<i>Лист</i>
						72
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для третьего прохода:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_n} = \frac{11,4 \times 160}{3600 \times 7,8 \times 0,5} = 0,13 \text{ см/с}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_{эл}}. \quad (15)$$

Для первого прохода:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_{эл}} = \frac{11,4 \times 140}{3600 \times 7,8 \times 2,5 \times 10^{-2}} = 2,27 \text{ см/с}.$$

Для второго прохода:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_{эл}} = \frac{11,4 \times 200}{3600 \times 7,8 \times 2,5 \times 10^{-2}} = 3,25 \text{ см/с}.$$

Для третьего прохода:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_{эл}} = \frac{11,4 \times 160}{3600 \times 7,8 \times 2,5 \times 10^{-2}} = 2,6 \text{ см/с}.$$

8.2 Режимы сварки труб методом STT

При сварке в защитных газах труб методом STT основными параметрами режима сварки являются: скорость подачи проволоки, пиковый ток, базовый ток, скорость сварки, длительность заднего фронта импульса, расход газа, диаметр сварочной проволоки, расстояние от торца контактного наконечника до изделия.

Исходя из литературных данных [8] и данных полученных экспериментальным путем, назначаются следующие режимы сварки, которые представлены в таблице 11.

- толщина стенки трубы – 16 мм;
- проволока диаметром – 1,1 мм;
- защитный газ – CO₂;
- расход газа – 12-13 л/мин;

					Расчёт режимов сварки	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

- $\alpha_n = 11,9z/A ч.$

Таблица 11 – Ориентировочные режимы сварки с применением метода
STT

Шов	Скорость подачи проволоки, м/мин	Пиковый ток, А	Базовый ток, А	Скорость сварки, м/мин	Расстояние от торца контактного наконечника до изделия, мм	Средняя величина сварочного тока, А	Длительность заднего фронта импульса
Корневой	3	370	25	0,20-0,23	6,4	200	0
Заполняющий	3	370	50	0,08	6,4	210	0
Облицовочный	3	370	50	0,08	6,4	210	0

9 Обоснование выбора основного сварочного оборудования

Для питания сварочной дуги при механизированной сварке в среде защитных газов используют источники постоянного тока. К ним относятся сварочные преобразователи, агрегаты и выпрямители. Главным требованием к источникам питания является обеспечение ими легкого возбуждения и стабильного горения сварочной дуги [5]. Все источники питания характеризуются следующими основными показателями: величиной напряжения холостого хода, формой внешней характеристики, мощностью, продолжительностью работы (ПР) и продолжительностью включения (ПВ). Внешняя вольт-амперная характеристика определяющая зависимость напряжения источника от величины сварочного тока, может быть падающей (круто, полого), жесткой или возрастающей. Внешние вольт-амперные характеристики источников питания показаны на рисунке 12.

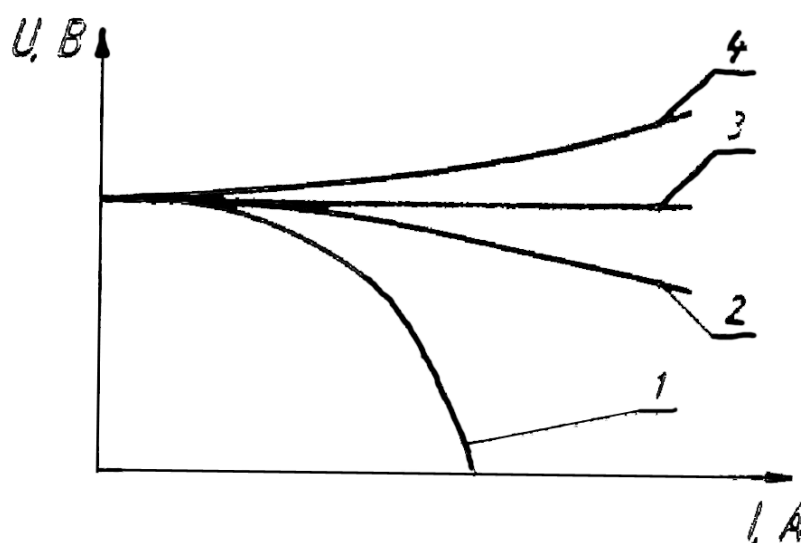


Рисунок 12 – Внешние вольт-амперные характеристики источников питания: 1 – крутопадающая; 2 – полого падающая; 3 – жёсткая; 4 – возрастающая

					<i>Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Татаренко А.Ю.</i>			Обоснование выбора основного сварочного оборудования					
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>							75	
<i>Консульт.</i>								НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Рудаченко А.В.</i>								

Крутопадающую характеристику применяют для источников, предназначенных для ручной дуговой сварки и сварки под флюсом толстой проволокой. Полого падающую и жёсткую характеристики используют при сварке под флюсом и в среде защитных газов тонкой проволокой. Возрастающую характеристику применяют при сварке тонкой проволокой в среде защитных газов.

В силу физических особенностей стабильность дуги и её технологические свойства выше при использовании постоянного тока обратной полярности. При использовании постоянного тока прямой полярности количество расплавленного электродного металла увеличивается на 25...30 %, но резко снижается стабильность дуги и повышаются потери на разбрызгивание. Применение переменного тока невозможно из-за нестабильного горения дуги. Сварочный выпрямитель — это статический преобразователь энергии трехфазной сети переменного тока в энергию выпрямленного тока, которая используется для дуговой сварки. Выбор схемы выпрямителя зависит от области его применения.

Для сварки данного вида изделия будем применять установку Invertec STT II. Основные технические данные приведены в таблице 12.

Сварочный аппарат Invertec STT II – имеет возможность управления объемом наплавки. Он оснащен дополнительным регулятором заднего фронта импульса сварочного тока. Данная функция позволяет выполнять сварные швы с более высокими скоростями и объемами наплавки, в отличие от оригинала. Кроме этого, она позволяет осуществлять более точный контроль за формой шва, особенно при сварке сплавов с высоким содержанием никеля.

Применение технологии управления формой сварочного тока позволяет в считанные микросекунды отстроить величину сварочного тока. Точный контроль тока в течение всего сварочного цикла минимизирует или совсем исключает основные недостатки сварки сплошной проволокой короткими замыканиями в среде защитного газа. Процесс STT реализует перенос металла в

					Обоснование выбора основного сварочного оборудования	<i>Лист</i>
						76
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

сварочную ванну посредством сил поверхностного натяжения расплавленного металла. Отстройка действующей величины сварочного тока полностью основывается на тепловых потребностях дуги в каждый отдельный момент всего цикла переноса. В комплект установки входит: источник питания Invertec STT II, механизм подачи проволоки LN-742, горелка Magnum и т.д [8].

С STT II могут использоваться различные сварочные материалы, включающие сплошную и порошковую проволоку для сварки обычных и нержавеющей сталей, никелевых сплавов и кремнистой бронзы. Уровень разбрызгивания при сварке STT, использующей в качестве защитного газа CO₂, ниже, чем при сварке сплошной проволокой в смесях аргона. Аппарат предназначен как для полуавтоматической, так и для автоматической сварки. Весьма эффективно его применение в сварке с использованием робототехники, где его особенности, указанные выше, крайне важны. Источник позволяет решить проблемы с высоким уровнем разбрызгивания и дымообразования, прожогами, регулировкой тепловложения, плохой сборкой стыка, а также осуществлять ремонт сварного соединения.

Таблица 12 – Технические характеристики Invertec STT II

Питание, В	200/220/380/415/440
Диапазон базового сварочного тока, А	25-125
Диапазон пикового сварочного тока, А	100-450
Напряжение холостого хода, В	85
Габариты, мм	589x336x620
Вес, кг	53

Преимущества данного сварочного аппарата, по [8] заключаются в следующем:

- исключает образование несплавлений при сварке с зазором стыков труб и сосудов давления;
- снижает уровень сварочных деформаций и вероятность прожогов за счет управления величиной тепловложения;
- снижает уровень излучения сварочной дуги;
- процесс не требует от сварщика большого навыка в работе и прост в обучении;
- снижение уровня дымообразования;
- легкая и компактная конструкция, высокая транспортабельность;
- схема компенсации, обеспечивающая стабильность процесса сварки при колебаниях напряжения в сети питания в пределах $\pm 10\%$;
- электронная и термостатическая защита.

					Обоснование выбора основного сварочного оборудования	<i>Лист</i>
						78
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

10 Технология изготовления сварной конструкции

10.1 Заготовительные операции

Заготовительными операциями являются: очистка труб, подготовка и зачистка кромок, сборка стыка, предварительный подогрев.

Монтаж различных узлов трубопровода, независимо от того, производится он в цеховых или в полевых условиях, должен выполняться так, чтобы полностью смонтированный трубопровод соответствовал требованиям настоящего свода норм и конкретным требованиям строительного проекта.

Трубы укладывают на бровке траншеи на инвентарных лежках под углом к оси траншеи таким образом, чтобы к торцам труб был свободный доступ. Расстояние от грунта до нижней образующей трубы должно быть не менее 450 мм. В процессе раскладки необходимо провести осмотр труб на соответствие требованиям раздела [3].

Перемещение труб непосредственно к месту сборки стыка осуществляется трубоукладчиком.

10.2 Подготовка деталей к сварке

Перед сборкой необходимо очистить внутреннюю полость труб и деталей трубопроводов от попавшего грунта, снега и т.п. загрязнений, а также механически очистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб.

Перед сборкой следует осмотреть поверхности кромок свариваемых элементов. Устранить шлифованием пневматической щеткой на наружной поверхности неизолированных торцов труб или переходных колец цапапины, риски, задиры глубиной до 5 % от нормативной толщины стенки, но не более

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		Татаренко А.Ю.			Технология изготовления сварной конструкции	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Веревкин А.В.					79	
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.						

минусовых допусков на толщину стенки, оговоренных в общих технических требованиях и в ГОСТ на трубы.

Усиление заводских продольных и спиральных швов снаружи трубы следует удалить до величины 0 - 0,5 мм на участке шириной 10 - 15 мм от торца трубы. Группы по классам прочности приведены в таблице 13.

Забоины и задиры фасок глубиной до 5 мм труб 2-й группы прочности следует отремонтировать электродами с основным видом покрытиям типа Э60 диаметром 3,0 - 3,2 мм. При этом перед началом сварки осуществляется предварительный подогрев до 100⁺³⁰ °С.

Таблица 13 – Группы по классам прочности труб и деталей трубопроводов

Номер группы	Класс прочности	Нормативное значение временного сопротивления разрыву основного металла, МПа (кгс/см)
1	Д К54 включительно	до 530 (54) включительно
2	К55...К60	539...588 (55...60)
3	К65	637 (65)

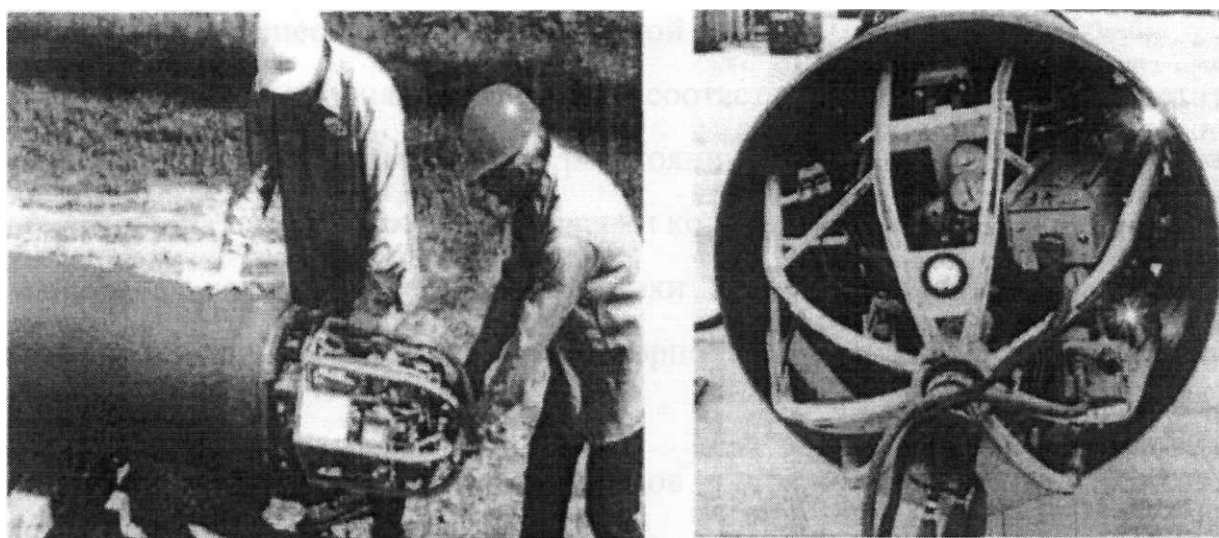
Отремонтированные поверхности кромок труб следует зачистить абразивным инструментом путем их шлифовки, при этом должна быть восстановлена заводская разделка кромок, а толщина стенки трубы не должна быть выведена за пределы минусового допуска [3].

Допускается правка плавных вмятин на концах труб глубиной не более 3,5% номинального диаметра трубы с помощью безударных разжимных устройств гидравлического типа с обязательным местным подогревом изнутри трубы до 100 - 150 °С независимо от температуры окружающего воздуха.

При сборке запрещается любая ударная правка концов труб.

При сборке заводские (как продольные, так и спиральные) швы следует смещать относительно друг друга не менее, чем на 100 мм - при диаметре труб свыше 530 мм.

Сборку стыка следует производить на специальном внутреннем пневматическом центраторе, входящем в состав комплекса оборудования. Центратор устанавливают таким образом, чтобы медная технологическая подкладка находилась в плоскости стыка. Внешний вид внутреннего гидравлического центратора представлен на рисунке 13.



а — вид сверху;

б — вид с торца трубы

Рисунок 13 – Внутренний центратор

При установке зазора в стыках, выполняемых механизированной сваркой в среде углекислого газа с импульсным питанием сварочной дуги и импульсной подачей электродной проволоки следует ориентироваться по диаметру электродной проволоки. Для проволоки 1,14 мм, величина зазора составляет 2,5 - 4,0 мм.

Смещение кромок должно быть равномерно распределено по периметру стыка. Максимальная величина распределенного смещения не должна превышать 2,0 мм;

Допускаются локальные смещения кромок до 3,0 мм при общей протяженности участков с такими смещениями не более 558 мм.

Сборку на внутреннем центраторе стыков труб с заводской разделкой кромок под последующую сварку корневого слоя шва, механизированной сваркой в среде углекислого газа с импульсным питанием сварочной дуги и импульсной подачей электродной проволоки следует осуществлять без прихваток. Если в процессе установки технологического зазора возникла объективная необходимость в установке прихваток, то они должны быть полностью удалены в процессе сварки корневого слоя шва [3].

Для стыков труб диаметром до 1420 мм количество прихваток должно составлять не менее 4-х при длине каждой 150-200 мм.

После выполнения прихваток в соответствии их следует зачистить. Прихватки следует выполнять на расстоянии не менее 100 мм от заводских швов труб на параметрах режима сварки корневого слоя шва.

Перед началом выполнения сварки корневого слоя или установкой прихваток производится подогрев торцов труб и прилегающих к ним участков.

Предварительный подогрев стыков труб должен осуществляться с помощью установок индукционного нагрева или кольцевых пропановых горелок.

Замер температуры торцов труб осуществлять в каждой четверти по периметру стыка на расстоянии 10 - 15 и 60 - 75 мм от торца трубы, с помощью контактного термометра или термокарандаша [10].

Режимы предварительного подогрева при сварке корневого слоя шва проволокой сплошного сечения приведены в таблице 14.

					Технология изготовления сварной конструкции	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

Таблица 14 – Условия предварительного подогрева при сварке корневого слоя шва проволокой сплошного сечения при сварке

Эквивалент углерода металла труб, %	Температура предварительного подогрева (°С) при толщине стенки трубы, мм							
	до 8,0	8,1-10,0	10,1-12,0	12,1-14,0	14,1-16,0	16,1-18,0	18,1-20,0	Свыше 20,0
≤ 0,41					-35°С	-20°С	-5°С	
0,42-0,46				-15°С	+5°С			

Примечания:

- подогрев до 50 °С при температуре окружающего воздуха ниже +5 °С и/или наличии влаги на концах труб;

- подогрев до +100 С при температуре окружающего воздуха ниже указанной и до 50 °С при температуре окружающего воздуха ниже +5 °С и/или наличии влаги на концах труб;

- подогрев до +100°С независимо от температуры окружающего воздуха

10.3 Разработка технологии сварки

Сварку всех слоев шва производят «на спуск». На стыке при сварке каждого слоя работают два автомата. Каждый автомат производит сварку одного из полупериметров трубы относительно вертикальной оси. Параметры режима сварки каждого слоя предварительно запрограммированы и записаны на картриджах специальной конструкции, установленных в блоки управления каждого агрегата питания. Перед началом сварки конкретного слоя сварщик-оператор с помощью переключателя, установленного на сварочной головке, задает порядковый номер свариваемого слоя. В процессе сварки стыка сварщик имеет возможность с пульта дистанционного управления корректировать положение электродной проволоки поперек стыка, вылет, и в узких пределах амплитуду колебаний электродной проволоки и напряжение на дуге. Дискретность регулирования положения электродной проволоки поперек стыка, вылета и амплитуды колебаний - 0,5 мм, напряжения на дуге - 0,2 В. Сварку корневого слоя выполняют снаружи трубы [10]. Формирование корневого шва происходит на медной технологической подкладке, установленной на центраторе. После окончания сварки корневого слоя следует сжать жимки центратора, уложить приваренную трубу на инвентарную лежку и переместить центратор на очередную позицию сборки. Типовая схема сварки и последовательность сварки отдельных участков шва приведена на рисунке 14.

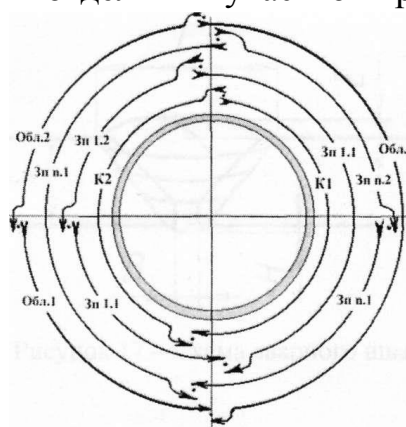


Рисунок 14 – Схема сварки и последовательность сварки отдельных участков шва

					<i>Технология изготовления сварной конструкции</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		84

Принятые обозначения:

K1, K2 - участки корневого слоя на левом и правом полупериметрах трубы.

Зп 1.1 - заполняющие слои. Первая цифра обозначает номер слоя, вторая - последовательность сварки в пределах слоя. Обл.1 - облицовочный слой [10].

Цифра обозначает - последовательность сварки в пределах слоя

Интервал времени между окончанием сварки корневого шва и началом сварки 1-го заполняющего шва не должен превышать 10 мин. Сварку заполняющих и облицовочного слоев шва выполняют «на спуск» с поперечными колебаниями электродной проволоки одновременно двумя сварочными автоматами, при этом каждый автомат сваривает половину стыка. В процессе сварки всех слоев шва участки замков следует зашлифовать для предотвращения образования дефектов типа непроваров и удаления кратерных трещин. Амплитуду колебаний при сварке облицовочного шва назначают из расчета перекрытия швом разделки по ширине не менее чем на 1,0 - 2,5 мм в каждую сторону.

После завершения сварки следует провести визуальную оценку качества облицовочного слоя. Обнаруженные недопустимые внешние дефекты сварного шва (участки с порами, подрезами свыше 0,5 мм, наплывы металла шва на участках замков и др.) следует вышлифовать и устранить сваркой до неразрушающего контроля. Режимы сварки автоматически изменяются через каждые 15 градусов при отсчете положения головки от зенита стыка труб в угловых координатах [8].

					Технология изготовления сварной конструкции	<i>Лист</i>
						85
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

11 Технический контроль качества и исправление брака

Технический контроль качества и исправление брака выбирается в соответствии с требованиями указанными в [10].

В процессе изготовления, монтажа и ремонта необходимо осуществлять систематический контроль качества сварочных работ и сварных соединений, предварительный контроль (включая входной контроль), операционный контроль и приемочный контроль сварных соединений.

Для обеспечения требуемого уровня качества необходимо производить:

- проверку квалификации сварщиков;
- контроль исходных материалов, труб и трубных заготовок, запорной и распределительной арматуры (входной контроль);
- систематический операционный (технологический) контроль, осуществляемый в процессе сборки и сварки;
- визуальный контроль (внешний осмотр) и обмер готовых сварных соединений (для сварных соединений, выполненных двусторонней автоматической сваркой под слоем флюса - дополнительно по макрошлифам);
- проверку сварных швов неразрушающими методами контроля.

11.1 Квалификация сварщиков

К прихватке и сварке стыков трубопроводов в случае применения дуговых методов допускаются сварщики, окончившие специализированные профессионально-технические училища или курсы (школы), имеющие установленной формы удостоверение и аттестованные для сварки соответствующей группы труб по диаметру и (или) соответствующего спецсоединения (технологические трубопроводы диаметром менее 89 мм,

Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дат			
					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм		
Разраб.		Татаренко А.Ю.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Вережкин А.В.				86	
Консульт.					НИ ТПУ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.					

захлесты, разнотолщинные элементы, прямые врезки, тройниковые соединения, заварка технологических отверстий).

Аттестацию и проверку квалификации сварщиков осуществляет постоянно действующая комиссия треста под председательством его главного инженера. В состав комиссии должны быть включены инженерно-технические работники служб сварки, контроля, охраны труда и техники безопасности, а также представители профсоюзной организации.

Комиссия проводит аттестацию и проверку квалификации сварщиков в случаях, объемах и с использованием методик, определяемых требованиями "Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка" и ВСН 006-89 [14].

11.2 Операционный контроль

Операционный контроль осуществляют мастера и производители работ. При этом осуществляется проверка правильности и необходимой последовательности выполнения технологических операций по сборке и сварке в соответствии с требованиями ВСН 006-89 и действующих операционных технологических карт [10].

При сборке соединений под сварку проверяют:

- чистоту полости труб и степень зачистки кромок и прилегающих к ним внутренней и наружной поверхностей;
- соблюдение допустимой разностенности свариваемых элементов (труб, труб с деталями трубопроводов и пр.);
- соблюдение допустимой величины смещения наружных кромок свариваемых элементов;
- величину технологических зазоров в стыках;
- длину и количество прихваток.

					Технический контроль качества и исправление брака	Лист
						87
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дата		

- соблюдение допустимой величины смещения наружных кромок свариваемых элементов;
- величину технологических зазоров в стыках;
- длину и количество прихваток.

Если требуется просушка свариваемых кромок или предварительный подогрев, производят контроль температуры подогрева.

При операционном контроле в процессе сварки осуществляют наблюдение за обеспечением строгого соблюдения режимов сварки (по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на сварочных агрегатах, постах, машинах и т.п.), порядка наложения слоев и их количеством, применяемых материалов для сварки корневого и заполняющих слоев, времени перерывов между сваркой корневого шва и "горячим проходом" и других требований технологических карт [14].

11.3 Визуальный контроль и обмер сварных соединений

Все (100%) сварные соединения труб, труб с деталями трубопроводов, арматурой и т.д. после их очистки от шлака, грязи, брызг металла, снятия графа подвергают визуальному контролю и обмеру.

Визуальный контроль и обмер производят работники службы контроля (ПИЛ, специализированных управлений по контролю и т.п.).

При осмотре сварного соединения:

- проверяют наличие на каждом стыке клейма сварщика, выполнявшего сварку. Если сварку одного стыка выполняли несколько сварщиков, то на каждом стыке должно быть проставлено клеймо каждого сварщика в данной бригаде, или одно клеймо, присвоенное всей бригаде;
- проверяют наличие на одном из концов каждой плети ее порядкового номера;

					Технический контроль качества и исправление брака	<i>Лист</i>
						88
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- убеждаются в отсутствии наружных трещин, незаплавленных кратеров и выходящих на поверхность пор.

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

- величина наружного смещения кромок не должна превышать допустимых значений;

- глубина подрезов не должна превышать допустимых значений;

- усиление внешнего и внутреннего швов должно иметь высоту не менее 1,0 мм и не более 3,0 мм и плавный переход к основному металлу;

- сварной шов облицовочного слоя должен перекрывать основной металл:

при ручной сварке - на 2,5-3,5 мм;

при сварке порошковой проволокой - на 1,5-3,5 мм.

В случае отклонения геометрических параметров сварных швов от значений сварку необходимо остановить, отладить оборудование и скорректировать режимы сварки, а 199 стыков, предшествующих вырезанному, считают годными, если по результатам неразрушающего контроля в них отсутствуют недопустимые дефекты [14].

11.4 Неразрушающий контроль

Сварные соединения трубопроводов, выполненные дуговыми методами сварки, которые по результатам визуального контроля и обмера отвечают требованиям предыдущих пунктов, а также требованиям СТО Газпром 2-2.4-083-2006, подвергаются неразрушающему контролю.

Заключения, радиографические снимки, зарегистрированные результаты ультразвуковой дефектоскопии, магнитные ленты и диаграммы фактического режима стыковой сварки оплавлением хранятся в производственной испытательной лаборатории (ПИЛ) до сдачи трубопровода в эксплуатацию.

К проведению неразрушающего контроля допускаются дефектоскописты, окончившие специализированное профессионально-техническое училище,

					<i>Технический контроль качества и исправление брака</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		89

техникум по соответствующей специальности или курсы по подготовке дефектоскопистов, имеющие документ об окончании учебного заведения и (или) удостоверение установленной формы.

Заключение о качестве проконтролированных соединений имеют право выдавать и подписывать дефектоскописты и инженерно-технические работники, аттестованные по категории "В" в соответствии с требованиями "Положения об аттестации дефектоскопистов".

Дефектоскописты и инженерно-технические работники подразделений контроля должны проходить повторную аттестацию (переаттестацию).

Повторная аттестация (переаттестация) проводится:

- периодически, не реже одного раза в 12 мес.;
- при перерыве в работе свыше 6 мес.

В удостоверении должны быть пометки о прохождении аттестации или вкладыши установленной формы.

Методы и объемы неразрушающего контроля определяются проектом и в зависимости от назначения и диаметра трубопровода, проектного давления транспортируемой по нему среды, а также категории трубопровода и (или) его участков.

11.5 Ремонт сварных соединений

Сварные соединения, в которых по результатам контроля обнаружены недопустимые дефекты (признанные "не годными") подлежат удалению или ремонту с последующим повторным контролем в соответствии с требованиями СНиП Ш-42-80 [15].

Исправление дефектов в стыках, выполненных дуговыми методами сварки, допускается в следующих случаях:

- если суммарная длина дефектных участков не превышает 1/6 периметра стыка;
- если длина выявленных в стыке трещин не превышает 50 мм.

					Технический контроль качества и исправление брака	Лист
						90
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дата		

При наличии трещин суммарной длиной более 50 мм стыки подлежат удалению.

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

- наплавкой ниточных валиков высотой не более 3 мм при ремонте наружных и внутренних подрезов;
- вышлифовкой и последующей заваркой участков швов со шлаковыми включениями и порами;
- при ремонте стыка с трещиной длиной до 50 мм засверливаются два отверстия на расстоянии не менее 30 мм от краев трещины с каждой стороны, дефектный участок вышлифовывается полностью и заваривается вновь в несколько слоев;
- обнаруженные при внешнем осмотре недопустимые дефекты должны устраняться до проведения контроля неразрушающими методами.

Все исправленные участки стыков должны быть подвергнуты внешнему осмотру, радиографическому контролю и удовлетворять требованиям [15]. Повторный ремонт стыков не допускается.

Результаты проверки стыков физическими методами необходимо оформлять в виде заключений. Заключения, радиографические снимки, зарегистрированные результаты ультразвуковой дефектоскопии и ферромагнитные ленты со стыков, подвергавшихся контролю, хранятся в полевой испытательной лаборатории (ПИЛ) до сдачи трубопровода в эксплуатацию.

					Технический контроль качества и исправление брака	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т01	Татаренко А.Ю.

Институт	ИПР	Кафедра	ТХНГ
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

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

1. Стоимость ресурсов исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, человеческих	- стоимость работ и материально-технических ресурсов по ремонту магистрального газопровода
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	- Сравнительный анализ возможных способов проведения ремонта
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	- Экономическая оценка сравниваемых способов сварки
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	- Экономическая оценка эффективности инвестиций
4. Оценка ресурсосбережения	- Расчет ресурсосбережения.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вазим А.А.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Татаренко А.Ю.		

12 Организационно – экономическая часть

12.1 Нормирование технологического процесса

В данном разделе производится экономическая оценка двух сравниваемых способов сварки (сварки в среде защитных газов и сварки в среде защитных газов с применением метода STT) при сборке и сварке участка газопровода.

Определение норм времени для ручной дуговой сварки [16] и сварки в среде защитных газов модулированным током.

Таблица 16 – Основное время для сварки в среде защитных газов и сварки в среде защитных газов с применением метода STT

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение мин/пог.м
	Сварка в CO_2	STT	
F_n – площадь наплавленного металла, мм ²	125,8	125,8	-
γ – плотность наплавляемого металла, г/см ³	7,8	7,8	-
$I_{св}$ – сварочный ток, А 1 проход 2 проход 3 проход	130 200 200	200 210 210	-
α_i – коэффициент наплавки, г/Ач	11,4	11,9	-
Расчетная формула, мин/пог.м $t_0 = \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_{св} \times \alpha_n}$	$t_0 = \frac{7,8 \times 60}{11,4} \times \left(\frac{20}{130} + \frac{56}{200} + \frac{50}{200} \right) = 28$	$t_0 = \frac{7,8 \times 60}{11,9} \times \left(\frac{20}{200} + \frac{56}{210} + \frac{50}{210} \right) = 24,7$	3,3

Определение основного время на сварку показало, что сварки методом STT основное время меньше чем при обычной сварке в углекислом газе, это достигается тем, что ток сварки в импульсе как и коэффициент наплавки увеличивается.

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм		
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дат			
Разраб.	Татаренко А.Ю.				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Веревкин А.В.				Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		
Консульт.	Вазим А.А.						
Зав. Каф.	Рудаченко А.В.						
					НИ ТПУ гр. 3-2Т01		

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш}$, $t_{в.из}$, а также коэффициента $k_{об}$ получены из [16].

Таблица 17 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	Сравниваемые процессы		Изменение мин/пог.м
	сварка в CO_2	STT	
Очистка перед сваркой, свариваемых кромок от налета ржавчины и осмотр, мин/пог.м	0,5	0,5	—
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла, мин/пог.м	0,2	—	—
Откусывание огарков проволоки, мин/пог.м	0,1	0,1	—
Осмотр и промер шва, мин/пог.м	0,3	0,3	—
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассеты. Подача проволоки в головку, мин/пог.м	0,25	0,25	—
Всего	1,35	1,15	0,2

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

Элементы работы	Сравниваемые процессы	
	сварка в CO_2	STT
Время на установку, мин/пог.м	0,8	0,8
Снятие и транспортировка, мин/пог.м	0,4	0,4
Всего	1,2	1,2

Таблица 19 – Подготовительно-заключительное время для сварки в среде CO₂ и сварки методом STT.

№ п/п	Содержание работы	Вид сварки	Сложность работы	
			простая	сложн.
Время на партию, МИН				
1	Получение производственного задания, документации, инструктажа мастера, получение инструмента	автоматическая	4,0	6,0
2	Ознакомление с работой	автоматическая	3,0	5,0
		ручная	2,0	4,0
3	Подготовка к работе баллона с газом, подключение и продувка шлангов	автоматическая	4,0	4,0
4	Установка, настройка и проверка режимов сварки	автоматическая	3,0	3,0
5	Подготовка рабочего места и приспособление к работе	автоматическая	4,0	7,0
		ручная	2,0	4,0
6	Сдача работы	автоматическая	2,0	3,0
		ручная	2,0	3,0

Для CO₂ $t_{н.з} = 4 + 3 + 4 + 3 + 4 + 2 = 20$ мин/пар;

Для STT $t_{н.з} = 4 + 3 + 4 + 3 + 4 + 2 = 20$ мин/пар.

Таблица 20 – Штучное время

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение мин изделие
	сварка в CO ₂	STT	
t_o – основное время на сварку, мин/м	28	24,7	3,3
$t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин	1,35	1,15	0,2
l – длина шва, м $l = \pi \times d$	4,46	4,46	–
$t_{виз}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин	1,2	1,2	–
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности	1,12	1,12	–
Расчетная формула, мин $T_{шт} = [(t_o + t_{ви}) \times l + t_{виз}] K_{об}$	$T_{шт} = 148$	$T_{шт} = 130,5$	17,5

Таблица 21 – Размер партии

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение
	сварка в CO ₂	STT	
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч	8	8	–
$T_{шт}$ – штучное время, мин	148	130,5	17,5
Расчетная формула. шт $n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}}$	$n = \frac{8 \cdot 60}{148} \approx 3,2$ шт	$n = \frac{8 \cdot 60}{130,5} \approx 3,7$ шт	0,5

Изменение произошло из-за основного времени на сварку и вспомогательного времени, связанного со свариваемым швом.

Таблица 22 – Штучно – калькуляционное время

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение мин изделие
	сварка в CO ₂	STT	
$T_{шт}$ – штучное время, мин	148	130,5	17,5
$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время, мин	20	20	–
n – размер партии, шт	3,2	3,7	0,5
Расчетная формула, мин $T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{пз}}{n}$	$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{пз}}{n}$ $148 + \frac{20}{3,2} = 154,3$	$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{пз}}{n}$ $130,5 + \frac{20}{3,7} = 135,9$	18,4

Изменение произошло из-за штучного времени и размера партии.

Таблица 23 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение, кг
	сварка в CO ₂	STT	
F_n – площадь наплавленного металла, см ²	1,258	1,258	–
L – длина шва, м	4,46	4,46	–
γ – плотность наплавленного металла, г/см ³	7,8	7,8	–
Расчетная формула, кг $G = F \times L \times \gamma$	$G = F \cdot L \cdot \gamma = 1,258 \times 383 \times 7,8 = 4,38$ кг		0

12.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Первая ситуация возникает, когда рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат.

При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта. Очевидно при сравнении механизированной сварки в углекислом газе и STT нет необходимости учитывать затраты на основной материал, из которого изготавливается сварная конструкция, поскольку анализируемые процессы практически не оказывают заметного влияния на расход основного материала. Поскольку сравнение вариантов следует вести из предложения, что предприятие располагает соответствующими способами и средствами, во внимание не следует принимать затраты на приобретение оборудования и амортизационные отчисления.

Таблица 24 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	сварка в CO_2	STT	
g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд	4,38	4,38	-
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,08	1,08	-
Π_{cm} – цена проволоки, за кг (Св-08Г2С)	53,7	53,7	-
Расчетная формула, руб/изд $C_{cm} = g_{nm} \times k_n \times \Pi_{cm}$	$C_{cm} = 4,38 \times 1,08 \times 53,7 = 254$		0

Таблица 25 – Затраты на защитный газ

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	сварка в CO_2	СТТ	
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	12,85	12,85	-
t_0 - основное время на сварку, мин/м	28	24,7	-
l - длина сварного шва, м/издел	4,46	4,46	-
$Ц_{газ}$ - цена за единицу газа (руб/л)	0,018	0,018	-
Расчетная формула, руб/изд $C_{газ} = g_{газ} \times t_0 \times l \times Ц_{газ}$	28,9	25,5	+3,4

Таблица 26 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	сварка в CO_2	СТТ	
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий, руб	30000	30000	-
$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мр} \approx 172$ часов/месяц	172	172	-
$t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение операции, мин/изд	154,3	135,9	+18,4
Расчетная формула, руб/изд $C_з = \frac{C_{мз} \times t_{шк}}{F_{мр} \times 60}$	$C_з = \frac{30000 \times 154,3}{172 \times 60} = 449$	$C_з = \frac{30000 \times 135,9}{172 \times 60} = 395$	+54

Изменение затрат произошло из-за штучно-калькуляционного времени на выполнение операции.

Таблица 27 – Отчисления на социальные цели

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	сварка в CO ₂	STT	
1	2	3	4
$k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	26%	26%	–
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих, руб/изд	449	395	+54
Расчетная формула, руб/изд $C_{отч} = \frac{k_{отч} \times C_3}{100}$	$C_{отч} = \frac{26 \times 449}{100} = 116,7$	$C_{отч} = \frac{26 \times 395}{100} = 102,7$	+14

Изменение произошло из-за затрат на заработанную плату рабочих.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд.
	сварка в CO ₂	STT	
U – напряжение, В	24	24	–
I – сила тока, А	176	205	–
t_o - основное время сварки, мин/м	28	24,4	3,6
l – длина сварного шва, м/изд	4,46	4,46	–
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,75	0,8	–
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб	2,4	2,4	–
Расчетная формула $C_{энт} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}$	$C_{энт} = \frac{24 \times 176 \times 28 \times 4,46}{60 \times 0,75 \times 1000} \times 2,4 = 28,1$ руб/изд	$C_{энт} = \frac{24 \times 205 \times 28 \times 4,46}{60 \times 0,8 \times 1000} \times 2,4 = 30,7$ руб/изд	-2,6

Изменение затрат произошло из-за основного время сварки и сварочного тока.

Таблица 29 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	сварка в CO ₂	STT	
Π_j – цена оборудования соответствующего вида, руб	105600	132700	-63100
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25	–
$t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение операции, мин/изд	154,3	135,9	11,5
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000	–
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8	–
Расчетная формула $C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \times k_{рем} \times t_{шк}}{F_{ГО} \times k_3 \times 60}$	$C_p = \frac{105600 \times 0,25 \times 154,3}{2000 \times 0,8 \times 60} = 42,4$	$C_p = \frac{132700 \times 0,25 \times 135,9}{2000 \times 0,8 \times 60} = 47$	-4,6

Изменение затрат произошло из-за количества видов оборудования, используемого для выполнения операций технологического процесса сварки, цены оборудования соответствующего вида и штучно-калькуляционного времени на выполнение операции.

Таблица 30 – Результаты расчетов

Наименование	РД (1)	РД МТ (2)	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы, руб/изд	282,9	279,5	+3,4
2. Основная зарплата, руб/изд	449	395	+54
3. Социальные цели, руб/изд	116,7	102,7	+14
4. Электроэнергия, руб/изд	28,1	30,7	-2,6
5. Ремонт, руб/изд	42,4	47	-4,6
Итого, руб/изд	919,1	854,9	64,2

Годовой объем производимой продукции может быть принят равным годовой производительности оборудования по лучшему варианту сварки [6]:

$$Q_G = \frac{F_{ГО} \times k_3 \times 60}{t_{шк_{пр}}}, \quad (16)$$

где $t_{шк_{пр}}$ – норма времени на сварку по лучшему процессу сварки, мин/изд.

$$Q_{\Gamma} = \frac{2000 \times 0,8 \times 60}{135,9} = 706,4 \text{ ед/руб.}$$

В условиях многономенклатурного производства годовой объем производства целесообразно выразить через массу наплавленного металла. Приняв в качестве условного изделия сварную конструкцию, рассматриваемую в дипломной работе, можно получить годовой объем производства, выраженный через массу наплавленного металла:

$$M_{\Gamma} = Q_{\Gamma} \times \frac{F_{\text{н}} \times l \times \gamma}{1000}. \quad (17)$$

где $F_{\text{н}}$ – площадь поперечного сечения сварного шва, мм²;

l – длина сварного соединения, м;

γ – плотность металла, г/см³.

$$M_{\Gamma} = 706,4 \times \frac{125,8 \times 4,46 \times 7,8}{1000} = 3091 \text{ кг/год,}$$

Годовой экономический эффект от применения лучшего варианта можно рассчитать через массу наплавленного металла по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = M_{\Gamma} \times \frac{\overline{\Delta c} \times 1000}{F \times l \times \gamma}, \quad (18)$$

где выражение $\frac{\overline{\Delta c} \times 1000}{F \times l \times \gamma}$ представляет собой удельную экономию на 1 кг наплавленного металла ($\overline{\Delta C}_{\text{кг}}$).

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = 3091 \times \frac{64,2 \times 1000}{125,8 \times 4,46 \times 7,8} = 45344 \text{ руб/год.}$$

Итак, более выгоден второй вариант, то есть сварка в углекислом газе методом STT. Этот вариант нам обходится дешевле на 64,2 руб/изд и годовой экономический эффект от применения лучшего варианта составляет 45344 руб/год.

12.3 Экономическая оценка эффективности инвестиций

В процессе производства сварной конструкции возникает потребность в инвестициях (приобретения соответствующего оборудования).

Худший из вариантов имеется, а другой вариант будет внедряться (он раньше отсутствовал). Исходим из того, что сварка в CO_2 применяется, а предлагается сварка в CO_2 методом STT.

Необходимо оценить экономическую выгоду данного предложения с учётом полученных инвестиций. Когда возникает вторая ситуация, то появляется необходимость в инвестициях. Экономическая эффективность предлагаемых решений будет сводиться к экономической оценке инвестиций. В соответствии с основами стандарта экономической оценки инвестиций, оценка инвестиций осуществляется путем расчета четырех показателей:

- NPV – чисто текущая стоимость;
- PP – срок окупаемости;
- IRR – внутренняя ставка доходности;
- PI – индекс доходности.

Данный показатель характеризует эффективность инвестиции в абсолютном выражении. Он показывает насколько прирастут доходы предприятия в результате замены существующего процесса на предлагаемый.

Оценку инвестиций в новый процесс следует признать оправданной, если $NPV > 0$

Количественно показатель NPV может быть установлен по формуле:

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n (\Delta\Pi_{ч_t} + \Delta C_{a_t})}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t} - I_0, \quad (19)$$

где n – продолжительность расчетного периода, в течение которого предприятие может воспользоваться результатами функционирования предлагаемого (нового) процесса (в дипломной работе величину n можно принять 5 годам);

					Организационно – экономическая часть	Лист
Изм.	Лист	номер докум.	Подпись	Дата		102

$\Delta\Pi_{ч_t}$ – изменение чистой прибыли, получаемой в t –м году, руб/год;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t –м году, руб/год;

I_0 – инвестиции, осуществляемые в начальный момент ($t = 0$);

i – ставка дисконтирования, учитывающая плату за привлечение финансовых ресурсов (в дипломной работе в качестве источника финансирования можно предусмотреть собственные средства предприятия, для которых ставка дисконтирования равна примерно 10%).

Изменение чистой прибыли, получаемой в t –м году, определяется по формуле:

$$\Delta\Pi_{ч_t} = (\overline{\Delta C_t} \times Q_{Г_t} - \Delta C_{a_t}) \times (1 - N_{пр}), \quad (20)$$

где $\overline{\Delta C_t}$ – изменение текущих расходов в t –м году, руб/год;

$Q_{Г_t}$ – годовой объем производства продукции, в t –м году;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t –м году, руб/год;

$N_{пр}$ – ставка налога на прибыль ($N_{пр} = 24\%$).

Изменение амортизационных отчислений в t –м году представляет собой разность затрат на амортизацию основных средств, занятых по существующему и предлагаемому варианту в соответствующем году

$$\Delta C_{a_t} = C'_{a_t} - C''_{a_t}, \quad (21)$$

где C'_{a_t} и C''_{a_t} – затраты на амортизацию соответственно по существующему и предлагаемому процессами, руб/год.

Поскольку для сварочного оборудования срок полезного использования устанавливается в интервале 5–7 лет, то можно предположить, что по существующему процессу основные средства себя полностью самортизировали, т.е. $C'_{a_t} = 0$.

Затраты на амортизацию оборудования

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{\text{ПИ}}} \quad (22)$$

где C_j – цена оборудования соответствующего вида;

$T_{\text{ПИ}}$ – срок полезного использования оборудования (для сварочного оборудования $T_{\text{ПИ}} = 5 - 7$ лет)

$$C_a = 132700 / 5 = 26540 \text{ руб/год.}$$

Расчет чистой текущей стоимости представим в виде таблицы 31.

Таблица 31 – Расчет чистой текущей стоимости

Наименование показателей	Расчетный период, годы					
	0	1	2	3	4	5
1. Коэффициент загрузки, k_z	0	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
2. Годовой объем производства Q_r , ед/год	0	442	530	618	706	883
3. Удельная экономия на текущих издержках $\overline{\Delta C_t}$, руб./ед	0	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2
4. Годовая экономия на текущих издержках, руб/год ($C_2 \cdot C_3$)	0	28376	34026	39676	45325	56689
5. Амортизация ΔC_a , руб./год	0	26540	26540	26540	26540	26540
6. Изменение годовой прибыли ($C_4 - C_5$), руб/год	0	1836	7486	13136	18785	30149
7. Налог на прибыль (24% от C_6), руб./год	0	441	1797	3153	4508	7236
8. Изменение чистой прибыли, руб./год ($C_6 - C_7$)	0	1395	5689	9983	14277	22913
9. Чистый денежный поток от операционной деятельности, руб/год ($C_5 + C_8$)	0	27935	32229	36523	40817	49453
10. Инвестиции, руб.	-132700	-	-	-	-	-
11. Коэффициент дисконтирования, при $i = 10\%$	1,0	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
12. Дисконтированный денежный поток (C_9 и $C_{10}C_{11}$)	-132700	25393	26621	27429	27878	30710
13. Накопленный дисконтированный денежный поток, руб	-132700	-107307	-80669	-53229	-25350	5356

Чистая текущая стоимость равняется

$$NPV = \left[\frac{27935}{(1+0,1)^1} + \frac{32229}{(1+0,1)^2} + \frac{36523}{(1+0,1)^3} + \frac{40817}{(1+0,1)^4} + \frac{49453}{(1+0,1)^5} \right] - 132700 = 5356 \text{ руб.}$$

Расчет срока окупаемости осуществляем по формуле:

$$n_{ок} = n + (D_n / D_{n+1}), \quad (23)$$

где n – расчетное значение срока окупаемости;

D_n – непокрытая часть накопленного денежного потока в момент года n ;

D_{n+1} – денежный поток в году $n+1$, направленный на возмещение непокрытой части данного потока.

$$n_{ок} = 4 + (25350 / 30710) = 4,83 \text{ года.}$$

Расчет индекса доходности проведем по формуле:

$$PI = 1 + (NPV / I_0) = (5356 / 132700) + 1 = 1,04. \quad (24)$$

Формально проект признается эффективным если $PI > 1,0$.

Построим график окупаемости.

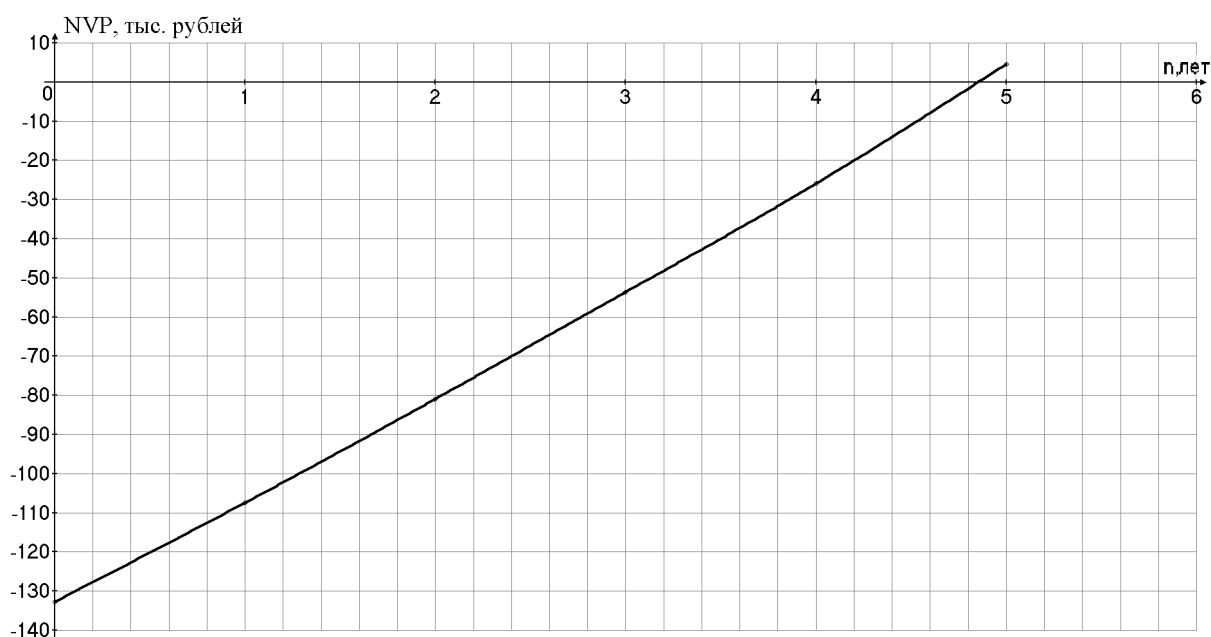


Рисунок 15 – График срока окупаемости инвестиционных затрат

12.4 Расчёт внутренней нормы доходности

Данный показатель имеет богатое экономическое содержание. Во-первых, по тому насколько IRR превышает ставку дисконтирования можно судить о степени эффективности инвестиции. Во-вторых, по разности данных показателей ($IRR - i$) можно судить о запасе финансовой прочности и риска проекта. Чем больше эта разность, тем устойчивее проект к неблагоприятным изменениям различных важнейших параметров проекта. В-третьих, внутренняя норма доходности показывает предельную плату за привлечение финансовых ресурсов, при превышении которой инвестиционный проект становится не эффективным.

Количественно данный показатель может быть установлен графическим путём. Для этого необходимо построить график зависимости $NPV = f(i)$. Для построения графика необходимо получить NPV для нескольких (как минимум для трёх) значений ставок дисконтирования, чтобы построить кривую. Точка пересечения кривой с осью абсцисс позволит установить внутреннюю норму доходности IRR.

Для построения графика необходимо определить NPV для нескольких значений ставок дисконтирования табличным путём. Причём для одного значения ставки ($i=1,0$) показатель NPV мы уже установили. Он равен 5356 рубля. Тогда необходимо рассчитать NPV как минимум ещё для двух значений.

Например, для 15 % и 20 %, или же для 0 и 15 %. Расчётные значения NPV приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Расчёт NPV

Наименование показателей	Расчетный период, годы					
	0	1	2	3	4	5
Чистый денежный поток (при $i = 0$)	-132700	27935	32229	36523	40817	49453
Накопленный денежный поток (при $i = 0$)	-132700	-104765	-72536	-36013	4804	54257
Коэффициент дисконтирования при 15%	1,0	0,869	0,756	0,657	0,572	0,497
Дисконтированный денежный поток	-132700	24276	24365	23996	23347	24578
Накопленный денежный поток (при $i = 15\%$)	-132700	-108424	-84059	-60063	-36716	-12138

Таблица 33 – Показатель NPV в зависимости от ставки дисконтирования i

Ставка дисконтирования i , %	0	10	15
Чистая текущая стоимость ,руб	54257	5356	-12138

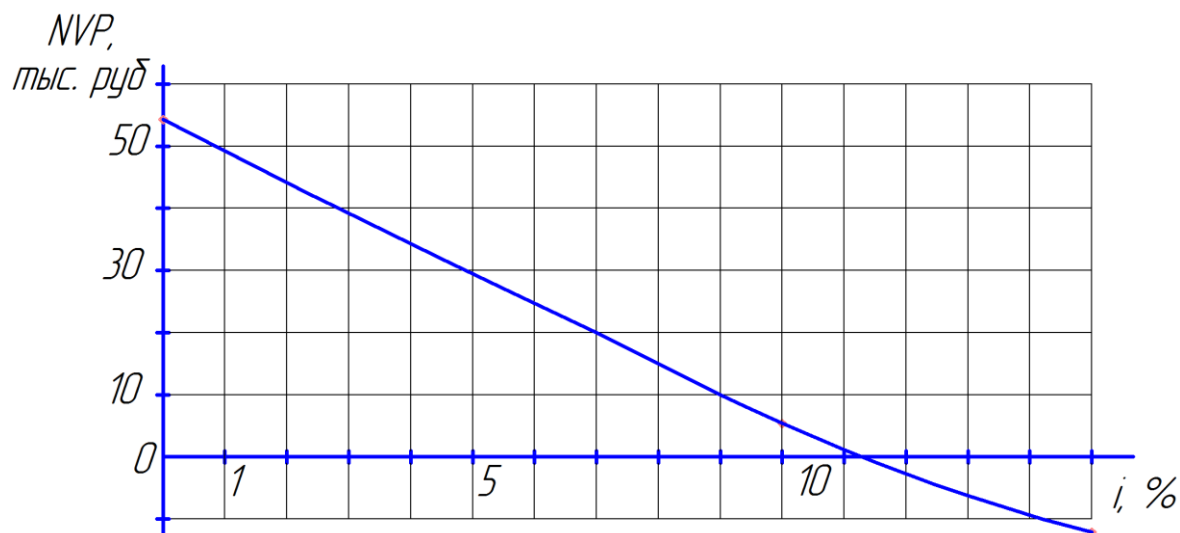


Рисунок 16 –График зависимости чистой текущей стоимости от ставки дисконтирования. IRR – 11,2 %

Проведен технико-экономический анализ процесса сборки и сварки участка газопровода сваркой в среде защитных газов и сваркой в среде углекислого газа методом STT.

По затратам на сварку изделия (первая ситуация) выгоду метод STT. Он нам обходится дешевле на 64,2 руб./ст.

Учитывая условия второй ситуации (когда худший вариант имеет место, а второй будет внедряться) внедрять в производство метод STT тоже выгодно. Так как срок окупаемости при ставке дисконтирования $i = 10\%$, $PP = 4,83$ года. Чисто текущая стоимость $NPV > 0$, что говорит о том, что доходности при внедрении этого проекта в рассматриваемый период (5 лет) высокая. С точки зрения внутренней ставки доходности IRR проект оправдан. Индекс доходности при ставке дисконтирования $i = 10\%$, $PI = 1,04$, а проект считается эффективным, если $PI > 1,0$.

Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что внедрение метода STT выгодно.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т01	Татаренко Александр Юрьевич

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/ специальность	«Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Капитальный ремонт магистрального газопровода Уренгой-Новопсков. <i>Климат территории резко-континентальный с холодной продолжительной холодной зимой и теплым коротким летом. Объект предназначен для транспортировки газа на дальние расстояния.</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p><i>Вредные факторы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Климатические условия.</i> 2. <i>Повышенные уровни шума.</i> 3. <i>Повышенные уровни вибрации.</i> 4. <i>Недостаточная освещенность рабочей зоны.</i> 5. <i>Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.</i> 6. <i>Контакт с животными, насекомыми.</i>
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Движущиеся машины и механизмы.</i> 2. <i>Брызги металла при сварке.</i> 3. <i>Поражение электрическим током.</i> 4. <i>Взрывоопасность и пожароопасность.</i>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p><i>При ремонте промышленного газопровода воздействия оказывают объекты постоянного и временного назначения. Реконструкция трубопровода сопровождается:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>– загрязнением атмосферного воздуха;</i> <i>– нарушением гидрогеологического режима;</i> <i>– загрязнением поверхностных водных источников и подземных вод;</i> <i>– изъятием земель;</i> <i>– повреждением почвенно-растительного покрова.</i>

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Чрезвычайные ситуации на газопроводе могут возникнуть в результате внезапной разгерметизации линейной части.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Инструктирование и обучение

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев Милий Всеволодович	Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Татаренко Александр Юрьевич		

13 Социальная ответственность

В этом разделе производится анализ технологического процесса сварки с точки зрения наличия или возможности появления опасных и вредных факторов, а также воздействия их на работающих. Разработаны мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии, направленные на снижение или устранение опасных факторов. Также произведен расчет защитного заземления. Разработаны мероприятия по противопожарной профилактике, охране окружающей среды и чрезвычайным ситуациям.

13.1 Производственная санитария

Мощное ультразвуковое или световое излучение сварочной дуги при воздействии на глаза работающего может привести к воспалительному заболеванию глазного яблока (электроофтальмия), при длительном воздействии - к поражению клетчатки глаз (конъюнктивит). Инфракрасные коротковолновые лучи могут вызвать хроническое заболевание - помутнение хрусталика глаза (катаракта). Вредные воздействия лучей сварочной дуги на органы зрения оказывают влияние в радиусе до 10 метров [17].

Кожу защищают обычной рабочей одеждой, лицо и часть шеи - щитком или шлемом. Глаза защищаются специальными темными стеклами - светофильтрами, которые вставляют в щиток или шлем. Эти стекла совсем не пропускают ультрафиолетовые лучи, а инфракрасные пропускают в пределах от 0,1 до 4 %, что не оказывает вредного влияния на зрение сварщика.

При заболевании глаз от световой радиации, необходимо немедленно обратиться к врачу, а при невозможности получения быстрой медицинской помощи следует делать примочку глаз слабым раствором питьевой соды.

					Капитальный ремонт участка 617-647 км Уренгой-Новопсков магистрального газопровода Ду 1420 мм			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		Татаренко А.Ю.			Социальная ответственность	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Веревкин А.В.						
<i>Консульт.</i>		Гуляев М.В.						
<i>Зав. Каф.</i>		Рудаченко А.В.						
						НИ ТПУ гр. 3-2Т01		

Помимо ожогов лучами электрической дуги, сварщику могут быть причинены ожоги брызгами расплавленного металла. Чтобы избежать ожогов, необходимо надевать рабочую одежду из плотной брезентовой материи. Одежда не должна иметь складок. Брюки надо носить только на выпуск, чтобы они закрывали ботинки. Чтобы предотвратить прожигание спецодежды брызгами расплавленного металла, ткань пропитывается специальными составами, повышающими ее огнестойкость.

При выполнении сварочных работ в результате выгорания обмазки электрода и элементов легирования повышается загазованность рабочего места для предотвращения этого необходимо устанавливать устройства вытяжной вентиляции в зоне дыхания сварщика. Выбрасывать воздух нужно за пределы рабочих зон. Для удаления газов и пыли применяется как местная вентиляция рабочего места, так и приточно-вытяжная вентиляция всего помещения. Приточный воздух должен поступать рассеяно в рабочую зону помещений, в основном на не сварочные участки, а также там, где вытяжная вентиляция осуществляется посредством местных отсосов. Скорость движения воздуха, на рабочих местах должна быть не более 0,3 м/с [17].

Для обезжиривания металла и сварочных материалов от масляных загрязнений не следует применять трихлорэтилен, дихлорэтан и другие хлорированные углеводороды, так как при соединении их с азотом, присутствующим в атмосфере при дуговой сварке, может образовываться удушливый газ (фосген).

13.2 Шумы и вибрация

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83* и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						111
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Нормируемыми параметрами шума являются уровни в децибелах среднеквадратичных звуковых давлений, измеряемых по линейной характеристике шумомера в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 2000, 4000 и 8000Гц [17].

Борьбу с вибрациями желательно проводить в источнике их возникновения при конструировании и изготовлении машин и оборудования. Снижение уровня вибраций может быть достигнуто виброгашением, которое чаще реализуется путем установки вибрирующих агрегатов на самостоятельные виброгасящие основания (фундамент). Также используется динамическое гашение колебаний, вибродемпфирование и изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций [17].

При вибрациях возбуждаемых работой оборудования, которые в производственных помещениях передаются на рабочие места, нормируемыми параметрами являются среднеквадратичные величины колебательной скорости в октавных полосах частот или амплитуды перемещений, не должно превышать 75 дБА.

13.3 Освещение

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы.

В вечернее или ночное время, а также при недостаточности естественного освещения в дневное время применяют искусственное освещение, создаваемое электрическими лампами. Для сборочно-сварочных цехов можно применять общее или комбинированное (общее и местное) освещение. Общее освещение может быть равномерным и локализованным.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95 в зависимости от характера

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						112
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности) [17].

Аварийное освещение для эвакуации людей устраивается в местах, опасных для прохода, на лестничных клетках и в производственных помещениях с числом работающих более 50. Оно должно обеспечивать освещение на полу не менее 2 лк.

Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатели ослепленности не должны превышать 20 - 80 единиц в зависимости от продолжительности и разряда, зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10 - 20 % в зависимости от характера зрительной работы [17].

Цветовая отделка интерьеров помещений и оборудования в сварочных цехах должна соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделке интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

13.4 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция

Нормы производственного микроклимата установлены систем стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производственной работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						113
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения. В таблице 33 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей [17].

Таблица 33 – Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей.

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Марганец	0,05	1	аэрозоли
Хром	0,1	1	аэрозоли
Фтор. соед.	0,5	2	аэрозоли
Окись углерода	20	4	пары или газы

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 33.

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать нормам, приведенным в таблице 34 [17].

Таблица 34 – Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ

Процесс	V, м/с
Сварка ручная	>0,5
Сварка в защитных газах	<0,3

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов других

видов не более 75%. Оставшиеся количество вредных веществ (10 - 20%) должно разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции [18].

13.5 Электробезопасность

Основными причинами электрических травм - является повышенное напряжение электрической цепи, создаваемое опасность поражения электрическим током, степень тяжести которого зависит в основном от величины напряжения и условий включения человека в электрическую цепь. Электрический ток, проходящий через человеческий организм, обратно пропорционален его сопротивлению (расчетное значение 1000 Ом) и общему сопротивлению участка цепи [18].

Для предотвращения поражения электрическим током необходимо следовать следующим правилам техники безопасности:

- необходимо надежно заземлять корпуса импульсных модуляторов (приставок), ИП и установок, а также свариваемое изделие;
- запрещено касаться голыми руками (без диэлектрических перчаток) токонесущих частей сварочных установок, а также проводов без изоляции или с поврежденной изоляцией;
- перед началом работ необходимо проверять исправность изоляции сварочных проводов, сварочного инструмента и оборудования, а также надежность всех контактных соединений сварочной цепи;
- при длительных перерывах сварочного процесса источник сварочного тока и модулятор следует отключать;
- при прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускать: повреждения изоляции, соприкосновения проводов с водой, маслом, стальными канатами, рукавами (шлангами) и трубопроводами с горючими газами и кислородом, а также с горячими трубопроводами;

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		115

- необходимо надежно заземлять металлический корпус модулятора, конструкция которого должна обеспечивать автоматическое выключение тока при открывании его дверцы;

- нельзя ремонтировать сварочное оборудование и установки, находящиеся под напряжением;

- сварщик не должен самостоятельно подключать источник питания сварочной дуги к силовой сети, или производить в ней ремонт, связанный с работой источника питания. Все эти работы выполняют только электрики цехов.

Все электрооборудование сварочных цехов и участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ). Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок [18]. Обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр и специальное обучение.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Исходя из технологических возможностей модулятора необходим расчёт защитного заземления.

13.6 Пожарная безопасность

Основными причинами возникновения пожаров в сварочных цехах машиностроительных предприятий, является:

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		116

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования;
- искры;
- неисправность запорной арматуры и отсутствие заглушек на аппаратах и трубопроводах;
- реконструкция установок с отклонением от технологических схем;
- возгорание промасленной ветоши и других легковоспламеняющихся материалов.

Поэтому для предотвращения пожаров необходимо следовать следующим правилам:

- о предстоящих работах по сварке необходимо заблаговременно сообщать лицу, ответственному за пожарную безопасность;
- рабочие места сварщиков следует предварительно очистить от древесных стружек, сгораемого мусора в радиусе не менее 10 метров, а также удалить из этой зоны другие взрывоопасные и огнеопасные вещества;
- необходимо соблюдать осторожность при перемещении сварочных проводов. Особую опасность при этом представляет собой искрение проводов (при их недостаточной или нарушенной изоляции) в местах, удаленных от сварщика или недоступных его наблюдению;
- при длительном или концентрированном воздействии искр и капель расплавленного металла, образующимся при сварке, необходимо защищать деревянные настилы или подмости от возгорания листовым железом или асбестом;
- по окончании смены нужно тщательно проверять рабочую зону и не оставлять открытого огня, нагретых до высокой температуры предметов, а также тлеющих сгораемых материалов, мусора и т. д.

Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами: ГОСТ 12.1.004 - 76 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1.010 - 76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						117
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Здания в сварочном производстве относятся ко второй степени огнестойкости сооружений, к категории Г [20].

В случае возникновения пожара необходимо отключить подачу электроэнергии, вызвать пожарную команду и, если это, возможно, приступить к ликвидации очагов возгорания силами персонала цеха.

Для быстрой ликвидации пожара вблизи места сварки всегда должна быть бочка с водой и ведро, ящик с песком и лопата, а также ручное огнетушитель. Огнетушители, применяемые при тушении пожара на участке с электроустановками, должны быть углекислотными. Для быстрой ликвидации пожара нормами первичных средств пожаротушения сварочного цеха на каждые 200 м площади предусмотрен один огнетушитель ОУ - 5 ящик с песком 0,5 м и две лопаты.

Пожарные краны, рукава, стволы огнетушители и другие средств; тушения пожара необходимо содержать в исправности и хранить в определенных местах по согласованию с органами пожарного надзора.

13.7 Охрана окружающей среды

Охране окружающей среды необходимо уделять большое внимание, так как неконтролируемые производственные процессы наносят огромный ущерб природе.

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями связано в основном с загрязнением атмосферы и воды, используемой для различных целей на производстве: охлаждение оборудования, промывка деталей и т. д.

Одним из направлений связанных с уменьшением загрязнения окружающей среды промышленностью, является развитие безотходного или малоотходного производства. В них все отходы, в том числе загрязняющие

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		118

воду и воздух, либо отсутствуют, либо используются в других технологических циклах данного производства. Так, для охлаждения технологического оборудования и деталей, используют обратное водоснабжение. При этом вода, выполнившая свою роль в охлаждении оборудования, неоднократно используется: поступает на охлаждение, затем через насос снова подается в технологический водопровод и т. д.

Загрязнение атмосферы оказывает вредное влияние на организм человека, отрицательно сказывается на общей экологической обстановке.

Поэтому следует проводить следующие технологические и санитарно - гигиенические мероприятия, как указано в [18]:

- совершенствование технологических процессов производства, герметизация оборудования, утилизация отходов;

- очистка воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов и отделов промышленного предприятия.

- В камерах происходит лишь грубая очистка воздуха от пыли. В них задерживаются пылинки диаметром 30-40 мк. В связи с этим, нередко необходимо вторая ступень очистки воздуха в сетчатых, матерчатых фильтрах и других устройствах.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов и паров применяют адсорберы. В адсорберах очищаемый поток пронизывает слой адсорбента, состоящего из зернистого вещества с развитой поверхностью, например, активированный уголь и др. При этом вредные газы и пары связываются с адсорбентом и в дальнейшем могут быть выделены из него химическим путем.

Для удаления аэрозолей и пыли, широко применяются инерционные пылеуловители типа «Циклон». Следует отметить применение электрофильтров и ультразвуковых пылеуловителей. Принцип действия первых основан на том, что частицы пыли, проходя с воздухом через электрические

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
						119
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

поля, получают заряды и, притягиваясь, оседают на электродах, с которых затем удаляются механически.

Вышеперечисленным вопросам уделяется большое внимание на производстве. Существует бюро охраны окружающей среды, которое обеспечивает соблюдение требований к природоопасным производствам, контролирует работу производственных очистных сооружений.

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>номер докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		120

Заключение

Безаварийная работа и удлинение срока службы магистральных трубопроводов в основном зависят от своевременного и качественно проведенного капитального ремонта. Как показал количественный и качественный анализ существующей системы ремонта, эффективность капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов может быть достигнута только за счет комплексного рассмотрения оптимизационных задач по технике, технологии, организации и управлению ремонтно-строительным производством.

Успешное выполнение большого объема работ как по строительству, так и по капитальному ремонту магистральных газопроводов невозможно без внедрения наиболее целесообразной технологии и совершенной организации работ, обеспечивающих их высокие темпы. Очень важен выбор наиболее эффективной технологической схемы производства ремонтных работ с учетом имеющейся техники.

В результате выполненной выпускной квалификационной работы инженера были разработаны процесс сварки технология сварки в защитных газах с применением механизма переноса капли с помощью сил поверхностного натяжения неповоротных стыков трубопровода. Был проведен анализ существующих способов сварки, а так же подобрано оборудование, состоящее из источника питания Invertec STT II, механизма подачи проволоки LN-742. На основе анализа был разработан способ сварки в защитных газах с применением технологии " Surface Tension Transfer ". Проведенный анализ экономической эффективности показывает целесообразность инвестиций.

Основным преимуществом рассматриваемого процесса сварки, наряду с получаемыми в процессе сварки повышенных эксплуатационных свойств сварных швов является:

- экономия сварочных материалов;
- минимальное разбрызгивание;
- повышение культуры производства.

Список используемой литературы

- 1 Геворкян В. Г. Основы сварочного дела- М.: Высшая школа, 1985.- 168с.
- 2 Журавлев В.Н., Николаева О.Н. Машиностроительные стали. Справочник. М.: Машиностроение, 1992. – 342 с.
- 3 Стеклов О. И. Основы сварочного производства - М.: Высшая школа, 1981.-160с.
- 4 Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов. - М.: Машиностроение, - 1977. - 432с.
- 5 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
- 7 Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
- 8 <http://www.lincolnelectric.com>
- 9 Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
- 10 СТТ 08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 «Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов» Новая редакция ОАО «АК «Транснефть»;
- 11 Браткова О.Н. Источники питания сварочной дуги - М.: Высшая школа, 1982.
- 12 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред. кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 - Т.3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567с., ил.

13 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.

14 ВСН 006 - 89 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов.

15 ВСН 012 - 88 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Контроль качества и приемка работ.

16 Менеджмент. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности (150202) оборудование и технология сварочного производства /Сост. Ю.С. Прокофьев,- Томск: Изд - во ТПУ, 2005.-56с.

17 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.

18 Белов СВ. Охрана окружающей среды. - М.: Высшая школа, 1983. - 264 с.

19 Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. - 376 с.

20 Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983.-432 с.

21 Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под. Ред. Патона Б.Е. – М.: Машиностроение, 1974 – 768 с.

22 Н. Н. Потапов. Сварочные материалы для дуговой сварки.Т1.Защитные газы и сварочные флюсы – М.: Машиностроение, 1989 – 543 с.

23 Н. М. Новожилов Основы металлургии дуговой сварки в газах. М.: Машиностроение, 1979. – 230 с.

24 Г. Л. Петров. Неоднородность металла сварных соединений. М.: Судпромгиз, 1963. – 201 с.

25 Сварка в машиностроении: справочник в 4-х томах. 1 том. / Под ред. доктора технических наук Ольшанского Н. А. – М.: Машиностроение, 1978. – 501 с.

26 Вязников Н.Ф. Термическая обработка стали. – М.: Государственное научно-техническое изд-во лит-ры по черной и цветной металлургии, 1961. – 349 с.

27 Еремин Е.Н. Свариваемость сталей: Учебное пособие. Омск: изд-во ОмГТУ, 2005. - 160с.

28 Никифоров Г.Д. Технология и оборудование сварки плавлением, – М.: Машиностроение, 1986, 320 с.

29 Дюргеров Н.Г., Сагиров Х.Н., Ленивкин В.А. Оборудование для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 80 с.

30 Сараев Ю.Н. Импульсные технологические процессы сварки и наплавки. – Новосибирск.: Наука, 1994. – 107 с.

31 Назарчук А.Т., Снисарь В.В. Порционное тепловложение как способ управления структурой металла шва и ЗТВ//Авт. св.-№12. – 2003. – 391с.