

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой СОМДиРП
В.В. Ельцов
(подпись) (И.О. Фамилия)
« » 20 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Кузник Юрий Петрович

1. Тема Автоматическая сварка стыков магистральных нефтепроводов
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы _____
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе базовый техпроцесс сварки, материалы практик, нормативные документы научно-техническая литература, стандарты, интернет-ресурсы
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Введение. Актуальность работы, цель работы.

- 1) Выбор путей достижения цели работы, анализ конструкции трубопровода, свойств сталей, условий эксплуатации, базовой технологии сварки. Анализ перспективных способов сварки, задачи проекта
- 2) Выбор оборудования для автоматической сварки, разработка технологических рекомендаций, разработка технологического процесса, автоматической сварки
- 3) Мероприятия по защите рабочих и окружающей среды от опасных и вредных факторов
- 4) Экономический раздел (оценка экономической эффективности предлагаемых в проекте технических решений)

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общий вид трубопровода – 1 лист

Базовая технология – 2 листа

Анализ возможных способов автоматизации – 1 лист

Проектная технология – 2 лист

Приспособление – 2 листа

Планировка участка сварки – 1 лист

Экономическая эффективность – 1 лист

6. Консультанты по разделам

Экономическая эффективность проекта

Безопасность и экологичность проекта

Нормоконтроль

7. Дата выдачи задания «_____» _____ 20__ г.

Заказчик (указывается должность, место работы) _____

Руководитель дипломного проекта _____

(подпись)

А.Л. Федоров

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению _____

(подпись)

Ю.П. Кузнец

(И.О. фамилия)

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой СОМДиРП

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Кузняка Юрия Петровича

по теме Автоматическая сварка стыков магистральных трубопроводов

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	01.02.17 – 28.02.17	28.02.17	выполнено	
Анализ исходных данных и известных технических решений	01.03.17 – 30.03.17	30.03.17	выполнено	
Разработка технологии выбор сварочных материалов	01.04.17 - 14.04.17	14.04.17	выполнено	
Выбор оборудования	15.04.17 30.04.17	30.04.17	выполнено	
Безопасность и экологичность	01.05.17 – 14.05.17	14.05.17	выполнено	
Экономическая эффективность	15.05.17 – 21.05.17	21.05.17	выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

_____ (подпись)

А.Л. Федоров

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

Ю.П. Кузьяк

(И.О. фамилия)

АННОТАЦИЯ

Цель выпускной работы бакалавра: повышение производительности труда и экономия присадки при сварке стыков труб магистральных трубопроводов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: разработан технологический процесс автоматической сварки трубопровода в защитных газах; подобрано сварочное оборудование; разработаны мероприятия по охране здоровья и жизни рабочих; рассчитана экономическая эффективность предложенных технических мероприятий.

В данной работе проведен анализ технологии ручной дуговой сварки нефтепроводов по результатам которого предложено применить автоматическую сварку. Для реализации техпроцесса автоматической сварки подобрано оборудование сварочный комплекс «CRC-Evans AW».

Также разработаны мероприятия по безопасному производству работ и определена экономическая эффективность проекта.

Работа состоит из пояснительной записки, в которой 64 страницы, 6 рисунков, 11 таблиц. Графическая часть включает в себя 9 листов формата А 1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Анализ исходных данных и известных технических решений	10
1.1 Базовая технология сварки стыков магистральных трубопроводов.....	10
1.2 Требования к оборудованию, применяемому при сварке магистральных трубопроводов	19
1.3 Требования к квалификации персонала.....	20
1.4 Контроль качества при сварке стыков магистральных трубопроводов	22
1.4.1. Входной контроль труб	23
1.4.2. Входной контроль сварочных материалов	24
1.4.3 Контроль качества выполненных работ	27
1.5 Анализ возможных вариантов механизации и автоматизации технологии сварки трубопровода	28
1.6 Задачи работы.....	30
2 Разработка технологического процесса автоматической сварки неповоротных стыков трубопровода.....	32
2.1 Сварка корневого слоя и горячего прохода.....	32
2.2 Сварка облицовочного и заполняющих слев	34
3 Выбор оборудования для автоматической сварки.....	38
4 Безопасность и экологичность проекта.	40
4.1 Характеристика участка сварки.....	40
4.2 Опасные факторы участка сварки.	41
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	43
4.4 Пожарная и техногенная безопасность рассматриваемого технического объекта.....	44
4.5 Экологическая безопасность участка сварки стыков.....	46
Заключение по разделу	46
5 Экономическая эффективность проекта.....	48
5.1 Исходные данные для расчетов	49

5.2 Нормы времени на сварку стыка и фонда времени работы оборудования	50
5.3 Капитальные вложения в оборудование.....	51
5.4 Технологическая себестоимость сравниваемых вариантов.....	53
5.5 Цеховая себестоимость.....	58
5.6 Заводская себестоимость.....	58
5.7 Показатели экономической эффективности проекта	59
Выводы по экономическому разделу	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нефть и газ являются одними из важнейших товаров России на мировом рынке. Да и в самой России они являются важным сырьем для разных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, нефтехимических производств. Однако территориально районы добычи нефти и газа и их потребления разделены большими расстояниями. Поэтому важными как для нефтегазовой отрасли так и для экономики России в целом являются проблемы эффективной транспортировки нефти и газа к потребителю (или покупателю). Безусловный лидер среди разных вариантов доставки - трубопроводный транспорт.

Во время строительства магистральных трубопроводов выполняются самые разнообразные работы: подготовительные, земляные, сварочно-монтажные, изоляционно-укладочные, контрольные. Однако главное влияние на эксплуатационные характеристики строящегося трубопровода, оказывают сварочно-монтажные работы. Длина труб, поставляемых к месту монтажа, ограничена возможностями транспортных средств по их доставке, поэтому приходится соединять трубы сваркой и выполнять при этом тысячи стыков. Следует отметить, что сварка производится в полевых условиях, и, в большинстве случаев, на значительном расстоянии от населенных пунктов. Кроме того, высокие давления в трубопроводах, сложность выявления и ремонта повреждений в полевых условиях, накладывают дополнительные требования по качеству сварных стыков. Поэтому работы направленные на модернизацию технологических процессов сварки стыков труб в полевых условиях являются актуальными.

Например, в настоящее время большинство стыков выполняют ручной дуговой сваркой штучными электродами. Данная технология идеально подходит к полевым условиям. Оборудование, используемое при ручной дуговой сварке, неприхотливое, эксплуатация его проста. Высокая квалификация сварщиков, новые присадочные материалы, специальные технологические приемы позволяют получать стыки приемлемого качества.

Однако, производительность труда при ручной дуговой сварке низкая, расход присадочного металла велик за счет того, что остаются огарки от электрода. Вместе с тем, за последние годы появились новые способы сварки, обеспечивающие высокую производительность получения швов, экономящие присадочный материал. Хорошие результаты дает механизация и автоматизация технологических процессов получения сварных соединений, в том числе и дуговых способов сварки.

Цель настоящей работы – повышение производительности труда и экономия присадки при сварке стыков труб магистральных трубопроводов.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Базовая технология сварки стыков магистральных трубопроводов

При сварке стыков магистральных трубопроводов работает комплекс оборудования в составе трубоукладчиков, передвижных электростанций, центраторов, источников питания, оборудования для подогрева труб, контрольного оборудования.

Общий вид свариваемого изделия показан на рисунке 1.1.

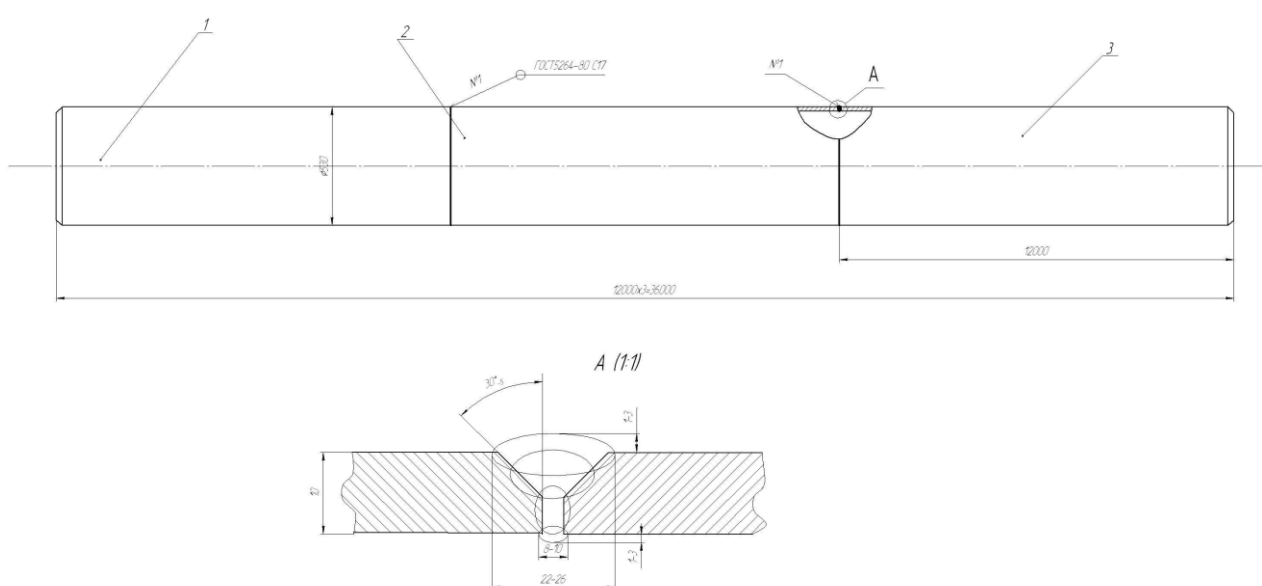


Рисунок 1.1 – Общий вид свариваемого трубопровода

При сварке стыков магистральных трубопроводов работает бригада рабочих в составе прораба (мастера), бригадира (газорезчика), сварщиков, дизелиста, машиниста передвижной электростанции, монтажников наружных трубопроводов, машинистов трубоукладчиков.

Кроме того, задействованы транспортные средства для доставки труб на площадку. Поступающие трубы складировются, и по мере надобности трубоукладчиками подаются на участок сварки. При транспортировке труб необходимо следить, чтобы не было повреждений поверхности, фасок.

Перед сборкой, непосредственно на участке сварки, очищают внутренние полости труб от снега, грунта, других загрязнений; кромки и

прилегающие внутренние и наружные поверхности шириной не менее 10 мм зачистить до металлического блеска. При наличии царапин, рисок, задигов наружной поверхности с торца труб глубиной от 0,2 мм до 5% от нормативной толщины стенки их устраняют шлифованием.

Толщина стенки в местах зачистки не должна выходить за пределы минусовых допусков.

При наличии забоин и задигов на торцах труб глубиной до 5 мм их нужно ремонтировать наплавкой электродами с основным видом покрытия, [6] с предварительным подогревом до температур 100...130°C.

Отремонтированные поверхности кромок зачистить абразивным инструментом чтобы восстановить заводскую разделку. Толщину стенки при этом не выводить за пределы минусового допуска, указанного в ТУ или ГОСТ на трубы.

Если на концах труб имеются дефекты глубиной превышающей 5 мм или вмятины глубиной превышающей 3,5% от диаметра трубы, а также иные дефекты поверхности, не подлежащие исправлению, концы труб следует отрезать и выполнить ультразвуковой контроль участка, с целью выявления расслоений, шириной свыше 40 мм, прилегающего к обрезанному торцу по всему периметру трубы.

Если расслоение выявлено, трубу следует отрезать на расстояние не менее 300 мм от торца и произвести ультразвуковой контроль повторно.

Возможно, раздать концы труб диаметром 20 - 89 мм из низкоуглеродистых сталей чтобы обеспечить большую точность сборки стыка. Раздачу концов труб производить без нагрева. Температура окружающего воздуха при этом должна превышать +5°C. Если температура окружающего воздуха менее +5°C перед раздачей трубы греют до 100 - 150°C.

Следующий этап – стыковка труб, в этой операции задействованы три трактора-трубоукладчика «Комацу - 355». Смещение кромок стыкуемых для сварки элементов не должно превышать величин указанных в таблице 1.1.

После стыковки кромок труб с помощью центраторов производить их совмещение, выставлять необходимые зазоры.

Измерение величины внутреннего смещения кромок соединяемых элементов производить с использованием специального шаблона (типа УШС-3).

Сборку труб диаметром 530 мм и более, при сварке трубопровода в нитку, а также в других случаях, когда позволяют условия проведения работ, выполнять на внутренних центраторах гидравлического или пневматического типов.

Таблица 1.1 - Допускаемое смещение кромок

Диаметр, мм	Свариваемые элементы	Нормативная толщина стенки, мм	Допускаемое смещение наружных поверхностей кромок	Допускаемое смещение внутренних поверхностей кромок
От 20 мм до 89 мм	Электросварные трубы (электросварная труба + деталь)	Менее 10	До 40% вкл. От нормативной толщины стенки трубы, но не более 2 мм	
		10	Не более 2 мм	
	Бесшовные трубы, (бесшовная труба + деталь)	2,0 – 3,2	Не регламентируется.	Не более 0,5
		3,5 – 4,5	Следует обеспечить плавный переход поверхности облицовочного слоя шва к основному металлу.	Не более 1,0
		5,0 – 8,0		Не более 1,5
8,5 – 10,0		Не более 2,0		
Св. 89 мм до 1020 мм	Электросварные трубы (электросварная труба + деталь)	Менее 10	До 40% вкл. От нормативной толщины стенки трубы, но не более 2 мм	
		10 и более	До 20% вкл. От нормативной толщины стенки трубы, но не более 3 мм.	
	Бесшовные трубы (бесшовная труба + деталь)	Менее 10	Не регламентируется. Следует обеспечить плавный переход поверхности облицовочного слоя шва к основному металлу.	До 40% вкл. От нормативной толщины стенки трубы, но не более 2 мм.
		10 и более		Не более 2 мм. На участках длиной не более 100 мм допускаются до

				3 мм вкл.
57	Труба + арматура		Не регламентируется. Следует обеспечить плавный переход поверхности облицовочного слоя шва к основному металлу.	Не более 1,0 мм
89-168				Не более 1,5 мм
219-426				Не более 2,0 мм

Сборку соединений при выполнении захлестов, соединений труба -кран, труба - фитинг, если применять внутренние центраторы технически невозможно, осуществлять на наружных эксцентриковых или звенных центраторах. При сборке следить, чтобы заводские и продольные и спиральные швы были смещены относительно друг друга на расстояние 100 мм и более.

Продольные заводские швы труб лучше располагать в верхней половине периметра соединяемых труб.

Величина зазора в стыках должна соответствовать таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Величина зазоров в стыках

Диаметр электрода, применяемого для выполнения корневого слоя шва, мм	Величина зазора, мм
2,5 (2,6)_	2,0-3,0
3,0 (3,2)	2,5-3,5

Для фиксации величины сборочного зазора возможна установка прихваток. При сварке корневого слоя шва прихватки необходимо полностью удалять.

Прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. Прихватки не должны быть выполнены ближе 100 мм от заводских продольных швов труб. Технологические параметры режима сварки при выполнении прихваток должен соответствовать технологическим параметрам режима сварки корневого слоя шва.

Чтобы определить количество и размеры прихваток следует ориентироваться на данные таблицы 1.3.

Таблица 1.3 - Количество прихваток и их размеры

Выполняемая работа	Диаметр стыка, мм	Минимальное количество прихваток, шт	Длина прихваток, мм	примечание
Сборка стыков труб	До 400	2	30-50	Сборка на внутреннем центраторе допустима без выполнения прихваток
	Св. 400 до 1000	3	60-100	
	Св. 1000 до 1400	4	100-200	
Сборка стыков «труба+деталь», «труба+арматура»	От 57 до 89	2	30-40	
	Св. 89 до 159	2	40-50	
	Св. 159 до 426	3	60-60	
	426	3	40-50	
	Св 426 до 720	3	60-100	
	Св 720 до 1020	4	100-150	

Выполненные прихватки должны быть зачищены. Начало и конец каждой прихватки следует обработать шлифовальным кругом.

После выполнения прихваток и их зачистки выполняется корневой слой шва.

Центраторы допускается снимать после выполнения условий перечисленных в таблице 1.4.

Сразу после выполнения корневого слоя шва следует его зачистить снаружи трубы шлифовальным кругом. Корневой слой шва стыков труб диаметр которых 1020 мм и более необходимо зачистить изнутри трубы и выполнить визуальный контроль.

Стыки труб диаметром свыше 1020 мм до начала сварки заполняющих слоев подваривают изнутри трубы в местах заметных дефектов (несплавлений, непроваров и др.) и на участках с допустимыми смещениями кромок 2 мм и более.

После выполнения корня шва и снятия центратора, начинается сварка стыка, заполнение разделки. Сварка стыка выполняется постоянным током обратной полярности. Вести сварку электродами с основным видом покрытия снизу - вверх; электродами с целлюлозным покрытием сверху - вниз.

Таблица 1.4 - Условия освобождения жимков и снятия центраторов

Выполняемая работа	Диаметр свариваемых элементов, мм	Условия, при которых допускается	примечание
Сборка на внутреннем центраторе в стационарных условиях укрупненных заготовок соединений труб, «труба + деталь»	325-426	После полного выполнения периметра корневого слоя шва	
Сборка на внутреннем центраторе соединений труб, разнотолщинных соединений труб	426 и более	После полного выполнения периметра корневого слоя шва	
Сборка на внутреннем центраторе соединений «труба+переходное кольцо арматуры», «переходное кольцо+корпус арматуры»	426 и более	После полного выполнения периметра корневого слоя шва	
Сборка на внутреннем центраторе соединений труб, «труба+деталь», «труба+арматура».	426 и менее	После выполнения прихваток	
Сборка на наружном центраторе соединений труб «труба+деталь», труба+арматура», захлестов.	426 и более	После выполнения свыше 60% периметра корневого слоя шва	Участки корневого слоя шва должны быть равномерно расположены по периметру стыка
Сборка на наружном центраторе соединений «труба+переходное кольцо арматуры», «переходное кольцо+корпус арматуры»	426 и более	После выполнения свыше 60% периметра корневого слоя шва	Допускается удаление центратора после выполнения прихваток размером не менее наибольшей длины и в количестве превышающем на одну прихватку, указанного в табл. 13

Количество сварщиков, выполняющих сварку одного стыка, должно быть не менее указанного в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Количество сварщиков, необходимых для выполнения 1 стыка

Выполняемая работа	Диаметр трубы, мм	Количество сварщиков, одновременно выполняющих 1 стык
Сварка стыков труб, захлестов	273 и менее	1
	Более 273	2
Сварка стыков «труба+деталь», «труба+арматура»	Менее 219	1
	219 и более	2
Сварка прямых врезок	Ответвления до 273	1
	Ответвления 273 и более	2
Ремонт сварного шва		1

Возбуждение дуги необходимо производить в разделке кромок или на поверхности ранее выполненного участка шва.

Сварку каждого прохода труб или деталей необходимо начинать и заканчивать при соблюдении следующих минимальных расстояний от продольных швов: 50 мм при диаметре 426 мм; 75 мм при диаметре 530 - 820 мм; 100 мм при диаметре 1020 мм и более.

Место возбуждения дуги при начале сварки каждого последующего слоя шва для свариваемых элементов диаметром 426 -1020 мм необходимо смещать относительно начала предыдущего слоя более чем на 30 мм. Место завершения сварки смежных слоев шва («замки» шва) свариваемых элементов диаметром 426 - 1020 мм необходимо смещать относительно друг друга на расстояние более 70— 100 мм.

В случае сварки толстостенных элементов несколькими валиками за один проход «замки» соседних валиков необходимо смещать один относительно другого на расстояние свыше 30 мм.

Каждый слой, в процессе сварки стыка, должен быть зачищен от шлака и брызг металла.

Минимальное количество слоев шва (без учета подварочного слоя) приведено в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Минимальное количество слоев сварного шва

Выполняемая работа	Диаметр стыка, мм	Толщина стенки трубы, мм	Минимальное число слоев сварного шва при сварке электродами с разным видом покрытия	
			основным	целлюлозным
Сварка стыков труб	св. 89 до 426	от 4,0 до 6,0	2	-
		св. 6,0 до 10	3	-
		св. 10,0 до 12,5	4	-
		св. 12,5	1 слой на 3-4 мм	-
Сварка элементов МГ	426 и более	До 10	2	3
		св. 10 до 15	3	4
		св. 15 до 20	4	5
		св. 20 до 25	5	6
		св. 25 до 32	6	7
Заварка дефектного участка сварного шва			2	-

Если толщина стенки сварного соединения до 10 мм включительно, не разрешается оставлять незаконченными соединения. Сварные соединения у которых толщина стенки превышает 10 мм можно оставить незаконченными на срок не более 24 час, если высота сварного шва превышает 2/3 толщины стенки трубы.

Незавершенный стык непосредственно после сварки должен быть накрыт водонепроницаемым термоизолирующим поясом для медленного и равномерного остывания. Перед возобновлением сварки незавершенный стык просушить нагревом до температуры 50 С.

Межслойная температура в процессе сварки должна соответствовать таблице 1.7.

В процессе сварки не допустимы перемещения или какие-либо внешние воздействия на свариваемый стык, пока не будет полностью завершена сварка корневого слоя шва.

Таблица 1.7 - Межслойная температура

Выполняемая работа	Диаметр стыка, мм	Величина межслойной температуры, °С	Примечание
Сварка стыков труб, стыков «труба+деталь»	До 1420 вкл.	50...250	При снижении температуры выполнить сопутствующий подогрев до температуры 50 ⁺³⁰ °С
Сварка стыков «труба+арматура», «переходное кольцо+корпус арматуры»	менее 720	50...180	При снижении температуры выполнить сопутствующий подогрев до температуры 70...100°С
	720-1020 вкл.	50...250	
Сварка стыков «труба+переходное кольцо арматуры»	менее 426	50...200	
	426-1020 вкл.	50...250	
Ремонт сварных швов		50...250	При снижении температуры выполнить сопутствующий подогрев до температуры 100 ⁺³⁰ °С

Участки облицовочного слоя шва с грубой чешуйчатостью поверхности (превышение гребня над впадиной 1 мм и более) и с превышенными размерами усиления необходимо обрабатывать шлифовальным кругом или напильником.

Режимы ручной дуговой сварки штучными электродами должны совпадать с указанными в технологических картах на сварку стыка.

Ширина подварочного шва должна составлять 8-10 мм, усиление 1-3 мм, причем, следует обеспечить плавный переход к основному металлу.

Необходимо обеспечить перекрытие облицовочным слоем шва основного металла с каждой стороны разделки на 2,5-3,5 мм. Высота усиления облицовочного слоя должна составлять 1-3 мм.

По окончании сварки стыка выполняют контроль. Стык контролируется 100% визуально, 100% УЗК и 100% радиографическим методом. Требования к контролю изложены в разделе 1.4.3 данной выпускной работы.

1.2 Требования к оборудованию, применяемому при сварке магистральных трубопроводов

При сварке швов магистральных трубопроводов в полевых условиях должна быть обеспечена устойчивая работа источника питания дуги во всех диапазонах рабочих токов, в том числе минимальных, от 40 А и более.

Напряжение холостого хода 70 - 80 В (или у источников должно быть устройство подачи импульса высокого напряжения для обеспечения зажигания дуги).

Высокие динамические свойства, при которых время перехода от короткого замыкания к рабочему режиму не превышает 0,01 сек.

Должны быть предусмотрены малогабаритные дистанционные регуляторы сварочного тока, удобно размещенные в руке сварщика и обеспечивающие возможность регулирования тока, не обрывая дуги, с длиной кабеля подключения до 40 м.

При многопостовой системе питания сварочным током колебания размеров сварочного тока и напряжения, по причине взаимного влияния постов, не должны превышать +10%.

Номинальный сварочный ток при ПВ=60% должен быть более 250А. Номинальное рабочее напряжение в пределах 30 - 35 В. Наклон вольтамперной характеристики в области рабочих токов должен находиться в диапазоне 0,4 - 0,9 В/А.

Напряжения холостого хода должно снижаться до величины менее 12 В в течение 1 сек. с момента обрыва дуги. Изменение величины сварочного тока в случае колебаний напряжения питающей сети от плюс 10% до минус 10% от номинального значения, не должно быть более плюс 2% и минус 5%.

Источники сварочного тока должны обеспечивать требования, предъявляемые к ним по стойкости к действию климатических и внешних механических факторов: должна быть обеспечена степень защиты IP23 по ГОСТ 14254-96; при относительной влажности окружающей среды 80% и температуре $t=+20^{\circ}\text{C}$; возможность эксплуатации в диапазоне температур от

—40° С до +40°; стойкость к воздействию механических факторов внешней среды - группа М 18 по ГОСТ 17516.1-90.

Источники должны находиться в технически исправном состоянии, своевременно проходить техническое обслуживание и ремонт согласно утвержденным графикам ТОР, должны быть укомплектованы поверенными измерительными приборами, иметь паспорта, технические описания, инструкции по эксплуатации, формуляры.

Корпус сварочного источника и вторичная обмотка должны быть заземлены. Сечения сварочного кабеля для подвода электроэнергии к электрододержателю и сечение обратного провода должны быть не менее 35 мм. Соединения сварочного кабеля должны выполняться при помощи клемм, специальных зажимов, опрессовки или пайки и надежно изолироваться. Обратный провод сварочного источника необходимо закреплять, по возможности, ближе к месту сварки при помощи специальных контактных устройств (зажимов, струбцин или других приспособлений), исключающих искрение в процессе сварки. Приваривать к трубе какие-либо крепежные элементы обратного провода запрещается.

Центраторы, применяемые для сборки стыков, не должны оставлять царапин, задиров, масляных пятен на поверхностях труб.

Печи и электропены, предназначенные для прокаливания электродов, должны быть укомплектованы термометрами и заземлены.

1.3 Требования к квалификации персонала

К руководству работами по сварке, контролю и термообработке сварных соединений магистральных трубопроводов, контролю за соблюдением технологии допускают инженерно-технических работников (ИТР), производственных и контрольных мастеров, изучивших Правила Госгортехнадзора России, чертежи, инструкции по контролю.

Знания инженерно-технических работников проверяются в порядке, предусмотренном Госгортехнадзором России. Руководители сварочных

работ должны быть аттестованы на уровень профессиональной подготовки не ниже 2-го в соответствии с «Положением об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» Национального Аттестационного Комитета по Сварочному Производству (НАКС).

Специалисты, определяющие технологию проведения сварочных работ, должны быть аттестованы на уровень профессиональной подготовки не ниже 3-го в соответствии с «Положением об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» НАКС.

Сварщики, выполняющие работы по сварке магистральных газопроводов, должны иметь квалификационный разряд не ниже 5-го, II группу допуска согласно «Правил эксплуатации электроустановок потребителей», действующие аттестационные удостоверения сварщиков 1 уровня в соответствии с «Положением об аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» НАКС с правом производства соответствующих видов сварочных работ. Помимо перечисленного, все сварщики сдают испытания на знание пожарной безопасности и техники безопасности труда.

К механизированным и автоматическим способам сварка стыков труб допускают сварщиков-операторов, прошедших специальный курс теоретической и практической подготовки и сдавших испытания на право производства работ по механизированной и автоматической сварке.

Перед началом сварочных работ проводятся допускные испытания сварщиков сваркой допускных стыков. Предназначенные для сварки допускных стыков катушки труб должны быть выполнены из тех же труб, т.е. у них должен быть тот же класс прочности, диаметр, толщина стенки и разделка кромок, что и труб, применяемых на объекте. Длина катушек для допускных испытаний должна составлять свыше 125 мм.

Сварщик должен выполнять допускной стык в присутствии представителя службы технического надзора. Контроль допускных

стыков газопроводов, согласно СНиП 3.05.02—88, предусмотрен, помимо визуального и измерительного контроля, радиографический или ультразвуковой и механические испытания.

Сварщики, выполнявшие сварку стыка, признанного годным по результатам контроля при аттестации технологии сварки, могут не выполнять сварку допускного стыка и считаются прошедшими испытания.

К эксплуатации и обслуживанию оборудования, машин и механизмов допускаются только лица, имеющие право на эксплуатацию оборудования, машин и механизмов данного типа, прошедшие инструктаж и имеющие соответствующие группы допусков согласно «Правил эксплуатации электроустановок потребителей».

Контролировать сварные соединения труб физическими методами (стилоскопированием швов, в том числе) допускаются контролеры, аттестованные в соответствии с «Правилами аттестации специалистов неразрушающего контроля» [6] (Госгортехнадзор России, 1992).

1.4 Контроль качества при сварке стыков магистральных трубопроводов

Контроль качества при проведении сварки магистральных газопроводов представляет из себя комплекс мероприятий, которые условно можно разделить: предварительный контроль; пооперационный контроль; контроль качества выполненных работ [11].

Предварительный контроль включает:

- документов на трубы, детали и арматуру;
- проверку сварочных материалов;
- проверку оборудования;
- проверку квалификации работников, проверку наличия у них необходимых документов;
- проверку у предприятия исполнителя работ лицензии.

1.4.1. Входной контроль труб

Трубы для строительства нефтепроводов изготавливают и поставляют по ГОСТам или ТУ. Они должны удовлетворять требованиям ГОСТ, ТУ, СНИП, и пр. требуемых документов. При проведении входного контроля поступающих на предприятие для проведения монтажа труб и конструктивных элементов трубопроводов, необходимо выполнение следующих контрольных операций:

а) проверка сертификатов или паспортов, указанных в них данных и соответствия этих данных требованиям стандарта, технических условий или документации;

б) проверка заводской маркировки и соответствия ее данным сертификата или паспорта;

в) осмотр труб, листов, профильного проката, конструктивных элементов трубопроводов с целью выявления дефектов или повреждений.

В случае отсутствия сертификата или неполноты приведенных в нем сведений использовать металл для монтажа можно только после выполнения соответствующих испытаний, которые должны подтвердить соответствие металла требованиям стандартов или технических условий.

В случае отсутствия сертификата на конструктивные элементы трубопровода, их не допускают в дальнейшее производство (монтаж, ремонт, укрупнение).

Трубы, детали трубопроводов и арматура с при наличии на них недопустимых дефектов не могут быть допущены к сборке. Недопустимыми дефектами на поверхности труб или деталей являются: царапины, задиры и риски глубиной свыше 0,2 мм; трещины, рванины, закаты любых размеров; вмятины местные перегибы и гофры; расслоения расстоянии 25 мм и более от торца труб; расслоения металла труб длиной более 80 мм в любом направлении.

Проведение входного контроля основных материалов (металла и конструктивных элементов) выполняет согласно ГОСТ 24297—87 предприятие — заказчик данных материалов. Результаты входного контроля передаются в

монтажную организацию.

1.4.2. Входной контроль сварочных материалов

Все применяемые при строительстве трубопровода сварочные материалы контролируют на наличие аттестационных документов для применения в трубопроводном строительстве.

Сварочные электроды необходимо хранить в сухом отапливаемом помещении при температуре воздуха не менее + 15°C. Должна быть гарантирована целостность и герметичность упаковки. Увлажнение недопустимо. В случае выполнения указанных условий сварочные электроды можно хранить до 1 года. При сроке хранения свыше 1 года или при нарушении условий хранения, нарушении упаковки электродов, электроды проверяют повторно. Такие электроды необходимо использовать в первую очередь, так как дальнейшее длительное хранение этих электродов недопустимо.

Перед применением сварочных материалов (электроды, сварочная проволока, флюс и т.д.) необходимо проверить:

- а) сертификат завода изготовителя и полноту приведенных в нем сведений;
- б) наличие на пачках, коробках, ящиках, мотках, бухтах и прочих сварочных материалах этикеток (ярлыков) завода изготовителя или бирок с последующей проверкой полноты указанных на них сведений;
- в) сохранность как упаковок так и самих материалов;
- г) у баллонов с газом должен быть документ, согласно стандарту на соответствующий газ.

В случае отсутствия сертификата или неполных сведениях приведенных в нем допустить данный сварочный материал к использованию возможно только после проведения испытаний согласно нормативным техническим документам и получения положительных результатов по всем показателям.

Если сертификатные данные расходятся с требованиями документации на партию сварочных материалов, ее в работу не допускают.

В случае неудовлетворительных результатов проверки химического состава сварочной проволоки следует провести повторный анализ на удвоенном числе проб. Результаты повторного анализа являются окончательными.

Если выявлены повреждение или порча упаковки или самих материалов решение о возможности применения данных материалов принимают руководитель сварочных работ вместе со службой технического контроля предприятия (организации).

Если от бухты сварочной проволоки, отделяется часть, ее необходимо снабдить биркой, на которой следует указать марку, номер плавки и диаметр.

Перед применением каждой партии электродов следует контролировать;

- а) сварочно-технологические характеристики;
- б) для легированных электродов - соответствие химического состава наплавленного металла требованиям.

По результатам проверки электродов составляют акт по соответствующей форме.

Перед выдачей электродов на производственный участок сварщику следует убедиться, что они прокалены и не истек срок действия прокалки.

Если на этикетках пачек приведены номера замесов обмазки электродов, для одной партии, рекомендуется выполнять контроль для каждого замеса.

Для определения сварочно-технологических свойств электродов, применяемых при сварке трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей, в том числе и при приварке труб (штуцеров) к коллекторам или трубопроводам, проводят сварку в потолочном положении специального таврового образца, состоящего из двух пластин размером 180x140 мм. Выполняют сварку в один слой.

Также проверяют технологические свойства электродов при сварке потолочных участков или полностью вертикальных стыков труб диаметром 133—159 мм и толщиной стенки 10—18 мм из соответствующей стали.

Сварку следует выполнять с предварительным подогревом, если он указан для конкретного сварного соединения в документации.

Сваренный тавровый образец надрезают по середине шва, со стороны усиления. Глубина надреза 1,5-2,0 мм. После разрушения образца осматривают шов и излом. Шов сваренного стыка труб протачивают на токарном станке, обеспечивая снятие слоя толщиной до 0,5 мм или контролируют радиографическим методом с целью определения сплошности металла.

Толщина пластин (погонов) и катет шва при сварке тавровых образцов выбирается в зависимости от диаметра контролируемых электродов.

Марка стали пластин и погонов из труб для проверки технологических свойств электродов должна быть та же, что и у труб, для сварки которых планируют использовать проверяемые электроды.

Сварочно-технологические свойства электродов, предназначенных для сварки труб, необходимо контролировать путем сварки трех и более пробных неповоротных стыков труб. Марка стали должна с маркой стали трубопровода. После сварки производят контроль сплошности шва радиографическим методом или проточкой стыков на токарном станке обеспечивая снятие слоя толщиной до 0,5 мм для контроля сплошности металла шва.

Сплошность металла шва должна соответствовать требованиям таблицы 5 ГОСТ 9466—75.

Сварочно-технологические свойства электродов должны соответствовать требованиям ГОСТ 9466—75. Главные из них:

дуга легко зажигается и стабильно горит;

покрытие равномерно плавится без разбрызгивания, и образования «козырька»;

шлак, образующийся в процессе сварки, обеспечивает правильное формирование шва и легко удалится после охлаждения;

в наплавленном металле не должно быть трещин.

Если образуется «kozyрек» размером более 4 мм или отваливаются куски нерасплавившегося покрытия от стержня, электрод бракуется.

Размер «kozyрька» и прочности покрытия определяется по следующей методике. Отбирают 10—12 электродов из 5—6 пачек, расплавляют их в вертикальном положении обеспечивая угол наклона электрода к шву в пределах 50—60°.

При сварочно-технологические свойства электродов неудовлетворительны, их повторно прокаливают. Если и после этого проверка показала неудовлетворительные сварочно-технологические свойства, то партия электродов бракуется.

1.4.3 Контроль качества выполненных работ

После окончания всех технологических операций качество сборочно-сварочных работ контролировать в соответствии с ППР следующими методами неразрушающего контроля: визуально-измерительный контроль сварного шва и обмер сварных соединений (контроль геометрических размеров сварного шва и соединения, качества зачистки сварных швов и поверхностей трубопровода от шлака и брызг металла, наличия недопустимых внешних дефектов сварного шва и околошовной зоны, прожогов, механических повреждений, недопустимых деформаций, положения установленной арматуры на трубе); ультразвуковой контроль сварных швов выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86; радиографический контроль сварных швов выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82.

Визуально контролируют все законченные сварные соединения труб. Перед выполнением визуального контроля сварные швы и прилегающая

поверхность основного металла шириной более 20 мм (в обе стороны от шва) должна быть зачищена.

Визуальный контроль выполняется или невооруженным глазом или с применением лупы 4—7-кратного увеличения. Применяют, при необходимости, переносной источник света.

Чтобы обнаружить возможные внутренние дефекты сварные соединения подвергают контролю ультразвуковой или радиографической дефектоскопией.

Радиографическую дефектоскопию выполняют исходя из требований ГОСТ 7512—82 и РД 34 10.068—91.

Ультразвуковой контроль сварных стыков должен выполняться в соответствии с ГОСТ 14782—86 и иными методическими и руководящими документами, согласовываемыми с Госгортехнадзором России.

1.5 Анализ возможных вариантов механизации и автоматизации технологии сварки трубопровода

Метод ручной дуговой сварки нашел широкое применение при строительстве магистральных трубопроводов. Это обусловлено тем, что данная технология универсальна, хорошо освоена и обладает сравнительной технологической простотой. Однако главными выступают экономические факторы, в первую очередь относительная дешевизна метода по сравнению с технологиями автоматической сварки.

Однако методу присущи такие недостатки, как сравнительно невысокая производительность, сравнительно низкое качество сварного шва, зависимость качества выполненных работ от человеческого фактора.

Однако, несмотря на недостатки, ручная дуговая сварка штучными электродами весьма востребована, особенно для ведения сварочно-монтажных работ в полевых условиях. Поэтому следует отрицательные качества способа рассматривать с позиции критики, цель которой улучшение

технологии. Необходимо выявить недостатки, проанализировать причину их возникновения и постараться найти пути к их устранению

Низкая производительность при ведении работ один из главных недостатков метода ручной дуговой сварки. Существенным фактором, тормозящим производительность является подварка трубы изнутри. Хотя нормы не устанавливают ее обязательность при выполнении шва электродами с целлюлозным видом покрытия, на практике подварка зачастую необходима. Например, она не велась на начальном этапе строительства нефтепровода Суходольная – Родионовская, и как следствие, подавляющее большинство стыков без подварки были признаны негодными по результатам рентгеноскопической дефектоскопии. Пришлось их ремонтировать.

Подварка изнутри возможна только после освобождения жимков центратора, а их освобождают только после окончания сварки «горячего» прохода всего периметра, значит снижаются темпы движения головного звена, находящегося в положении ожидания подварки. В некоторых случаях в процессе строительства нефтепровода Суходольная – Родионовская время подварки доходило до 20-30% от шага потока в целом, который составлял 6...10 минут.

Причина необходимости подварки может скрываться в низкой культуре производства при выполнении сборочных операций. Из-за несоблюдения требований технологического регламента по сборке, не были созданы условия для благоприятного формирования шва. Стык, собранный с отклонениями от требований нормативов, не обеспечивал требуемого теплоотвода, и, как следствие, происходило непроплавление кромок. Решить указанную проблему позволяет жесткий пооперационный контроль.

Зависимость качества выполненных работ от добросовестности и квалификации исполнителей имеет место при любых работах, выполняемых вручную, в том числе и при сварке.

Только профессионалы высокого уровня способны минимизировать влияние различных факторов на результаты своей работы. Разные обстоятельства могут явиться причиной значительного ухудшения качества ведения работ и снижать производительность. Существенно влияет качество обслуживания и жизнеобеспечения сварщиков. Правильная организация производства обеспечения быта рабочих существенно снижают влияние «человеческого фактора»

Для повышения производительности и качества выполнения работ могут быть рекомендованы новейшие технологии, в частности автоматические методы. Автоматизация оказывает существенное влияние на качество работ и производительность труда. Применение различных вариантов автоматизации снижает утомляемость сварщиков, улучшает условия их труда и т.п.

Нормативная документация, регламентирующая сварочно-монтажные работы при строительстве магистральных трубопроводов нуждается в обновлении. В частности, ВСН 006-89 разрабатывался 18 лет назад. За это время произошли изменения как в некоторых из технологиях, так и условиях их применения в строительстве.

Существенно увеличить темпы и качество выполнения работ можно применяя автоматические методы сварочно-монтажных работ.

Таким образом, из перечисленных вариантов конкурирующих с ручной дуговой сваркой технологий рекомендуем автоматическую сварку неповоротных кольцевых стыков магистральных нефтепроводов.

1.6 Задачи работы

Цель настоящей работы – повышение производительности труда и экономия присадки при сварке стыков труб магистральных трубопроводов.

Проведенный анализ базового технологического процесса, и возможных вариантов устранения недостатков базового технологического

процесса позволяет рекомендовать автоматическую дуговую сварку.

Отсюда сформулируем следующие задачи бакалаврской работы: разработать технологию автоматической сварки трубопровода в защитных газах; подобрать сварочное оборудование; разработать мероприятия по охране здоровья и жизни рабочих; рассчитать экономическую эффективность предложенных технических мероприятий.

2 Разработка технологического процесса автоматической сварки неповоротных стыков трубопровода

2.1 Сварка корневого слоя и горячего прохода

В сборочно-сварочной колонне должен быть многоголовочный автомат для однодуговой сварки шва изнутри трубы. Автомат должен быть совмещен с внутренним самоходным центратором. Количество сварочных головок, от 4х до 8ми, зависит от диаметра свариваемых труб.

Используем многоголовочный сварочный автомат системы «CRC-Evans AW» (P-260/200), совмещенный с внутренним сварочным центратором, рисунок 2.1. Данный сварочный комплекс применяется для автоматической сварки, двухсторонней, односторонней или двухдуговой, неповоротных кольцевых стыковых швов трубопроводов диаметром от 630 до 1420 мм. Используется вариант сварки с применением присадочной проволоки сплошного сечения в защитных газах (ААДП, АПГ)



Сначала трубы или трубные секции необходимо уложить на бровку траншеи на инвентарных лежках так, чтобы обеспечить свободный доступ к торцовым частям труб. Расстояние в свету от грунта до низа трубы следует обеспечить не менее 0,5 м. Затем с применением шаблона произвести установку на торец трубы направляющих поясов.

Следующая операция - установка кольцевого индукционного нагревателя или кольцевой пропановой горелки на стык и произвести подогрев стыка. Ширина зоны нагрева 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок.

После чего собрать стык без зазора при помощи инвентарного внутреннего пневматического центризатора со встроенным многоголовочным сварочным автоматом. Центризатор устанавливается «на стык», регулируется расположение сварочных головок относительно плоскости стыка и настраиваются параметры режима сварки.

Если отказала во время работы одна или несколько внутренних сварочных головок и появились в связи с этим не сваренные участки корневого слоя шва, реализуется следующий порядок действий:

- повторно включают отказавшие головки для сварки пропущенных участков;

- если отказа повторился, устанавливают наружные сварочные головки и выполняют автоматическую сварку первого наружного слоя (горячего прохода) на тех участках периметра трубы, где удалось сварить внутренний корневой слой;

- освобождают жимки центризатора и перемещают его внутрь трубопровода;

- выполняют осмотр корневого слоя шва и сваривают механизированной сваркой в защитных газах (вспомогательный процесс) пропущенных участков;

- завершают сварку горячего прохода наружными головками.

Не сваренные из-за отказа сварочных головок участки корневого слоя шва должны быть отделены друг от друга сваренными участками при общей протяженности не сваренных участков менее 50% периметра стыка. Если данное требование не выполнено - стык следует вырезать.

Параметры режима сварки корневого прохода и горячего прохода приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Параметры сварки корневого прохода и горячего прохода.

Наименование параметра	Порядок наложения слоев	
	Корневой	«Горячий проход»
Направление	Спуск	Спуск

Диаметр проволоки, мм	0.9	0.9
Подача проволоки, м/мин	9,65 ± 25%	12,7 ± 25%
Ток, полярность	= ; (+)	= ; (+)
Сила сварочного тока, А	170-210	220-270
Напряжение дуги, В	19.0-22.0	23-26
Вылет проволоки, мм	9.0	9.5
Скорость сварки, м/мин.	0,76 ± 5%	1,27 ± 10%
Защитный газ, %	75% аргон / 25 CO ₂	100% углекислый
Расход газа, л/мин.	33-52	33-52
Наклон электрода (вперед), градусы	0-7	0-7

После завершения сварки корневого слоя всеми головками освобождаются жимки центратора и с помощью механизма самохода сдвигается центратор внутрь трубопровода. «Усиление корневого слоя шва на участках замков, в случае превышения допустимой величины 3,0 мм следует обработать шлифовальным кругом, сохраняя плавные переходы и регламентированную форму шва» [7]. Для этих целей следует использовать малогабаритные шлифмашинки.

Для сварки «горячего прохода» приенять две наружные однодуговые сварочные головки (автоматы) Р-260/200. Каждый автомат выполняет сварку половины стыка. Начинать сварку горячего прохода следует не более чем через 10 минут после окончания сварки корневого слоя. Если указанное время превышено, необходимо поддерживать температуру на уровне не ниже температуры предварительного подогрева до момента сварки «горячего прохода», если данное требование не выполнено стык подлежит вырезке.

2.2 Сварка облицовочного и заполняющих слев

Сварка заполняющего и облицовочного слоев шва должна выполняться «на спуск» с использованием поперечных колебаний электродной проволоки. Сварку выполняют одновременно две наружные сварочные головки, причем, каждая головка сваривает половину стыка.

При сварке заполняющих и облицовочного слоев необходимо выполнять коррекцию вылета электродной проволоки и ее положения относительно оси сварного стыка. Режимы автоматической сварки указаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Режимы автоматической сварки разделки и облицовочного слоя

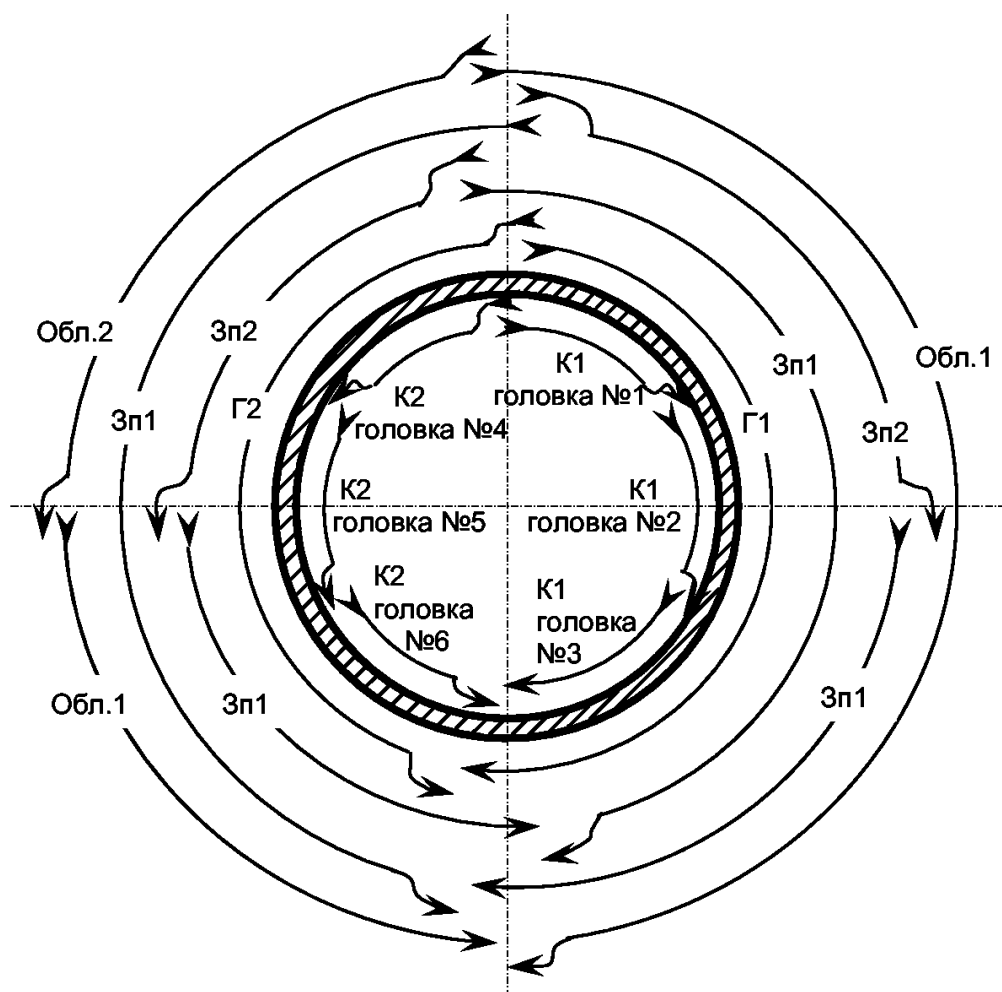
Параметр режима	Порядок наложения слоев		
	Заполняющие	Последний заполняющий	Облицованный
Направление	Спуск	Спуск	Спуск
Диаметр проволоки, мм	0.9	0.9	0.9
Поддача проволоки, м/мин	12,95± 25%	12,95± 25%	* 1067± 25%
Ток, полярность	= ; (+)	= ; (+)	= ; (+)
Сила сварочного тока, А	от 200 до 250	от 210 до 250	от 180 до 260
Напряжение дуги, В	от 22 до 25	от 23 до 26	от 18.0 до 22.5
Вылет проволоки, мм	13.0	13.0	9.5
Скорость сварки, м/мин	* 0,380 ± 25%	* 0,380 ± 25%	* 0,330 ± 25%
Защитный газ, %	** 0,510 ± 25%	** 0,460 ± 25%	** 0,460 ± 25%
Расход газа, л/мин.	100% углекислый	100% углекислый	75% Ar / 25% CO ₂
Наклон электрода (вперед), градусы	от 33 до 52	от 33 до 52	от 33 до 52
Частота колебаний проволоки, мин-1	от 0 до 7	от 0 до 7	от 0 до 7
Амплитуда колебаний, мм	от 140 до 190	от 140 до 190	* от 110 до 120 ** от 130 до 160
	следует регулировать по ширине разделки кромок		

* – параметры для положения в пространстве 10.00-2.00 час и 4.30-7.30 час.

** – параметры для положения в пространстве 2.00-4.30 час и 7.30-10.00 час.

При сварке заполняющих и облицовочного слоев следует дополнительно регулировать скорость сварки в пределах $\pm 25\%$ от номинальной. Данный технологический прием позволяет предотвратить стекание металла сварочной ванны на вертикальном участке, регулировать степень заполнения разделки, и форму и размеры облицовочного слоя для разных пространственных положений.

Общая схема сварки стыка приведена на рисунке 2.2.



К – корень шва, Г - горячий проход, Зп - заполняющие слои, Обл. - облицовочный слой (цифры после обозначения слоев показывают на очередь сварки данного участка в пределах слоя)

Рисунок 2.2 - Схема автоматической сварки неповоротных швов труб

После выполнения каждого слоя необходимо зачистить его поверхность от брызг и шлака. Для этого могут применяться как металлические щетки так и абразивные круги. Места начала и окончания сварки необходимо запилить обеспечивая плавный (на длине 10-15мм) переход между слоями.

Высоту каждого прохода нужно выдерживать в пределах от 1,5 до 2,5 мм.

Размер перекрытия облицовочным слоем основного металла должен быть в пределах от 1,0 до 2,0 мм.

После завершения сварки облицовочного слоя выполняют его визуальный контроль. обнаруженные наружные дефекты (поры, подрезы и др.) необходимо удалить шлифовальной машинкой и заполнить разделку до радиографического контроля сварного шва. При наличии большой величины усиления облицовочного слоя его зашлифовывают до требуемой величины сохраняя плавные переходы и нужную форму шва.

3 Выбор оборудования для автоматической сварки

Автоматическая сварка неповоротных стыков возможна только при использовании специализированного оборудования. Подобного рода оборудование выпускают ограниченное количество производителей и оно является достаточно сложным конструктивно и в эксплуатации.

Анализ предлагаемых рынком комплексов автоматической сварки позволяет остановить выбор на сварочном комплексе «CRC-Evans AW». Следует отметить, что первый свой комплекс автоматической сварки фирма Эванс разработала еще в 1968 году, первой в мире. К преимуществам комплекса фирмы Эванс следует отнести стабильность качества стыков, даже при ошибках операторов, сравнительная простота в эксплуатации, высокий коэффициент наплавки, стабильные показатели механических свойств сварного соединения,

Конструктивно сварочная секция аппарата, рисунок 3.1, включает в себя сварочную горелку, мотор подачи проволоки, мотор и редуктор для осцилляции, сопло, чтобы подавать защитный газ и катушки со сварочной проволокой. Диаметр проволоки 0,9 мм, масса катушки 2,72 кг.

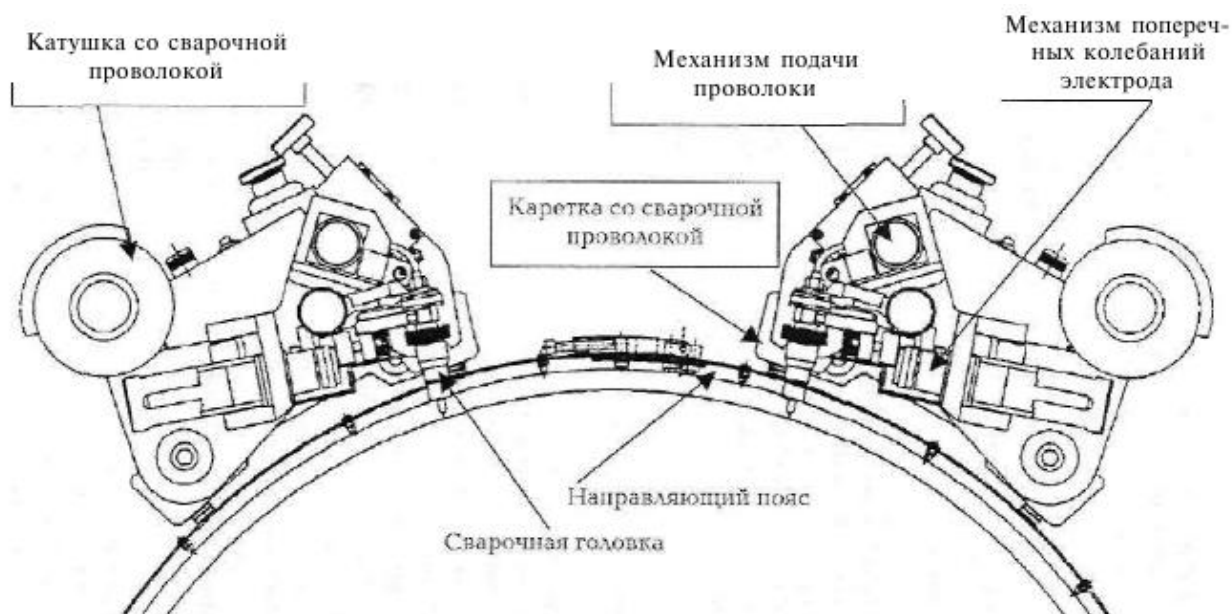


Рисунок 3.1 – Сварочная секция аппарата «CRC-Evans AW».

Имеется механизм, регулирующий амплитуду колебаний. Хотя аппараты для сварки т.н. горячего прохода, как правило, выполнены без механизма обеспечивающего колебания. В качестве защитного газа может быть применен как CO_2 , так и смесь 75 % Ar + 25 % CO_2 при сварке облицовочного шва.

Комплекс использует проволоку диаметром 0,9 мм.

Производительность комплекса составляет от 8 до 15 стыков в час.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Характеристика участка сварки.

Тема выпускной работы бакалавра: «Автоматическая сварка стыков магистральных нефтепроводов».

Условно, участок автоматической сварки стыков нефтепровода в условиях трассы показан на рис. 4.1.

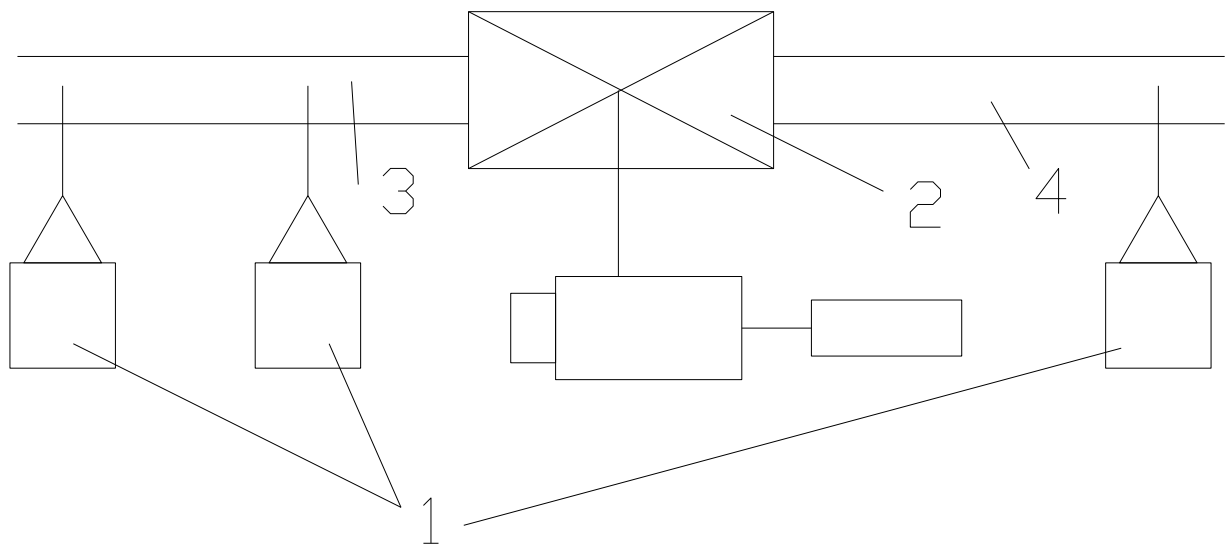


Рисунок 4.1 - Схема участка сварки трубопровода

В состав комплекса входит следующее оборудование:

1. Трубоукладчики;
2. Сварочный комплекс «CRC-Evans AW»;
3. Сваренный участок трубопровода;
4. Труба.

На рисунке 4.2 показан комплекс в работе.



Рисунок 4.2 – Общий вид комплекса

Таблица 4.1 - Паспорт объекта

№ п/п	Технология	Технологическая операция, вид работ	Должность работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Сварка труб	Входной контроль труб, сборка, сварка	Слесарь-сборщик, сварщик изделий из тугоплавких металлов,	Сварочный комплекс «CRC-Evans AW»	Сварочная проволока Св-09ГС, газ углекислый круг абразивный

4.2 Опасные факторы участка сварки.

Технологический процесс сварки труб нефтепроводов сопряжен с опасностями, вызванными различными причинами. Опасности могут привести человека как к временной так и к полной нетрудоспособности. Все зависит от стечения обстоятельств, от интенсивности воздействия.

При автоматической дуговой сварке трубопровода можно выделить следующие опасные и вредные производственные факторы: в воздухе у рабочей зоны повышено содержание озона, оксидов азота и аэрозолей, состоящих преимущественно, из оксидов металлов; повышенная температура поверхностей деталей и узлов трубопровода; повышенное напряжение в электрической цепи; наличие на производственном участке баллонов с углекислым газом [16].

Анализ рисков, обусловленных опасными и вредными производственными факторами проведем в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Наименование операции, вид выполняемых работ	Опасные и/или вредные производственные факторы	Источник опасных и / или вредных производственных факторов
1	Подготовка деталей к сварке, сборка узлов фермы, сварка фермы, контроль сварных соединений и геометрии изделия.	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенная пульсация	Сварочный комплекс «CRC-Evans AW» сварочная проволока Св-09ГС, газ углекислый, круг абразивный

		светового потока; повышенный уровень ультрафиолетовой радиации; повышенный уровень инфракрасной радиации.	
--	--	--	--

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Анализ методов и средств снижения профессиональных рисков проведем в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№ п/п	Опасные и / или вредные производственные факторы	Используемые средства коллективной защиты производственного персонала	Используемые средства индивидуальной защиты производственного персонала
1	движущиеся механизмы и части сварочного комплекса «CRC-Evans AW»; передвигаемые трубы, заготовки, материалы;	Предостерегающие надписи, соответствующая окраска, ограждения.	
2	повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	вентиляция	респираторы
3	высокая температура материалов		Спецодежда, перчатки
4	высокая температура воздуха в рабочей зоне;	вентиляция	
5	высокое напряжение в электрических цепях;	Заземление, контроль изоляции.	
6	повышенная пульсация светового потока;	Использование щитов для экранирования мест сварки,	маска сварщика
7	высокий уровень ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;	Использование щитов для экранирования мест сварки,	Спецодежда, маска сварщика
8	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;		Перчатки, спецодежда.

9	повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;	экранирование, увеличение расстояния от источника излучения и ограничение времени пребывания оператора в опасной зоне.	
---	---	--	--

Инструктажи: первичный, ежеквартальный общие для защиты от всех вредных факторов и в таблицу не включены.

4.4 Пожарная и техногенная безопасность рассматриваемого технического объекта.

Пожаром называется неконтролируемое горение, наносящее материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества, государства [16].

На участке сварки труб не исключена вероятность возникновения пожара. Основные классы пожара на участке и сопутствующие пожару опасные факторы приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
-------	------------------------	--------------	--------------	------------------------	--

1	Сварки стыков трубопровода	сварочный комплекс «CRC-Evans AW»;	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода.	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожаре
---	----------------------------	------------------------------------	--	---	--

Технические средства, позволяющие обеспечить пожарную безопасность на участке сварки труб проанализируем в таблице 4.5

Таблица 4.5 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на сварочном участке.

Наименование технологического процесса	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности участка	Требования к оснащению участка по обеспечению пожарной безопасности
Сварка	обучение персонала правилам пожарной безопасности, размещение на участке средств наглядной агитации, учений с производственным персоналом, комплектование добровольной пожарной дружины.	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр.

4.5 Экологическая безопасность участка сварки стыков

Таблица 4.7 – Воздействие объекта (сварочного участка) на окружающую среду

Наименование технологии	Составляющие технического объекта	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Сварка	Подготовка деталей к сварке, сборка, сварка, контроль сварных швов и геометрии трубопровода.	газообразные частицы; сажа;	Проявитель и закрепитель рентгеновских снимков	упаковка от сварочной проволоки,

Таблица 4.8 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование мероприятий	Сварка
Снижение негативного воздействия на атмосферу	Установка в систему вентиляции фильтров, улавливающих частицы сажи
Снижение негативного воздействия на литосферу	Установка контейнеров, для сбора мусора и производственных отходов.

Заключение по разделу

В процессе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы выявлены производственные факторы представляющие опасность для рабочих сварочного участка и окружающей среды.

Выполнен анализ возможных вариантов их устранения и снижения воздействия. Анализ показал, что применяемые на предприятии стандартные

средства обеспечения безопасности и санитарии производства обеспечат безопасность рабочих и окружающей среды.

Разрабатывать специальные и дополнительные средства защиты не нужно.

Для устранения угрозы окружающей среде необходимо особое внимание обратить на соблюдение технологического регламента, производственной санитарии т.д.

5 Экономическая эффективность проекта

Цель бакалаврской работы – повышение производительности труда и экономия присадки при сварке стыков труб магистральных газопроводов.

По проектному варианту сварка стыков трубопроводов осуществляется методом автоматической сварки. В базовом варианте сварку вели ручной дуговой сваркой. Внедрение проектного варианта за счет автоматизации уменьшит трудоемкость, облегчит труд рабочего и обеспечит условно-годовую экономию за счет снижения себестоимости сварки труб. Годовой экономический эффект получим за счет внедрения на участке сварки сварочного комплекса «CRC-Evans AW», и за счет этого повышения производительности труда.

Расчет будем выполнять по изменившимся операциям (сварка) технологического процесса на один стык.

Характеристика сравниваемых вариантов дана в таблице 5.1. В данной таблице показаны недостатки базовой технологии, и как планируется устранить их в проектном.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Низкая производительность труда из-за низкой скорости сварки, что обусловлено малыми величинами сварочного тока	При автоматической сварке сила тока больше и скорость сварки больше.
Большой расход электродов из-за огарков	За счет применения проволоки расход присадочного материала сокращается.
Сварщик контролирует длину дуги, подачу электрода, нужен квалифицированный рабочий.	Подача присадочного материала происходит автоматически, используем рабочего меньшего разряда, экономим фонд оплаты труда.

5.1 Исходные данные для расчетов

Исходные данные необходимые для проведения расчетов, занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные

№	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Значение	
				Баз. вар.	Пр. вар.
1	2	3	4	5	6
1	Программа годовая	Нпр	шт	3000	3000
Разряды рабочих					
2	Сварщика	Р.с.	-	V	IV
3	Бульдозериста	Р.б.	-	IV	IV
4	Машиниста трубоукладчика	Р.м.	-	VI	VI
5	Разряд дизелиста	Р.д.	-	IV	IV
6	Монтажника наружных трубопроводов	Рмнт	-	IV	IV
7	Стропальщика	Р.с.	-	III	III
Часовые тарифные ставки					
8	Сварщика	Счс	Р/час	72,16	58,24
9	Бульдозериста	Счб	Р/час	58,24	58,24
10	Машиниста трубоукладчика	Счм	р/час	86,32	86,32
11	Разряд дизелиста	Счд	р/час	58,24	58,24
12	Монтажника наружных трубопроводов	Смнт	р/час	58,24	58,24
13	Стропальщика	Счс	р/час	41,68	41,68
14	Коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой	Кдоп.	%	12	12
15	Коэффициент доплат к основной з/пл	Кд.		1,88	1,88
16	Норма амортизации оборудования: сварочного приспособления инструмента	На	%	18 12 15	18 12 15
17	Отчисления на соц. нужды.	Осн	%	36	36
18	Коэф -т. транспортно-заготовит. расходов	Кт -з	-	5	5
19	Цена оборудования	Цоб	Руб.	98000	3412000
20	Потребляемая мощность	Муст	кВт	3	7,4

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6
21	Коэффициент затрат на монтаж и демонтаж оборудования	Кмонт. Кдем.	%	2	2
22	Стоимость э-энергии	Цэ-э	Р/ кВт	2,50	2,50
23	Коэф-т выполн. нормы	Квн	-	1,1	1,1
24	Коэф-т полезн. действия	КПД	-	0,75	0,8
25	Коэф. Расхода сварочных материалов	Кр	-	1,7	1,15
26	Нормативный коэффициент экономической эффективности	Ен	-	0,33	0,33
27	Цеховые расходы	Кцех	-	2,15	2,15
28	Заводские расходы	Кзав	-	2,5	2,5
29	Стоимость присадочного материала: электроды; сварочная проволока	Цм	Руб/кг	120 -	- 160

5.2 Нормы времени на сварку стыка и фонда времени работы оборудования

Расчет норм времени будем производить на изменяющиеся операции технологического процесса по базовому и проектному варианту.

Время штучное

$$t_{шт} = t_{маш} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отл} + t_{п-з} \quad (5.1)$$

где $t_{маш}$ – машинное время;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, $t_{всп}=10\%$ от $t_{маш}$;

$t_{обсл}$ – время обслуживания оборудования и рабочего места, $t_{обсл} = 8\%$ от $t_{маш}$;

$t_{отл}$ – время на личный отдых рабочего, $t_{отл} = 5\%$ от $t_{маш}$;

$t_{п-з}$ - время подготовительно-заключительное, $t_{п-з} = 1\%$ от $t_{маш}$.

В базовом и проектном варианте длина сварного шва стыка трубопровода одинаковая и составит $L_{шва} = 3202$ мм (труба 1020 мм).

Нормы машинного времени определим из карт технологического процесса.

$$t_{МАШБ} = 0,4 \text{ час}$$

$$t_{МАШПР} = 0,25 \text{ час.}$$

Рассчитанные нормы штучного времени в часах сводим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – расчет норм времени

Вариант	$t_{\text{маш}}$	$t_{\text{всп}}$ 10%	$t_{\text{обсл}}$ 8%	$t_{\text{отл}}$ 5%	$t_{\text{п-з}}$ 1%	$t_{\text{шт}}$
Базовый:	0,4	0,06	0,04	0,02	0,004	0,524
Проектн.	0,25	0,0375	0,025	0,0125	0,0025	0,3275

5.3 Капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{соп}} \quad (5.2)$$

где: $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{соп}}$ – сопутствующие капитальные вложения, руб.

Рассчитаем прямые капитальные вложения по базовому и проектному варианту:

$$K_{\text{пр}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_3 \quad (5.3)$$

где $\Sigma C_{\text{об}}$ – суммарная цена оборудования, руб.;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования.

Количество оборудования, необходимое для выполнения принятой программы:

$$n_{\text{об.расчетн}} = \frac{N_{\text{пр}} * t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{эф}} * 60} \quad (5.4)$$

где: $N_{\text{пр}}$ – программа выпуска изделий, шт.;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время на сварку стыка, мин.;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования, час.

Для выполнения принятой $N_{\text{пр}}$ принимаем целое число единиц оборудования ($n_{\text{об.прин}}$).

Коэффициент загрузки оборудования:

$$k_3 = \frac{n_{\text{об.расчетн}}}{n_{\text{об.прин}}} \quad (5.5)$$

Фонд времени работы сварочного оборудования:

$$\Phi_{\text{эф}} = (D_K - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) * T_{\text{см}} * S * (1 - k_{\text{р.п}}) \quad (5.6)$$

где: D_K – количество календарных дней в году;

$D_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$D_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, час;

S – количество рабочих смен;

$k_{\text{р.п}}$ – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{\text{эф.}} = (365 - 110 - 14) * 8 \cdot 1 \cdot (1 - 0,06) = 1812 \text{ час.}$$

$$n_{\text{об.расчетн.б}} = \frac{3000 * 31,44}{1812 * 60} = 0,86 \text{ шт}$$

$$n_{\text{об.расчетн.пр}} = \frac{3000 * 19,65}{1812 * 60} = 0,54 \text{ шт}$$

$$k_{\text{зб}} = \frac{0,86}{1} = 0,86$$

$$k_{\text{зпр}} = \frac{0,54}{1} = 0,54$$

$$K_{\text{прб}} = 98000 * 0,86 = 84280 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{прпр}} = 3412000 * 0,54 = 1842480 \text{ руб.}$$

Сопутствующие капитальные вложения рассчитываются только для проектного варианта:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{монт}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{площ}} \quad (5.7)$$

$K_{\text{монт}}$ – затраты на монтаж нового оборудования;

$K_{\text{дем}}$ – затраты на демонтаж старого оборудования;

$K_{\text{площ}}$ – затраты на производственные площади под новое оборудование.

$$K_{\text{монт}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{монт}} \quad (5.8)$$

где: $k_{\text{монт}}$ – коэффициент монтажа оборудования = 0,2.

$$K_{\text{монт}} = 3412000 * 0,2 = 682400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дем}} = \Sigma C_{\text{об}} * k_{\text{дем}} \quad (5.9)$$

где: $k_{\text{дем}}$ – коэффициент демонтажа оборудования = 0,2.

$$K_{\text{дем}} = 98000 * 0,2 = 19600 \text{ руб.}$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование, рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{площ}} = S_{\text{площ}} * C_{\text{площ}} * g * k_3 \quad (5.10)$$

где: g – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3.

$$K_{\text{ПЛОЩ}} = 3 \cdot 3000 \cdot 3 \cdot 0,12 = 342 \text{ руб}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{БАЗ}} = K_{\text{ПР}} = 84280 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩ}}^{\text{ПР}} = 1842480 + 682400 + 19600 + 324 = 2544804 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} \quad (5.11)$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{БАЗ}} = 84280 / 3000 = 28,09 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{ПР}} = 2544804 / 3000 = 848,27 \text{ руб.}$$

5.4 Технологическая себестоимость сравниваемых вариантов.

Затраты на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{\text{осн}} + ЗМ_{\text{всп}}$$

Затраты на основные материалы не рассчитываем, так как основные материалы одни и те же.

Затраты на вспомогательные материалы берем из технологических карт для одного стыка

Для базового варианта на стык

$$ЗМ_{\text{Б}} = 486,64 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта на стык

$$ЗМ_{\text{СВПР}} = ЗМ_{\text{СВПР}} + З_{\text{Г}} \quad (5.15)$$

$$ЗМ_{\text{пр}} = 343,52 + 240 = 583,52 \text{ руб.}$$

Затраты на электрическую энергию

$$З_{\text{э-э}} = \frac{P_{\text{об}} \cdot t_{\text{о}}}{\text{КПД}} Ц_{\text{э-э}} \quad (5.16)$$

где $P_{\text{об}}$ – полезная мощность сварочного оборудования, кВт;

$Ц_{\text{э-э}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час;

КПД – КПД установки.

Полезная мощность сварочного определяется по режимам сварки: сила тока и напряжение.

$$P_{\text{об}}^{\text{Б}} = 170 \cdot 30 = 5100 \text{ Вт} = 5,1 \text{ кВт}$$

$$З_{\text{э-э}}^{\text{Б}} = \frac{5,1 \cdot 0,4}{0,7} 2,2 = 6,41 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{об}}^{\text{ПР}} = 300 \cdot 30 = 9000 \text{ Вт} = 9 \text{ кВт}$$

$$З_{\text{э-э}}^{\text{ПР}} = \frac{9 \cdot 0,25}{0,75} 2,2 = 6,6 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.

$$З_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{т.р}} \quad (5.18)$$

где $A_{\text{об}}$ – амортизационные отчисления на оборудование, руб.;

$P_{\text{т.р}}$ – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

Затраты на амортизацию оборудования

$$A_{об.} = \frac{C_{об} * N_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (5.19)$$

где $C_{об}$ – цена оборудования по базовому и проектному вариантам, руб;

$N_{об}$ – норма амортизации оборудования, %;

Результаты расчетов амортизации оборудования по проектному варианту и по базовому варианту сводим в таблицу 5.4

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{т.р} = \frac{C_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} \quad (5.20)$$

Таблица 5.4 – Амортизация сварочного оборудования

№ п/п	Вид оборудования	C _{об} , руб	N _а , %	t _{шт} , час	кз	Значение, руб	
						баз	пр
1	Сварочный автомат системы «CRC-Evans AW» (P-260/200)	3412000	18	0,3275	0,86	-	130,93
2	Источник питания	86000	18	0,524	0,54	44,47	-
3	Центратор типа ЦВ	28000	12	0,524 0,3275	0,86 0,54	0,49 -	- 0,24
4	Машинка угловая шлифовальная МШУ-1-6-230	4500	15	0,524 0,3275	0,86 0,54	0,09 -	- 0,04
5	Трубоукладчики Комацу	1700000	12	0,524 0,3275	0,86 0,54	29,92 -	- 14,832
Итого						84,97	146,04

где $H_{т.р}$ – норма отчислений на текущий ремонт оборудования, $\approx 35\%$;

$$P_{тр}^{б} = \frac{86000 * 35 * 0,86}{1812 * 100} = 64,28 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{тр}}^{\text{пр}} = \frac{3412000 * 35 * 0,54}{1812 * 100} = 264,49 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на оборудование

$$З_{\text{об}}^{\text{б}} = 84,97 + 64,28 = 143,94 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{об}}^{\text{пр}} = 146,04 + 264,49 = 410,53 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$З_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{пл}} * S_{\text{пл}} * Na_{\text{пл}} * t_{\text{ит}}}{\Phi_{\text{эф}} * 10060} \quad (5.21)$$

где: $C_{\text{пл}}$ – цена 1 м² производственной площади, руб.;

$Na_{\text{пл}}$ – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{\text{пл}}$ – площадь, под оборудование, м²;

$$З_{\text{пл}}^{\text{б}} = \frac{3000 * 8 * 2 * 0,524}{1812 * 100} = 0,13 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{пл}}^{\text{пр}} = \frac{3000 * 11 * 2 * 0,3275}{1812 * 100} = 0,11 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы

$$\text{ФЗП} = \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} + \text{ЗПЛ}_{\text{доп}} \quad (5.22)$$

Затраты на основную заработную плату.

$$\text{ЗПЛ}_{\text{осн}} = t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_{\text{зпл}} \quad (5.23)$$

где $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб/час;

$t_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, час;

$k_{\text{зпл}}$ – коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$k_{\text{зпл}} = k_{\text{пр}} * k_{\text{вн}} * k_{\text{у}} * k_{\text{нф}} * k_{\text{н}} \quad (5.24)$$

где $k_{\text{пр}} = 1,25$ – коэффициент премирования;

$k_{\text{вн}} = 1,1$ – коэффициент выполнения норм;

$k_y = 1,1$ – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{пф} = 1,057$ – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_H = 1,133$ – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.

$$k_{зпл} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,057 \cdot 1,133 = 1,81$$

Расчеты заработной платы рабочих сведем в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Заработная плата рабочих

Рабочий:	Сч	п	t _{шт}		Кд	Заработная плата	
			Базов	Проект		Базовый	Проект
Сварщик	72,16/58,24	4	0,524	0,3275	1,81	284,34	138,30
Бульдозерист	58,24	1	0,524	0,3275	1,81	57,37	35,85
Машинист трубоукл.	86,32	3	0,524	0,3275	1,81	135,70	84,81
Дизелист	58,24	1	0,524	0,3275	1,81	57,37	35,85
Монтажник	58,24	2	0,524	0,3275	1,81	114,74	71,71
Стропальщик	41,68	1	0,524	0,3275	1,81	41,06	25,66
Итого:						690,58	392,18

$$ЗПЛ_{осн}^Б = 690,58 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{осн}^{ПР} = 392,18 \text{ руб.}$$

Заработная плата дополнительная

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_d}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.25)$$

где k_d – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^Б = 690,58 \cdot 10/100 = 69,06 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{ПР} = 392,18 \cdot 10/100 = 39,22 \text{ руб.}$$

$$ФЗП_Б = 690,58 + 69,06 = 759,64 \text{ руб.}$$

$$ФЗП_{ПР} = 392,18 + 39,22 = 431,40 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

$$O_{\text{CH}} = \Phi\text{ЗП} \cdot N_{\text{СОЦ}} / 100 \quad (5.26)$$

где $N_{\text{соц}}$ – коэффициент отчислений на социальные нужды, 30 %.

Базовый

$$O_{\text{CH}}^{\text{б}} = 759,64 \cdot 30 / 100 = 227,89 \text{ руб.}$$

Проектный

$$O_{\text{CH}}^{\text{пр}} = 431,40 \cdot 30 / 100 = 129,42 \text{ руб.}$$

Себестоимость технологическая

$$C_{\text{ТЕХ}} = \text{ЗМ} + \text{З}_{\text{Э-Э}} + \text{З}_{\text{ОБ}} + \text{З}_{\text{ПЛ}} + \Phi\text{ЗП} + O_{\text{CH}} \quad (5.27)$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{б}} = 486,64 + 6,41 + 143,94 + 0,13 + 759,64 + 227,89 = 1694,65 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{пр}} = 583,52 + 6,6 + 410,53 + 0,11 + 431,40 + 129,2 = 1561,58 \text{ руб.}$$

5.5 Цеховая себестоимость

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.28)$$

где $P_{\text{ЦЕХ}}$ – сумма цеховых расходов, руб.

$$P_{\text{ЦЕХ}} = k_{\text{ЦЕХ}} \cdot \text{З}_{\text{ОСН}} \quad (5.29)$$

где $k_{\text{цех}}$ – коэффициент цеховых расходов, 2,5;

$\text{З}_{\text{осн}}$ – основная заработная плата рабочих, руб.

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{б}} = 1694,65 + 690,58 \cdot 2,5 = 1694,65 + 1726,45 = 3421,1 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{\text{пр}} = 1561,58 + 392,18 \cdot 2,5 = 1561,58 + 980,45 = 2542,03 \text{ руб.}$$

5.6 Заводская себестоимость

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot \text{З}_{\text{ОСН}} \quad (5.30)$$

где $P_{\text{зав}}$ – сумма заводских расходов, руб.

$k_{\text{зав}}$ – коэффициент общезаводских расходов, 1,8

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{б}} = 3421,1 + 690,58 \cdot 1,8 = 3421,1 + 1243,04 = 4664,14 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЗАВ}}^{\text{пр}} = 2542,03 + 392,18 \cdot 1,8 = 2542,03 + 705,92 = 3247,95 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости

Результаты расчета себестоимости сведом в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Калькуляция себестоимости сварки одного стыка

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	486,64	583,52
2	Фонд заработной платы	ФЗП	759,64	431,40
3	Отчисления на социальные нужды	Осн	227,89	129,42
4	Затраты на оборудование	Зоб	143,94	410,53
5	Затраты на площади	Зпл	0,13	0,11
6	Затраты на электроэнергию	Зэ-э	6,41	6,6
	Себестоимость технологическая	Стех	1694,65	1561,58
7	Цеховые расходы		1726,45	980,45
	Себестоимость цеховая	Сцех	3421,1	2542,03
8	Заводские расходы		1243,04	705,92
	Себестоимость заводская	Сзав	4664,14	3247,95

5.7 Показатели экономической эффективности проекта

Условно-годовая экономия (ожидаемая прибыль от снижения себестоимости изготовления изделия)

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left(C_{зав}^б - C_{зав}^{np} \right) \cdot N_{np} \quad (5.31)$$

$$\mathcal{E}_{у.г.} = (4664,14 - 3247,95) \cdot 3000 = 4248570 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_Г = \left[\left(C_{зав}^б + E_H \cdot K_{уд}^б \right) - \left(C_{зав}^{pp} + E_H \cdot K_{уд}^{pp} \right) \right] \cdot N_{pp} \quad (5.32)$$

$$\mathcal{E}_Г = \left[(4664,14 + 0,33 \cdot 28,09) - (3247,95 + 0,33 \cdot 848,27) \right] \cdot 3000 = 3435782,7 \text{ руб.}$$

Показатели уменьшения трудоемкости

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штб} - t_{штпп}}{t_{штб}} \cdot 100\% \quad (5.33)$$

$$\Delta t_{шт} = \frac{0,524 - 0,327}{0,524} \cdot 100\% = 37\%$$

Повышение производительности труда

$$\Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (5.34)$$

$$\Pi_T = \frac{100 \cdot 37}{100 - 37} = 59\%$$

Изменение заводской себестоимости

$$\Delta C_{\text{ЗЗВ}} = \frac{C_{\text{ЗЗВ}}^{\text{БАЗ}} - C_{\text{ЗЗВ}}^{\text{ПП}}}{C_{\text{ЗЗВ}}^{\text{БАЗ}}} \cdot 100\% \quad (5.35)$$

$$\Delta C_{\text{ЗЗВ}} = \frac{4664,14 - 3247,85}{4664,14} \cdot 100\% = 30\%$$

Окупаемость капитальных вложений

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K_{\text{общпр}}}{\mathcal{E}_{\text{УГ}}} \quad (5.36)$$

$$T_{\text{ОК}} = \frac{2544804}{4248570} \approx 0,5 \text{ года}$$

Сравнительная экономическая эффективность

$$E_{\text{СР}} = \frac{1}{T_{\text{ОК}}} = \frac{1}{0,5} = 2 \quad (5.37)$$

Выводы по экономическому разделу

По сравнению с базовым вариантом трудоемкость в проектном варианте снизилась на 37%. Повышение производительности труда составило 30%.

Для осуществления проекта требуются капитальные вложения в размере 2544804 руб. Срок их окупаемости составит около 0,5 года. За счет внедрения более производительного оборудования планируется получить годовой экономический эффект 3435782,7 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Детальный анализ базовой технологии сварки стыков трубопровода показал, что причиной главных его недостатков является низкий уровень механизации и автоматизации процесса дуговой сварки.

В работе рекомендован способ автоматической дуговой сварки стыков.

Разработан технологический процесс автоматической сварки с применением специализированной установки.

Применение автоматической сварки проволокой сплошного сечения в среде защитного газа позволяет повысить производительность труда, снизить затраты на заработную плату, так как можно применить рабочего меньшего разряда.

При внедрении результатов бакалаврской работы предполагается получить годовой экономический эффект в размере 3435782,7 руб. Цель проекта достигнута

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
2. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с..
3. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
4. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
5. Справочник конструктора и технолога / сост. В. М. Михин, Б. Е. Кобызев, В. В. Михайленко. - Королев : ЦНИИМАШ, 2000. - 582 с.
6. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
7. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
8. Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений трубопроводов и аппаратов, работающих под давлением / П. М. Корольков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1987. - 233 с.
9. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
10. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.

11. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
12. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
13. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
14. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
15. Уткин И.Ю. Роль микролегирующих элементов в формировании механических свойствоколошовной зоны при сварке прямошовных труб большого диаметра групп прочности Х70-Х80. Автореферат диссертации кандидата технических наук. Москва: 2011. – 27 с.
16. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
17. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
18. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
19. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
20. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
21. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.

22. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Ключев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
23. Александров А.Р. Источники питания для дуговой сварки [Текст] / А.Р. Александров, В.С. Милютин. - М.: Машиностроение, 1982-427 с.
24. Думов С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов [Текст] / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.
25. Пейсахов А. М. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для студентов немашиностроит. специальностей вузов / А. М. Пейсахов, А. М. Кучер. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Изд-во Михайлова В. А., 2004. - 406 с.