

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение/ОТСП

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология изготовления перехода газопровода через водную преграду сваркой.
УДК 621.791.014:658.562:622.691.4.074

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Леонов Валерий Олегович.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Дегтерев Александр Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Жаворонок А.В			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Леонов Валерий Олегович

Тема работы:

Технология изготовления перехода газопровода через водную преграду сваркой.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019 г., №3649/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка технологической документации на основные операции сборки и сварки элементов перехода через водную преграду.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Разработка технологической документации на основные операции сборки и сварки элементов перехода через водную преграду. Указанная разработка позволит обеспечить качество, эффективность и безопасность труда</p>
<p>Перечень графического материала</p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Жаворонок Анастасия Валерьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>01 апреля 2019 г.</p>
--	--------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Ассистент ОЭИ</p>	<p>Дегтерев Александр Сергеевич</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3–1В41</p>	<p>Леонов Валерий Олегович</p>		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2019 г.	Аналитический обзор литературы	10
19.04.2019 г.	Описание конструкции и выбор геометрии конструкции	10
23.04.2019 г.	Выбор технологии строительства	10
27.04.2019 г.	Описание и обоснование выбора сварки	10
30.04.2019 г.	Выбор сварочных материалов	10
04.05.2019 г.	Подборка сварочного оборудования	10
08.05.2019 г.	Подбор сварочных приспособлений	10
09.05.2019г.	Расчет сварочных материалов	
11.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
16.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
18.05.2019 г.	Заключение по работе	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Дегтерев Александр Сергеевич			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна			

Введение	9
1 Общая часть	10
1.1 Описание конструкции	10
1.2 Материалы конструкции	11
2 Изготовление перехода.....	12
2.1 Описание технологии	12
2.2 Выбор способа сварки	14
2.3 Сравнение технологий сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений.....	15
2.3.1 Описание сварки головкой Р-600	15
2.3.2 Описание технологии сварки головкой М-300С.....	16
2.3.3 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами неповоротных стыковых соединений.....	17
2.3.4 Заключение о выборе способа	18
3 Материалы, используемые при сварке.....	18
3.1 Выбор материалов для сварки и доказательство	18
3.2 Материалы для сварки и их описание(характеристики).....	20
4 Сварочное оборудование.....	25
4.1 Источники питания для сварки корневого и заполняющих слоев.....	25
4.1.1 Источник питания для ручной дуговой сварки.....	27
4.2 Описание Сварочной головки Р-260	28
4.2.1 Описание Сварочной головки Р-600	30
4.3 Сборочно-сварочные приспособления.....	32
4.3.1 Приспособления для сборки и внутренней центровки, сварки труб	32
4.3.2 Приспособление для сборки и наружной центровки труб	37
4.3.3 Подготовка кромок	39
4.3.4 Предварительный подогрев	40
5 ВИК.....	42
6 Расчет требуемого количества сварочных материалов для изготовления конструкции перехода	42

6.1 Расчет материалов для сварки разнотолщинных соединений.....	42
6.2 Расчёт требуемой проволоки для сварки однотипных соединений в количестве 324шт	43
6.3 Расчёт требуемого газа для сварки однотипных соединений в количестве 324шт	44
7 Определение количества звеньев в механизированной колонне	45
2 Раздел. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	48
2.1 Планирование технического проектирования работ	48
2.1.1 Структура работ в рамках проектирования.....	49
2.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ	49
2.1.3 Разработка проведения технического проектирования	50
2.2 Определение норм времени на сварку	53
2.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	59
2.3.1 Затраты на сварочные материалы.....	59
2.3.2 Затраты на защитный газ.....	60
2.3.3 Затраты на заработанную плату рабочих	61
2.3.4 Затраты на отчисления на социальные цели	62
2.3.5 Затраты на ремонт оборудования.....	63
2.3.6 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва.....	64
3 Социальная ответственность	67
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	67
3.2 Правовые и организационные вопросы охраны труда.....	68
3.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	68
3.4 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов..	69
3.5 Шумы и вибрация	70
3.6 Воздушная среда и микроклимат производственного помещения, отравление вредными газами	71
3.7 Электрическая безопасность.....	72
3.8 Ожоги брызгами расплавленного металла	73

3.9 Охрана окружающей среды Загрязнение окружающей среды.....	74
3.10 Чрезвычайные ситуации.....	75
3.11 Отдел по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям	75
3.12 Пожарная безопасность и мероприятия по ее обеспечению	76
Заключение	77
Источники.....	78

Реферат

Выпускная квалификационная работа 80 листов ,12 рисунков, 23 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: автоматическая сварка в среде защитных газов, технология сборки и сварки, параметры режимов , сила сварочного тока, оборудование для сварки, производительность, механизированная колонна, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы в данной выпускной квалификационной работе разрабатывается технология сборки и сварки при переходе водной преграды.

Объектом исследования является подводный переход газопровода «Сила Сибири»

Цели и задачи исследования (работы); Разработать технологию изготовление подводного перехода при помощи сварки. Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи: 1. Осуществить подбор сварочного оборудования, материалов и приспособлений, а также оборудования для подогрева.

2. Определиться с конструкцией стыковых соединений перехода и конструкцией соединения перехода с основной магистральной частью. Назначить режимы предварительного подогрева и режимы дуговой сварки.

3. Разработать комплект технологических документов на сборку и сварку всех стыков перехода в соответствии с требованиями ПАО Газпром.

4. Определить количество необходимых для изготовления перехода сварочной проволоки и защитного газа.

5. Назначить количество звеньев в механизированной сварочной колонне.

В 1 разделе/главе «Описание конструкции» произведена опись и составляющая конструкции.

В 2 разделе/главе «Изготовление конструкции» выбран способ сварки, описаны и сравнены технологии орбитальной сварки

В 3 разделе/главе «Сварочные материалы» выбраны и обоснованы сварочные материалы

В 4 разделе/главе «Сварочное оборудование, приспособления» Выбрано и описано оборудование, выбрана наиболее эффективное оборудование.

В разделе 2 Раздел. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрены сравнительный экономический анализ вариантов, расчет накладных расходов для изготовления сварного стыка

В 3 разделе/главе «Социальная ответственность» рассмотрена характеристика объекта исследования, вредные и опасные производственные факторы, источники и средства защиты от них, влияние их на организм человека

В заключении приведено обоснование выбора способов сварки, сварочных материалов и оборудования. Рассмотрены предложения по охране труда и совершенствованию организации труда. Рассчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что указывает на экономически целесообразный выбор одного из методов

Введение

При строительстве многокилометровых магистральных газопроводов по пересеченной местности в условиях Крайнего Севера не редко встречаются водные преграды, которые требуется преодолеть согласно ранее разработанному проекту, не нанося ущерб окружающей среде и не подвергая изделие повреждениям. При переходе газопровода через реки необходимо обеспечить безопасное залегание трубопровода, как на дне, так и на береговых выходах. Обнажение трубопровода, связанное с изменениями рельефа дна и побережья, влечет за собой самые разнообразные опасности — это и критическая деформация, связанная с провисанием трубы, усиление внешней коррозии, внешние воздействия, в частности, во время ледохода или в результате деятельности плав средств. Исходя из эффективности и экономичности ресурсов, а также времени, водные преграды преодолеваются при помощи протаскивания одной из частей магистрального трубопровода-дюкера [1]. Для обеспечения качественного и безопасного выполнения сварочно-монтажных работ при прокладке дюкера требуется правильно составленная технологическая документация. Разработкой технологической документации является цель данной работы.

На основании вышесказанного цель работы: Разработать технологию изготовления подводного перехода при помощи сварки.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи: 1. Осуществить подбор сварочного оборудования, материалов и приспособлений, а также оборудования для подогрева.

2. Определиться с конструкцией стыковых соединений перехода и конструкцией соединения перехода с основной магистральной частью. Назначить режимы предварительного подогрева и режимы дуговой сварки.

3. Разработать комплект технологических документов на сборку и сварку всех стыков перехода в соответствии с требованиями ПАО Газпром.

4. Определить количество необходимых для изготовления перехода сварочной проволоки и защитного газа.

5. Назначить количество звеньев в механизированной сварочной колонне.

1. Раздел. Общая часть.

1.1 Описание конструкции

Подводный переход – часть магистрального газопровода, представляющая потенциальную опасность для окружающей среды. Для его строительства был выпущен целый ряд нормативных документов, повышающих безопасность и качество строительства, а также продолжительность работы всей системы.

Трубы, которые укладывают через ручьи и речки меньше 10 метров в ширину, и глубиной менее 1,5 м не относятся к подводным переходам, потому, что при их строительстве не требуется специальное подводное оборудование

Подводный переход через реку Лена магистрального газопровода «Сила Сибири» вблизи города Олёкминск станет самым протяженным подводным переходом – 1 тыс. 800 метров. Ширина реки – 1 тыс.500 метров. Участок магистрального газопровода, пролегающего через водную преграду состоит из сваренных между собой обетонированных труб диаметром 1420мм с толщиной стенки 32мм. Сварка линейной части подводного перехода газопровода производится автоматической сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов и смесях CRC-Evans[2]. Стыковым способом труба к трубе. Технологические разрывы - захлесты завариваются при помощи РДС - ручной дуговой сварки покрытыми плавящимися электродами[3]

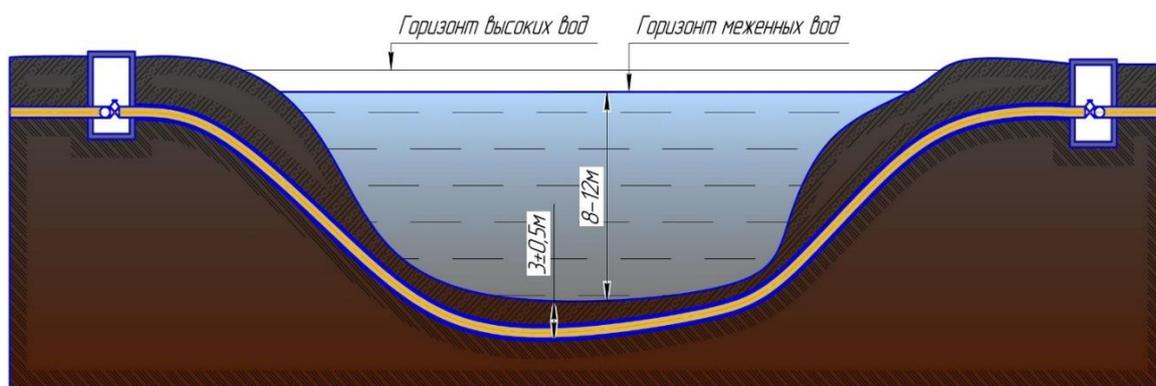


Рисунок 1- Подводных переход через реку

1.2 Материалы сварой конструкции.

Для изготовления перехода используется трубы с наружным утяжеляющим (балластным) бетонным покрытием представляющие собой стальные электросварные трубы с нанесенным в заводских условиях противокоррозионным изоляционным покрытием и балластным бетонным покрытием Ø1420мм с толщиной стенки 32мм [4].

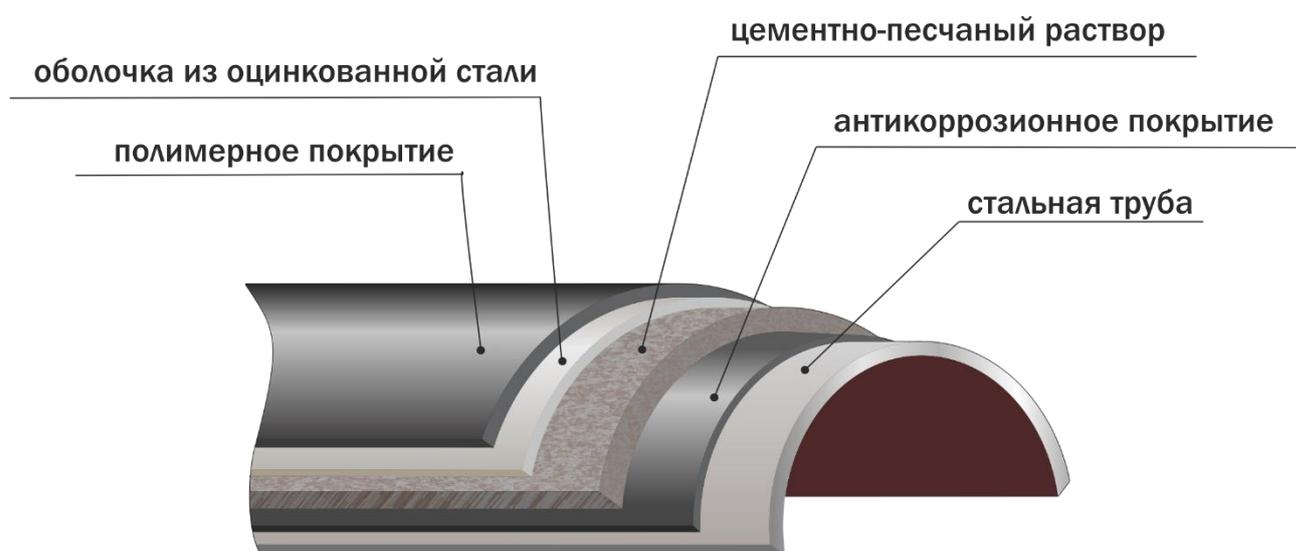


Рисунок 2 - Вид трубы в обитонированном утяжелителе [5].

Таблица 1 - Механические свойства проката из стали 10Г2ФБЮ

Временное сопротивление $\sigma_{0,2}$ МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$ МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость при температуре -40°C, Дж/см ²
590-690	460-580	20	43

Таблица 2 - Химический состав стали 10Г2ФБЮ

C, %	Mn, %	Si, %	Al, %	S, %	P, %	V, %	Nb, %	Ti, %	C, % экв
0,09-0,12	1,55-1,75	0,15-0,5	0,02-0,05	0,006	0,02	0,08-0,12	0,02-0,05	0,01-0,035	0,43

Все трубы, используемые при строительстве «Сила Сибири», — российского производства. Исходя из представленных данных сталь 10Г2ФБЮ относится к низколегированным сталям. Сталь имеет меньшее содержанием углерода по сравнению. Из-за присутствия таких элементов как марганец, никель, хром, тормозится распада аустенита в перлитной области. Так же из-за микролегирования Nb, V, Ti обеспечиваются достаточно высокие прочностные характеристики.

2. Изготовление подводного перехода.

2.1 Переход изготавливается путём «наращивания» труб при помощи их сварки. На заранее подготовленной прибрежной площадке (1) устанавливается сварочно-монтажная механизированная колонна (2). На противоположном берегу устанавливается тяговая лебедка (3). Так же устанавливается стенд с роликами на берегу противоположном к берегу я тяговой лебёдкой для укладки

в него плетей с последующим их спуском в воду.



Рисунок 3- Тяговая лебедка ЛП152 с тяговым усилием 300т

Сварочно-монтажная бригада при помощи механизированной колонны и сварочного комплекса CRC-Evans AW сваривает трубы между собой в плети труба к трубе на прибрежной строительной площадке в транспортной доступности от стенда, находящегося вблизи водного препятствия (реки). После того как плети (по 600м) сварены, их при помощи трубоукладчиков самоходных доставляют и укладывают на стенд с роликами. На первой плети приваривают оголовок-заглушку в форме конуса с петлей для троса. На всю длину стенда укладывают сваренную плеть, свободный конец плети поддерживается самоходными трубоукладчиками, сваренную плеть (600м) из нескольких труб протягивают по роликам на противоположный берег при помощи ранее установленной тяговой лебедки, по ходу движения трубы двигаются и трубоукладчики, сменяя друг друга по мере приближения к стенду. По достижению крайней трубы определенной границы стенда протяжку останавливают, плеть жестко закрепляется и в освободившееся место укладывается часть новой плети, затем их сваривают между собой при помощи ручной дуговой сварки к ранее закрепленной к стенду плети. После заполнения стенда следующими плетями протягивание продолжается до тех пор, пока трубопровод из плетей полностью не достигнет противоположного берега. После протягивания трубопровода, начало и конец перехода выводят на поверхность границы грунта, для того, чтобы при последующих операциях состыковать подводную часть перехода с основной частью магистрального

газопровода.

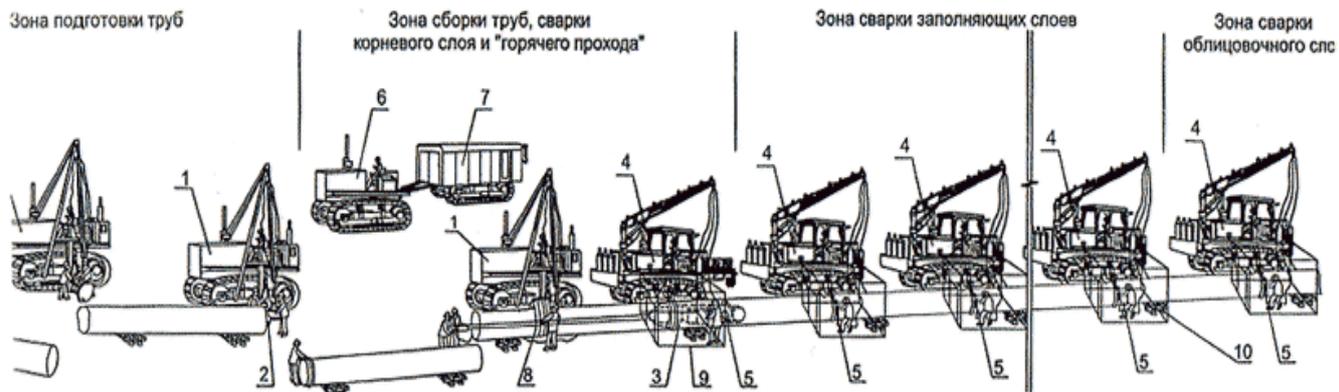


Рисунок 4 – Прибрежная площадка (1) и механизированная колонна(2).

2.2 Выбор способа сварки

Для изготовления подводного перехода эффективно применять сварку плавящимися покрытыми электродами и сварку автоматическим в среде защитных газов. При применении автоматического способа увеличивается скорость и качество сварки на прибрежной площадке, без выхода на водную часть. Способ сварки покрытыми электродами позволяет выполнять сварку гарантийных стыков[6], например, таких как приварка заглушки для гидравлического испытания и сварка технологических разрывов (сварка наземной и подводной частей подводного перехода). Все сварные соединения

следует выполнять в соответствии с требованиями технической документации [7].

2.3 Сравнение технологий сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений.

2.3.1 Автоматическая сварка в защитном газе . Сущность процесса заключается в том, что дуга горит в струе защитного газа, оттесняющего воздух из зоны сварочной ванны и защищающий расплавленный металл. Применяемое сварочное оборудование позволяет осуществлять сварку на короткой дуге, т.е. присутствует мелкокапельный перенос, а также применяется средне капельный перенос. Для такой сварки применяются импульсные источники питания. Сварка горячего слоя производится на короткой дуге и на больших показателях сварочного тока, что дает хорошее проплавление. Заполняющий и облицовочные слои варятся на струйном переносе электродного металла, что позволяет регулировать ток в пределах 30% и напряжения во время сварки. Сварочная головка производства компании CRC-Evans P600 позволяет осуществлять сварку двумя горелками одновременно, для облегчения управления этими горелками во время сварки используется сложная система автоматического управления (АСУ). Автоматика позволяет отслеживать положение сварочной головки на трубе, что дает возможность выбирать места где требуется регулировка (напряжение, скорость перемещения, скорость подачи электродной проволоки и т.д.) при этом на выбранных секторах трубы изменение параметров осуществляется АСУ. В это же время ведется наблюдение за параметрами сварочного тока, тем самым это дает возможность выдерживать вылет электрода в определенной рабочей точке во время сварки при заданном значении в сварочной программе. Настройка, ремонт, подготовка и обслуживание обеспечивается специальным персоналом – наладчиками-CRC . Число сварочных звеньев считается исходя из толщины стенки и требуемого количества стыков в смену. К преимуществам можно отнести:

- две горелки, сварка сверху вниз, скорость сварки
- инверторные источники питания

- простое управление с пульта на расстоянии
- заужена разделка (экономия материалов)

Так же присутствуют недостатки;

- оборудование заграничное, долгие поставки запчастей
- сложность в доставке баллонов с защитным газом

2.3.2 Описание метода сварки головками M300-C

Технологический процесс автоматической и полуавтоматической сварки при котором корень шва варится сплошной проволокой методом STT, а заполнение и облицовка газозащитной порошковой проволокой при помощи наружных головок.

Головка M-300C является эффективной при сварке всех пространственных положений проволокой сплошного сечения или порошковой проволокой в среде защитных газов с использованием источника типа DC-400.

Сварочная головки перемещаются по направляющему поясу. Сварочные аппараты используются парами. Наличие лево и правосторонних моделей обеспечивает одновременную сварку двумя головками с использованием одного направляющего способа. Каждый аппарат выполняет сварку половины шва от 12 до 6 часов. Аппараты для сварки заполняющего слоя и облицовочного слоя стартуют начинают сварку вместе но, стартовые позиции меняются поочередно для каждого слоя с целью предотвращения перекрытия стартовых и конечных точек в вертикальном положении. Преимущества применяемой технологии сварки заключается в следующем:

- сварка труб производится по стандартной заводской разделке, не требуется переточка
- сборка производится на стандартном внутреннем гидравлическом или пневматическом центраторе
- простая установка и подключение
- легкое отделение шлака

Так же есть и недостатки;

- скорость сварки медленная
- трата времени на выставление зазора при сборке под сварку корня
- использование порошковой проволоки, наличие шлака

2.3.3 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами неповоротных стыковых соединений.

Ручная дуговая сварка является универсальным способом для сварки трубопроводов во всех пространственных положениях. Так же является неотъемлемой частью при строительстве магистральных газопроводов. Использование ручной дуговой сварки позволяет сваривать соединения, находящиеся в негоризонтальной плоскости, небольшое количество оборудования позволяет быть очень мобильным при производстве ремонтов стыков и при сварке технологических разрывов.

Преимущества способа:

- быстрота смены электродов;
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- малое количество используемого оборудования;
- мобильность;

Недостаток способа:

- многофакторность качества
- необходимость подготовки электродов (прокалка);
- самый тяжёлый способ по технике исполнения;
- большие расходы материалов на огарки и разбрызгивание;
- низкая производительность;

2.3.4 Заключение о выборе способа.

Рассмотрев две технологии сварки кольцевых стыков, можно сделать вывод, что использование двухдугового автомата головки Р-600 целесообразней

из-за скорости сварки одного стыка, в отличие от метода STT для двух дуговой сварки головкой Р-600 не нужно выставлять зазор и используется узкая разделка кромки, что существенно сокращает время на наплавку сванны.

3. Материалы используемые при сварке.

При сварке магистральных трубопроводов рекомендуется использовать материалы [8]:

- электроды с основным типом покрытия для РДС
- сварочные проволоки сплошного сечения для автоматической и механизированной сварки в защитных газах и смесях
- защитные газы (аргон, углекислый газ)

3.1 Выбор материалов для сварки и доказательство

Современные трубопроводы обеспечивают надежность и прочность благодаря сталям К60 и К65. Для надежности трубопроводов, сооружаемых из таких сталей, необходимо применение специальных технологий сварки и сварочных материалов, которые, которые по при наплавленном металле не уступают по прочности основному металлу. Скорости строительства увеличивается за счет полуавтоматических и автоматических способов сварки, а также за счет поточно расчлененном планировании сварочных звеньев. Суть этого метода заключается в максимально возможном расчленении операций при сварке неповоротных стыков труб. Общий темп зависит от сварки первого-корневого шва и от сварки заполняющих и остальных слоев шва, так же от численности персонала. Таким образом, чем выше скорость сварки и производительность наплавки, тем меньше материальных и трудовых ресурсов необходимо для сварки стыков труб. В данный момент времени существует два способа (приема) электродуговой сварки неповоротных стыков труб: «снизу-вверх», или «на подъем», и «сверху- вниз», или «на спуск». Доказано, что процесс сварки «на спуск» более производительный, чем «на подъем», так как

позволяет повышать сварочный ток на 30-90 %, при этом увеличиваются скорость сварки и производительность наплавки. Поэтому при использовании практически всех высокопроизводительных технологий электродуговой сварки, включая полуавтоматические и автоматические, неповоротные стыки труб сваривают способом «на спуск».

Во всем мире сварка «на спуск» широко реализуется при организации работ поточно-расчлененным методом за счет применения высокопроизводительных электродов с целлюлозным покрытием (высоководородистые, органические). Но использование электродов с целлюлозным покрытием запрещено или ограничено из-за получения металла шва с низкими вязкопластическими свойствами. Указанный запрет на применение электродов с целлюлозным покрытием действует при низких (отрицательных) температурах монтажа и эксплуатации трубопроводов.

Заменой являются электроды с основным покрытием (низководородистые, фтористо-кальциевые), обеспечивающие сварку «на подъем». Металл шва, наплавленный такими электродами, имеет низкое содержание водорода и неметаллических включений. Электроды с основным видом покрытия позволяют получать вязкопластические показатели при отрицательных температурах. Поэтому только электроды с основным видом покрытия разрешены и рекомендованы в условиях Крайнего Севера.

Сварка стыков трубопроводов электродами с основным покрытием в положении снизу-вверх возможна только на постоянном токе, обратной полярности. Источники питания сварочной дуги должны иметь падающую характеристику и высокое напряжение холостого хода.

В настоящее время для сварки «на подъем» на рынке предлагаются такие марки электродов с основным покрытием, как Nitetsu 16w, Nitetsu L60-L, LB-52U, LB-62U, LB-78VS, FOX BVD 85, FOX BVD 90, FOX BVD 100 и другие.

При выборе проволоки следует учитывать ее прочностные и пластические свойства. В качестве защитного газа применяют смеси аргона с углекислым газом, двуокись углерода высшего сорта [9].

Таблица 3 - Физико-химические показатели CO₂ [9]

Наименование показателя	Норма	
	высший сорт	первый сорт
1. Объемная доля двуокиси углерода (CO ₂), %	99,8	99,5
2. Объемная доля окиси углерода (CO)	Окись углерода должна практически отсутствовать	
3. Содержание минеральных масел и механических примесей, мг/кг, не более	0,1	0,1

Таблица 4 – Технические характеристики сварочных смесей аргона и углекислого газа

Параметры	Значение параметра		
Массовая доля влаги	Не более 0,008 %		
Объемная доля азота	Не более 0,01%		
Объемная доля углекислого газа	15 ± 1,5%	25 ± 2,5%	50 ± 5%
Объемная доля аргона	остальное	остальное	остальное

3.2 Материалы для сварки и их описание(характеристики)

Описание электродов Nittetsu-16W. Электрод марки Nittetsu-16W с покрытием основного типа предназначен для электродуговой сварки во всех положениях трубопроводов и ответственных металлоконструкций из сталей с нормативным пределом прочности до 530 МПа. При сварке корневого шва

электрод полностью соответствует характеристикам, принятым в международной сварочной практике, дает образование хорошего обратного валика (по японской терминологии — URANAMI шов[11]).

Назначение:

-сварки и ремонта корневого слоя шва неповоротных стыков труб газонефтепроводов из сталей прочностных классов до К60 включительно (нормативный предел до 588 МПа включительно);

Особенности:

- электрод с низким содержанием электрода;
- полярность AC/DC(±);
- сварка во всех пространственных положениях кроме «сверху вниз»;
- Применяется для корневого, заполняющего и облицовочного проходов трубопроводов из сталей прочностных классов до 530 МПа;
- Высокая стойкость к образованию трещин при низких температурах;
- Сварка корневого прохода осуществляется на низком токе, при этом обеспечивается высокая стабильность дуги и гарантированное формирование обратного валика без пор и прожогов.

Сварочный электрод Nittetsu L-60LT. Электрод марки Nittetsu L-60LT (A5.5, E9016-G, тип Э60/ ГОСТ 9467-75) с покрытием основного типа.

Предназначен для электродуговой сварки во всех положениях трубопроводов и ответственных

металлоконструкций из высокопрочных сталей с нормативным пределом прочности до 590 МПа.

Применяется для сварки металлоконструкций, использующихся при низких температурах. Используется для заполняющего и облицовочного проходов.

Особенности:

Электрод с максимально низким содержанием водорода.

Полярность — AC/DC (+).

Применяется для заполняющего и облицовочного проходов металлоконструкций из сталей прочностных классов до К60 (590 МПа) включительно.

Обладает высокими характеристиками CTOD при низких температурах. -
Электрод с максимально низким содержанием водорода.

Полярность — AC/DC (+)

Применение:

Стыки магистральных и промысловых нефти-газопроводов и разводящих систем газоснабжения

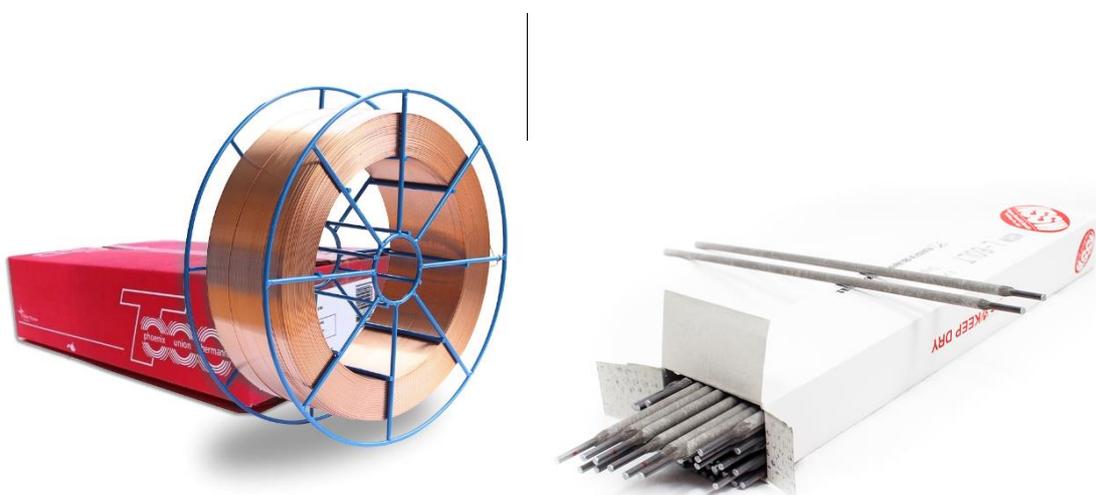


Рисунок 5 - Сварочная проволока сплошного сечения К-Nova, К-600 и
ЭлектродыNitetsu

Таблица 5 - Электроды Nitetsu химический состав

Марка электрода	Диаметр, мм	C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
Nittetsu-16W	2.6	0.07	0.61	0.090	0.013	0.013
Nittetsu L-60L	3.2	0.06	0.50	1,51	0.013	0.013

Таблица 6 – Механические свойства наплавленного металла

Марка электрода	Диаметр электрода	Предел прочности Н/мм ²	Предел текучести Н/мм ²	Относительное удлинение δ, %	Ударная вязкость, KCV, Дж/см ² (-20°С)
Nittetsu-16W	2.6	580	480	32	110
Nittetsu L-60L	3.2	620	530	22	130

Омедненная проволока сплошного сечения TS-6 диаметром 0,9 мм и проволока K-600 диаметром 1.0 мм применяется для сварки соединений трубопроводов большого диаметра с помощью автоматических комплексов компании CRC-Evans, оборудованных головками P-200 либо P-260, P-600 или в аппаратах компании Autoweld Systems с головками EBM. Проволока TS-6 и K-600 имеет аттестационное свидетельство Национального агентства контроля сварки и внесена в реестр Газпром Оптимальный химический состав легирующих добавок проволоки TS-6 и K-600 обеспечивает высокое качество сварного шва как при монтаже наземных нефтегазовых магистралей, так и при укладке морских трубопроводов. Материал поставляется с порядной намоткой на катушках. При производстве проволоки компанией voestalpine Boehler Welding Germany GmbH устанавливаются жесткие допуски по отклонениям толщины.

Рекомендации по сварке:

Омедненная проволока сплошного сечения TS-6 используется для корневых, K-600 для заполняющих и облицовочных проходов сварного шва при стыковке труб из сталей, имеющих нормативный предел прочности до 588 МПа.

Сварка неповоротных кольцевых стыковых соединений производится в среде защитного газа следующих составов:

- для корневого слоя шва – 75 % Ar и 25 % CO₂;
- горячего прохода – 100 % CO₂;
- облицовочного и заполняющего проходов – 85 % Ar и 15 % CO₂.

Таблица 7 – Проволоки сплошного сечения автоматической сварки в среде защитных газов методом

№п/п	Назначение	Марка проволоки	Диаметр, мм	Фирма производитель
1	Для сварки корневого слоя шва и заполняющих слоев шва стыков труб из сталей с нормативным пределом прочности до 637 МПа	Thyssen K-Nova (TS-6)	0,9	Böhler-Schweibtechnik Deutschland (Германия)
2		K-600	1,2	Böhler-Schweibtechnik Deutschland (Германия)

Таблица 6 – Химический состав наплавленного металла

Марка проволоки	Диаметр проволоки, мм	C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
TS-6 Böhler Thyssen Schweißtechnik Deutschland GmbH (Германия)	0,9	0,0	0,75	1,56	0,007	0,012
K-600 Böhler Thyssen Schweißtechnik Deutschland GmbH (Германия)	1,0	0,07	0,93	1,63	0,005	0,12

Таблица 8 – Механические свойства наплавленного металла

Марка проволоки	Предел прочности бв, МПа	Предел текучести бт, МПа	Относит. Удлинение δ , %	Ударная вязкость, КСV, Дж/см ² (-20°С)
TS-6 Bohler Thyssen Schwelsstechnik Deutschlan GmbH (Германия)	624	549	27	70
К-600 Bohler Thyssen Schwelsstechnik Deutschlan GmbH (Германия)	651	565	28	100

4. Сварочное оборудование. И приспособления.

Все сварочное оборудование, используемое для сварки стыка, должно пройти аттестацию и соответствовать требованиям руководящих документов [10].

4.1 Источник питания для автоматической сварки корневого и заполняющих слоев шва



Рисунок 6 - Сварочный аппарат полуавтомат инвертор Fronius TransPulsSynergic 3200

Сварочные полуавтоматы серии TPS/i предназначены для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов (MIG/MAG). Это единственное в мире оборудование со скоростью обмена данными между компонентами системы 100 Mb/s. Управление сварочными параметрами осуществляется посредством сенсорного экрана, который реагирует на нажатие даже в сварочных перчатках (крагах). Система может управляться через локальную сеть или интернет, а также через мобильные планшеты (в т.ч. Apple IPAD). Возможно управление сварочными параметрами, а также полная диагностика аппарата. И все это из любой точки мира! TPS/i полностью готов к работе в составе автоматизированных и роботизированных комплексов, и дает превосходные результаты

Таблица 9 – Технический характеристика Fronius TransPulsSynergic 3200

Название аппарата	<u>Fronius TransPulsSynergic 3200</u>
Напряжение питания	400-460V 50 Hz Исполнение MV: 200-230V/400-460V
Тип источника питания	Инверторный, 82 kHz MOS-FET
Диапазон сварочного тока	10 – 320 A
Напряжение холостого хода	71v
Рабочее напряжение	14,2 – 30V
Система управления	Цифровая микропроцессорная
Интерфейс	Графический
Управление	Сенсорный экран, ручка - кнопка
Механизм подачи проволоки	Встроенный 4-х роликовый
Вид охлаждения	Газовое или жидкостное

4.1.1 DC-400 Источник питания для ручной дуговой сварки



Универсальный источник питания для сварки на постоянном токе

Надежный универсальный источник питания для сварки в защитном газе, порошковой проволокой, сварки под флюсом, РДС, аргонодуговой сварки на постоянном токе и дуговой строжки. Но универсальность отнюдь не означает сложность – DC-400 очень легко использовать. Для переключения между процессами достаточно повернуть переключатель режима сварки. Встроенные ампер- и вольтметр позволяют легко контролировать ключевые параметры сварки. Регуляторы индуктивности и форсирования дуги позволяют оператору быстро настроить аппарат для текущей задачи.

- Вольтметр и амперметр в стандартной комплектации
- Защитное покрытие электроники гарантирует долгий срок службы и надежность при продолжительной сварке.
- Система регулировки параметров сварки постоянно контролирует пинч-эффект дуги, чтобы ограничить разбрызгивание, обеспечить текучесть металла и хороший внешний вид шва при сварке в защитном газе или порошковой проволокой.
- Переключатель режима позволяет выбрать оптимальные характеристики сварочного тока.
- Высокое качество сварки благодаря потенциометру сварочного тока.

Сеть питания	230/400/3/50-60
Номинальная мощность	500А/40В при 50% 450А/38В при 60% 400А/36В при 100%
Потребляемая мощность	77/45А
Диапазон сварочного тока	
Габаритные размеры(ВхШхГ)	698 мм х 566 мм х 840 мм
ВЕС НЕТТО	215 кг

Технические характеристики источника питания DC-400

4.2 Описание Сварочной головки Р-260

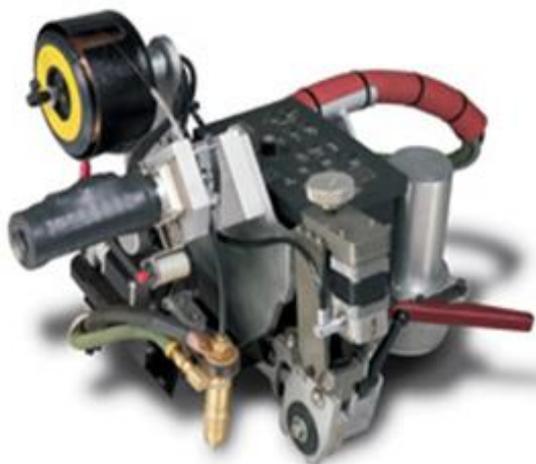


Рисунок 7-Сварочная головка Р-260

Автомат для сварки плавящимся электродом в среде защитного газа CRC-Evans P260 предназначен для сварки всех слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб. Для установки сварочной головки на трубу используются направляющие пояса (бандажи) на конкретный диаметр. Существуют направляющие пояса различных конструкций, позволяющие устанавливать головку на трубу без изоляции и с различными типами изоляционного покрытия. Используется совместно с Fronius TPS-3200.

Преимущества;

-возможность сварки плавящимся электродом проволокой сплошного сечения в среде защитных газов (GMAW, GMAW-P, STT GMAW) проволоками диаметром от 0,6 мм (.023) до 1,14 мм (.045);

-цифровой ввод и управление режимами сварки;

-система автоматического слежения за вылетом горелки;

-возможность ввода режимов в зависимости от пространственного положения на трубе;

-простота подключения к большинству источников питания;

-вывод режимов сварки в реальном времени на цифровой дисплей;

-газовый клапан с возможностью подключения 2-х видов защитного газа;

-прочная и надежная конструкция;

-возможность копирования режимов сварки между автоматами; • защита режимов сварки от изменений цифровым ключом.

Таблица 10 – Технические характеристики сварочной головки Р-260.

Длина, ширина, высота, вес	419мм,508мм,381мм,15.9кг
Ход горелки по вертикальной оси	2,5дюйма (63,5 мм)
Питание головки	36В
Частота колебаний горелки	0 – 250 мин-1
Амплитуда колебаний горелки	0 – 0,75" (0 – 19 мм)
Время задержки на кромках	0 – 0,5 сек
Регулировка угла установки горелки	± 10°
Скорость подачи проволоки	100 – 625 дюйм/мин (254 – 1588 см/мин)
Скорость сварки	5 – 60 дюйм/мин (0,127 – 1,52 м/мин)
Точность датчика пространственного положения головки	± 1°
Возможность подключения аккумулятора 24В сварочного трактора для питания головки	Есть
Объем охлаждающей жидкости на одну головку	2 галлона (7,87 л)
Температура эксплуатации	от – 40°С до + 70°С

4.2.1 Описание сварочной головки Р-600

Автомат для сварки плавящимся электродом в среде защитного газа CRC-Evans Р600 предназначен для сварки всех слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб. Для установки сварочной головки на трубу используются направляющие пояса (бандажи) на конкретный диаметр. Существуют направляющие пояса различных конструкций, позволяющие устанавливать головку на трубу без изоляции и с различными типами изоляционного покрытия.



Рисунок 8 - Сарочная головка Р-600

Назначение и преимущества CRC-Evans P600

Устройство используется для сварки (среда — защитные газы, электрод — плавящийся) заполняющих и облицовочных слоев шва кольцевых неповоротных соединений труб (стыков). Оно работает совместно с инвертором серии Fronius TPS-3200.

Преимущества:

- цифровой ввод данных и управление режимами работы;
- системы автоматического слежения за разделкой и вылетом горелки;
- защита сварочных режимов при помощи цифрового ключа;
- газовый клапан для подключения двух типов защитного газа;
- вывод информации на дисплей, запись на внутреннюю память, копирование режимов между автоматами и т. д.

Таблица 11 – Технические характеристики сварочной головки Р-600.

Длина, ширина, высота, вес	622мм,368мм,393мм,17.7кг
Ход горелки по вертикальной оси	2 дюйма (50,8 мм)
Питание головки	36В
Частота колебаний горелки	0 – 220 мин-1
Амплитуда колебаний горелки	0 – 2” (0 – 50,4 мм)
Время задержки на кромках	0 – 2,0 сек
Регулировка угла установки горелки	± 10°
Скорость подачи проволоки	100 – 625 дюйм/мин (254 – 1588 см/мин)
Скорость сварки	5 – 60 дюйм/мин (0,127 – 1,52 м/мин)
Точность датчика пространственного положения головки	± 1°
Возможность подключения аккумулятора 24В сварочного трактора для питания головки	Есть
Объем охлаждающей жидкости на одну головку	2 галлона (7,87 л)
Температура эксплуатации	от – 40°С до + 70°С

4.3. Сборочно-сварочные приспособления.

4.3.1 Приспособление для сборки и внутренней центровки труб

Сварочный автомат IWM (Internal welding machine) производства компании CRC-Evans – это комбинация внутреннего центриатора и автоматической многоголовочной внутренней системы для сварки корня шва. Машина представлена в двух вариантах:

- для сварки на барже и работы на оффшорных проектах;
- для сварки на суше и строительства стандартных полос отвода трубопроводов.

Автономный источник электрического тока низкого напряжения обеспечивает подачу защитного газа, питание регулирующих пневмоклапанов, привода вращающегося кольца и приводов подачи сварочной проволоки. Пневматическая система, также автономная, управляет ходовыми гидромоторами, тормозной системой, ведущими колёсами, центрирующими элементами, передними и задними зажимными кулачками.

Управление внутренним сварочным автоматом производится оператором посредством пульта, расположенного на конце выдвижной штанги, или главного блока управления, расположенного на носовом конусе. Внутри лёгкой цилиндрической выдвижной штанги находятся контрольный кабель, все сварочные провода, воздухопровод, шланги баллонов с защитным газом и кабели зарядки аккумуляторов.

Внутренняя сварка корня шва осуществляется головками, расположенными симметрично по периметру вращающегося кольца. В зависимости от размера машины количество сварочных головок варьируется от 4 до 8 (как правило, сварочная секция состоит из 6 или 8 головок).

Особенности;

- сварка производится несколькими головками;
- отсутствует открытый зазор;
- сварка осуществляется в полностью автоматическом режиме;
- корень шва варится изнутри;

Преимущества;

- высокая производительность;
- быстрое и точное выравнивание;
- лёгкость управления;
- отсутствие риска медных включений;
- устойчивость к смещениям при сборке.



Рисунок 9 – Внутренний центратор IWM CRC-Evans AW

Таблица 12 – Технические характеристики внутреннего центратора IWM

Скорость вращения кольца, м/мин	0–1,27
Скорость подачи проволоки, м/мин	2,54–12,7
Скорость подачи защитного газа, м ³ /мин	1,4
Давление защитного газа, атм.	максимальное – 136,09, минимальное – 34,02
Давление воздушной системы, атм.	максимальное – 14,29, минимальное – 11,57
Размер автомата	56”–60” (1420-1524мм)
Количество сварочных головок	6
Скорость движения	0,61 м/с
Габариты; размер шины, длина (см) масса без аккумуляторов (кг).	56”–60”, 530,86(см), 3356,58(кг)

Предлагаемая схема разделки и сборки стыка (см. рис.6) позволяет увеличить скорость и качество сварки. Отсутствие открытого зазора уменьшает объем наплавляемого металла, укорачивает время сборки стыка и фактически исключает прожог. Система также устойчива к дефектам сборки и, в частности, допускает наличие значительного смещения при сборке стыка, гарантируя при этом сквозное проплавление в корне шва.

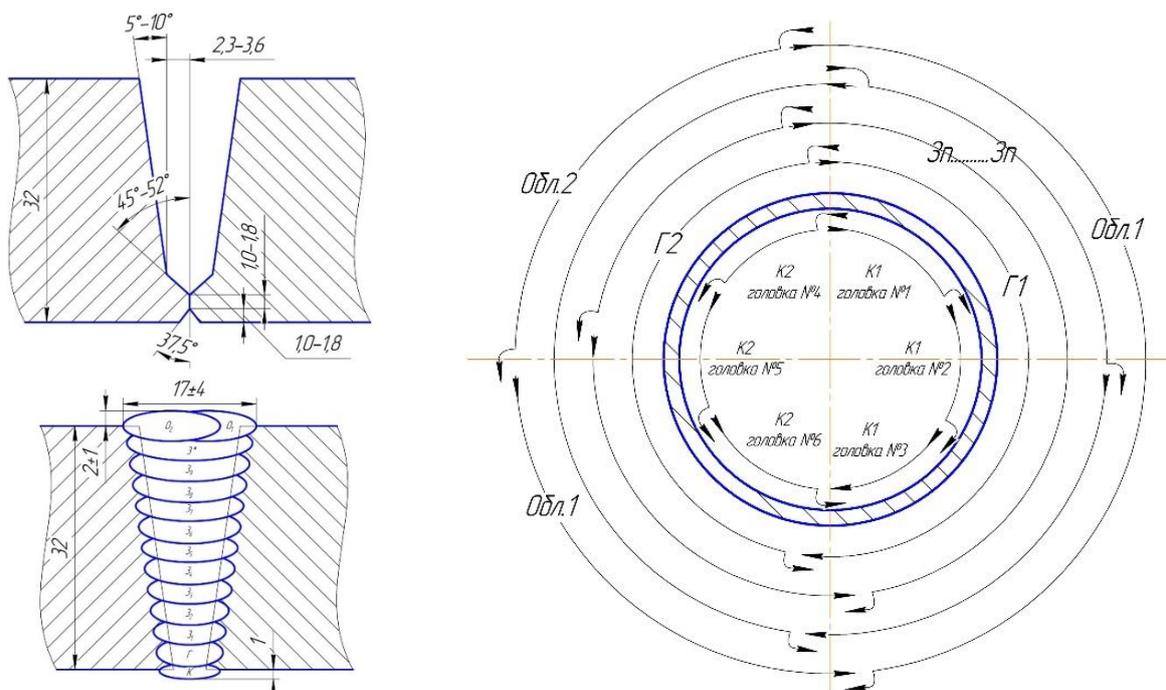


Рисунок 6 – Геометрическая конструкция стыкового соединения для автоматической сварки в защитных газах. Для такой разделки кромок режимы дуговой сварки приведены в таблице 13;

Таблица 13 – Режимы для автоматической сварки

параметры	Наименование слоя шва				
	Корневой	Горячий проход	заполняющие	Последний заполняющий(корректирующий)*	Облицовочный
Способ сварки	ААДП(ТWM)	ААДП	ААДП	ААДП	ААДП
Направление сварки	На спуск	На спуск	На спуск	На спуск	На спуск
Диаметр проволоки, мм	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0

Род тока, полярность	Постоянный ток, обратная полярность	Постоянный ток, обратная полярность	Постоянный ток, обратная полярность	Постоянный ток, обратная полярность	Постоянный ток, обратная полярность
Установка сварочного процесса на источнике питания	Короткая дуга (Short Arc)	Короткая дуга (Short Arc)	Пульсирующая дуга (Pulse Arc)	Пульсирующая дуга (Pulse Arc)	Пульсирующая дуга (Pulse Arc)
Скорость подачи проволоки, см/мин	724-1026	953-1588	825-1375	750-1240	575-955* 995-1240**
Вылет электрода, мм	9	9,5	13	13	9,5
Напряжение на дуге, В	19,0-22,0	23,0-26,0	21,0-25,0	22,0-25,0	18,0-23,0
Сила сварочного тока, А	170-210	220-270	190-230	180-220	150-220
Амплитуда колебаний электрода, мм	-	-	Регулируется по ширине разделки		
Скорость сварки, см/мин	72-80	114-140	35-55** 39-65***	29-47** 35-57***	26-42** 35-53***
Защитный газ, Ar / CO ₂ %	75% Ar / 25% CO ₂	100% CO ₂	85% Ar / 15% CO ₂	85% Ar / 15% CO ₂	85% Ar / 15% CO ₂
Расход газа, л/мин	33-52	33-52	33-52	33-52	33-52
<p>Примечание;</p> <p>*- при неравномерности высоты заполняющих слоев верхней части периметра трубы, ориентировочно в положении 10⁰⁰-12⁰⁰ и 0⁰⁰-2⁰⁰ часа, перед выполнением облицовочного слоя шва следует выполнить участки заполняющего слоя (корректирующий слой) с целью выравнивания общего уровня заполнения разделки</p> <p>** - в пространственном положении от 0⁰⁰ до 4⁰⁰ часов и от 12⁰⁰ до 8⁰⁰ часов</p> <p>*** - в пространственном положении от 4⁰⁰ до 6⁰⁰ часов и от 8⁰⁰ до 6⁰⁰ часов</p> <p>**** - механизированная сварка применяется для выполнения отдельных участков корневого слоя шва в случае отказа одной или нескольких внутренних сварочных головок</p>					

Подогрев +100⁺³⁰ ° С независимо от температуры окружающего воздуха - для автоматической двухсторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах неповоротных кольцевых стыковых соединений труб

комплексом оборудования фирм « CRC - Evans AW », « Autoweld Systems », а также для автоматической односторонней сварки проволокой сплошного сечения в защитных газах сварочными головками М300-С, М300 фирмы « CRC - Evans AW », комплексами оборудования « CWS .02» фирмы « PWT », « Saturnax » фирмы « Serimax »;

4.3.2. Приспособление для сборки и наружной центровки труб.

При ручной дуговой сварке технологических разрывов или сварке разных по толщине стенок трубы использовать внутренний центратор не представляется возможным т.к. после сварки технологического разрыва внутренний центратор будет невозможно достать из-за длинна сваренного трубопровода. При сварке разных толщин так же невозможно использовать внутренний центратор по причине разных показаний внутреннего диаметра труб попросту не будет возможности разжать стенки труб в одной оси. Исходя из выше сказанного при центровке труб для ручной дуговой сварки целесообразно использовать наружные центраторы звенового типа, например центратор звенный наружный гидрофицированный – ЦЗН-1420Г.



Рисунок 8 - центратор звенный наружный гидрофицированный – ЦЗН-1420Г.

Центратор ЦЗН-Г применяется для соединения и стыковки труб диаметром от 720 до 1620мм, а так же технологических и соединительных элементов в составе трубопровода перед сваркой. По конструкции данный центратор

представляет собой многогранник, соединённый шарнирами, состоящий из стандартных звеньев, осей и прижимных роликов, а так же специальной площадки с установленным на ней гидродомкратом. Особенностью центратора ЦЗН-Г является наличие в его конструкции гидродомкрата, позволяющего уменьшить необходимые для центровки трубы физические усилия рабочих, что существенно облегчает труд и повышает производительность. Конструкция данного центратора позволила снизить его массу по сравнению с другими центраторами.

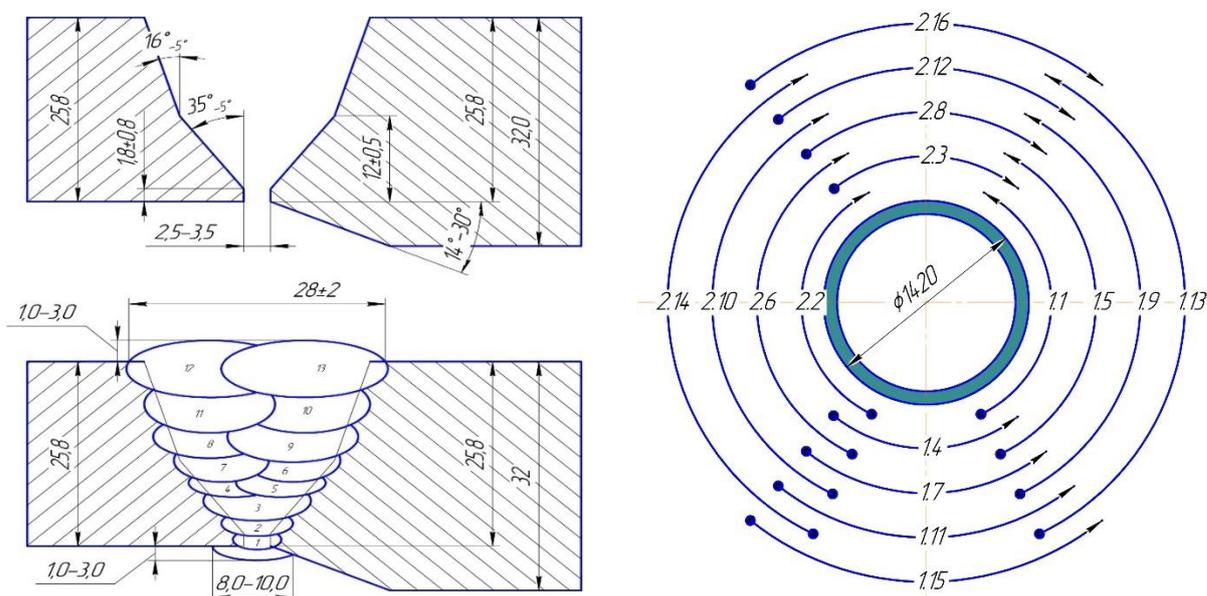


Рисунок 9 - Геометрическая конструкция стыкового соединения разнотолщинных соединений и направление сварки двумя сварщиками.

Предлагаемая разделка кромок позволяет обеспечить сплавление основного металла с электродным, провар и правильное формирование поперечного сечения шва. Для такой разделки кромок режимы дуговой сварки приведены в таблице 14; Произвести равномерный предварительный подогрев до температуры $+150^{+30}$ °С независимо от температуры окружающего воздуха

Таблица 14 – режимы сварки для ручной дуговой сварки.

Сварочные слои	Марка электрода	Диаметр, мм	Сварочный ток, А		
			нижнее	вертикал	потолоч
Корневой	Nittetsu-16W	3,2	90-120	90-110	80-110
			90-120	90-110	80-110
Подварочный	Nittetsu-16W	3,2	90-120	90-110	80-110
Первый заполняющий	Nittetsu L-60LT	3,2	90-120	90-110	80-110
Последующие заполняющие		3,2	100-120	90-110	80-110
		4,0	130-170	120-170	120-150
Облицовочный		3,2	100-120	90-120	80-110
	4,0	130-180	110-170	110-150	

4.3.3 Подготовка кромок

Кромки в пунктах 4.3.1 и 4.3.2 возможно подготовить при помощи станка для подготовки кромок CRC-Evans PFM



Рисунок 10 - Станок для подготовки кромок CRC-Evans PFM

Станки Pipe facing machine (PFM) от CRC-Evans предназначены для высокоточной обработки скосов под ручную или автоматическую сварку и используются при строительстве магистральных трубопроводов, сварке на баржах и стационарных объектах.

PFM состоит из двух основных частей – зажимной секции-центратора и собственно режущей секции. Зажимная секция имеет 2 набора кулачков с

гидравлическим приводом, работающих равномерно и одновременно. Станок крепится к концу трубы за счёт расширения кулачков внутри неё. Машина выпускается для труб диаметром от 203,2 мм до 1524 мм. Режущая секция PFM состоит из вращающейся наружной платформы с четырьмя или шестью держателями, на каждом из которых закреплены резцы из карбида вольфрама. Станок позволяет обрабатывать практически любую конфигурацию фаски на трубах с любой толщиной стенки. Каждый резцедержатель фиксируется под определённым углом, что даёт возможность одновременно вытачивать несколько изгибов на фаске.

Операция обработке кромок станком PFM занимает от 2 до 6 минут в зависимости от толщины трубы и навыка оператора.

Таблица 15. Технические характеристики станка PFM

Диаметр трубы, мм	203,2–355,6 406,4–1219,2 1270–1625,6
Средняя скорость резки, окружная скорость, м/мин	79,2–137,1 91,4–137,1 91,4–137,1
Мощность главного насоса, л/мин	136,3 136,3 136,3
Максимальное давление главного насоса, атм.	136,09 136,09 136,09
Объём двигателя, см ³	198,3 664,5 664,5
Количество резцедержателей	3 4–6 4–6
Толщина обработанной кромки, мм	До 28,57 До 38,1 До 38,1

4.3.4 Предварительный подогрев

Сварка кольцевых стыков магистральных и технологических трубопроводов часто требует предварительного подогрева металла до определённой температуры и поддержания этой температуры в процессе сварки. Подогрев стыка становится абсолютно необходимым при выполнении работ при низких температурах окружающей среды или в условиях высокой влажности. Предварительный подогрев определяется как прогрев всего объема,

примыкающего к свариваемому стыку металла - а не только его поверхностного слоя - перед выполнением корневого прохода; и при необходимости включает операции прогрева зоны сварного стыка перед выполнением второго и последующих сварочных проходов. Процедура нагрева должна гарантировать достижение определенной температуры на внутренней, а не только на наружной поверхности трубы. Необходимость глубокого прогрева - на всю толщину стенки трубы делает распространенные методы подогрева с помощью открытого пламени, а также резистивные методы нагрева особенно ненадежными, неэффективными и трудоемкими. Инверторные высокочастотные системы индукционного нагрева обеспечивают эффективность, необходимой для поддержания темпа работы колонны автоматической сварки. Перед сваркой больших толщин металла требуется предварительный подогрев до $+100^{+30^{\circ}\text{C}}$ независимо от температуры окружающего воздуха для этого следует использовать систему индукционного нагрева ARGONEAT – 130 представленный на рисунке 10.



Рисунок 11- Система индукционного подогрева ARGONEAT-130

ARGONEAT-130 является автономным агрегатом дизель-генераторного типа

Таблица 16. Технические характеристики агрегата

Ток	Переменный однофазный
Напряжение	185 В
Сила тока	730 А
Частота	500 Гц
Мощность	130 кВт
Уровень шума	72 дБ
Бак	200 л
Вес	2510 кг
Габариты(ДхШхВ)	2400х1100х1800мм

5. Визуально-измерительный контроль.

После сварки стыка сварной шов подлежит визуально измерительному контролю.

6. Расчет требуемого количества сварочных материалов для изготовления конструкции перехода.

В условиях коротких сроков доставки ТМЦ [12] из-за изолированности от основных дорог и трасс, правильный расчет сварочных материалов позволит узнать и заготовить нужное количество материала для постройки конструкции.

6.1 Расчет количества электродов для сварки разнотолщинных соединений трубопровода.

Расчет расхода электродов определяется по формуле;

$$G_3 = K_p * G_n$$

G_3 – масса электродного материала

K_p – коэффициент расхода материалов на 1кг наплавленного металла

$$K_p = 1,7 \text{ кг}$$

$$G_n = F_n * L_{ш} * \gamma$$

F_H – площадь поперечного сечения шва

$$F_H = 291 \text{ мм}^2 \sim 2,91 \text{ см}^2$$

$L_{ш}$ – длина шва ($\Pi * D = 3,14 * \varnothing 1420 = 4458,8$) $\sim 446 \text{ см}$

$$L_{ш} = 446 \text{ см}$$

γ – плотность металла

$$\gamma = 7,85$$

$$G_H = 2,91 * 446 * 7,85 = 10188 \text{ г}$$

Расход электродов на 1 соединение

$$G_э = 1,7 * 10188 = 17319 \sim 17,5 \text{ кг}$$

Учитывая, что сварка разнотолщинных (25,8x32мм размер стенок) технологических разрывов (захлесточных соединений) будет производиться в двух местах, то требуемое кол-во электродов будет равно $(17,5 * 2) = 35 + 5,25 \text{ кг} = 40,25 \sim 41 \text{ кг}$ (15% на заводской брак электродов и человеческий фактор)

Итого для сварки двух стыков разнотолщинных соединений потребуется 41кг электродов, а это = 9 упаковок и, следовательно, с учетом дополнительных 15% на непредвиденные расходы (брак и человеческий фактор)

Для 12 соединений с толщиной стенки 32мм

$$G_H = 4,31 * 446 * 7,85 = 15089 \text{ г}$$

Расход электродов на 1 соединение

$$G_э = 1,7 * 15089 = 25651 \text{ г} \sim 26 \text{ кг}$$

$$26 \text{ кг} * 12 \text{ стык} = 312 \text{ кг} + 46,8 (15\% \text{ на брак и человеческий фактор}) = 358,8 \text{ кг}$$

Всего электродов понадобится $358,8 + 41 = 399,8 \text{ кг} = 400 \text{ кг}$ или 80пачек

6.2 Расчет требуемой проволоки для сварки однотипных соединений в количестве 324шт

$$G_э = G_H * (1 + \psi)$$

$\psi = 0,10$ – коэффициент потерь, под которым понимают отношение количества металла, потерянного в виде брызг и угара к полному количеству расплавленного металла.

F_H – площадь поперечного сечения шва при автоматической сварке

$$F_H = 264 \text{ мм}^2 \sim 2,64 \text{ см}^2$$

Определим массу наплавленного металла

$$G_n = F_n * L_{ш} * \gamma$$

$$G_n = 2,64 * 446 * 7,85 = 13610 \text{ г} \sim 9 \text{ кг} 242 \text{ г}$$

Тогда расход проволоки на 1 соединение ;

$$G_{э} = G_n * (1 + \psi) = 9242 \text{ г} * 1,1 = 10166 \text{ г}$$

$$= 10 \text{ кг} 166 \text{ г} \sim 10,5 \text{ кг}$$

Исходя из предполагаемых размеров труб и размеров самого подводного перехода количество однотипных сварных соединений составляет 324 шт

Следовательно, для сварки 321 соединения потребуется 3 тыс 402 кг + 340 кг (10% на заводской брак и человеческий фактов) = 3742 кг

Итого для сварки 324 стыка однотипных соединений потребуется 3 тыс 742 кг сварочной проволоки или 1385 бухт, с учетом дополнительных 10% на непредвиденные расходы (брак, человеческий фактор)

6.3 Расчет требуемого газа для сварки однотипных соединений в количестве 324 шт.

$$Q_{г} = t_{осн} * Q_{мин}$$

Определим время на выполнения одного прохода

$$t = \frac{l_{шв}}{V_{св}}$$

$$t \text{ корень} = \frac{446}{80} = 5,57 \text{ мин}$$

$$t \text{ гор. проход} = \frac{446}{120} = 3,71 \text{ мин}$$

$$t \text{ заполн.} = \frac{446}{50} = 8,92 * 9 = 80,28 \text{ мин}$$

9- количество слоев заполнения

$$t \text{ корр} = \frac{446}{52} = 8,57 \text{ мин}$$

$$t \text{ облиц.} = \frac{446}{47,5} = 9,38 * 2 = 18,7 \text{ мин}$$

2- количество облицовочных проходов

Определим расход газа на каждый проход

$$Q_{г} = t * Q_{мин}$$

$Q_{мин} = 33-52$ л/мин расход газа по нормативным документам

$$Q_{г.корень} = 5,57 * 52 = 289,64 \text{ л} \sim 290 \text{ л (Ar75\% CO}_2\text{25\%)}$$

$$Q_{г.гор.проход} = 3,71 * 52 = 192,92 \sim 193 \text{ л (CO}_2\text{ 100\%)}$$

$$Q_{г.зап.} = 80,28 * 52 = 4174,5 \text{ л} \sim 4175 \text{ л (Ar85\% CO}_2\text{15\%)}$$

$$Q_{г.корр.} = 8,57 * 52 = 445,6 \text{ л} \sim 446 \text{ л (Ar85\% CO}_2\text{15\%)}$$

$$Q_{г.облиц} = 18,7 * 52 = 972,4 \text{ л} \sim 973 \text{ л (Ar85\% CO}_2\text{15\%)}$$

Исходя из расчетов можно посчитать, что для 321 требуется

Один 40 литровый баллон содержит 6000л смеси (Ar75% CO₂25%)

Один 40 литровый баллон содержит 12000л углекислого газа (CO₂)

Для корневого слоя $321 * 290 = 93732 \text{ л} + 9373 \text{ л}$ (10% на непредвиденные расходы) = 103105л = 17 баллонов смеси (Ar75% CO₂25%)

Для горячего прохода $321 * 193 = 61953 \text{ л} + 6195 \text{ л}$ (10% на непредвиденные расходы) = 68148л = 6 баллонов углекислого газа (CO₂)

Для заполняющего и облицовочного слоев

$$Q_{г.зап.} + Q_{г.корр.} + Q_{г.облиц} =$$

$4175 \text{ л} + 446 \text{ л} + 973 \text{ л} = 5594 * 321 = 1795674 \text{ л} + 179567 \text{ л} = 1975241 \text{ л} = 330$ баллонов смеси (Ar75% CO₂25%).

7. Назначение количества звеньев в механизированной сварочной колонне.

Сварочно-монтажная механизированная колонна.

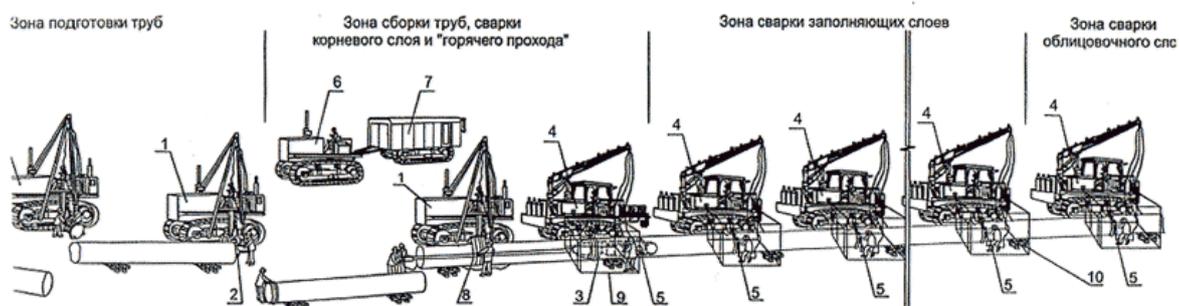


Рисунок 12- Схема организации работ комплексом "CRC-Evans AW"

1 - трубоукладчик; 2 - станок обработки кромок труб; 3 - внутренний центратор; 4 - агрегат энергоснабжения; 5 - автомат наружной сварки; 6 - трактор гусеничный типа ЧТЗ Б10; 7 - вагон-домик; 8 - мягкое полотнище для подъема труб; 9 - защитная палатка; 10 - инвентарные монтажные опоры

$h = 600$ мм

Сборка и сварка секций труб на трассе поточно-расчлененным методом охватывает комплекс работ, в который входят следующие технологические операции:

- обработка торцов труб с применением станков;
- сборка, предварительный подогрев и сварка корневого слоя шва, сварка «горячего» прохода;
- сварка заполняющих слоев шва.
- сварка облицовочного слоя шва.

Средняя скорость обработки 1 торца трубы равняется 2-3 мин., скорость центровки, сварки корневого и горячего слоя занимает около 10 мин., примерная скорость 5 заполняющих слоев занимает 26 мин., облицовочного слоя 10 мин.

Исходя из того, что на сварку 1 стыка трубы $\varnothing 1420$ мм с толщиной стенки 32 мм потребуется примерно 46 мин сварочным комплексом CRC-Evans AW, то на сварку 324 стыков предложенным звеном как на рисунке 12 потребуется 12,5 суток. Для того, чтобы увеличить скорость сварки в 2 раза, потребуется добавить в звено сварки облицовочных слоев еще 3 сварочных группы и 1 группу в звено облицовочного слоя.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–1В41	Леонов Валерий Олегович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение / ОТСП

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

<i>1. Оценка стоимости производства сварочного стыка по технологическому процессу</i>	<i>Объектом исследования является базовый и предлагаемый технологический процесс</i>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Определение требуемого количества оборудования</i>	<i>Рассчитать требуемое количество оборудования</i>
<i>2. Определение затрат на вспомогательные материалы</i>	<i>Рассчитать затраты на вспомогательные материалы, затраченные на одну единицу ремонта, к ним относят: –затраты на сварочную проволоку проволоку –затраты на смесь защитных газов –затраты на силовую электроэнергию –затраты на заработную плату –затраты на страховые взносы</i>
<i>3. Определение накладных расходов</i>	<i>Рассчитать сумму накладных расходов для сварки стыка</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>1. При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Жаворонок А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–1В41	Леонов Валерий Олегович		

2 Раздел. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сварки трубы диаметром 1420 мм толщиной стенки 32 мм автоматической сваркой в среде защитных газов сварочной головкой Р-600 и сварочной головкой М-300.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
2. провести расчет норм времени на сварку;
3. рассчитать смету технического проекта.

2.1 Планирование технического проектирования работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

2.1.1 Структура работ в рамках проектирования

Для выполнения выпускной квалификационной работы формируется группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Определены основные этапы и работы в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Основные этапы выполняемых работ, представленные в таблице 1:

Таблица 1 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Ознакомление с производственной документацией	Научный руководитель

Выбор направления технического проектирования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
Расчеты и разработка технологии сварки трубы	3	Выбор основного материала трубы	Дипломник, научный руководитель
	4	Выбор сварочных материалов и оборудования	Дипломник, научный руководитель
	5	Расчет режимов сварки	Дипломник, научный руководитель
	6	Разработка технологической документации на сварку трубы	
	7	Выбор средств и методов неразрушающего контроля сварного шва	Дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник, Научный руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию	9	Составление пояснительной записки	Дипломник
	10	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной работы	11	Подготовка к защите ВКР	Дипломник, Научный руководитель

В результате определения структуры работ в рамках технического проекта было выявлено шесть основных этапов (разработка технического задания, выбор направления технического проектирование завода, расчеты и разработка технологии сварки трубы, обобщение и оценка результатов, оформление отчета по техническому проектированию, сдача выпускной квалификационной работы) и 11 работ.

2.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от

множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

2.1.3 Разработка проведения технического проектирования

В рамках планирования технического проекта необходимо построить ленточный график проекта – диаграмму Ганта.

График строится с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта. На основе таблицы 2 строим план-график проведения работа (таблица 3)

Продолжительность выполнения технического проекта заняла 6 декад, начиная со второй декады апреля и заканчивая первой декадой июня. Продолжительность выполнения технического в календарных днях заняла 56 дней. Из них:

56 дней – продолжительность выполнения работ дипломника;

10 дней – продолжительность выполнения работ научный руководителя;

Таблица 2 – Расчёт продолжительность работ чел.-дн.

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

Таблица 3 – Диаграмма Ганта

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

2.2 Определение норм времени на сварку

Техническое нормирование производится в целях установления необходимых затрат времени на выполнение заданной работы в определенных организационно-технических условиях при полном и эффективном использовании средств на производстве и с учетом опыта передовых рабочих. Нормирование автоматической сварки в среде защитного газа проводим по методике, изложенной в [1].

При расчете норм времени необходимо учесть, что под сварочную головку Р-600 применяется форма разделки, указанная на рисунке 1а, а для сварочной головки М-300 разделка, указанная на рисунке 1б.

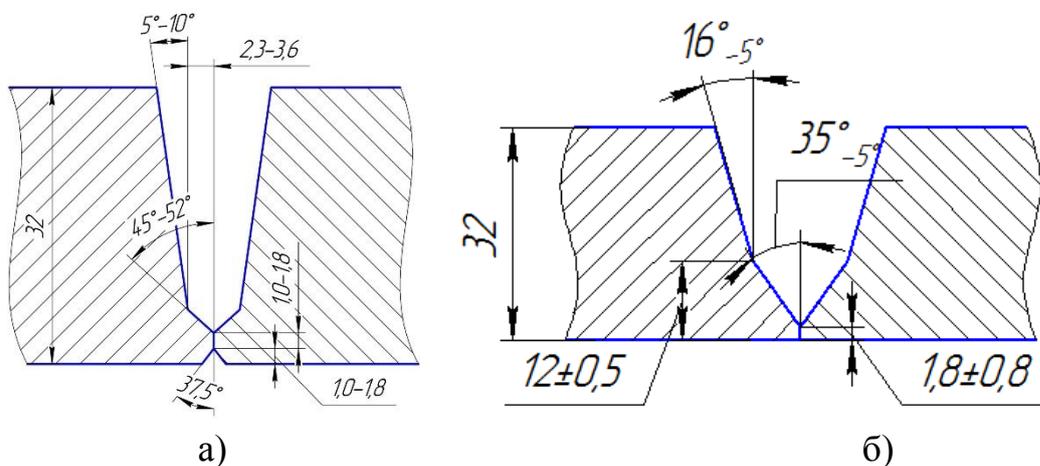


Рисунок 1 – Формы разделок кромок: а) разделка для сварочной головки Р-600; б) разделка для сварочной головки М-300

Рассчитаем основное время для каждого типа соединения:

Таблица 4 – Определение основного времени на сварку

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы	
	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
F_n - площадь наплавленного металла, мм ²	465	264
Средняя скорость сварки, м/ч	36	36
Количество проходов	14	7

Определение основного времени на сварку одного метра шва для автоматической сварки производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}} \quad (33)$$

где $V_{св}$ - скорость сварки шва для данного типоразмера, м/ч.

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для автоматической сваркой головки М-300:

$$t_0 = \frac{60}{36} = 1,7 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для автоматической сваркой головки Р-600:

$$t_0 = \frac{60}{36} = 1,7 \text{ мин.}$$

Полученное время сварки рассчитано на 1 метр шва.

Необходимое значения времени, для расчета $t_{в.ш.}$, $t_{в.и.}$ и $k_{об}$ для автоматической сварки получены из [7].

Таблица 5 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

	Автоматическая сварка в защитном газе
Элементы работы	Время на 1м/мин
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	0,3
Зачистка сварного шва от окисных пленок	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,4
Осмотр и промер шва	0,3
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку автомата	0,1
Подтягивание проводов	0,25
Возврат сварщика в исходное положение	0,15
Откусывание огарков проволоки	0,1
Итого	1,9

Таблица 6 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

	Автоматическая сварка в защитном газе
Элементы работы	Время, мин
Установка автомата в начале шва, возврат, отключение	2,7

Установка, снятие и транспортировка изделия	3
Закрепление, открепление	0,5
Клеймение шва	0,21
Итого	6,41

Таблица 7 – Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

	Автоматическая сварка в защитном газе
Элементы работы	Время, мин
Получение производственного задания, документации, указаний и инструктажа мастера, получение инструмента	4
Ознакомление с работой	3
Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	4
Установка, настройка и проверка режимов сварки	3
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	4
Сдача работы	2
Итого	20

Таблица 8 – Штучное время

	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
t_0 – основное время на сварку, мин/м	1,6	1,6
$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	1,9	1,9
l – общая длина швов, м	62,4	31,2
$t_{в.и.}$ –вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	6,41	6,41
$k_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,15	1,15

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{ум} = [(t_0 + t_{ви}) \cdot l + t_{ви}] \cdot K_{об} \quad (34)$$

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

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

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

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

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

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$T_{ум} = [(1,6 + 1,9) \cdot 62,4 + 6,41] \cdot 1,15 = 259 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$T_{ум} = [(1,6 + 1,9) \cdot 31,2 + 6,41] \cdot 1,15 = 133 \text{ мин}$$

Разница в штучном времени сварки между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 126 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 48 %.

Таблица 9 – Количество сваренных стыков на рабочую смену

	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8
$T_{шт}$ – штучное время	259	133

Определение количества стыков производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}} \quad (35)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{259} \approx 2 \text{ стыка / см.}$$

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{133} \approx 4 \text{ стыка / см.}$$

Разница в количестве стыков между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 2 стыка в смену, что в процентном соотношении дает увеличение количества стыков на 50 %.

Таблица 10 – Штучно-калькуляционное время

	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
$T_{шт}$ – штучное время	259	133
$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время	20	20
n – размер партии	2	4

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

$$T_{шт} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n} \quad (36)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

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

n – размер партии

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$T_{шк} = 259 + \frac{20}{2} = 269 \text{ мин}$$

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$T_{шк} = 133 + \frac{20}{4} = 138 \text{ мин}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 131 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 49 %.

Таблица 11 – Масса наплавленного металла шва

	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
F – площадь наплавленного металла, мм ²	465	264
l – периметр трубы 1420 мм, м	4,46	4,46
γ – плотность наплавляемого металла	7,8	7,8

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma \quad (37)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ – плотность наплавляемого металла.

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$G_n = 465 \cdot 4,46 \cdot 7,8 = 16 \text{ кг}$$

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$G_n = 264 \cdot 4,46 \cdot 7,8 = 9 \text{ кг}$$

Разница массе наплавленного металла между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 7 кг, что в процентном соотношении дает уменьшение массы на 44 %.

2.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

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

При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- Сварочные материалы;
- Защитный газ;
- Основная зарплата;
- Социальные цели;
- Ремонт оборудования.

2.3.1 Затраты на сварочные материалы

Таблица 12 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд	16	9
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,08	1,08
Π_{cm} – цена электродной проволоки, руб/кг TS-6 K-600	740	570

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{cm} = g_{nm} \cdot k_n \cdot \Pi_{cm} \quad (38)$$

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

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

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

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$C_{cm} = 16 \cdot 1,08 \cdot 740 = 12800 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$C_{cm} = 9 \cdot 1,08 \cdot 570 = 5500 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 7300 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 57 %.

2.3.2 Затраты на защитный газ

Таблица 13 – Затраты на защитный газ

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	20	70
t_0 - основное время на сварку, мин/м	1,6	1,6
l - длина сварного шва, м/издел	62,4	31,2
$\Pi_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	0,36	0,36

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot \Pi_{газ} \quad (39)$$

где $g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин

t_0 - основное время на сварку, мин/м

l - длина сварного шва, м/издел

$\Pi_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л

Подставляем значения в формулу (39) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$C_{газ} = 20 \cdot 1,6 \cdot 62,4 \cdot 0,36 = 720 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (39) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$C_{газ} = 70 \cdot 1,6 \cdot 31,2 \cdot 0,36 = 1260 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 540 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 43 %.

2.3.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Таблица 14 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	30000	30000
$F_{мп}$ – месячный фонд времени рабочих, часы/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	269	138

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_з = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60} \quad (40)$$

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

$F_{мп}$ – месячный фонд времени рабочих, часы/месяц;

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

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$C_3 = \frac{30000 \cdot 269}{172 \cdot 60} = 780 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$C_3 = \frac{30000 \cdot 138}{172 \cdot 60} = 400 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 380 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 49 %.

2.3.4 Затраты на отчисления на социальные цели

Таблица 15 – Отчисления на социальные нужды

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
$k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	30%	30%
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих	780	400

Определение затрат на отчисления на социальные цели производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100} \quad (41)$$

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

C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (41) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 780}{100} = 230 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (41) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$C_{отч} = \frac{30 \cdot 400}{100} = 120 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления на социальные цели между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 110 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 48 %.

2.3.5 Затраты на ремонт оборудования

Таблица 12 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600
Π_j – цена оборудования соответствующего вида	1500000	2000000
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	269	138
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60} \quad (42)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

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

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

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

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для автоматической сварки головкой М-300:

$$C_p = \frac{1500000 \cdot 0,25 \cdot 269}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 1050 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для автоматической сварки головкой Р-600:

$$C_p = \frac{2000000 \cdot 0,25 \cdot 138}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 720 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 330 руб, что в процентном соотношении дает уменьшение затрат на 31 %.

2.3.6 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Таблица 17 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	Автоматическая сварка М-300	Автоматическая сварка Р-600	Сравнительная эффективность
1. Сварочные материалы	12800	5500	7300
2. Защитный газ	720	1260	-540
3. Основная зарплата	780	400	380
4. Социальные цели	230	120	110
5. Ремонт	1050	720	330
Итого	15580	8000	7580

По результатам расчетов разница в общих затратах на сварку одного стыка между автоматической сваркой головкой М-300 и Р-600, составляет 7580 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 49 %.

Выводы по разделу 3

Проведен технико-экономический анализ процесса сварки трубы диаметром 1420 мм толщиной стенки 32 мм автоматической сваркой в среде защитных газов сварочной головкой Р-600 и сварочной головкой М-300.

Определены основные этапы и планируемые работы. Произведено распределение исполнителей по видам работ. Определена трудоемкость работ, на основании чего в рамках планирования технического проекта была построена диаграмма Ганта.

Рассчитаны нормы времени на основные сварочные операции по сварке трубы диаметром 1420 мм.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между автоматической сваркой головкой М-300 (269 мин) и Р-600 (138 мин), составляет 131 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 49 %.

Разница массе наплавленного металла между автоматической сваркой головкой М-300 (16 кг) и Р-600 (9 кг), составляет 7 кг, что в процентном соотношении дает уменьшение массы наплавленного металла на 44 %.

Составление и расчет сметы показал, что по затратам на сварку трубы выгодна автоматическая сварка головкой Р-600, она обходится дешевле на 8480 руб./ст.

Из всего этого можно сделать вывод, что применение автоматической сварки головкой Р-600 экономически оправдано.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Леонов Валерий Олегович

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 Машиностроение/ОТСП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования.	Технология изготовления перехода газопровода через водную преграду сваркой.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов при сборке и сварке перехода газопровода на прибрежной площадке</p> <ul style="list-style-type: none"> – инфракрасное и ультрафиолетовое излучение; – шум и вибрация; – отравление вредными газами, выделяющимися при сварке; – поражение электрическим током ; – поражение глаз и открытой поверхности кожи излучением электрической дуги; – ожоги брызгами расплавленного металла; – возникновение пожара
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Леонов Валерий Олегович		

3 Социальная ответственность

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные правовые нормы трудового законодательства. Охрана труда - это система законодательных актов, социально экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда – свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Большое значение в создании здоровых и безопасных условий труда имеет стандартизация. Она позволяет принять действенные меры по повышению технического уровня и упорядочению разработки нормативно-технической документации по охране труда. В нашей стране с 1972 г. Создаётся система стандартов по безопасности труда (ССБТ). Кроме того, во все стандарты и технические условия, как правило, включается раздел «Требования безопасности». Улучшение условий труда, повышение его безопасности влияют на результаты производства – на производительность труда, качество и себестоимость выпускаемой продукции. Производительность труда повышается за счет сохранения здоровья и работоспособности человека, экономии живого труда путем повышения уровня использования рабочего времени, продления периода активной трудовой деятельности человека, экономии общественного труда путем повышения качества продукции, улучшения использования основных производственных фондов, уменьшения числа аварий и т.п. Улучшение условий труда и его безопасность приводят к снижению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, что сохраняет здоровье трудящихся и одновременно приводит к уменьшению затрат на оплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, на оплату

последствий такой работы (временной или постоянной нетрудоспособности), на лечение, переподготовку работников производства в связи с текучестью кадров по причинам, связанным с условиями труда.

3.2 Правовые и организационные вопросы охраны труда

Пункт 2 статьи 7 Конституции Российской Федерации гласит, что в Российской Федерации охраняются труд и здоровье людей. В статье 37 Конституции Российской Федерации наряду с иными правами также гарантировано право каждого на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Вопросы охраны труда охватывают широкий круг понятий и основных направлений деятельности в сфере социально-трудовых отношений. В связи с этим принято различать охрану труда в широком и узком смыслах. Правовой институт охраны труда регулируется множеством нормативных правовых актов, основополагающим из которых является ТК РФ. Охрана труда как правовой институт имеет особую актуальность, и является частью государственной политики. Основные направления государственной политики в области охраны труда, закреплены в статье 210 ТК РФ, к ним относятся: «обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников; – принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации в области охраны труда, а также федеральных целевых, ведомственных целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда; – государственное управление охраной труда; – государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда;

3.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя. Многие работодатели не всегда выполняют требования законодательства об охране труда, что приводит к несчастным случаям на производстве. Несоблюдение мер по охране труда

приводит к наложению на работодателя довольно строгих санкций. Согласно статье 5.27 КоАП РФ нарушение законодательства о труде и об охране труда: «влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от пяти до пятидесяти минимальных размеров оплаты труда; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, - от пяти до пятидесяти минимальных размеров оплаты труда или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток; на юридических лиц - от трехсот до пятисот минимальных размеров оплаты труда или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток. Нарушение законодательства о труде и об охране труда должностным лицом, ранее подвергнутым административному наказанию за аналогичное административное правонарушение, влечет дисквалификацию на срок от одного года до трех лет».

3.4 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов.

Сварку неповоротных стыков производят в универсальной палатке сварщика ПС-УМ. Широкое применение электродуговой сварки при производстве металлоконструкций требует такой организации сварочных работ, которая обеспечила бы максимально возможную безопасность труда сварщиков. При эксплуатации установок для дуговой сварки обслуживающий персонал может подвергаться воздействию большой группы опасных и вредных факторов. Наиболее характерными являются:

- поражение электрическим током;
- поражение глаз и открытой поверхности кожи излучением электрической дуги;
- ожоги брызгами расплавленного металла;
- отравление вредными газами, выделяющимися при сварке;
- ИК-излучение и тепловыделение от оборудования и нагретых поверхностей;
- возникновение пожара;
- шум и вибрация.

Таким образом, обслуживающий персонал при работе на данном оборудовании подвергается воздействию практически всех перечисленных факторов. Рассмотрим опасные и вредные факторы и методы защиты от их воздействия.

3.5 Шум и вибрация

В сварочной палатке основным источником шума является сварочное оборудование и подъемно-транспортные механизмы, расположенные рядом с палаткой. Воздействие этого оборудования мало и можно не применять средств защиты от шума и вибрации.

При сварке и сборке данной конструкции используют шлифовальные машинки, которые создают дополнительный шум, вредно действующий на 83 организм. У лиц, работающих в условиях постоянного шума, наблюдается повышенная утомляемость, нарушается концентрация внимания, точность и координация движений, ухудшается восприятие звуковых и световых сигналов опасности, что способствует росту травматизма на производстве.

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Увеличение интенсивности и длительности вибрации, в ряде случаев, приводит к развитию вибрационной болезни.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–83* и санитарными нормами [13].

Для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется организовывать 10-15 минутные перерывы после каждого часа работы и проводить комплекс профилактических мероприятий. Одним из направлений борьбы с шумом является создание шумопоглощающих устройств в самом технологическом образовании [14].

3.6 Воздушная среда и микроклимат производственного помещения, отравление вредными газами

Микроклимат в производственном помещении оказывает существенное влияние на здоровье и самочувствие людей. Значительные колебания микроклимата могут приводить к перегреву или переохлаждению организма, что снижает производительность труда и влечет за собой заболевания и травматизм. Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда.

Процесс сварки сопровождается выделением мелкодисперсной пыли, содержащей до 90% частиц размером менее 5 мкм, что делает ее особо вредной для организма человека, так как она практически не оседает в воздухе производственного помещения, находится во взвешенном состоянии и легко проникает в легкие. Эта пыль имеет в своем составе такие вещества, как марганец, хром, никель и т. д., являющиеся канцерогенными и мутагенными веществами, влияющими, кроме того, на репродуктивную функцию человека и приводящими в некоторых случаях к заболеванию пневмокониозом. Данные вещества относятся к 1 классу опасности с допустимой концентрацией 0,01-0,05 мг/м³. Однако концентрация этих веществ в воздухе очень мала в связи с небольшими габаритами изделия и высокой скоростью процесса.

Основными вредными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения. В таблице 50 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей.

Таблица 1 – Классификация 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
Фтористые соединения	0,5	2	аэрозоли
Окись углерода	20	4	пары и газы

Согласно предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 50.

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные вытяжные устройства. Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать нормам приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ

Процесс	V, м/с
Сварка ручная	$\geq 0,5$
Сварка в инертных газах	$\leq 0,3$

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

3.7 Электрическая безопасность

Электрический ток является важнейшим опасным фактором, воздействию которого может подвергаться персонал во время работы. Поражающее действие электрического тока зависит от следующих факторов:

- значение и длительность проникания тока через тело человека;

- род и частота тока;

- индивидуальные особенности человека.

Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20...100 Гц. Все оборудование сварочного цеха должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ) и действующим ГОСТам. Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок, имеющихся в инструкциях заводов изготовителей.

Рассматривая сварочную палатку как рабочее помещение следует отметить, что она относится к категории помещений с повышенной опасностью [ПУЭ], так как присутствуют токопроводящие полы и отсутствует токопроводящая пыль. В соответствии с этим минимально допустимая степень защиты источника питания IP 11.

Для предотвращения поражения электрическим током применяются следующие основные методы защиты:

- изоляция, защитное заземление;
- недоступность токоведущих путей;
- использование двойной (рабочей и дополнительной изоляции);
- защитное отключение;
- применение специальных электрозащитных средств;
- организация безопасной эксплуатации.

Корпус источника питания и корпус сварочной машины необходимо заземлять. Для присоединения заземляющего провода на электросварочном оборудовании должно быть предусмотрено крепление - болт диаметром 5÷8 мм, расположенный в доступном месте с надписью “Земля” (или условным обозначением “Земля”). Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких заземляемых аппаратов запрещается [15].

3.8 Ожоги брызгами расплавленного металла

Брызги и капли металла и шлака, образующиеся при сварке, могут попасть в складки одежды, карманы, сапоги, прожечь одежду и причинить ожоги. Во избежание ожогов необходимо соблюдать следующие правила:

1. Сварщик должен носить комбинезон из плотной материи или брезентовую куртку и брюки, пропитанные огнестойким составом.
2. Карманы куртки должны плотно закрываться клапанами.
3. Запрещается вправлять куртку в брюки, так как за пояс брюк могут попасть капли металла.
4. Брюки должны быть длинные, закрывающие ботинки, и носить их надо

навыпуск.

5. Ботинки должны быть с глухим верхом и плотно зашнурованы.
6. В спецодежде, щитке или шлеме не должно быть дыр.
7. Сварщик должен следить, чтобы на куртке и брюках не было складок, куртку должен застегивать на все пуговицы, надевать рукавицы так, чтобы они плотно прикрывали концы рукавов куртки.
8. Головной убор должен быть без козырька, так как он мешает щитку.

3.9 Охрана окружающей среды Загрязнение окружающей среды. Промышленными предприятиями связано в большей степени с загрязнением атмосферы. Поэтому мероприятия по повышению экологической чистоты производства можно отнести к охране и рациональному использованию воздушного бассейна. Эти мероприятия связаны с сооружением установок, для очистки воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов промышленных предприятий. Одним из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли являются электрофильтры. Их принцип основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего заряда, передачи заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах, с которых они затем удаляются механически. Также широкое применение для очистки газов от частиц пыли получили сухие пылеуловители – циклоны. Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от газов и паров применяют адсорберы. Адсорбция представляет собой процесс поглощения газов или паров поверхностью твердых веществ – адсорбентов. В качестве адсорбентов (поглотителей) применяют такие вещества, как глинозем, силикагель, активированный уголь и др. Проектируемые и внедряемые в сварочное производство машины, оборудование, технологии не должны в процессе эксплуатации вызывать вредные экологические последствия. При разработке и внедрении технологических процессов предпочтение должно отдаваться безотходным и малоотходным технологиям.

3.10 Чрезвычайные ситуации

3.11 Отдел по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям. На случай чрезвычайных ситуаций (военное положение, применение оружия массового поражения, вооруженные конфликты, экономическое, политическое, научно-техническое противостояние, а также бедствия природного либо техногенного характера) на предприятии необходим отдел по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям. Данный отдел является самостоятельным функциональным структурным подразделением системы организации и обеспечения безопасности производства и защиты обслуживающего его персонала в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. Отдел в своей деятельности руководствуется: законами Российской Федерации, Постановлениями Правительства Российской Федерации, приказами и распоряжениями МЧС Российской Федерации, уставом, положениями и приказами предприятия. Основными функциями отдела являются: - анализ, прогнозирование и оценка возможных последствий при возникновении радиационной аварии на объекты, персонал и территорию промплощадки, санитарно - защитной зоны, зоны наблюдения и разработка мероприятий по их защите; - организация и проведение под руководством комиссии по чрезвычайным ситуациям предприятия спасательных и других неотложных работ в зонах чрезвычайных ситуаций с привлечением для этих целей гражданских организаций гражданской обороны предприятия, сил и средств ГО и ЧС областного и городского уровня в соответствии с планом взаимодействия; - подготовка, организация и проведение под руководством КЧСО комплексных, командно-штабных учений и тренировок в соответствии с планом общих мероприятий по ГО и ЧС предприятия; - организация накопления, хранения и поддержания в готовности индивидуальных и коллективных средств защиты, специального имущества и материалов гражданской обороны; - организация, совершенствование и поддержание в постоянной готовности локальных и объектовых систем оповещения, систем управления и связи; - организация обучения и подготовки руководящего и

командноначальствующего состава, рабочих и служащих к действиям при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

- организация своевременного оповещения и сбора руководящего и командно-начальствующего состава, персонала и населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время;

- организация и контроль за проведением эвакуационных мероприятий при возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время;

- разработка, планирование и контроль за выполнением мероприятий по мобилизационной подготовке предприятия и др.

3.12 Пожарная безопасность и мероприятия по ее обеспечению. Наиболее вероятным и опасным случаем ЧС являются пожары. Сварочное производство относится к пожароопасным, что обусловлено наличием веществ и материалов в горячем состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени, твердых, жидких газообразных веществ, которые сжигаются в качестве топлива. Здание сварочного цеха относится ко второй степени огнестойкости сооружений, к категории Г. Пожарная безопасность предприятия может быть обеспечена следующими мероприятиями. Во всех производственных, административных и вспомогательных помещениях должны быть вывешены таблички с указанием порядка вызова пожарной охраны. Правила применения на территории объекта открытого огня, проезда транспорта, допустимость курения и проведения временных пожароопасных работ устанавливаются общими объектными инструкциями о мерах пожарной безопасности. Приказом устанавливается соответствующий противопожарный режим, в том числе:

- определены и обозначены места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещении материалов;
- установлен порядок уборки горючих отходов, хранение промасленной спецодежды;

- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- регламентированы порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- регламентированы порядок проведения временных огневых работ и других пожароопасных работ;
- определены действия работников при обнаружении пожара;
- определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение. Руководитель работ совместно с работником пожарной охраны должен определить места установки противопожарного оборудования и обеспечить необходимым противопожарным инвентарем. Объект необходимо обеспечить прямой связью с ближайшим подразделением пожарной охраны или центральным пунктом пожарной связи.

Заключение.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, были выполнены следующие задачи. Осуществлен подбор сварочного оборудования, материалов и приспособлений, а также оборудования для подогрева. Определена конструкция стыковых соединений для автоматической сварки в среде защитных газов и смесей и для ручной дуговой сварки. разработан комплект технологических документов на изготовление сварных соединений в соответствии ПАО Газпром. Определено количество сварочной проволоки, газа и электродов для изготовления подводного перехода. Проанализированы два метода орбитальной сварки, так же проведено экономическое сравнение между сварочной головкой М-300С и сварочной головкой Р-600, использование головки Р-600 экономически целесообразнее на 8,480руб/стык, выбран наиболее эффективный. Предложен состав звеньев для увеличения скорости сварки

Список использованных источников

1. **Дюкер** (от нидерл. *duiker*, пришло в русский через нем. *Düker* «сифон») — напорный участок трубопровода, прокладываемый под руслом реки (канала), по склонам или дну глубокой долины (оврага), под дорогой, расположенной в выемке. Дюкеры используются в системах водопровода, канализации, орошения и т. п.

В проектировании и строительстве магистральных нефтепроводов дюкером называют участок нефтепровода, прокладываемый на пересечении с искусственным или естественным препятствием: под руслом реки или канала, по дну глубокого оврага, под авто- или железной дорогой. В этом случае, как правило, дюкер состоит из нескольких труб, которые предварительно свариваются в «нитку» («плеть») и затем укладываются в подготовленную траншею или «футляр» («кожух») способом протаскивания.

Дюкеры используются при строительстве переходов магистральных трубопроводов.

2. <http://www.arguslimited.com.ua/catalogue/Sistemyi-avtomaticheskoy-svarki-kompanii-CRC-EVANS-19>

3. **Ручная дуговая сварка** — сварка, источником энергии которой является электрическая дуга. Используется для сварки углеродистых сталей обычного качества, качественных сталей с различным содержанием марганца, низколегированных и легированных, жаропрочных и жаростойких сталей, чугуна и цветных металлов.

4. http://www.gazpromss.ru/production/ballast_unit/encased_concrete_pipe/98/

5. ТУ 1394-001-22390022-2015

6. Гарантийный стык - стык, соединяющий участки трубопровода, подвергнутые испытательному давлению. Гарантийный стык не подвергается испытательному давлению и требует большего (в сравнении с захлестом)

объема неразрушающего контроля, например, дублирования радиографического контроля ультразвуковым контролем.

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

8. Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 Мпа включительно СТО Газпром 2-2.2-115-2007

9. А.И. Акулов, Т. А Бельчук., В. П. Демянцевич «Технология и оборудование сварки плавлением». М., Машиностроение, 1977.-432с

10. «Сварка в машиностроении»: Справочник в 4-х т./Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др.–М.:

11. Машиностроение,1979–Т.3/Под ред. В.А. Винокурова. 1979.–567 с., ил.

12. Японский технический термин «уранами» состоит из двух слов – «ура» и «нами». «Ура» буквально означает «обратная сторона», а «нами» - «волна», «гребень». Термин «уранами» используется для обозначения усиления на обратной стороне сварного шва при сварке, выполненной с лицевой стороны. (Односторонняя сварка без подкладочных материалов)

13. ТМЦ – Исходные запасы. Количество сырья или запасных частей, подлежащих дальнейшему использованию

14. М.: Машиностроение, 2001. – 672 с.

15. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 – «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

16. ГОСТ 12.1.007.0–75 - «Система стандартов безопасности труда. Оборудование электротехническое».

17. CRC-EVANS PIPELINE INTERNATIONAL, INC. Техническое руководство. Внутренний центратор-сварочная станция IWM 46-48. декабрь 2008г.

18. Технология сварки плавлением. Часть I: учебное пособие / Е.А. Трущенко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.- 144 с.

19. CRC-EVANS PIPELINE INTERNATIONAL, INC. Техническое руководство. Компьютеризированная сварочная система, сварочная головка Р-600 (Все модели) декабрь, 2008г.

20. <http://www.fronius.com>. Сварочные источники питания TransPulsSynergic Fronius 3200.

21. Таран В.Д., Чудинов М.С. Вопросы формирования шва при сварке неповоротных стыков труб // Вопросы сварки и мостостроения: Доклады научной конференции. - Киев, 1972.

22. А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз, 1962.

23. Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.