

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»

УДК 622.691.4.05:621.791.75.03

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Ракитин Е.А.		01.06.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин А.В.	к.т.н, доцент		01.06.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Глызина Т.С.			01.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Алексеев Н.А.			01.06.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		01.06.2016

Томск – 2016г.

**Результаты освоения программы бакалавриата
21.03.01 Нефтегазовое дело**

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
Р1	Приобретение профессиональной эрудиции и широкого кругозора в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-8) (ЕАС-4.2а) (АВЕТ-3А)
Р2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.
Р3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3i), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23
Р4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3е)
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
Р5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)
Р6	внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10,

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
		ПК-12)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК-17, ПК-19, ПК-22)
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые данные для экспериментально-исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий	Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,) (АВЕТ-3b)
<i>в области проектной деятельности</i>		
P11	Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30) (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e)

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль
«Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Ракитину Егору Андреевичу

Тема работы:

«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2586/с от 04.04.16

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.15

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Объектом исследования является сварной стык на технологическом трубопроводе. Технологический трубопровод предназначен для транспортировки импульсного газа на собственные нужды КС. Основной металл трубопровода выполнен из стали 12Х1МФ. При проведении сварочных работ происходит выброс сварочных аэрозолей в атмосферу.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Сварка технологического трубопровода, ручная дуговая сварка, модулированный ток, модуляция.
--	---

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Глызина Т.С., старший преподаватель
«Социальная ответственность»	Алексеев Н.А., старший преподаватель

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18.05.2015г
--	-------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин А.В.	к.т.н, доцент		18.05.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Ракитин Егор Андреевич		18.05.2015

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

Группа	ФИО
2Б2Б	Ракитину Егору Андреевичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	131000 «Нефтегазовое дело» профиль «Сооружение и ремонт объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Технико-экономическое обоснование проекта</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы 30 % Районный коэффициент заработной платы – 1.5</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ конкурентных решений Проведение SWOT-анализа</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Расчёт сметы расходов на проведение сварочных работ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Построение календарного плана, графика Ганта, сравнение экономической эффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Календарный план-график Ганта</i>
4. <i>Анализ 2 ситуаций (с необходимостью в инвестициях и без)</i>

5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

18.05.2016г

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Глызина Татьяна Святославовна	к.э.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Ракитин Егор Андреевич		

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



Институт	Природных ресурсов
Направление подготовки (специальность)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат
Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2013/2014 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
2Б2Б	Ракитину Егору Андреевичу

Тема работы:

«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	Приказ № 2586/с от 04.04.16

Форма представления работы:

<i>Бакалаврская работа</i>
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	1. Выявление факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования), характеризующих процесс взаимодействия трудящихся с окружающей производственной средой со стороны их: -- вредных проявлений (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); -- опасных проявлений (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); 2. Определение факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования), характеризующих процесс воздействия их на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) 3. Описание факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования), характеризующих процесс возникновения чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера). 4. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1. Характеристика факторов изучаемой производственной среды, описывающих процесс взаимодействия человека с окружающей производственной средой в следующей последовательности: – физико – химическая природа фактора, его связь с раз – рабатываемой темой; -- действие фактора на организм человека ; – приведение допустимых норм с необходимой размер – ностью (с ссылкой на соответствующий нормативно – технический документ); -- рекомендуемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 2. Анализ опасных факторов проектируемой производ – енной среды в следующей последовательности: -- механические опасности (источники, средства защиты) -- термические опасности (источники, средства защиты) -- электробезопасность (в т.ч. статическое электричес – тво, молниезащита - источники, средства защиты); -- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактичес – кие мероприятия, первичные средства пожаротушения); 3. Охрана окружающей среды: - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); 4. Защита в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС на объекте; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 5. Правовые вопросы обеспечения безопасности: - характерные для проектируемой рабочей зоны правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень расчетного и графического материала	Расчет выбросов сварочных аэрозолей в воздушный бассейн в процессах сварки

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	20.05.16
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭиБЖ	Алексеев Николай Архипович			20.05.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б2Б	Ракитин Егор Андреевич		20.05.16

Реферат

Выпускная квалификационная работа 79 с., 10 рис., 10 табл., 27 источников.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, модулированный ток, модуляция, технологический трубопровод, сварочная конструкция, металлическая труба.

Объектом исследования является (ются) сварные соединения технологического трубопровода

Цель работы – анализ ручной дуговой сварки модулированным током при сварке технологического трубопровода

В процессе исследования проводился расчет режимов сварки и глубины проплавления. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности при проведении сварочных работ, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования был произведен сравнительный анализ сварных соединений сваренных ручной дуговой сваркой модулированным током и обычной ручной дуговой сваркой. На основании полученных результатов было выявлено, что применение модуляции тока имеет ряд преимуществ, одним из которых является улучшение механических свойств сварных соединений.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технология и организация выполнения работ, подготовительные работы, центровка торцов трубопровода, обработка кромок, зачистка и обезжиривание свариваемых поверхностей, сварочно-монтажные работы и т.д.

Область применения: нефтегазовая промышленность

Экономическая эффективность/значимость работы при сварке модулированным током затраты на сварку изделия меньше, чем при ручной дуговой сварке. Срок окупаемости при ставке дисконтирования $i=10\%$ составляет 1,6 года. Индекс доходности при ставке дисконтирования $i=10\%$ составляет 2,5 года.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 1.2.155-2.001.12 – «Технологические трубопроводы. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия.»

ВРД 39-1.8-055-2002 – «Типовые технические требования на проектирование КС, ДКС и КС ПХГ.»

ОНТП 51-1-85 – «Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Часть I. Газопроводы.»

РД 51-31323949-38-98 – «Руководящий документ по технологии сварки технологических трубопроводов КС из теплоустойчивых и высоколегированных сталей.»

ГОСТ 5264-80* – «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные.»

ГОСТ 20072-74* - «Сталь теплоустойчивая. Технические условия.»

СТО Газпром 2-2.3-328-2009 - «Оценка технического состояния и срока безопасной эксплуатации технологических трубопроводов компрессорных станций»

В настоящей работе применены следующие сокращения:

РДС – ручная дуговая сварка;

КС – компрессорная станция;

УПИГ – установка подготовки импульсного газа.

Оглавление

Введение	14
Обзор литературы	17
1. Характеристика сварной конструкции	18
1.1 Описание сварной конструкции	18
1.2 Материал сварной конструкции	20
1.3 Оценка технологической свариваемости материала.....	22
1.4 Оценка технологичности конструкции.....	23
2. Особенности сварки технологического трубопровода	25
2.1 Возможные методы сварки, достоинства и недостатки	25
2.2 Обоснование выбора способа сварки	26
2.3 Сущность процесса сварки модулированным током	27
2.4 Анализ существующих методов модуляции сварочного тока	29
2.4.1 Модуляция сварочного тока путем воздействия на обмотку возбуждения.....	29
2.4.2 Модуляция сварочного тока по сварочной цепи.....	30
2.5 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки.....	31
3. Технология изготовления сварной конструкции	34
3.1 Заготовительные операции	34
3.2 Подготовка деталей к сварке	35
3.3 Разработка технологии сборки и сварки	37
3.4 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними	39
3.5 Обоснование выбора сварочных материалов	40
3.6 Выбор режима сварки	41
3.7 Обоснование выбора основного сварочного оборудования	42
3.8 Компоновка сварочной установки.....	44
4. Технический контроль качества сварных соединений	45
5. Расчетная часть	46
5.1 Выбор диаметра электрода	47
5.2 Определение сварочного тока.....	47
5.3 Напряжение на дуге	48
5.4 Определение числа проходов	48

5.5 Скорость сварки	50
5.6 Определение погонной энергии при сварке	50
5.7 Определение глубины проплавления	51
6. Финансовый менеджмент	52
6.1 SWOT-анализ	52
6.2 Планирование управления научно-техническим проектом	54
6.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	56
6.3.1 Первая ситуация	56
6.3.2 Вторая ситуация	59
7. Социальная ответственность	65
7.1 Производственная безопасность	65
7.2 Экологическая безопасность	67
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
7.4.1. Специальные:	72
7.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	73
7.5. Электробезопасность	75
7.6. Пожаробезопасность	77
7.7 Расчет выбросов сварочных аэрозолей в воздушный бассейн в процессах сварки	78
Заключение	80
Список использованных источников:	81

Введение

Технологические трубопроводы являются частью любой головной и промежуточной нефтеперекачивающей станции, нефтеперерабатывающего завода или какого-либо химического предприятия.

В связи с постоянными нагрузками на трубопровод при изготовлении трубопровода необходимо стремиться к снижению количества сварных соединений, к такой конструкции изделия и технологическому процессу изготовления, позволяющему производить сварку в удобном положении (нижнем), к расположению стыков позволяющего облегчить их ремонт в процессе работы объекта в целом.

Изготовление технологических трубопроводов требует высокой квалификации слесарей и сварщиков, занятых в процессе изготовления. Высокие требования по подготовке деталей под сварку, сварке, контролю качества сварных соединений, основных и вспомогательных материалов регламентируются и контролируются Госгортехнадзором РФ.

В настоящее время технологические трубопроводы сваривают методами РДС покрытыми электродами и неплавящимся электродом в аргоне с подачей присадочной проволоки. Качество сварного соединения и производительность зависит от субъективных качеств исполнителей.

Ввиду достаточно малых диаметров свариваемых труб и высокого требования к качеству корневого слоя, предпочтительнее применение РДС неплавящимся электродом при импульсном питании сварочной дуги.

Метод сварки с периодически изменяемой мощностью дуги впервые предложен в СССР в 1953 году Зайцевым М.П. для сварки тонколистовой стали с целью сокращения тепловых потерь.

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Ракитин Е.А.			Введение	Лит.		Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В						14	83
Консульт.						ТПУ ИПР зр.252Б			
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.							

Сварка модулированным током преследует, главным образом, две технологические цели. Первая цель заключается в создании условий управляемого переноса электродного металла, стабилизации процесса и уменьшении разбрызгивания, а вторая цель позволяет управлять скоростью и направлением кристаллизации металла сварочной ванны, оказывать термоциклическое воздействие на околошовную зону, создавать благоприятные условия для формирования шва в различных пространственных положениях.

Вследствие более концентрированного ввода тепла в изделие на 50% снижаются сварочные деформации, значительно уменьшается испарение легирующих элементов, снижается зона термического влияния и перегрев зоны сварки.

Целью выпускной квалификационной работы является решение задачи сварки технологических трубопроводов с помощью ручной дуговой сваркой модулированным током.

Сварка – это один из эффективных и основных процессов получения неразъёмных соединений. Продолжительное использование в машиностроении, энергетике, строительстве и других отраслях обуславливается преимуществами перед другими способами. При сварке металлоконструкций, трудно поддающихся методам рациональной автоматизации, ручная дуговая сварка является одним из ведущих технологических процессов. Данный способ не имеет альтернативы при ремонте, монтаже и реконструкции технических устройств.

Для повышения эффективности РДС возможно применение метода модуляции тока. По сравнению с традиционными способами дуговой сварки сварка модулированным током обладает следующими преимуществами: повышается производительность сварки в положениях, отличных от нижнего; облегчается выполнение корня шва; формируется качественный обратный валик и самое главное - улучшаются механические свойства сварных соединений. Сварные соединения и сварные швы являются

					Введение	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

одними из самых важных составляющих в обеспечении прочности, надежности и безопасности магистральных нефтепроводов.

Сварка технологических трубопроводов компрессорных станций, изготовленных из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15X5М и 12Х2М1, электродами одинакового состава со сталью, встречает известные затруднения из-за склонности сварных соединений к образованию закалочных трещин. Исключить образование этих трещин удаётся только строгим соблюдением специальных термических условий: предварительным и сопутствующим подогревом и термической обработкой сварных соединений, выполняемой непосредственно после сварки на строго определённых режимах.

					Введение	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Обзор литературы

По данной проблеме написана диссертация «Повышение эффективности ручной дуговой сварки модулированным током электродами с покрытием за счет автоматической адаптации параметров режима к технологическому процессу» В.Л. Князькова, а также изобретен ряд патентов, владельцем которых является Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Томский политехнический университет":

1. «Способ ручной дуговой сварки плавящимся электродом модулированным током (RU 2418659)». Предлагаемое изобретение относится к способу ручной электродуговой сварки модулированным током электродами с покрытием корневых швов, соединений, имеющих конфигурацию щелевой разделки, изделий малой толщины, а также может быть использовано для заполняющих слоев сварного шва и облицовочных швов. Авторы патента: Князьков А.Ф., Князьков С.А., Князьков В.Л., Деменцев К.И.

2. «Способ электродуговой сварки плавящимся электродом с импульсной модуляцией тока (RU 2268809)».

3.«Способ адаптивной импульсно-дуговой сварки» Сараевым Ю.Н., принадлежащий учреждению Российской академии наук Институту физики прочности и материаловедения Сибирского отделения.

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ракитин Е.А.			Обзор литературы	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					17	83
Консульт.						ТПУ ИПР зр.252Б		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.						

1. Характеристика сварной конструкции

1.1 Описание сварной конструкции

Технологические трубопроводы являются неотъемлемой частью любой нефтеперекачивающей или компрессорной станции, нефтеперерабатывающего завода либо другого химического предприятия.

Под технологическим трубопроводом понимают инженерное сооружение, включающее в себя линейную часть, предназначенную для транспортировки газообразных, парообразных, жидких сред, работающая под давлением, фасонные и крепежные детали, запорную и регулирующую аппаратуру, КИП и изоляционное покрытие, а также опоры и подвески.

Технологический трубопровод в процессе эксплуатации подвергается различным видам нагрузок: собственный вес трубопровода, запорной арматуры, деталей; вес и давление грунта; вес транспортируемой среды; внутреннее давление; снеговые и ветровые нагрузки; сейсмические воздействия.

Для отбора газа на собственные нужды КС спроектирован технологический трубопровод DN 80.

В соответствии с требованиями ВРД 39-1.8-055-2002 и ОНТП 51-1-85 для управления кранами узла подключения проектом предусмотрена подача осушенного газа от цеховой установки подготовки импульсного газа для работы отключающих кранов с пневмоприводом и обратных клапанов.

Отбор газа на УПИГ предусматривается общим с отбором газа для собственных нужд по технологическому трубопроводу DN80 и может осуществляться из пяти точек:

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ракитин Е.А.			Характеристика сварной конструкции	Лит.	Лист
Руковод.		Веревкин А.В.					18
Консульт.							83
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.				ТПУ ИПР зр.252Б	

- до и после кранов на узлах подключения КС к I и II ниткам газопровода;
- после аппаратов установки очистки газа из всасывающего трубопровода (основной отбор).

Рабочей средой технологического трубопровода является газ с рабочей температурой от 3 до плюс 35 °С и давлением от 2,8 до 5,0 МПа.

Сварными деталями являются 2 трубы с V образной разделкой кромок. Схематический эскиз сварного изделия представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 — Схема стыка свариваемого трубопровода

Технологический трубопровод состоит из следующих частей:

- Линейная часть из труб диаметром 80 х 4,5 мм. из стали 12Х1МФ
- Фасонные и крепежные детали
- Запорная и регулирующая арматура
- Опоры и подвески
- КИП и изоляционное покрытие

Способы соединения между собой всех деталей и сборочных узлов в целое изделие предусмотрены руководящими документами на изделие, это

РД 51-31323949-38-98 – «Руководящий документ по технологии сварки технологических трубопроводов КС из теплоустойчивых и высоколегированных сталей».

На рисунке 2 представлена форма подготовки кромок под сварку, на рисунке 3 представлено поперечное сечение сварного шва:

					Характеристика сварной конструкции	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

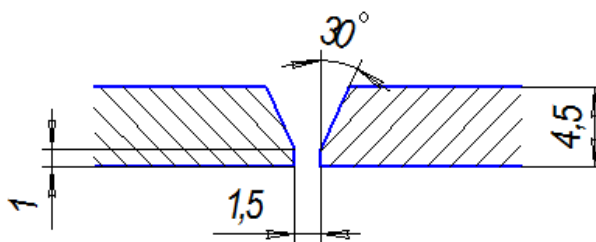


Рисунок 2 – V-образная разделка кромок

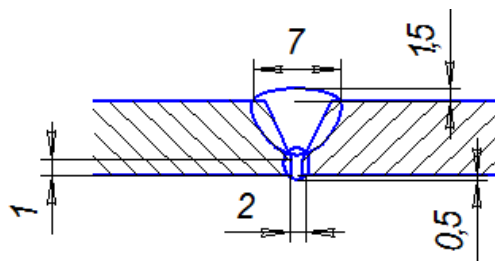


Рисунок 3 – Поперечное сечение сварного соединения.

Сварное соединение выполнено по ГОСТ 5264-80*.

1.2 Материал сварной конструкции

Трубы технологических трубопроводов изготавливают из стали 12Х1МФ. Сталь 12Х1МФ - это теплоустойчивая сталь перлитного класса, предназначенная для изготовления деталей, работающих в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение длительного времени. Она применяется для изготовления трубопроводов пароперегревателей, коллекторных установок высокого давления, технологических трубопроводов КС[1, с. 396, табл. 9].

Так как сталь 12Х1МФ характеризуется продолжительным сроком работы (сотни тысяч часов), то ее не подвергают упрочняющей термической обработке и применяют в отожженном или нормализованном и отпущенном состоянии (иногда вообще без термической обработки). Необходимая теплоустойчивость достигается комплексным легированием хромом,

					Характеристика сварной конструкции	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

молибденом, ванадием.

Теплоустойчивые стали перлитного класса пластичны в холодном состоянии, удовлетворительно обрабатываются резанием и свариваются. По теплопроводности и тепловому расширению они близки к обычным конструкционным сталям.

Сталь 12Х1МФ изготавливается по ГОСТ 20072-74*.

Химический состав стали 12Х1МФ представлен в таблице 1 [2, с. 22-23, табл. 1.11]:

Таблица 1 – Химический состав стали 12Х1МФ

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Mo, %	V, %	S, %	P, %
0.08-0.15	0.4-0.7	0.12-0.35	0.9-1.2	<0.3	0.25-0.35	0.15-0.3	<0.03	< 0.025

Механические свойства стали 12Х1МФ представлены в таблице 2 [3, с. 337, табл. 585]:

Таблица 2 – Механические свойства стали 12Х1МФ

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	α_H , Дж/см ²
255	470	21	55	98

Предел ползучести и длительной прочности стали 12Х1МФ (после нормализации 960-980°C, воздух и последующего высокого отпуска при 740-760 °C, воздух), представлены в таблице 3 [3, с. 339, табл. 588]:

Таблица 3 – Предел ползучести и длительной прочности стали 12Х1МФ

Температура, °C	σ_{10000} , МПа	σ_{10000} , МПа	$\sigma_{1/10000}$, МПа	$\sigma_{1/10000}$, МПа
520	200	160	180	130
560	140	108	118	84
580	120	90-100	90	62

Коэффициент линейного расширения и теплопроводность стали 12Х1МФ представлены в таблице 4 [3, с. 339, табл. 587]:

					Характеристика сварной конструкции	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4 – Коэффициент линейного расширения и теплопроводность стали 12Х1МФ

Температура, °С	α , 106 мм/мм·°С	λ , Вт(мм·°С)
400	12,8	39,0
500	13,2	36,1
600	13,65	33,4

1.3 Оценка технологической свариваемости материала

Свариваемость это способность металлов образовывать качественное неразъемное соединение при установленной технологии сварки, которое будет удовлетворять эксплуатационным требованиям, обусловленным конструкцией. Свариваемость зависит от материала, технологии сварки, конструктивного положения. Определяем эквивалентное содержание углерода в свариваемой стали, определяем по формуле [3,с.301].

$$C_s = (C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}) \%, \quad (1)$$

где С - содержание углерода, %;

Mn,...P - содержание легирующих элементов, %.

$$C_s = (0,1 + \frac{0,4}{6} + \frac{0,9 + 0,15}{5} + \frac{0,25}{4} + \frac{0,2}{15} + \frac{0,02}{2}) = 0,45 \% \quad (2)$$

Согласно расчету можно определить группу свариваемости данной стали (ограниченную) т. е. сварка с предварительным или сопутствующим подогревом до 250°С в жестком диапазоне режимов сварки, а иногда и выдержку сварных соединений при определённой температуре после окончания сварки [3, с.301]. Эксплуатационная надежность конструкций повышенной толщины может быть обеспечена лишь после стабилизации

					Характеристика сварной конструкции	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

структуры и снятия напряжений путём отпуска сварных соединений. Температура отпуска сварных соединений для данной стали должна быть не ниже 700°C, так как выпадение дисперсных карбидов ванадия из твердого раствора, при низких температурах отпуска приводит к охрупчиванию металла околошовной зоны и к разрушению сварного соединения в процессе эксплуатации.

Разупрочнение металла околошовной зоны приводит к снижению прочностных характеристик сварного соединения. Мягкая прослойка в сварных соединениях может явиться причиной локальных разрушений жестких сварных соединений, особенно при изгибающих нагрузках. Разупрочнение металла около шовной зоны устраняется перекристаллизацией в процессе высокотемпературной обработки нормализацией с отпуском, но возникает необходимость повышения содержания углерода и уровня легирования шва для обеспечения необходимой прочности.

1.4 Оценка технологичности конструкции

Технологичность сварных конструкций - одно из главных условий ускорения процесса сварочного производства, снижения материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости, себестоимости, повышения их качества и надежности.

Сварная конструкция считается технологичной, если она скомпонована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, с применением таких марок и видов материалов, технологии, оборудования и методов организации производства ее простое и экономическое изготовление.

Под технологичностью понимается выбор таких форм, размеров деталей, узлов изделия и материалов, которые обеспечивают высокие

					Характеристика сварной конструкции	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

эксплуатационные качества изделия при экономичности изготовления.

Технологичность конструкции оцениваем в соответствии с методикой изложенной в [4, с.115].

					<i>Характеристика сварной конструкции</i>	<i>Лист</i>
						24
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2. Особенности сварки технологического трубопровода

2.1 Возможные методы сварки, достоинства и недостатки

«Руководящий документ по технологии сварки технологических трубопроводов КС из теплоустойчивых и высоколегированных сталей»

РД 51-31323949-38-98 указывает, что для обеспечения качества, сварные соединения трубопровода необходимо выполнять за один проход преимущественно ручной дуговой сваркой электродами с покрытием с применением модулированного тока.

В тоже время, применение ручной дуговой сварки не обеспечивает достаточного качества по следующим причинам:

- при непрерывной сварке (особенно с толщиной стенки менее 5 м) происходит перегрев зоны термического влияния, образования свищей и газовых пор;
- при частом повторном возобновлении дуги сварочная ванна насыщается газами, образуются свищи и газовые поры;
- при относительно длительном прерывании процесса сварки с целью естественного охлаждения зоны термического влияния возникают дефекты в виде шлаковых включений в зоне сплавления и проплавления кромок, появляется необходимость удаления шлака в месте возобновления дуги.

Большое количество повреждений приходится на сварные соединения, выполненные в условиях монтажа и ремонта ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Основными дефектами являются свищи, поры, сетки пор, наплывы, частичное непроплавление кромок труб, шлаковые включения.

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Ракитин Е.А.			Особенности сварки технологического трубопровода	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Веревкин А.В					25	83	
Консульт.						ТПУ ИПР зр.252Б			
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.							

При замене трубопровода стенки свариваемых кромок труб часто имеют различную толщину вследствие того, что новые трубы свариваются с трубами, длительно находившимися в эксплуатации. На внутренних и наружных поверхностях таких труб имеются, как правило, участки коррозионного износа.

2.2 Обоснование выбора способа сварки

Как уже было отмечено выше, технологический трубопровод, изготовленный из стали 12Х1МФ сваривают методами РДС покрытыми электродами. Качество сварного соединения и производительность зависит от субъективных качеств исполнителей.

Ввиду достаточно малых диаметров свариваемых труб и высокого требования к качеству корневого слоя, предпочтительнее применение РДС плавящимся электродом при импульсном питании сварочной дуги.

В настоящее время способ импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом для материалов характеризуется строгой дозировкой тепловложения. Применение импульсного нагрева для дуговой сварки плавлением значительно расширяет технологические возможности дуги. Вследствие более концентрированного ввода тепла в изделие на 50 процентов снижаются сварочные деформации, значительно уменьшается испарение легирующих элементов, снижается зона термического влияния и перегрев зоны сварки.

Сварной шов при импульсно-дуговой сварке образуется путем расплавления кромок изделия во время импульса, а в течение паузы происходит частичная кристаллизация расплавленной точки. Изменением длительности импульса, паузы и амплитуды импульсов можно регулировать в широких пределах технологические параметры процесса дуговой сварки. Во время паузы для ионизации дугового промежутка горит маломощная "дежурная" дуга.

					Особенности сварки технологического трубопровода	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для повышения производительности и качества возможно применение автоматической сварки кольцевых швов технологического трубопровода при импульсном питании дуги.

2.3 Сущность процесса сварки модулированным током

Модуляция – это процесс изменения какой либо величины во времени по заданному закону.

Метод сварки с периодически изменяемой мощностью дуги в первые предложен в СССР в 1953 году Зайцевым М.П. для сварки тонколистовой стали с целью сокращения тепловых потерь. [6]

Сущность этого процесса состоит в том, что во время сварки ток дуги периодически увеличивается в импульсе и уменьшается в паузе. На рисунке 4 представлена эпюра тока дуги поясняющая этот процесс. Ток импульса может превышать ток обычной стационарной (немодулированной) дуги в 1 - 2 раза, а в паузе ток дуги может быть уменьшен в 1,3 - 3 раза. [7, с.59]

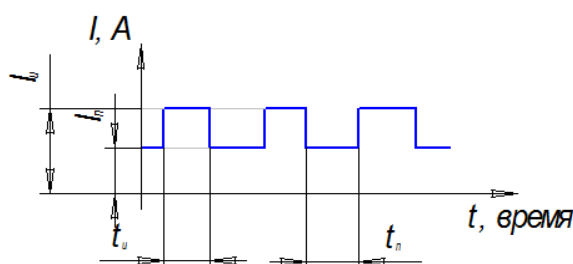


Рисунок 4 – Эпюра модулированного сварочного тока

Основными параметрами режима сварки модулированным током является: ток импульса $I_{и}$, ток паузы $I_{п}$, время паузы $t_{п}$, время импульса $t_{и}$. Кроме основных параметров режима сварки введены дополнительные: глубина модуляции сварочного тока $M = I_{и} / I_{п}$, жесткость процесса $G = t_{п} / t_{и}$, частота следования импульсов $f = 1 / (t_{и} + t_{п})$. [8, с.20]

По сравнению с традиционными способами ручной дуговой сварки

					Особенности сварки технологического трубопровода	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сварка модулированным током обладает следующими преимуществами:

- на (25...40) % повышается производительность сварки в положениях, отличных от нижнего;
- облегчается выполнение корня шва, особенно при сварке на весу с зазором (2,5...3,5) мм, при этом происходит формирование качественного обратного валика и в большинстве случаев отпадает необходимость в остающихся подкладках, кольцах, специальных пастах;
- сокращается время обучения сварщиков технике сварки в различных пространственных положениях, в том числе для ответственных соединений; [7, с.59]
- существенно облегчается техника сварки в положениях, отличных от нижнего;
- улучшается формирование и качество сварного шва, причем обеспечивается выполнение качественного вертикального шва приемом «сверху - вниз»;
- измельчается первичное зерно металла шва; [9, с.22]
- улучшаются механические свойства сварных соединений; [10, с. 19]
- увеличивается диапазон регулирования режима сварки; [6]
- появляется возможность регулирования химического состава наплавленного металла шва;
- снижается выгорание легирующих элементов и снижается образования аэрозолей [11, с. 17].

Однако существует ряд проблем при сварке модулированным током:

- увеличение параметров режима сварки делает необходимым более тщательный подбор режимов сварки;
- величина тока в импульсе и паузе различаются в несколько раз и поэтому интенсивность светового излучения дуги также изменяется в несколько раз с частотой 0,5-10 Гц. Зрачок глаза успевает реагировать на это, что приводит к усталости глаз.

					Особенности сварки технологического трубопровода	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.4 Анализ существующих методов модуляции сварочного тока

Для сварки модулированным током применяется два способа. Один осуществляет воздействием на ток обмотки возбуждения сварочного генератора. Другой осуществляет по сварочной цепи путем изменения ее сопротивления. Сущность их заключается в импульсном регулировании величины сопротивления в цепи обмотки возбуждения или непосредственно в сварочной цепи.[12]

2.4.1 Модуляция сварочного тока путем воздействия на обмотку возбуждения

Принципиально электрическая схема воздействие на ток обмотки возбуждения сварочного генератора представлена на рисунке 5:

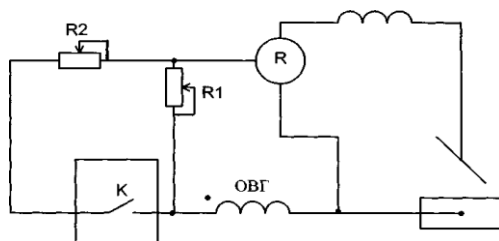


Рисунок 5 – Принципиальная электрическая схема модуляции сварочного тока, путем воздействия на ток обмотки возбуждения.

В этом варианте сопротивление R_1 определяет ток во время паузы. Во время импульса параллельно сопротивлению R_1 при помощи полупроводникового ключа K подключается сопротивление R_2 . Ток возбуждения при этом определяется результирующим сопротивлением.

$$R_{\Sigma} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

К такому способу модуляции сварочного тока относится устройство модуляции тока сварочного генератора, позволяющее работать с генераторами различного типа с независимым и параллельным

возбуждением. Предлагаемое устройство снабжено схемой начального возбуждения, вход которой соединен с выходом схемы управления сварочным циклом, а выход подключен к входу схемы регулирования тока импульса и паузы. Устройство содержит последовательно соединенные схему управления сварочным циклом, схему начального возбуждения генератора и схему регулирования тока импульса и паузы.[13] На рисунке 6 приведены эпюры тока и напряжения при модуляции сварочного тока генератора:

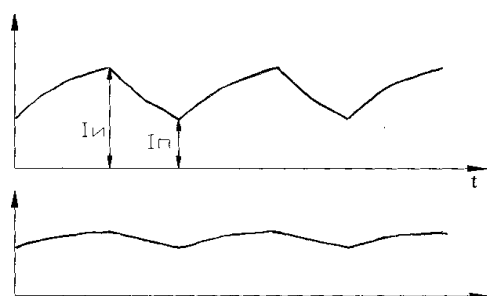


Рисунок 6 – Эпюры тока и напряжения при модуляции сварочного тока генератора.

2.4.2 Модуляция сварочного тока по сварочной цепи

Здесь импульсное регулируемое сопротивление введено непосредственно в сварочную цепь. Полупроводниковый ключ K периодически замыкается на определенное время и осуществляется модуляция сварочного тока. При разомкнутом ключе сопротивление R введено и в сварочной цепи протекает небольшой по величине ток паузы, определяемый суммой сопротивлений самого источника и импульсного регулируемого R . При замкнутом состоянии ключа сварочный ток определяется настройкой источника питания.

В этом варианте обеспечивается большее быстродействие, т. к. в этом случае постоянная времени цепи, определяемая во время импульса соотношением:

$$T = \frac{L_{\text{ц}}}{R_{\text{ц}}} , \quad (4)$$

где $L_{\text{ц}}$ - индуктивность сварочной цепи;

$R_{\text{ц}}$ – сопротивление сварочной цепи.

и во время паузы:

$$T = \frac{L_{\text{ц}}}{R_{\text{ц}} + R} , \quad (5)$$

где $L_{\text{ц}}$ - индуктивность сварочной цепи;

$R_{\text{ц}}$ – сопротивление сварочной цепи;

R – регулируемое сопротивление.

В первом варианте индуктивность обмотки возбуждения в $20 \div 40$ раз больше индуктивности сварочной цепи, поэтому нарастание и спад тока возбуждения и сварочного тока будет происходить значительно медленнее.

При модуляции тока по сварочной цепи достоинствами является: универсальность, быстродействие, возможность создания замкнутых систем автоматического регулирования с обратной связью. Недостатком является большая скорость нарастания тока в импульсе.[12], который устраняется путем включения дополнительного дросселя с небольшой индуктивностью в сварочную цепь.

2.5 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Теплоустойчивость сварных соединений определяется коэффициентом теплоустойчивости, т.е. отношением длительной прочности металла соединения к основному металлу.

Длительная прочность, сопротивление ползучести, постоянство свойств с течением времени, и жаростойкость позволяют сталям

					Особенности сварки технологического трубопровода	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

эксплуатироваться при высоких температурах. Это получается путем включения хрома, молибдена, ванадия и т.д. Для обеспечения сочетания всех механических свойств используется термообработка, которая проводится с целью нормализации либо закалки с последующим высокотемпературным отпуском. В результате чего зарождается мелкозернистая структура, которая состоит из ферритокарбидной дисперсной смеси.

Требуемые свойства и стойкость наплавленного металла против образования горячих трещин достигаются в связи с модернизацией современных технологий сварки и сварочных материалов. Между тем, в сварных соединениях возможно появление холодных трещин из-за разницы температур в зоне сварки и на периферийных участках. Данная проблема решается с помощью общего предварительного или местного подогрева.

Сталь марки 12Х1МФ подогревают при температуре около 250 °С. Слишком высокая температура ведет к образованию грубой ферритно-перлитной структуры, которая не обеспечивает необходимую наплавленному металлу длительную прочность и ударную вязкость. Для снижения риска образования холодных трещин производится отпуск изделия с помощью охлаждения при определенной температуре в течение 1-3 часов.

Способ импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом заключается в том, что металл плавится во время импульса тока и кристаллизуется во время паузы. Перемещение дуги осуществляется с постоянной скоростью или отдельными шагами, синхронизированными с импульсами сварочного тока. В результате шов представляет собой серию частично перекрываемых точек. К параметрам режима относятся амплитуды тока импульса и тока паузы, длительности импульса и паузы, шаг перемещения.

Импульсно-дуговая сварка обеспечивает лучшую стабильность проплавления в различных пространственных положениях, меньшую чувствительность к неточностям сборки. Снижение теплового потока в моменты тока паузы позволяет обеспечить заданный термоцикл.

					Особенности сварки технологического трубопровода	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимым условием получения качественных швов при сварке плавящимся электродом импульсной дугой является стабильное возбуждение дуги и достаточно точная регулировка длительности импульса и паузы. Первоначальное зажигание дуги осуществляется осциллятором, который затем отключается. Для обеспечения непрерывности горения импульсной дуги между неплавящимся электродом и свариваемым изделием постоянно поддерживается от самостоятельного источника питания, маломощная дуга, на которую накладывается импульсная дуга. Ток "дежурной" дуги, поддерживает дуговой промежуток в ионизирующем состоянии. Регулирование длительности импульса и паузы осуществляется схемой управления.

Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом позволяет регулировать тепловую энергию, вводимую в металл не только за счет изменения сварочного тока, но также за счет изменения длительности импульса и паузы. Это позволяет регулировать в широких пределах проплавляющую способность дуги, что очень важно при сварке малых толщин, где она и находит преимущественное применение и дает возможность улучшить физические и механические свойства сварного шва, избежать вероятности появления пор, прожогов непроваров, уменьшить остаточные деформации.

Для ручной дуговой сварки могут применяться электроды с основным покрытием ЦЛ-39 или ЦЛ-20. Сварку теплоустойчивых сталей проводят на постоянном токе обратной полярности.

					Особенности сварки технологического трубопровода	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Технология изготовления сварной конструкции

3.1 Заготовительные операции

Заготовительная операция сварной конструкции заключается в подготовке заготовки для сварки.

Входной контроль трубопровода и конструктивных элементов, поступающих на предприятие для изготовления, монтажа или ремонта включает следующие контрольные операции:

- проверку наличия сертификата или паспорта, полноты приведенных в нем данных и соответствия этих данных требованиям стандарта, конструкторской документации или технических условий;
- проверку наличия маркировки и соответствия ее паспортным или сертификатным данным;
- осмотр металла и конструктивных элементов для выявления поверхностных дефектов, а также повреждений.[5]

Проектная документация должна содержать:

- проектную документацию на трубопроводы с опорами и подвесками;
- характеристику грунтов, характеризующую их коррозионную агрессивность на локальных участках газопровода;
- диаметры и толщины стенок труб, характеристики соединительных деталей;
- расчет трубопровода на прочность (или выписку из него с указанием обозначения расчета);
- план и профиль трубопровода, проектные решения на отдельных участках.

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ракитин Е.А.			Технология изготовления сварной конструкции	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					34	83
Консульт.						ТПУ ИПР зр.252Б		
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.						

В выписке из расчета на прочность должны быть представлены:

- перечень рассчитываемых узлов трубопроводов и действующих на них нагрузок и температурных воздействий;
- перечень режимов эксплуатации (включая нарушение нормальных условий и аварийные ситуации, на которые проводился расчет, число циклов при каждом режиме эксплуатации, данные оценки прочности по критериям норм расчета на прочность).[28]

При отсутствии сертификата или неполноте сертификатных данных применение этого металла возможно только после проведения предварительных работ методами неразрушающего контроля, подтверждающих соответствие металла всем требованиям технических условий или стандарта.

Конструктивные элементы технологического трубопровода, не имеющие заводского паспорта, не могут быть допущены для монтажа или ремонта.

Входной контроль основных материалов (металла и конструктивных элементов) осуществляет в соответствии с СТО Газпром 2-2.3-328-2009. Результаты входного контроля должны быть переданы монтажной (ремонтной) организации.

3.2 Подготовка деталей к сварке

На всех поступающих, на монтажную площадку, трубах до начала сборки мастером (или другим ответственным лицом) должно быть проверено наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие труб их назначению. При отсутствии клейм, маркировки или сертификатов блоки, трубы и детали к дальнейшей обработке не допускаются.

При подготовке стыковых соединений труб для сварки необходимо проверить их соответствие чертежам и требованиям НТД. На рисунке 7

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

показано отклонение плоскости реза от угольника должно быть не выше, $e = 0,5\text{мм}$.

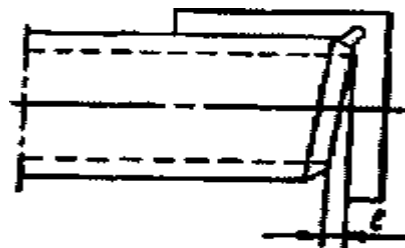


Рисунок 7 – Схема проверки перпендикулярности торцов труб

Следует также проверить:

- соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок предъявляемым требованиям (обработку фасок под сварку и размеры кромок проверяют специальными шаблонами);
- качество зачистки наружной и внутренней поверхностей концов труб;
- правильность выполнения переходов от одного сечения к другому.

Обработку кромок трубопровода под сварку следует производить механическим способом (резцом, фрезой) с помощью труборезного станка. Шероховатость поверхности кромок труб, подготовленных для сварки, должна соответствовать нормам, приведенным на рисунке 7. [5]

Фаски на трубах под сварку стыков необходимо снимать только механическим способом с помощью переносного станка.

Все местные уступы и неровности, имеющиеся на кромках собираемых труб и препятствующие их соединению в соответствии с требованиями чертежей, следует до сборки устранить с помощью абразивного круга или напильника, не допуская острых углов и резких переходов.

Концы труб должны быть обработаны согласно эскизу на рисунке 8.

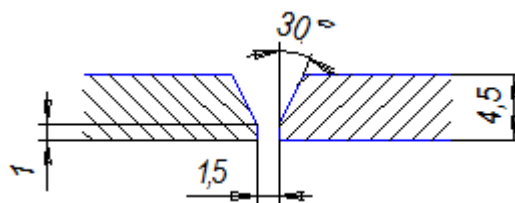


Рисунок 8 — Эскиз обработки концов труб

В монтажных и ремонтных условиях разрешается производить подгибку труб из хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей на угол не более 10° .

Трубы из хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей независимо от толщины стенки при подгибке следует подогревать в месте подгибки до $710-740^\circ\text{C}$. После подгибки нагретый участок необходимо обернуть асбестом. Место подгибки должно находиться внегиба трубы.[5]

Температуру контролируют с помощью термокарандаша, термоэлектрического преобразователя или термокраски. Термообработка места подгибки не требуется.

3.3 Разработка технологии сборки и сварки

Непосредственно перед сборкой подготовленные под сварку кромки и прилегающие к ним участки поверхностей деталей должны быть зачищены до металлического блеска и обезжирены. Ширина зачищенных участков, считая от кромки разделки, должна быть не менее 20 мм с наружной и не менее 10 мм с внутренней стороны детали.

Смещение (несовпадение) внутренних поверхностей свариваемого трубопровода (и фасонных деталей) при сварке стыков без подкладного кольца с односторонней разделкой кромок должно быть не более $(0,02 \cdot S_H + 0,4)$ мм (S_H — номинальная толщина свариваемых деталей), но не более 1 мм.

При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться центровочными приспособлениями (центратор наружный), изображенным на

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рисунке 9 и прихватывать в одной или двух точках, расположенных в диаметрально противоположных местах.

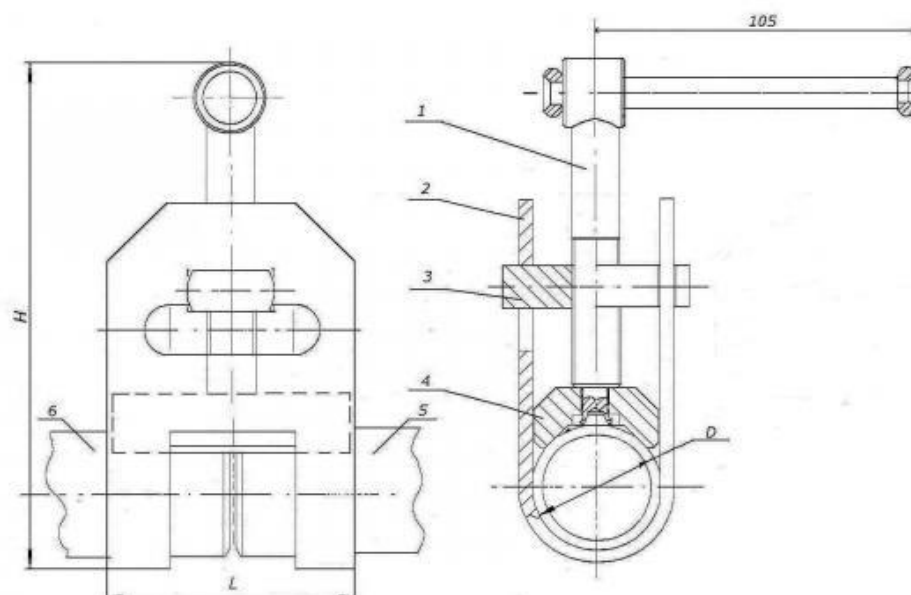


Рисунок 9 – Приспособление для центровки труб малого диаметра (1- винт с рукояткой в сборе, 2- скоба, 3-траверса, 4-призма, 5 и 6 трубы)

Нельзя подвергать стык каким-либо механическим воздействиям до полного окончания сварки и остывания шва.

Прихватку и сварку стыков следует производить без предварительного подогрева, независимо от марки стали.

Стыки трубопровода сваривает один сварщик. Перед прихваткой и началом сварки качество сборки стыка должен проверять сварщик, необходимо проверить наличие заводских номеров (номера плавки и номера трубы) в маркировке труб. Последовательность сварки трубопровода ручной дуговой сваркой модулированным током :

- проверить зачистку труб;
- проверить защиту труб;
- измерить внутренние диаметры труб;

- проверить перпендикулярность обрезки торцов труб;
- проверить угол разделки кромок;
- проверить наличие следов масла на зачищенных местах;
- установить приспособление для центровки труб согласно карты эскиза. (Приспособление изготавливать, учитывая условия электростанции и типоразмеры труб);
- прихватить ручной дуговой сваркой неплавящимся электродом в двух, трех местах стык;
- произвести контроль прихваток внешним осмотром (дефекты в прихватках не допускаются);
- произвести измерение зазора между стыкуемыми трубами;
- снять центровочное приспособление;
- проверить прямолинейность осей прихваченных труб. Линейку прикладывать в трех-четырех местах по окружности стыка;
- настроить параметры режима сварки;
- сварить корневой слой;
- зачистить шов от пыли и загрязнений;
- произвести контроль внешним осмотром. Поры, трещины, незаплавленные кратеры, прожоги не допускаются;
- сварить заполняющий слой;
- зачистить шов от пыли и загрязнений.

3.4 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними

Различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температуры при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений, сопровождающиеся переохлаждением аустенита в околошовной зоне и образования продуктов закалки мартенсита.

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Напряжения также можно разделить по направлению действия: продольные вдоль оси шва, поперечные перпендикулярно оси шва.

По виду напряженного состояния сварочные швы бывают:

- линейные (одноосные);
- плоскостные (двухосные);
- объемные (трехосные).

Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями.

Весь комплекс борьбы со сварочными напряжениями и деформациями можно разделить на 2 группы:

– мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений или уменьшающих влияние: к таким мероприятиям можно отнести: последовательность сварки, закрепление, предварительный обратный выгиб, подогрев, интенсивное охлаждение свариваемых изделий.

– мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие напряжений: к таким мероприятиям можно отнести: механическая правка, проковка шва, термообработка, также можно предотвратить сварочные деформации за счет правильного выбора сварочных материалов, режимов сварки, минимальное вложение погонной энергии и правильное определение способа сварки.

Существенный недостаток сварных соединений трубопровода состоит в склонности к образованию околошовных трещин в процессе эксплуатации. В некоторых случаях такие дефекты приводят к полному разрушению металла трубы. Высокий уровень остаточных напряжений в сварном шве существенно увеличивает склонность металла к хрупкому разрушению.

3.5 Обоснование выбора сварочных материалов

В качестве плавящегося электрода, мы выбираем электрод марки ЦЛ-20.

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Применяемые электроды должны отвечать требованиям ГОСТ 9466-75 “Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки”.

При разработке покрытых электродов для сварки теплоустойчивых сталей стремятся приблизить химический состав металла шва к химическому составу основного металла, так как в условиях длительной работы сварных соединений при высоких температурах существует опасность развития диффузионных процессов.

Диффузионные процессы и особенно миграция углерода в зоне сплавления снижают длительную прочность и пластичность сварных соединений. Это явление наблюдается даже при небольшом различии в легировании металла шва карбидообразующими элементами. В связи с этим сварочные материалы выбирают в, соответствии с маркой свариваемой стали.

3.6 Выбор режима сварки

Режимом сварки называется совокупность характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получения сварного соединений заданных размеров, формы, качества и химического состава шва. При ручной дуговой сварке модулированным током такими характеристиками являются: диаметр электрода, сила сварочного тока в основной паузе, сила сварочного тока в основном импульсе, длительность основного импульса, длительность основной паузы, длительность вспомогательного импульса, частота вспомогательных импульсов, заданное напряжение.

Исходя из литературных данных, для сварки нашего изделия мы выбираем следующие режимы сварки, которые представлены в таблице 5:

Благодаря выбранным режимам сварки обеспечиваются оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва. Сваренный шов обладает оптимальными размерами и формами.

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5 — Режимы сварки

Наименование	Параметры
Сила сварочного тока в основном импульсе, $I_{\text{осн.и.}}$	150 А
Сила сварочного тока в основной паузе, $I_{\text{осн.п.}}$	10 А
Длительность основного импульса, $t_{\text{осн.и.}}$	0,25 сек.
Длительность основной паузы, $t_{\text{осн.п.}}$	0,30 сек
Длительность вспомогательного импульса, $t_{\text{всп.и.}}$	0,14 сек
Частота вспомогательных импульсов, $f_{\text{всп.и.}}$	30 Гц
Заданное напряжение, U_z	12 В
Диаметр электрода, d_e	1,8 мм
Скорость сварки, $V_{\text{св}}$	15 м/ч

3.7 Обоснование выбора основного сварочного оборудования

Характерной чертой источников сварочного тока для сварки плавящимся электродом является крутопадающая внешняя статическая характеристика. Такая характеристика обеспечивает стабильность тока при колебаниях длины дуги и устойчивость процесса сварки. Она достигается при большом внутреннем сопротивлении источника по отношению к сопротивлению дуги. Поэтому для данной сварки используются источники с высоким напряжением холостого хода, в 4-6 раз превышающим дуговое.

В связи с тем, что глубина проплавления весьма чувствительна к колебаниям тока, предъявляются повышенные требования к стабильности тока при изменениях напряжения питающей сети, колебаниях температуры и других внешних воздействиях. При сварке металла толщиной 4,5 мм. достаточно поддерживать сварочный ток с точностью 5%. Эти же требования стабильности распространяются на амплитуду импульса и длительность импульса и паузы.

Источники сварочного тока для сварки плавящимся электродом характеризуются широким диапазоном регулирования тока. Это вызвано необходимостью снижения тока в 2,5-3 раза в конце процесса сварки для заварки кратера, образующегося благодаря давлению дуги. Устройство для

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

заварки кратера содержат все источники сварочного тока для этого вида сварки.

В качестве источника сварочного тока, для импульсно-дуговой сварки выбираем выпрямитель ВД-306.

Техническая характеристика выпрямителя ВД-306 [10, с. 202, табл. VI.6]

- 1) номинальный сварочный ток, А 315
- 2) номинальный режим работы ПН, % 60
- 3) продолжительность цикла сварки, мин 5
- 4) номинальное рабочее напряжение, В 32
- 5) напряжение холостого хода, В 61-70
- 6) пределы регулирования сварочного тока, А 45-315
- 7) К.П.Д., % 72
- 8) масса, кг 165
- 9) габаритные размеры, мм 770-760-820

Для модуляции сварочного тока выбираем импульсный модулятор типа ИРС-300 АР. Модулятор сварочного тока выполнен в виде приставки к выпрямителю ВД-306. Все основные элементы модулятора расположены в одном корпусе. Для питания схемы управления используется напряжение 220В, которое подводится посредством штепсельного разъема, установленного на задней стенке корпуса модулятора. Ток импульса устанавливается выпрямителем в цепи обмотки возбуждения генератора сварочного тока. Ток паузы устанавливается пакетным переключателем, расположенным на боковой стенке корпуса модулятора.

Технические данные модулятора:

- 1) ток паузы, А 5-15
- 2) средний ток, А 45-200
- 3) длительность импульсов, сек 0.2-3
- 4) длительность паузы, сек 0,2-3
- 5) ток в импульсе, А 50-300

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6) габаритные размеры, мм 800-480-390

7) масса, кг 50

3.8 Компоновка сварочной установки

Сварочная установка сконпонована на одном рабочем месте и состоит из сварочного выпрямителя ВД-306 и импульсного модулятора ИРС-300АР.

					Технология изготовления сварной конструкции	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Технический контроль качества сварных соединений

В процессе изготовления, монтажа и ремонта технологических трубопроводов целесообразно проводить комплексный контроль над технологией сварки и качеством сварных соединений, который включает в себя:

- 1) Визуально-измерительный контроль;
- 2) Физические методы контроля (радиографический, ультразвуковой контроль);
- 3) Выполнение механических испытаний сварных соединений;
- 4) Металлографический анализ;
- 5) Стилоскопирование сварных швов.

Объемы контроля сварных соединений, нормы допустимых дефектов сварных швов, нормы допустимых несплошностей, требования к результатам стилоскопирования, а также правила для проведения проверки аттестации персонала, сварочного оборудования и материалов указаны в РД 51-31323949-38-98. [5, п.11]

Ультразвуковой или радиографический контроль следует выполнять после визуального контроля сварных соединений и устранения недопустимых наружных дефектов.

Сроки выполнения контрольных операций должны быть минимальными с тем, чтобы была обеспечена возможность исправления дефектов без нарушения последовательности технологии монтажа или ремонта изделия.

Все перечисленные методы контроля должны осуществлять организации, получившие разрешение органов Госгоростехнадзора на право проведения контрольных работ.

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ракитин Е.А.			Технический контроль качества сварных соединений	Лит.	Лист
Руковод.		Веревкин А.В.					45
Консульт.							83
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.				ТПУ ИПР зр.252Б	

5. Расчетная часть

Режим сварки является основным элементом технологического процесса сварки той или иной конструкции либо изделия. От его правильного выбора в значительной мере зависит качество сварного соединения, производительность и экономическая эффективность технологического процесса сварки в целом.

Режим сварки определяет главным образом условия формирования сварных швов и протекание сложного комплекса изменений фазового и структурного состояния металла. Поэтому во всех случаях расчет параметров режима сварки следует производить в 2 этапа. На первом этапе необходимо рассчитывать параметры режима сварки, исходя из условий получения швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими хорошее формирование шва. На втором этапе необходимо уточнить полученные на первом этапе расчеты параметров режима сварки, исходя из условий получения такого термического цикла, который обеспечивает оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва. При этом необходимо, чтобы новый режим сварки обеспечивал и нормальное формирование шва.

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

При дуговой сварке покрытыми электродами основными параметрами режима сварки являются: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение дуги, площадь поперечного сечения шва, выполняемого за один проход, число проходов, род и полярность тока и др.

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Ракитин Е.А.			Расчетная часть	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Вережкин А.В					46	83	
Консульт.						ТПУ ИПР зр.252Б			
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.							

Поскольку конкретную марку электрода выбирают исходя из свойств основного металла, то такие параметры режима сварки, как род тока, полярность, коэффициент наплавки устанавливают по сварочным или паспортным данным.

Определение остальных параметров режима сварки обычно начинают с выбора диаметра электрода, так как он в значительной мере определяет другие параметры.

5.1 Выбор диаметра электрода

Диаметр электрода d , назначают в зависимости от толщины листов при сварке швов стыковых соединений. Так как толщина стенки свариваемого трубопровода 4,5 мм, то диаметр подбираемого электрода будет 4мм.

5.2 Определение сварочного тока

Расчет силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j = \frac{\pi \cdot 4^2}{4} \cdot 12 = 150,8 \text{ А} \quad (6)$$

Вид покрытия оказывает влияние на скорость плавления электрода, и следовательно, на плотность тока, в связи с их различной теплопроводностью и характером протекания металлургических процессов.

При недостаточной величине тока дуга горит неустойчиво и не обеспечивает стабильного плавления электродного и основного металла. При большом сварочном токе электрод плавится слишком интенсивно, возрастают потери на разбрызгивание и угар, ухудшаются устойчивость дуги и качество формирования шва, обеспечиваются высокие значения погонной энергии и, как следствие, увеличение тепловложения, что не всегда

					Расчетная часть	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

желательно. Скорость плавления электрода в начале и конце процесса может отличаться более чем на 30%.

При сварке в положениях, отличных от нижнего, с целью улучшения формирования шва, сварочный ток уменьшают по сравнению с расчетным на 10-20%.

5.3 Напряжение на дуге

Напряжение на дуге при дуговой сварке покрытыми электродами изменяется в пределах 20-36 В. При проектировании технологических процессов сварки напряжение выбирается на основании рекомендаций справочников и паспорта на данную марку электрода.

Для приближенного расчета напряжения на дуге можно воспользоваться выражением:

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot I_{св} = 20 + 0,04 \cdot 150,8 = 26,03 \text{ В} \quad (7)$$

Недостатком формулы считают, что данная методика не учитывает ни типа, ни толщины электродного покрытия, ни длины дуги во время сварки, которая может находиться в пределах $0,5d_z \leq l_d \leq 1,5d_z$. Можно предположить, что значение напряжения отнести к электродам с кислым и рутиловым покрытием; для электродов с основным покрытием значения дуги необходимо повысить на 5-10%.

$$U_d = 26,03 + 1,3 = 27,33 \text{ В} \quad (8)$$

5.4 Определение числа проходов

При определении числа проходов следует иметь ввиду, что:

А) сечение первого прохода не должно превышать 30-35 мм², а последующих 30-40мм²;

Б) при сварке угловых и тавровых соединений за один проход выполняются швы катетом не более 8-9 мм.

					Расчетная часть	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При слишком большом слое наплавленного металла (сечение шва более 40 мм^2), т.е. при заниженной скорости сварки, жидкий металл натекает на опорное пятно дуги, ухудшая условия передачи тепла основному металлу. В результате этого эффективность проплавления металла снижается, что вызывает неудовлетворительное формирование шва, образование несплавов и непроваров, что обусловлено уменьшением погонной энергии (количества тепла на единицу длины шва).

При сварке швов стыковых соединений площадь поперечного сечения металла, наплавляемого за один проход, при которой обеспечиваются оптимальные условия формирования, должна составлять не более мм^2 :

для первого прохода (при сварке корня шва)

$$F_1 = 6 \dots 8 \cdot d_s = 6 \cdot 4 = 24 \text{ мм}^2, \quad (9)$$

для последующих проходов

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

Для определения числа проходов при сварке швов стыковых соединений с разделкой кромок необходимо рассчитать общую площадь поперечного сечения наплавленного металла.

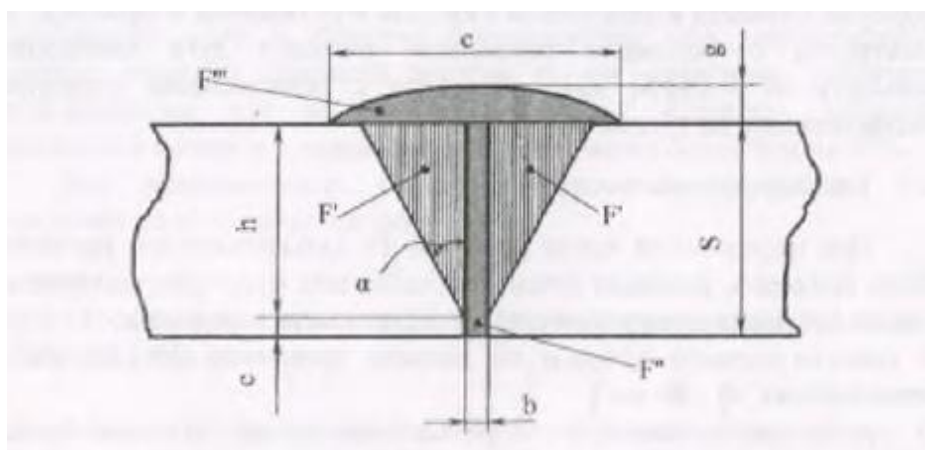


Рисунок 10 – Геометрические элементы площади сечения стыкового шва

$H = 3,5 \text{ мм}, b = 1,5 \text{ мм}, S = 4,5 \text{ мм}, e = 7 \text{ мм}, q = 0,5 \text{ мм}$

Размеры сварного шва уточняются по стандартам и используются

					Расчетная часть	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

номинальные значения. Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур.

$$F_H = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot q \cdot e = 3,5^2 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + 1,5 \cdot 4,5 + 0,75 \cdot 0,5 \cdot 7 = 16,445 \text{ мм}^2 \quad (11)$$

Зная общую площадь поперечного сечения наплавленного металла и площади поперечного сечения наплавленного металла при первом и каждом последующих проходах, найдем необходимое число проходов для обеспечения заданной геометрии шва.

$$n = \frac{F_H - F_1}{F_{\Pi}} + 1 \quad (12)$$

Т.к. $F_H < F_1$, следовательно сварной шов можно наплавить за один проход. $n=1$.

5.5 Скорость сварки

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

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_H \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_H} = \frac{10 \cdot 150,8}{3600 \cdot 8,1 \cdot 0,164} = 0,315 \quad (13)$$

где α_H - коэффициент наплавки, г/А·ч;

F_H - площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см²;

γ - плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³.

5.6 Определение погонной энергии при сварке

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

$$q_{\Pi} = \frac{q_{\text{эф}}}{V_{\text{св}}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{и}}}{V_{\text{св}}} = \frac{150,8 \cdot 27,33 \cdot 0,8}{0,315} = 10466,95 \text{ Дж/см} \quad (14)$$

					Расчетная часть	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $q_{\text{эф}}$ - эффективная тепловая мощность сварной дуги, Дж;

$I_{\text{св}}$ - ток сварной дуги, А;

$U_{\text{д}}$ - напряжение на дуге, В;

$\eta_{\text{и}}$ - эффективный КПД нагрева изделий дугой, для дуговых методов сварки покрытыми электродами на постоянном токе находится в пределах 0,75...0,85;

$V_{\text{св}}$ - скорость перемещения сварочной дуги, см/с.

5.7 Определение глубины проплавления

При необходимости глубина проплавления при наплавке валика на лист может быть определена через погонную энергию по формуле:

$$r = 0,005588 \cdot \overline{q_{\text{п}}} = 0,005588 \cdot \overline{10466,95} = 0,57 \quad (15)$$

Так как действительные условия ввода теплоты в изделие при ручной дуговой сварке отличаются от расчетной схемы, то глубина провара определяется по формуле:

$$H = 0,5 \dots 0,7 \cdot r = 0,285 \dots 0,4 \text{ см} \quad (16)$$

В случае если расчетная глубина проплавления отличается от требуемого более чем на 10...15%, то необходимо провести изменение значений сварочного тока или изменить диаметр покрытого электрода произвести проверочный расчет глубины проплавления с новыми параметрами режима еще раз.

					Расчетная часть	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. Финансовый менеджмент

Сварка модулированным током имеет ряд значительных преимуществ по сравнению с обычным процессом ручной дуговой сварки.

Все эти преимущества можно разделить на технологические и технико-экономические. В данном разделе рассмотрим технико-экономические преимущества сварки модулированным током по сравнению с обычной ручной дуговой сваркой. К технико-экономическим преимуществам можно отнести:

- снижение выгорания легирующих элементов;
- повышение производительности сварки в положении отличного от нижнего на (20-40)% за счет повышения коэффициента наплавки;
- снижение процента брака;
- сокращается время обучения сварщиков.

Технико-экономический анализ покажет насколько эффективно внедрение сварки модулированным током по сравнению с обычной ручной дуговой сваркой.

В данном разделе будет проведено нормирование ручной дуговой сварки плавящимся электродом, оценена экономическая эффективность, проведен SWOT-анализ и построен календарный план-график Ганта.

6.1 SWOT-анализ

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

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ракитин Е.А.			Финансовый менеджмент	Лит.	Лист
Руковод.		Вережкин А.В.					52
Консульт.							79
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.				ТПУ ИПР зр.252Б	

Таблица 6 – SWOT-анализ

	Сильные стороны проекта: С1. Повышается качество сварного шва С2. Облегчается выполнение корня шва С3. Повышение производительности труда	Слабые стороны проекта: Сл1. Более тщательный подбор режимов сварки Сл2. Усталость глаз сварщика Сл3. Необходимость докупки модуляторов
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление повышенного спроса данный вид сварки В3. Автоматизация технологического процесса, применение защитных газов	1. Постоянный поиск путей снижения затрат времени 2. Продолжение научных исследований с целью усовершенствования имеющейся технологии 3. Замена импортных комплектующих отечественными аналогами	1. Поиск заинтересованных лиц через ТПУ 2. Разработка собственного научного исследования 3. Приобретение образцов исследуемого оборудования
Угрозы: У1. Введение дополнительных технических требований к сварочному оборудованию и технологическим процессам У2. Изменение нормативной документации. У3. Отсутствие квалифицированных кадров	1. Постоянное отслеживание изменений в законодательстве и в технических разработках. 2. Сертификация продукции 3. Мониторинг заинтересованности заказчиков в проекте	1. Повышение квалификации кадров. 2. Поиск специалистов высокой категории 3. Поиск поставщиков оборудования, готовых поставлять его по более низким ценам

6.2 Планирование управления научно-техническим проектом

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевые графики проекта. Линейный график представлен в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Введение	10	01.02.2016	10.02.16	Ракитин Е.А. Веревкин А.В.
2	Постановка задачи и целей исследования, актуальность, научная новизна	7	11.02.2016	18.02.16	Ракитин Е.А. Веревкин А.В.
3	Литературный обзор	20	18.02.2016	09.03.16	Ракитин Е.А.
4	Экспериментальная часть	25	09.03.2016	03.04.16	Ракитин Е.А. Веревкин А.В.
5	Результаты и обсуждения	10	03.04.2016	13.04.16	Ракитин Е.А. Веревкин А.В.
6	Оформление пояснительной записки	23	13.04.2016	25.04.16	Ракитин Е.А.
Итого:		95			

Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады (таблица 8).

Таблица 8 – Календарный план-график проведения диплома по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , раб. · дн. 3	Продолжительность выполнения работ											
			февраль			март			апрель			май		
			1 1	2 2	3 3	1 1	2 2	3 3	1 1	2 2	3 3	11	22	33
Выдача задание диплома	Бакалавр руководитель	110												
Постановка задачи и целей исследования, актуальность, научная новизна	Бакалавр Руководитель	27												
														
Литературный обзор	Бакалавр	220												
Экспериментальная часть	Бакалавр Руководитель	325												
														
Результаты и обсуждения	Бакалавр	310												
														
Оформление пояснительной записки	Бакалавр Руководитель	123												
														

 - Бакалавр  - Руководитель

6.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

6.3.1 Первая ситуация

В первой ситуации исходим из того, что рассматриваемые варианты сварки на предприятии имеются.

Значит, нам не требуются средства на приобретение оборудования. Оборудование недостаточно загружено и имеется возможность его использования для производства нашего изделия.

Критерием выбора лучшего способа сварки будут служить затраты на сварку изделия. При этом во внимание принимаются те затраты, которые будут различаться по сравниваемым вариантам.

Различные затраты на сварку нашего изделия C (руб/изд-опер) определяются по формуле:

$$C = C_{см} + C_{оз} + C_{дз} + C_{сц} + C_{эл} + C_p + C_б, \quad (17)$$

где $C_{см}$ - затраты на сварочные материалы, руб.;

$C_{оз}$ - основная зарплата, руб.;

$C_{дз}$ - дополнительная зарплата, руб.;

$C_{сц}$ — отчисление на социальные цели, руб.;

$C_{эл}$ - затраты на электроэнергию, руб.;

C_p - затраты на ремонт, руб.;

$C_б$ – затраты на исправление брака, руб.

Затраты на сварочный материал определяются по формуле:

$$C_{см} = F_n \cdot l \cdot \gamma \cdot k_p \cdot C_{эл} + t_o, \quad (18)$$

где F_n — площадь наплавленного металла, $F_n = 0,16 \text{ см}^2$;

k_p - коэффициент потерь на угар и разбрызгивание, $k_p = 1,05$;

$C_{эл}$ - стоимость электродов, руб/г, $C_{эл} = 0,14 \text{ руб/г}$;

					Финансовый менеджмент	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

T_0 - основное время на сварку, сек;

$$C_{см} = 0,16 \cdot 0,13 \cdot 7,8 \cdot 1,05 \cdot 0,14 + 6,9 = 139,96 \text{ руб/изд.} \quad (19)$$

Основная зарплата определяется по формуле:

$$C_{оз} = \frac{C_{ср.ч} \cdot t_{шт.к.}}{60}, \quad (20)$$

где $C_{ср.ч}$ – средняя часовая зарплата.

Средняя часовая зарплата определяется по формуле:

$$C_{ср.ч} = \frac{C_{ср.м}}{172}, \quad (21)$$

Где $C_{ср.м}$ – средняя месячная зарплата, $C_{ср.м}$ – 6000 руб;

172 – количество рабочих часов в месяц.

$$C_{ср.ч} = \frac{6000}{172} = 34,88 \text{ руб / час,} \quad (22)$$

$$C_{оз} = \frac{34,88 \cdot 4,48}{60} = 2,6 \text{ руб / изд.} \quad (23)$$

Дополнительная зарплата определяется по формуле:

$$C_{дз} = (0,1-0,15) \cdot C_{оз}, \quad (24)$$

$$C_{дз} = 0,13 \cdot C_{оз} = 0,13 \cdot 2,6 = 0,33 \text{ руб.} \quad (25)$$

Затраты отчисляемые на социальные цели определяются:

$$C_{сц} = 0,26 \cdot (C_{оз} + C_{дз}), \quad (26)$$

$$C_{сц} = 0,26 \cdot (2,6 + 0,33) = 0,76 \text{ руб.} \quad (27)$$

Затраты на электроэнергию определяются:

$$C_{эл} = \frac{U \cdot I \cdot t_o}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot Ц_{эл}, \quad (28)$$

где $Ц_{эл}$ – стоимость 1кВт/час, $Ц_{эл} = 0,97 \text{ руб/(кВт/ч)}$;

U – напряжение, Вт;

					Финансовый менеджмент	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

t_0 – основное время, мин/м;

I – ток сварки, А;

η - КПД источника питания.

$$C_{эл} = \frac{12 \cdot 170 \cdot 6,9}{60 \cdot 0,85 \cdot 1000} \cdot 0,97 = 0,27 \text{ руб.} \quad (29)$$

Затраты на ремонт определяются по формуле:

$$C_p = \frac{\sum \text{Цоб} \cdot k_{рем} \cdot t_{ш.к}}{F_d \cdot 60}, \quad (30)$$

где $\sum \text{Цоб}$ – суммарная цена оборудования, $\sum \text{Цоб} = 70000$ руб;

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

$k_{рем} = 0,13$;

F_d – годовой фонд времени работы оборудования, $F_d = 4000$ ч.

$$C_p = \frac{70000 \cdot 0,13 \cdot 4,48}{4000 \cdot 60} = 0,16 \text{ руб.} \quad (31)$$

Затраты на исправление дефектов.

При выполнении монтажа и ремонта трубопровода ручной дуговой сваркой приходится 4% брака, а при сварки модулированным током 1,5%. Поэтому в данном разделе рассмотрим затраты на исправления бракованных участков шва ручной аргонодуговой сварки с расчетам 2,5%.

Таблица 9 – Общие результаты по первой ситуации

Наименование	1
Сварочные материалы, руб/изд.	139,96
Основная зарплата, руб/изд.	2,6
Дополнительная зарплата, руб/изд.	0,33
Социальные цели, руб/изд.	0,76
Электроэнергия, руб/изд.	0,27
Ремонт, руб/изд.	0,16
Затраты на исправление брака, руб/изд.	0,07
Итого	144,15

6.3.2 Вторая ситуация

Вторая ситуация характеризуется тем, что в процессе производства сварной конструкции возникает потребность в инвестициях (приобретения соответствующего оборудования).

Худший из вариантов имеется, а другой вариант будет внедряться (он раньше отсутствовал).

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

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

Чисто текущая стоимость определяется по формуле

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta \Pi_{it} + \Delta C_{at}}{(1+i)^t} - I_o, \quad (32)$$

где $\Delta\Pi_{rt}$ – прирост чистой прибыли за соответствующий период, руб;
 n – продолжительность использования данной техники, $n=5$ лет;
 ΔC_{at} – прирост амортизационных отчислений в соответствующем году, руб;
 i – ставка дисконтирования, $i = 10\%$;
 I_0 – инвестиции, которые необходимо для осуществления нашего проекта, руб.

Прирост чистой прибыли находится по формуле

$$\Delta\Pi_{rt} = (C_{np} \cdot Q - H_{um} \cdot I_{ост} - \Delta C_a) \cdot (1 - H_{np}), \quad (33)$$

где $\Delta C_{пр}$ – экономия затрат, которая принимается равной величине подсчитанной в первой ситуации, $\Delta C_{пр} = 59,33$ руб/шт;

Q – годовой объем продукции, шт;

I_0 – затраты на приобретение оборудования, руб;

$H_{пр}$ – налог на прибыль,

ΔC_a – амортизация,

Годовой объем продукции определяется по формуле:

$$Q = \frac{F_d \cdot k_3 \cdot 60}{t_{ш.к}}, \quad (34)$$

где k_3 – коэффициент загрузки оборудования, равен 0,75;

F_d – годовой фонд времени 4000 ч.;

$t_{шк}$ – штучно калькуляционное время.

$$Q = \frac{4000 \cdot 0,75 \cdot 60}{4} = 45000 \text{ шт.} \quad (35)$$

Остаточная стоимость определяется по формуле:

					Финансовый менеджмент	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$I_{\text{ост.}t} = I_{t-1} - C_{\text{ат}}, \quad (36)$$

где I_{t-1} – остаточная стоимость по годам;

$C_{\text{ат}}$ – норма амортизации 16,7%.

$$I_{\text{ост.}1} = 30000 - 16,7\% = 24990 \text{ руб.} \quad (37)$$

$$I_{\text{ост.}2} = 24990 - 5010 = 19980 \text{ руб.} \quad (38)$$

$$I_{\text{ост.}3} = 19980 - 5010 = 14970 \text{ руб.} \quad (39)$$

$$I_{\text{ост.}4} = 14970 - 5010 = 9960 \text{ руб.} \quad (40)$$

$$I_{\text{ост.}5} = 9960 - 5010 = 4950 \text{ руб.} \quad (41)$$

Прирост чистой прибыли по годам равен:

$$\Delta\Pi_{\text{ит}} = (1.69 \cdot 34285 - 0.02 \cdot 24990 - 5010) \cdot (1 - 0.3) = 36701 \text{ руб.} \quad (42)$$

$$\Delta\Pi_{\text{ит}} = (1.69 \cdot 34285 - 0.02 \cdot 19980 - 5010) \cdot (1 - 0.3) = 36772 \text{ руб.} \quad (43)$$

$$\Delta\Pi_{\text{ит}} = (1.69 \cdot 34285 - 0.02 \cdot 14970 - 5010) \cdot (1 - 0.3) = 36842 \text{ руб.} \quad (44)$$

$$\Delta\Pi_{\text{ит}} = (1.69 \cdot 34285 - 0.02 \cdot 9960 - 5010) \cdot (1 - 0.3) = 36912 \text{ руб.} \quad (45)$$

$$\Delta\Pi_{\text{ит}} = (1.69 \cdot 34285 - 0.02 \cdot 4950 - 5010) \cdot (1 - 0.3) = 36982 \text{ руб.} \quad (46)$$

Чисто текущая стоимость равняется:

$$NPV = \left(\frac{36701 + 5010}{1.1} + \frac{36772 + 5010}{1.21} + \frac{36842 + 5010}{1.331} + \frac{36912 + 5010}{1.4641} + \frac{36982 + 5010}{1.61} \right) - \quad (47)$$

$$- 30000 = 128607$$

Общие результаты по годам представлены в таблице 10:

					Финансовый менеджмент	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 10 – Общие результаты по годам

Наименование	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1. Коэффициент загрузки, кз	0	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
2. Годовой объем производства Q, шт	0	34285	34285	34285	34285	34285
3. Инвестиции I _о , тыс.руб	30	0	0	0	0	0
4. Экономия затрат ΔC _{пр} · Q, руб	0	57941	57941	57941	57941	57941
5. Амортизация C _а , руб	0	5010	5010	5010	5010	5010
6. Остаточная стоимость I _{ост} , руб	0	24990	19980	14970	9960	4950
7. налог на имущество 0,02 · I _{ост} , р	0	499,8	399,6	299,4	199,2	99
8. Прирост прибыли 4 ст. – 5 ст. – 7 ст.	0	52431	52531	52631	52731	52832
9. Налог на прибыль 0,3 · на 8 стр.	0	15729	15759	15789	15819	15849
10. ЧДП=8 стр. - 9 стр. + 5 стр.	0	41712	41782	41852	41922	41992
11. Коэффициент дисконтирования i = 10%, руб	1	0.909	0.826	0.751	0.6383	0.621
i = 20%, руб	1	0.833	0.694	0.578	0.482	0.402
i = 30%, руб	1	0.769	0.592	0.455	0.350	0.269
12. Дисконтированный ЧДП при i = 10%	0	37916	34512	31431	26759	26077
при i = 20%	0	34746	28997	24190	20206	16881
при i = 30%	0	32076	24735	19043	14673	11296

При ставке дисконтирования $i = 10\%$ окупаемости равен:

$$1 + \frac{5362}{7879} = 1,6 \text{ года.} \quad (48)$$

При ставке дисконтирования $i = 20\%$ окупаемости равен:

$$1 + \frac{5362}{7879} = 1,6 \text{ года.} \quad (49)$$

При ставке дисконтирования $i = 30\%$ окупаемости равен:

$$1 + \frac{5362}{7879} = 1,6 \text{ года.} \quad (50)$$

Индекс доходности PI определяется по формуле:

$$PI = \frac{\left(\sum \frac{\Delta \Pi_{rt} + \Delta C_{at}}{1 + i^t} \right)}{I_o}. \quad (51)$$

При ставке дисконтирования $i = 10\%$ индекс доходности равен:

$$PI = \frac{36293}{14000} = 2,5 \text{ года.} \quad (52)$$

При ставке дисконтирования $i = 20\%$ индекс доходности равен:

$$PI = \frac{36293}{14000} = 2,5 \text{ года.} \quad (53)$$

При ставке дисконтирования $i = 30\%$ индекс доходности равен:

$$PI = \frac{36293}{14000} = 2,5 \text{ года.} \quad (54)$$

Экономическое сравнение двух способов сварки показало, что при сварке модулированным током затраты на сварку изделия меньше, чем при ручной дуговой сварке.

Срок окупаемости при ставке дисконтирования $i=10\%$ составляет 1,6 года. Индекс доходности при ставке дисконтирования $i=10\%$ составляет 2,5

					Финансовый менеджмент	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

года.

Чистая текущая стоимость NPV составляет 22293 руб., что говорит о доходности при внедрении этого проекта в рассматриваемый период (5 лет).

Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что внедрение технологии сварки модулированным током выгодно.

					Финансовый менеджмент	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. Социальная ответственность

В ходе выпускной квалификационной работы были проанализированы различные технологические операции: заготовительные операции, подготовка деталей к сварке, разработка технологии сборки и сварки. Заготовительные операции включают в себя входной контроль металла и конструктивных элементов, подготовка деталей к сварке - проверка наличия клейм, маркировки, обработка кромок трубопровода, разработка технологии сборки и сварки – зачистка и обезжиривание свариваемых поверхностей и непосредственно сама сварка трубопровода с последующей диагностикой сварных соединений на наличие дефектов.

В этом разделе приводится анализ технологического процесса сварки с точки зрения наличия или возможного появления опасных и вредных факторов, а также воздействия их на рабочих. Разработаны мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии, направленные на снижение или устранение опасных факторов. Также произведен расчет выбросов сварочных аэрозолей в воздушный бассейн в процессе сварки. Разработаны мероприятия по противопожарной профилактике, охране окружающей среды и чрезвычайным ситуациям.

7.1 Производственная безопасность

Мощное ультразвуковое или световое излучение сварочной дуги при воздействии на глаза работающего может привести к воспалительному заболеванию глазного яблока (электроофтальмия), при длительном воздействии - к поражению клетчатки глаз (конъюнктивит).

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ракитин Е.А.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Веревкин А.В.					65
Консульт.							83
Зав. Каф.		Рудаченко А.В. В.				ТПУ ИПР зр.252Б	

Инфракрасные коротковолновые лучи могут вызвать хроническое заболевание - помутнение хрусталика глаза (катаракта). Вредные воздействия лучей сварочной дуги на органы зрения сказываются в радиусе до 10 метров.

Кожу защищают обычной рабочей одеждой, лицо и часть шеи - щитком или шлемом. Глаза защищаются специальными темными стеклами - светофильтрами, которые вставляют в щиток или шлем. Эти стекла совсем не пропускают ультрафиолетовые лучи, а инфракрасные пропускают в пределах от 0.1 до 4%, что не оказывает вредного влияния на зрение сварщика.

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

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

При выполнении сварочных работ в результате выгорания обмазки электрода и элементов легирования повышается загазованность рабочего места для предотвращения этого необходимо устанавливать устройства вытяжной вентиляции в зоне дыхания сварщика. Выбрасывать воздух нужно за пределы рабочих зон. Для удаления газов и пыли применяется как местная вентиляция рабочего места, так и приточно-вытяжная вентиляция всего помещения. Приточный воздух должен поступать рассеяно в рабочую зону помещений, в основном на несварочные участки, а также там, где вытяжная вентиляция осуществляется посредством местных отсосов. Скорость движения воздуха на рабочих местах должна быть не более 0.3 м/с.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

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

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывают люди, должны быть предусмотрено естественное освещение. В вечернее время и при недостаточности естественного освещения в дневное время, применяют искусственное освещение. Для сборочно-сварочных цехов можно применять общее или комбинированное (общее и местное) освещение. Общее освещение может быть равномерным или локализованным.

Аварийное освещение для эвакуации людей устраивается в местах, опасных для прохода, на лестничных клетках и в производственных помещениях с числом работающих более 50. Оно должно обеспечивать освещение на полу не менее 0.5 лк.

7.2 Экологическая безопасность

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

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

При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки,

					Социальная ответственность	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

марок электродов и флюса находятся вредные для здоровья оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), а также газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода и азота, озон и др.)

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при ручной дуговой сварке штучными электродами ЦЛ-20 и наплавке металлов (на единицу массы расходуемых сварочных материалов):

Сварочный аэрозоль – 9,1 г/кг

Оксид железа – 9,1 г/кг

Марганец и его соединения – отсутствует

Хром шестивалентный – отсутствует

Пыль неорганическая, содержащая SiO_2 (20-70%) – отсутствует

Загрязнение атмосферы оказывает вредное влияние на организм человека, отрицательно сказывается на общей экологической обстановке. Поэтому следует проводить следующие технологические и санитарно - гигиенические мероприятия:

- Совершенствование технологических процессов производства, герметизация оборудования, утилизация отходов;
- очистка воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией из цехов и отделов промышленного предприятия.

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

					Социальная ответственность	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для удаления аэрозолей и пыли, широко применяются инерционные пылеуловители типа «Циклон». Следует отметить применение электрофильтров и ультразвуковых пылеуловителей. Принцип действия первых основан на том, что частицы пыли, проходя с воздухом через электрические поля, получают заряды и, притягиваясь, оседают на электродах, с которых затем удаляются механически.

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

Загрязнение гидросферы отсутствует, в силу того, что все сварочные работы технологических трубопроводов компрессорных станций проводятся над поверхностью земли, вдали от водоемов.

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К основным случаям чрезвычайных ситуаций относятся: применение потенциальным противником оружия массового поражения, вооружения, экономическая и научно - механическая война.

Война в современных условиях требует проведения полномасштабных защитных мероприятий и накопления средств защиты в мирное время.

Гражданская оборона, решает весь комплекс задач стоящих перед ней, на основе глубоких теоретических исследований, обобщения опытных данных и применения всех достижений науки и техники.

Одной из главных задач гражданской обороны является повышение устойчивости работы промышленных объектов. Заблаговременно

					Социальная ответственность	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

организуется, и проводятся инженерные, технические и организационные мероприятия.

Инженерно-технические мероприятия должны обеспечивать повышенную устойчивость промышленных зданий и сооружений при наступлении чрезвычайных ситуаций.

Должны проводиться организационные мероприятия, которые предусматривают заблаговременную разработку и планирование действий персонала или личного состава штаба, служб и формирований государственной обороны в условиях возникновения чрезвычайной ситуации.

Непосредственными организаторами для населения, являются начальники штабов государственной обороны, командиры воинских подразделений, директора заводов, начальники цехов, участков.

В связи с активным развитием технологий, с использованием взрывоопасных, радиоактивных и токсичных веществ и материалов, существует угроза здоровью и жизни человека.

Радиоактивное заражение местности, воды и воздушного пространства возникает в результате выпадения радиоактивных веществ на облака ядерного взрыва. Местность считается зараженной при уровне радиации от 0.5 р/час и выше. Заражение человека радиоактивными веществами ведет к облучению, которое может вызвать лучевую болезнь.

Промышленные здания могут обеспечивать лишь частичную защиту от радиации и для защиты населения от поражающего воздействия должны применяться специальные сооружения:

- противорадиационные укрытия, которые строятся из подручных материалов;
- убежища с упрощенной фильтровентиляционной системой;

					Социальная ответственность	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– убежища с фильтровентиляционным оборудованием промышленного изготовления.

Предельно допустимая величина зараженности оборудования - 200 млр/час. При таком заражении можно пользоваться, оборудованием не подвергаясь опасности заражения.

При возникновении радиоактивного заражения проводятся мероприятия по эвакуации населения, либо обеззараживание (дезактивация, дезинфекция).

Дезактивация - это удаление радиоактивных веществ с зараженных объектов, а также очистка от радиоактивных веществ. Дезактивация проводится в тех случаях, когда степень заражения превышает допустимые пределы. Дезактивацию территории проводят следующими способами:

- сметанием радиоактивных веществ подметально-уборочными машинами с участков, имеющих асфальтовое или бетонное покрытие;
- смыванием пыли струей воды;
- срезанием зараженного слоя грунта толщиной 5-10 см;
- засыпкой зараженных участков территории незараженным грунтом слоем 8-10 см;
- в зимнее время убирается снег и лед.

В целях промышленных предприятий имеющих водостоки и цементный пол, дезактивация проводится обмыванием водой потолка, стен и пола. Оборудование дезактивируется водой или мыльно - содовым раствором, а смазанные части - керосином или бензином. Полнота дезактивации проверяется радиометром. Если степень заражения превышает 200 млр/час, то проведение дезактивации обязательно.

					Социальная ответственность	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При проектировании новых цехов необходимо предусмотреть строительство убежища для защиты работающей смены. Убежища должны обеспечивать защиту от проникающей радиации и радиоактивного заражения, оборудоваться вентиляционными установками, санитарно - техническими приборами, а также средствами очистки от отравляющих веществ и биологических аэрозолей. В убежище необходимо предусмотреть отсеки для укрытия людей, фильтровентиляционную камеру, санитарные узлы, кладовую для хранения продуктов питания, вход и аварийный выход. Убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления предприятия и репродуктор, подключенный к городской сети. Канализация и водоснабжение убежища осуществляется на базе городских сетей. В убежищах должно предусматриваться отопление.

В мирное время предусматривается использования убежища под учебный пункт гражданской обороны. Перевод таких помещений на режим чрезвычайных ситуаций должен осуществляться в кратчайший срок.

7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

7.4.1.Специальные:

1. Ведение учета времени фактической занятости во вредных условиях труда (включая время подготовки).
2. Если фактическая занятость работника более 80% - полагается льготная пенсия.
3. При работах во вредных условиях труда у работника должна быть 36 часовая рабочая неделя в соответствии со статьей 92 Трудового кодекса Российской Федерации.
4. Доплаты за вредность не менее 4 процентов тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда.
5. Дополнительный отпуск в количестве 7 дней в год (пропорционально

					Социальная ответственность	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отработанному во вредных условиях труда времени)

6. Дополнительный тариф в фонде социального страхования и пенсионном фонде. Даже при произведенной специальной оценке условий труда, дополнительный тариф остается около 6%.

7.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Научная организация труда на предприятии есть совокупность организационных, технологических и санитарно-гигиенических мероприятий, обеспечивающих наиболее целесообразное использование рабочего времени, производственных навыков и творческих способностей каждого члена коллектива, способствующих устранению тяжелого ручного труда, неблагоприятных воздействий окружающей среды на организм работающего, снижение травматизма. Правильная организация рабочего места сварщика способствует не только повышению производительности труда и качества сварки, но и обеспечению безопасных условий работы, снижению травматизма и несчастных случаев.

В зависимости от габаритов свариваемых изделий и характера производства рабочее место сварщика может быть расположено либо в специальной кабине, либо в цехе или непосредственно на сборочном объекте. Размеры кабины должны быть не менее 2х2 м². Стены кабины делают высотой 1,8-2 м. Для лучшей вентиляции между полом к нижним обрезом стенки оставляют просвет 150-200 мм. В качестве материала для стен кабины можно использовать тонкое железо, а также фанеру, брезент, прочитанные огнестойким составом, или другие огнестойкие материалы. Каркас кабины делают из металлических труб или уголковой стали. Дверной проем кабины обычно закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Как указывалось выше, для окраски стен кабины рекомендуется применять цинковые белила, желтый крон, титановые белила, которые хорошо поглощают ультрафиолетовые лучи. Окраска сварочных цехов и

					Социальная ответственность	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кабин в темные цвета не рекомендуется, так как при этом ухудшается общая освещенность места сварки. В тех случаях, когда сварочные работы приходится выполнять на открытых участках цеха, места сварки со всех сторон надо огораживать щитами или ширмами. Наружные стороны таких оградительных устройств рекомендуется окрашивать в яркие цвета (лучше в виде «зебры»), чтобы они лучше просматривались. Чтобы предупредить посторонних лиц об опасности, на таких щитах надо делать крупными буквами надписи: «Осторожно, идет сварка»!

В организации сварочных работ важное значение имеет правильное размещение оборудования. Многопостовые агрегаты и установки, состоящие из нескольких сварочных агрегатов, располагают в отдельном помещении или на площади общего производственного помещения, огражденной постоянными перегородками высотой не менее 1,7 м. Сварочные преобразователи при работе создают шум, оказывающий вредное действие на нервную систему человека, вызывая понижение внимания и снижение работоспособности. По этой причине все сварочные преобразователи надо изолировать в помещении цеха или вынести их за пределы производственного помещения, огородив со всех сторон и укрыв от атмосферных осадков.

В стационарных многопостовых сварочных установках присоединение сварочных постов к электросварочному агрегату осуществляют через общий щит, на котором должны находиться необходимые измерительные приборы, защитные средства, сигнальные лампочки, рубильники и зажимы для присоединения сварочных постов. При однопостовой сварке должны быть предусмотрены индивидуальные щиты, оборудованные вольтметром и сигнальной лампочкой, указывающей сварщику на наличие или отсутствие напряжения в сварочной цепи.

Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами и между установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м; проходы

					Социальная ответственность	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

между однопостовыми сварочными трансформаторами или между сварочными генераторами, а также проходы с каждой стороны стеллажа или стола для выполнения ручных сварочных работ - не менее 1 м.

Расстояние между стационарным сварочным агрегатом и стеной или колонной должно составлять не менее 0,5 м, а расстояние между стеной или колонной и сварочным автоматом - не менее 1 м. Проходы между машинами точечной и шовной (роликовой) сварки с расположением рабочих мест напротив друг друга должны быть не менее 2 м, а между машинами стыковой сварки — не менее 3 м. При расположении перечисленных выше машин тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, а при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м.

7.5.Электробезопасность

Повышенное напряжение электрической цепи создает опасность поражения электрическим током, степень тяжести которого зависит в основном от величины напряжения и условий включения человека в электрическую цепь. Электрический ток, проходящий через человеческий организм, обратно пропорционален его сопротивлению (расчетное значение 1000 Ом) и общему сопротивлению участка цепи.

Электрический ток до 0.05А вызывает боль, ток от 0.05 до 01А является опасным, а ток 0.1 А и более - может привести к смертельному исходу

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

					Социальная ответственность	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- необходимо надежно заземлять корпуса сварочных машин, аппаратов и установок, а также свариваемое изделие;
- не следует касаться голыми руками (без диэлектрических перчаток) токонесущих частей сварочных установок, а также проводов без изоляции или с поврежденной изоляцией;
- перед началом работ необходимо проверять исправность изоляции сварочных проводов, сварочного инструмента и оборудования, а также надежность всех контактных соединений сварочной цепи;
- при длительных перерывах сварочного процесса источник сварочного тока следует отключать;
- при прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускать: повреждения изоляции, соприкосновения проводов с водой, маслом, стальными канатами, рукавами (шлангами) и трубопроводами с горючими газами и кислородом, а также с горячими трубопроводами;
- необходимо надежно заземлять металлический корпус осциллятора, конструкция которого должна обеспечивать автоматическое выключение тока при открывании его дверцы;
- нельзя ремонтировать сварочное оборудование и установки, находящиеся под напряжением;
- сварщик не должен самостоятельно подключать источник питания сварочной дуги к силовой сети, или производить в ней ремонт, связанный с работой источника питания. Все эти работы выполняют только электрики цехов.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить

					Социальная ответственность	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, продолжая его до прибытия врача или восстановления нормального дыхания.

7.6. Пожаробезопасность

Пожар - это стихийное бедствие. В результате пожаров гибнут люди, материальные ценности, наносится большой ущерб народному хозяйству. Поэтому для предотвращения пожаров необходимо следовать следующим правилам:

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

					Социальная ответственность	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– по окончании смены нужно тщательно проверять рабочую зону и не оставлять открытого огня, нагретых до высокой температуры предметов, а не тлеющих сгораемых материалов, мусора.

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

Для быстрой ликвидации пожара вблизи места сварки всегда должна (быть бочка с водой и ведро, ящик с песком и лопата, а также ручной огнетушитель. Огнетушители, применяемые при тушении пожара на участке с электроустановками, должны быть углекислотами. На участке, в специально оборудованных местах, должно находиться не менее двух огнетушителей ОУ -5.

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

7.7 Расчет выбросов сварочных аэрозолей в воздушный бассейн в процессах сварки

Количество аэрозолей, выбрасываемых в воздушный бассейн в процессах сварки определяют по формуле:

$$M_{bi} = B \cdot K_m^x \cdot 10^{-3} \cdot 1 - \eta = 1,5 \cdot 9,1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 - 0,9 = 0,0013 \text{ г/кг, (55)}$$

где: В - расход применяемых сырья и материалов, кг/ч;

K_m^x - удельный показатель выделения загрязняющего вещества «х» на единицу массы расходуемых сырья и материалов, г/кг;

					Социальная ответственность	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

η - степень очистки воздуха в соответствующем аппарате,
которым снабжена группа технологических агрегатов.[27]

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была описана и проанализирована технология сборки и сварки модулированным током кольцевых швов в горизонтальной плоскости технологического трубопровода на КС.

Ручная дуговая сварка модулированным током может применяться для сварки конструкций, к которым предъявляются повышенные требования к качеству сварного шва.

Экономическая эффективность установки определяется малым сроком окупаемости. Экономическое сравнение двух способов сварки показало, что при сварке модулированным током затраты на сварку изделия меньше, чем при ручной дуговой сварке. Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что внедрение технологии сварки модулированным током выгодно.

					«Применение ручной дуговой сварки модулированным током на технологических трубопроводах»				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Ракитин Е.А.			Заключение	Лит.		Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В						80	83
Консульт.						ТПУ ИПР зр.252Б			
Зав. Каф.		Рыдаченко А.В. В.							

Список использованных источников:

1. Арзамасов Б.Н. Конструкционные материалы. - М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.
2. Журавлёв В.Н. Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1992. - 480 с
3. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. 432 с.
4. Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 1984. 368 с.
5. РД 51-31323949-38-98 Руководящий документ по технологии сварки технологических трубопроводов КС из теплоустойчивых и высоколегированных сталей.
6. А.с. 100898 СССР 450109/К-578 Способ сварки тонколистовой стали электрической дугой М.П. Зайцев
7. Д.А.Дудко, В.С.Сидорук, С.А. Зацерковный Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами с модуляцией параметров режима.– Автоматическая сварка, 1991. №12
8. Т.Г. Шигаев О терминологии сварки модулированным током - Автоматическая сварка,
9. В.Н. Липодаев, В.В. Снисарь, В.П. Елагин, В.С. Сидорук, Влияние модуляции сварочного тока на структуру и трещиностойкость швов - Автоматическая сварка, 1991. №2
10. Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный Влияние параметров режима ручной дуговой сварки модулированным током на форму шва - Автоматическая сварка, 1987. №6
11. Д.А. Дудко, В.С. Сидорук, С.А. Зацерковный. Зависимость химического состава металла шва от параметров режима ручной дуговой сварки модулированным током - Автоматическая сварка, 1989. №2
12. А.с. 619307 Устройство для модуляции тока сварочного генератора

Князьков А.Ф. Сараев Ю.Н.

13. А.с.727361 Устройство для ручной дуговой сварки модулированным током: Князьков АФ, Сараев ЮН, Шиков ВП.

14. А.С. 904934 Способ ручной дуговой сваркой модулированным током: Князьков А.Ф., Мазель ЛГ, Дедюх РИ.

15. А.С. 1131618 Способ сварки модулированным током: Дедюх Р.И., Мазель Л.Г, Азаров Н.А.

16. А.С. 951810 Способ дуговой сварки плавящимся электродом: Сараев Ю.Н., Князьков А.Ф., Тимошенко.

17. Князьков А.Ф. Разработка и исследование модуляторов тока для сварки: Автореф. дис. канд. наук. - Томск 1975.

18. А.С. Р327012 Устройство для ручной дуговой сварки. Лебедев ВК, Заруба И.И., Шойковский Д.А.

19. СТО Газпром 2-2.3-328-2009 – «Оценка технического состояния и срока безопасной эксплуатации технологических трубопроводов компрессорных станций»

20. Китаев А.М., Китаев Я.А. Справочная книга сварщика - М. Машиностроение 1982-256 с.

21. Прокофьев Ю.С. Экономическая оценка инвестиций. - Т.: ТПУ, 2000.114 с.

22. Винокуров В.А. Сварка в машиностроении. т.3. - М.: Машиностроение, 1979.- 567с.

23. Малышев Б.Д. Сварка и резка в промышленном строительстве, т.2. - М.: Стройиздат, 1989. - 400 с.

24. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. - М.:Энергия, 1990.-336 с.

25. Белов С.В. Охрана окружающей среды. - М.: Высшая школа, 1983. - 264 с.

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

27. ГосКомЭкологии России НИИ Атмосфера фирма «Интеграл» Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (по величинам удельных выделений).