

МИНИСТЕРСТВО 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)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Технология и оборудование сварки при реконструкции магистрального газопровода Мокроус – Самара – Тольятти»

Студент	<u>С.Н. Алексеев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.И. Плахотный</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>д.э.н., профессор И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Дерябин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>к.т.н., доцент В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Ельцов
(учёная степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО 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

Завкафедрой «СОМДиРП»

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ___ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Алексеев Сергей Николаевич

1. Тема «Технология и оборудование сварки при реконструкции магистрального газопровода Мокроус – Самара – Тольятти»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
26 мая 2017г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: литературные данные, данные нормативной документации, статьи, реферативные журналы.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов): 1. Введение; 2. Анализ способов сварки; 3.

Анализ сварочных материалов;

4. Требования к качеству труб, контроль и исправление дефектов; 5.

Технология сварки; 6. Безопасность и экологичность объекта; 7. Расчет экономической эффективности проекта.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

1. Анализ способов сварки; 2. Комбинированные способы сварки труб магистральных газопроводов; 3. Виды разделки кромок; 4. Технология

сварки труб Ду530. 5. Технология сварки труб до Ду530. 6. Технологическая схема запуска узла очистного устройства. 6. Экономическая эффективность

проекта.

6. Консультанты по разделам:

Экономическая эффективность - И.В. Краснопевцева;

Безопасность и экологичность технического объекта - И.В. Дерябин;

Нормоконтроль - В.Г. Виткалов.

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

Заказчик

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

Д.И. Плахотный

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

С.Н. Алексеев

(И.О. Фамилия)

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

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения бакалаврской работы

Студента Алексеева Сергея Николаевича

по теме «Технология и оборудование сварки при реконструкции магистрального газопровода Мокроус – Самара – Тольятти»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Введение	27.01.2017	26.01.2017	выполнено	
2. Анализ способов сварки	17.02.2017	17.02.2017	выполнено	
3. Анализ сварочных материалов	03.03.2017	01.03.2017	выполнено	
4. Требования к качеству труб, контроль и исправление дефектов	14.04.2017	12.04.2017	выполнено	
5. Технология сварки	14.04.2017	12.04.2017	выполнено	
6. Безопасность и экологичность объекта	28.04.2017	28.04.2017	выполнено	
7. Расчет экономической эффективности проекта	12.05.2017	12.05.2017	выполнено	
8. Графическая часть	26.05.2017	25.05.2017	выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

(подпись)

Д.И. Плахотный

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

С.Н. Алексеев

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

При строительстве предприятий нефтяной, газовой, химической, пищевой, металлургической промышленности, а также объектов топливно-энергетического и агропромышленного комплексов значительный объем составляют работы по изготовлению и монтажу трубопроводов.

При сварке и монтаже магистральных газопроводов возникает ряд трудностей, связанных с выбором способа сварки, который обеспечивал бы необходимую прочность соединения, минимальную трудоемкость и низкую себестоимость. При сварке газопроводов выбор способа осложняется и тем, что ориентироваться следует на способы, разрешенные техническими регламентами. Поэтому существующие технологии сварки не всегда соответствуют минимальной трудоемкости и низкой себестоимости.

Исходя из этого, целью выпускной квалификационной работы является: снижение себестоимости работ при сварке узла запуска очистного устройства газопровода-отвода Мокроус – Самара – Тольятти.

С целью свершения установленной цели были разрешены последующие проблемы:

- Рассмотрены исполнения сборочно-сварных работ, использования сварочных материалов и оснащения, а также условия к характеристикам и свойствам сварных соединений, технологиям сварки при строительстве промысловых и магистральных газопроводов имеющимися дуговыми методами.

- Исследована техника выполнения сварки корневого шва при помощи STT процесса.

- Анализ допустимых способов сварки, с точки зрения качества выполнения сварного соединения, производительности работ и экономических затрат.

- Требования к качеству труб, контроль и исправление дефектов.

- Технология сварки узла запуска очистного устройства газопровода - отвода Мокроус – Самара – Тольятти.

- Экономический расчет эффективности проекта.

Выпускная квалификационная работа содержит в себе введение, 6 глав, заключение и список использованных источников в количестве 26 штук, объем выпускной квалификационной работы составляет 73 страниц формата А4, содержит 14 рисунков, 9 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1.1. Общее устройство узла запуска очистного устройства.....	10
1.2. Анализ способов сварки при изготовлении магистральных трубопроводов и требования к качеству труб.....	12
2. Материалы для сварки труб магистральных газопроводов.....	28
2.1. Покрытые электроды	28
2.2. Сварочная проволока сплошного сечения для механизированной и автоматической сварки труб в защитных газах.....	29
2.3. Порошковая проволока для механизированной и автоматической сварки.....	30
3. Требования к качеству труб, контроль и исправление дефектов.....	31
3.1. Требования к качеству труб.....	31
3.2. Возможные дефекты и причины их образования.....	32
3.3. Применяемые методы контроля. Оборудование и материалы для контроля.....	33
3.4. Последовательность и содержание операции.....	33
3.5. Технология исправления дефектов.....	34
4. Технология сварки узла запуска очистного устройства газопровода- отвода Самара –Тольятти.....	35
4.1. Технология сварки труб с Ду 530 мм.....	35
4.2. Сварка труб с Ду до 530 мм.....	39
5. Безопасность и экологичность объекта	44
6. Расчет экономической эффективности проекта	55
Заключение	70
Список используемой литературы.....	71

ВВЕДЕНИЕ

При строительстве предприятий нефтяной, газовой, химической, пищевой, металлургической промышленности, а также объектов топливно-энергетического и агропромышленного комплексов значительный объем составляют работы по изготовлению и монтажу трубопроводов. Трубопровод — это сооружение, соединенных между собой труб, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей аппаратуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики, опор и подвесок, крепежных деталей, прокладок, материалов и деталей тепловой и противокоррозионной изоляции и предназначенное для транспортирования газообразных, жидких и твердых веществ.

Магистральные газопроводы от рабочего давления делят на вида: первый вид — при рабочем давлении от 2,5 до 10 МПа; второй вид — при рабочем давлении от 1,2 до 2,5 МПа. Кроме того, в зависимости от способа прокладки, диаметра и характеристики местности, которую они пересекают, их подразделяют на категории. СНиП 2.05.06-85 предусматривает следующие категории магистральных газопроводов и их участков: В (высшая), I, II, III, IV (низшая). Магистральные газопроводы диаметром менее 1200 мм относятся к категориям I—IV, а диаметром 1200 мм и более — к категориям I-III. На наиболее сложных (болота, водные преграды и т.д.) и ответственных участках трассы категория магистральных газопроводов повышается. К категории «В» относятся газопроводы, сооружаемые внутри зданий и на территориях КС и ГРС. При проектировании допускается категорию отдельных участков газопроводов повышать на одну категорию, против установленной СНиПом, при соответствующем обосновании.

При сварке и монтаже магистральных газопроводов возникает ряд трудностей, связанных с выбором способа сварки, который обеспечивал бы необходимую прочность соединения, минимальную трудоемкость и низкую

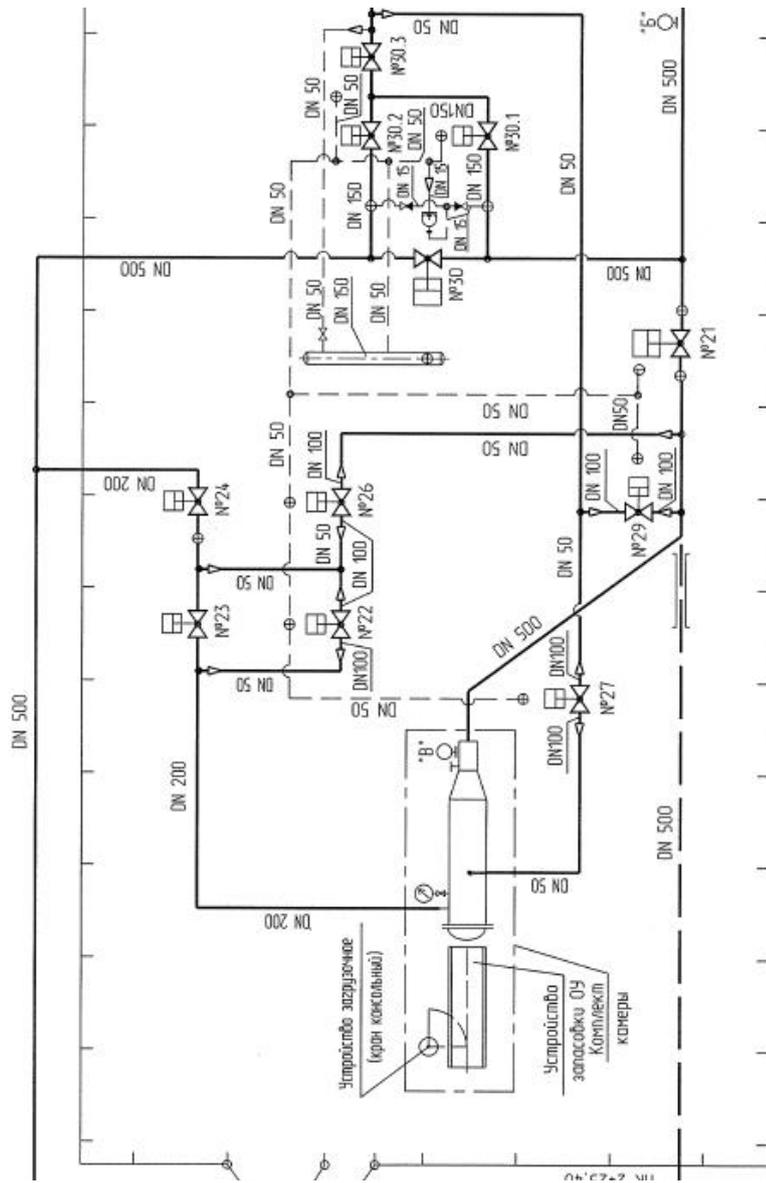
себестоимость. При сварке газопроводов выбор способа осложняется и тем, что ориентироваться следует на способы, разрешенные техническими регламентами. Поэтому существующие технологии сварки не всегда соответствуют минимальной трудоемкости и низкой себестоимости.

Целью работы является снижение себестоимости работ при сварке узла запуска очистного устройства газопровода-отвода Мокроус – Самара – Тольятти.

1.1. Общее устройство узла запуска очистного устройства

На участках магистральных газопроводах предусматривают устройства по очистке газопровода от загрязнений при помощи очистных поршней (рис.1.1). Устройство состоит из: узлов пуска и приема очистных поршней, систем контроля и автоматического управления процессом очистки. Узлы пуска и приема очистных поршней помещают вблизи КС, и часто совмещают. На первой части магистрального газопровода узел пуска очистки поршней, на конечной части узел приема, и во всех промежуточных точках (КС) — совмещенные узлы приема и пуска. Учитывают для очистки трубопровода и на сложных участках трассы трубопровода, например на переходах через водные преграды. При этом на первых берегах потока газа монтируют узел пуска очистных поршней, а на втором — узел приема. В зависимости от технологических схем и газопроводов, состав перекачиваемого газа местонахождения очистных устройств могут быть самыми разными.

Узел пуска содержит камеру очистных поршней, через запорное устройство к основной магистрали, с технологической обвязкой, система контроля и управление работой запуском поршня, платформу для хранения, очистки поршней и механизм их запасовки в камеру. Узел приема содержит, камера для съемки очистных поршней, через запорное устройство к основной магистрали, с технологической обвязкой, систему контроля и управления приема очистных поршней, технологические трубопроводы и емкости для приема загрязненного конденсата, площадку для хранения использованных очистных поршней и устройство для его выемки из камеры приема.



Условные обозначения

- | | | | |
|--|--|--|--------------------------------|
| | Камера запуска ОУ | | Сигнализатор прохождения парши |
| | Кран с пневмоприводом (управление дистанционное) | | Резьбонаконный рукав |
| | Кран с ручным приводом | | Переход (смена диаметра) |
| | Предохранительный клапан | | Сеча продувочная |
| | Обратный клапан | | Направление потока газа |
| | | | Проекционный газопровод |

Рисунок 1.1 – Технологическая схема узла запуска очистного устройства

1.2. Анализ способов сварки при изготовлении магистральных трубопроводов и требования к качеству труб

При сварке магистральных газопроводов выбирать способ сварки необходимо исходя из требований следующих нормативных документов:

ВРД 39.1..10-006-2000*, СНиП III-42-80*, СНиП 3.01.04-87, СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002, СНиП 3.02.01-87, СТО Газпром 2-2.2-136-2007 часть, СТО Газпром 2-2.4-083-2006, ВСН 011-88 Миннефтегазстрой, ВСН 012-88 Миннефтегазстрой часть I, II и другими действующими документами НТД ОАО «Газпром».

В начале одностороннего подводного перехода D 500 мм через Куйбышевское водохранилище размещается узел запуска очистного устройства (УЗОУ). Узел запуска ОУ относится к I категории. Рабочее давление магистрального трубопровода D 500 - 5,4 Мпа.

Для сооружения узла запуска ОУ приняты стальные электросварные прямошовные и бесшовные трубы производства [1]:

1. ОАО «Выксунского металлургического завода»

- Труба 530x7x ТУ 14-3Р-22-97 с наружным антикоррозионным заводским покрытием «усиленного типа»;
- Труба 530x10-K52 ТУ 14-3Р-22-97 (без изоляции);
- Труба 530x12-K52 ТУ 1381-003-47966425-2006 (без изоляции);
- Труба 530x13-K52 ТУ 1381-003-47966425-2006 (без изоляции);

2. ОАО «Волжского трубного завода»:

- Труба 530x8-Д ГОСТ 8696-74 с наружным антикоррозионным заводским покрытием;
- Труба тип 1-219x6-K42 ГОСТ 20295-85;
- Труба тип 1-159x6-K42 ГОСТ 20295-85;
- Труба 108x6-B20 ГОСТ 8732-78;
- Труба 57x5-B20 ГОСТ 8732-78;

- Труба 20x3-B20 ГОСТ 8734-75;

Трубы и соединения должны удовлетворять требованиям, предусмотренным СНиП 2.05.06-85* «Магистральные трубопроводы» (раздел 13).

Трубы изготавливаются из горячекатанной или термически обработанной спокойной и полуспокойной углеродистой стали по ГОСТ 380-88 и ГОСТ 1050-88 с ограничением доли углерода не более 0,24 % и низколегированной стали в табл 1.1

Таблица 1.1 – Требования по изготовлению труб [2]

Тип	Углеродистая сталь			Низколегированная сталь			
	Класс прочности						
	К34	К38	К42	К50	К52	К55	К60
DN 159-377 мм	√	√	√				
DN 530-820 мм				√	√	√	√

Сталь выбирается предприятием – изготовителем с учетом требований по нормам механических свойств и ограничений по предельному содержанию элементов для углеродистой стали в соответствии с ГОСТ 380-71 и ГОСТ 1050-74, низколегированной стали - #M12291 1200000231 ГОСТ 19281-89#. Углерод каждой плавки низколегированных марок стали не должен превышать 0,46%. Трубы изготавливают термически обработанными и без термической обработки в соответствии с табл. 1.2.

Таблица 1.2 – Термообработка труб [2]

Тип	Термообработанные		Нетермообра - ботанные
	по всему объему	по сварному соединению	
DN 159-377 мм	-	-	+
DN 530-820 мм	+	+	+

Механические свойства основных материалов труб в зависимости от класса прочности должны соответствовать приведенным в таблице. 1.3.

Труба диаметром 219мм и более с толщиной стенки 6 мм и более, должны держать ударный изгиб. Ударная вязкость основного материала трубы должна быть не менее нормы, указанные в таблице. 1.4. Для труб типа 2 820мм диаметра класса прочности К60 и труб типа 3 диаметром 720 и 820мм значение доли вязкой составляющей основного материала труб при температуре испытания минус 5°С не менее 50%.

Таблица 1.3 – Механические свойства основного металла труб [2]

Класс прочности	Временное сопротивление разрыву σ_b , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Предел текучести σ_T , Н/мм ² (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ_5 , %
	не менее		
К34	333(34)	206(21)	24
К38	372(38)	235(24)	22
К42	412(42)	245(25)	21
К50	485(50)	343(35)	20
К52	510 (52)	353(36)	20
К55	539(55)	372(38)	20
К60	588(60)	412(42)	16

Таблица 1.4 – Ударная вязкость основного металла труб [2]

Наименование труб	Ударная вязкость, Дж/см ² (кгс*м/см ²), не менее			
	КCU		KCV	
	при температуре испытания, °С			
	-40	-60	-5	-10
DN 219 - 426 мм	29,4 (3)	-	-	-
Нетермообработанные DN 530 - 820 мм	29,4 (3)	-	-	-
Термически упрочненные типа 2 DN 530 - 820 мм	39,2 (4)	39,2 (4)	-	-
Типа 2 класса прочности К 60 DN530-820 мм	39,2 (4)	39,2 (4)	29,4 (3)	29,4 (3)

Временное сопротивление разрыву продольных и спиральных сварных соединений должны не менее нормы, указанные в таблице. 1.3. Вязкость продольных и спиральных сварных соединений труб диаметром 530-820мм должна быть не менее:

- 19,6 Дж/см² (2 кгс*м/см²) - при температуре испытания минус 40 °С для труб типа 3;

- 29,4 Дж/см² (3 кгс*м/см²) - при температуре испытания минус 40 °С и минус 60 °С для труб типа 2.

Трещины, плены, рванины, расслоения и закаты на поверхности основного металла труб не допускаются.

Незначительные забоины, рябизна и окалина допускаются, если они не выводят толщину стенки за пределы минусовых отклонений.

Сварку труб и деталей выполняют в соответствии с СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть 1».

- автоматическая контактная сварка Оплавлением и может быть применено для других видов сварки для каждого из технологических инструкций, в сотрудничестве с ОАО "Газпром" и разработчиком настоящего стандарта.

- ручная дуговая сварка покрытыми электродами;
- ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;
- механизированная сварка плавящимся электродом в среде активных газов и смесях;

- механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой;
- автоматическая сварка плавящимся электродом в защитном газе и смесях;

- автоматическая сварка плавящимся электродом в среде активных газов и смесях;

- автоматическая сварка порошковой проволокой в защитном газе и смесях;

- автоматическая сварка под сварка флюсом.

Автоматическая контактная сварка это дорогостоящий способ оправдывающий свое применение лишь при строительстве магистральных

трубопроводов очень большой длины. Поэтому в данном случае его применение не является целесообразным.

Способ ручной дуговой сварки покрытыми электродами наиболее распространен при строительстве магистральных трубопроводов. Это связано с простотой и распространенностью используемого оборудования и материалов. Кроме того, ручной дуговой сваркой покрытыми электродами можно вести сварку в местах не доступных автоматическим и механизированным способами.

Однако качество сварного шва и скорость его выполнения здесь напрямую зависит от квалификации сварщика.

Сам способ отличается высокой трудоемкостью и относительно низкой производительностью, но является основным при строительстве магистральных трубопроводов.

Способ ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом используется в основном для сварки трубопроводов из алюминиевых сплавов. При сварке стальных трубопроводов аргонодуговой сваркой заваривают корень шва, а остальную разделку заполняют при помощи ручной дуговой или механизированной сварки. Преимуществами данного способа являются хорошая защита сварочной ванны и лучшее по сравнению с ручной дуговой сваркой качество формирования шва. Производительность при ручной сварке сопоставима со сваркой покрытыми электродами, а при автоматизации способа резко возрастает. Но из-за дороговизны и дефицитности аргона использовать этот способ как основной при сварке стальных трубопроводов не целесообразно. Кроме того, при автоматизации аргонодуговой сварки возрастает и стоимость оборудования.

Одним из перспективных способов при строительстве магистральных газопроводов является сваркой плавящимся электродом в среде активных газов и смесях. Разновидностью этого способа является механизированной сварки процессом STT в среде активных защитных газов.

Аббревиатура для STT расшифровывается как "поверхностная передача напряжения" - это так называемый механизм передачи капли с помощью сил поверхностного натяжения. Процесс переноса, короткого замыкания, который реализуется при дуговой сварке в среде защитных газов с одним важным отличием - расплавленный металл переносится за счет сил поверхностного натяжения (относительно больших), сварочной ванны, внутри жидких капель (относительно низкие силы поверхностного натяжения) тянет на конце проволоки. Электромагнитное давление при сжатии в случае Пинч-эффекта в дополнение к падению помогает отделиться, но это не основной механизм передачи, как мы это делаем в обычной сварке короткой замыканиями. Этот тип передачи значительно уменьшает разбрызгивание и дымовыделение при выраженном традиционными методами. Процесс прост в использовании, обеспечивает хороший контроль над сварочной ванны и может значительно снизить вероятность несплавлений. Он не требует от сварщика, высокой квалификации. Кроме того, простота процедуры STT сокращает время подготовки сварщиков.

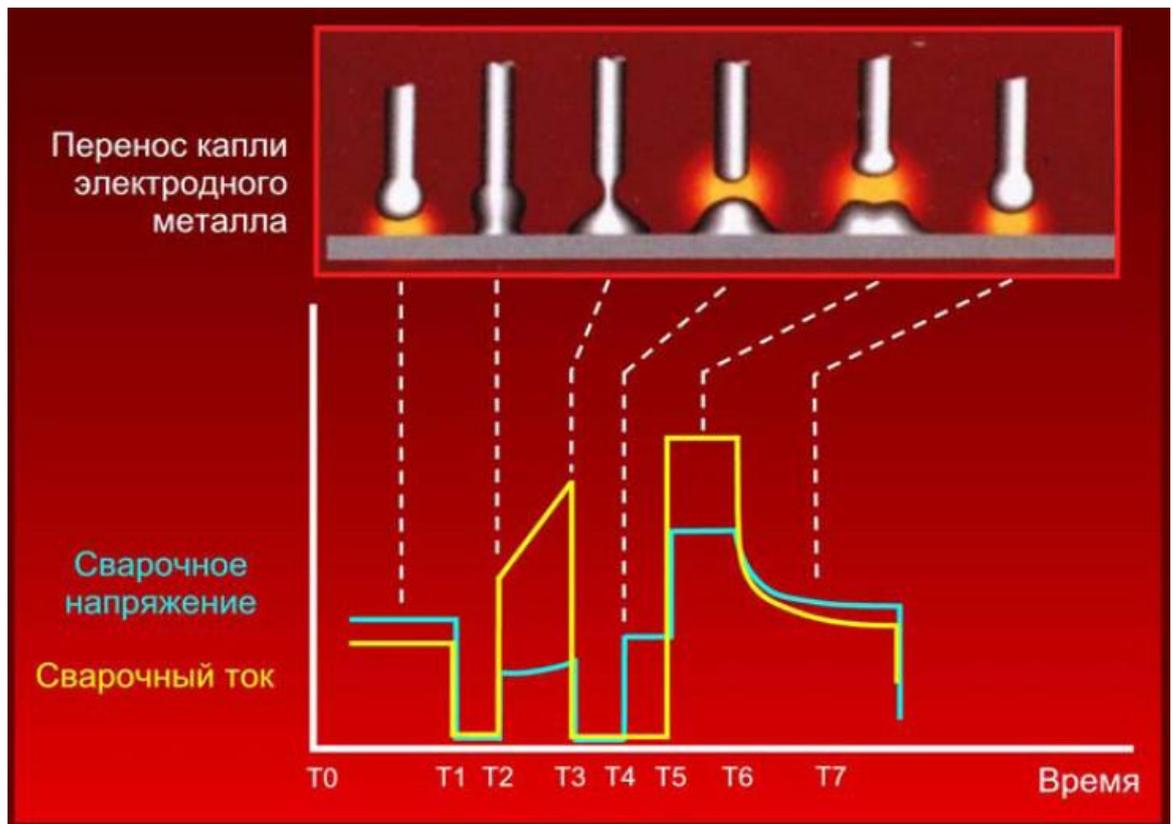


Рисунок 1.2 – процесс переноса капли при STT процессе

Процесс STT особо рекомендуется для выполнения корневых швов при сварке труб с зазором, а также для сварки тонколистового металла. Он позволяет сваривать все стали, начиная с простой углеродистой стали, кончая сплавами с высоким содержанием никеля.

Техника выполнения сварки корневого шва при помощи STT процесса выглядит следующим образом [3]:

1 - Возбуждение дуги производится на кромке трубы.

2,3- После формирования сварочной ванны переместите ее с кромки на середину стыка, удерживая дугу в ее передней части.

4 - Как только сварочная ванна пересекла зазор стыка, ее переносят на противоположную кромку.

5,6 - Сварку углом назад на спуск производится с небольшими дугообразными колебаниями с кромки на кромку.

7 - С позиции 12 часов до 1-го часа сварка осуществляется с колебаниями.

8 - В позиции 1-го часа колебания прекращаются. Располагая дугу в передней части сварочной ванны, с позиции 1-го часа до 5-ти сварку производят без колебаний. При необходимости с 5-ти до 6-ти часов колебания возобновляются.

9 - В позициях с 5-ти - 6-ти часов сварочная горелка располагается перпендикулярно поверхности трубы.

10 - В позиции 6-ти часов, прекращая процесс сварки, дугу выводят на одну из кромок и обрывают.

Нельзя останавливать процесс на самом шве, т.к. это может привести к образованию поверхностной пористости.

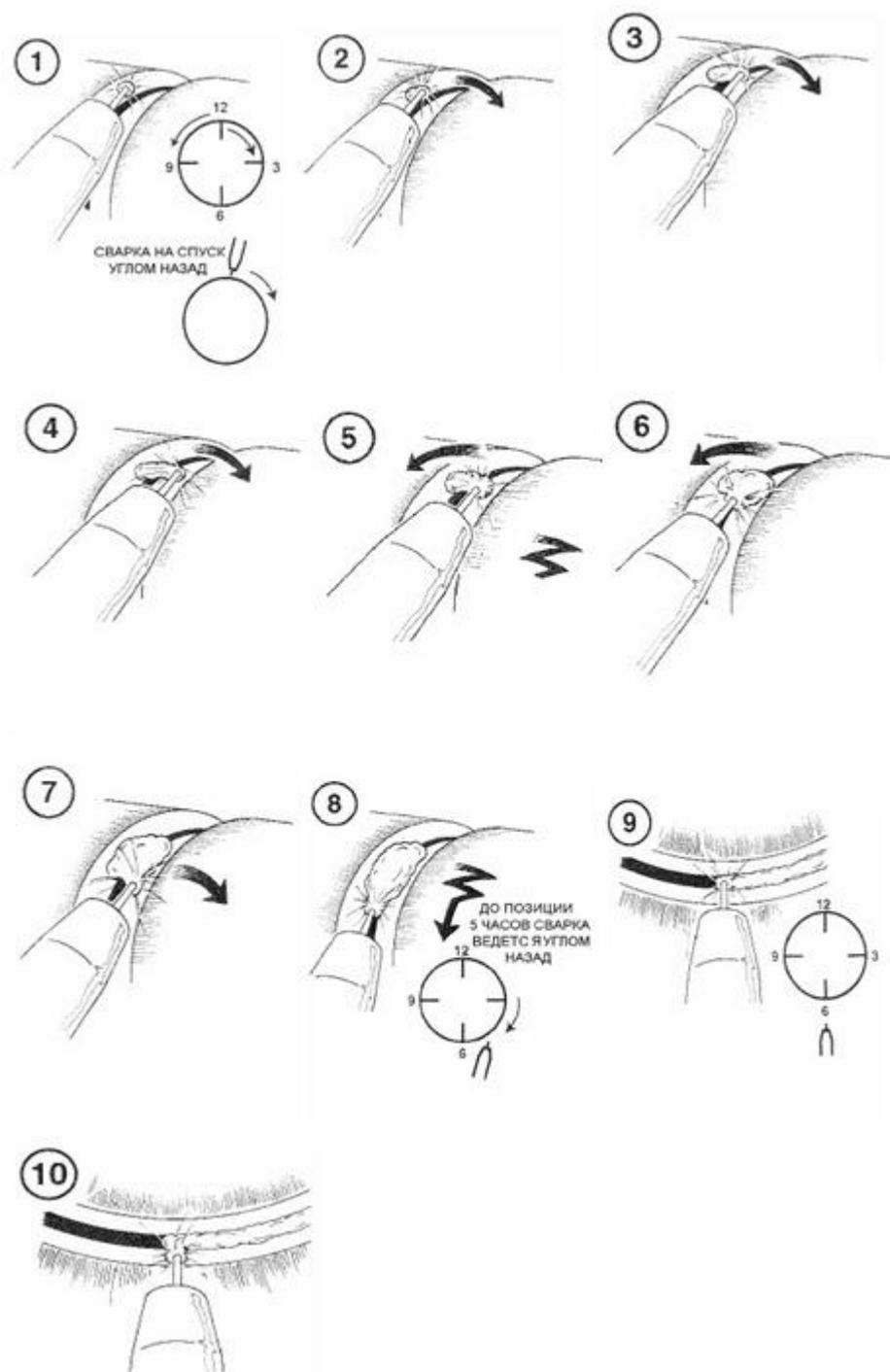


Рисунок 1.3 – Процесс изготовления стыкового сварного соединения при помощи STT процесса

Еще одним перспективным способом сварки является сварка самозащитной порошковой проволокой.

Элементы, образующие газовую защиту дуги и шлак, защищают переносимый в сварочную ванну металл. Сама проволока, включая

наполнитель сердцевины, негигроскопичны, поэтому позволяют наплавлять металл с низким содержанием водорода.

Снижение затрат на выполнение сварочных работ является типичным явлением при замене процесса сварки обычными ручными электродами на сварку порошковой проволокой. Причина проста: порошковая подразумевает механизированный процесс сварки непрерывным проволочным электродом и совмещает это свойство с гибкостью, простотой и мобильностью работы ручными электродами. При этом механизированный процесс вполне может быть автоматизирован. Выбор надлежащего процесса сварки имеет прямое отношение к получаемой экономической эффективности работы. Механизированная сварка порошковой проволокой несет в себе большой потенциал увеличения эффективности.

При четком соблюдении режимов сварки для электродов Innershield характерен низкий уровень разбрызгивания, что сокращает время на зачистку до 50% по сравнению с ручными электродами [3].

Шлак, образуемый при сварке проволокой, обладает уникальным свойством нейтрализации серы, что понижает содержание сульфата железа в сварочной ванне и минимизирует объем связанных с этим дефектов.

В некоторых случаях порошковую проволоку специально рекомендуют для выполнения корневых швов недостаточно четко подогнанных соединений. Посредством увеличения вылета электрода глубина проплавления может быть заметно понижена. При этом порошковая проволока способна справляться с заполнением значительных зазоров с производительностью, недоступной ни одному другому методу дуговой сварки.

Еще одним перспективным, с точки зрения снижения себестоимости сварочных работ и повышения производительности, является контактная стыковая сварка труб.

Работы в этом направлении ведутся в ИЭС им. Е. О. Патона. В ИЭС им. Е. О. Патона выполнили комплекс исследовательских и экспериментальных

работ, направленных на разработку технологических приемов сварки и создание технических средств для подводной автоматической контактной стыковой сварки труб в локальной камере (рис.1.4) [4]

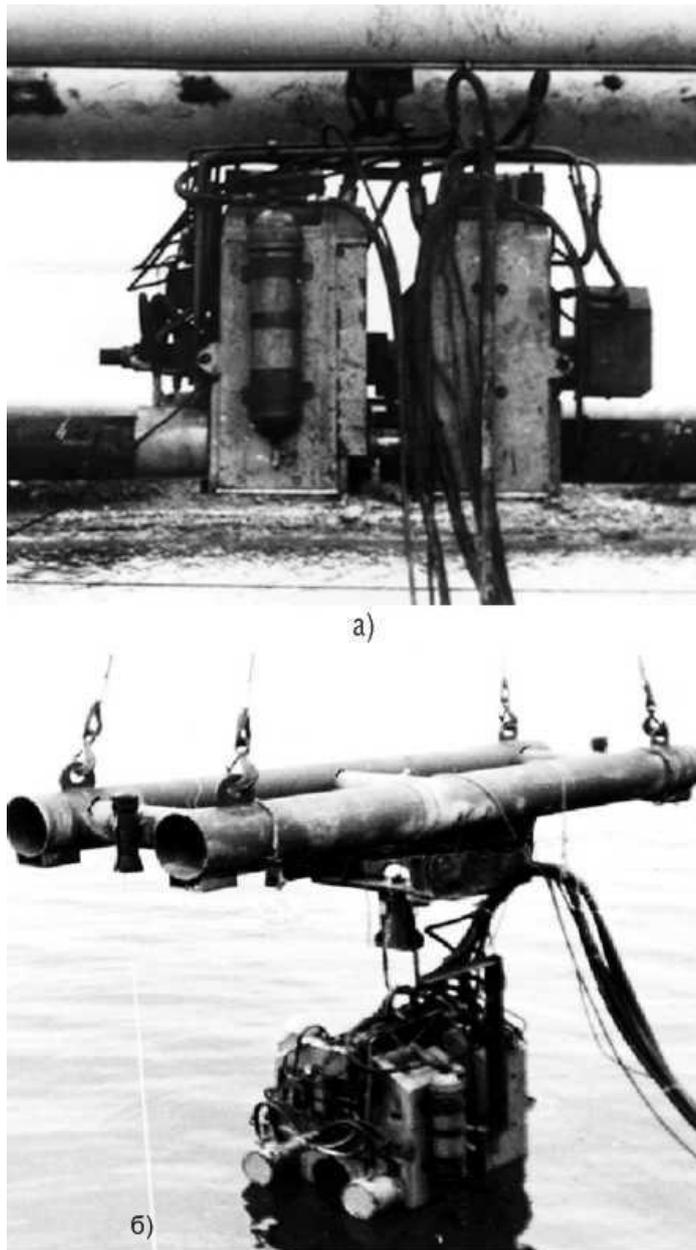
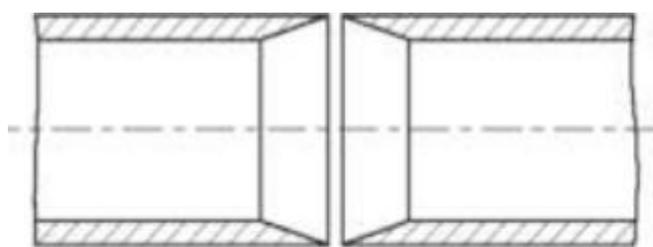
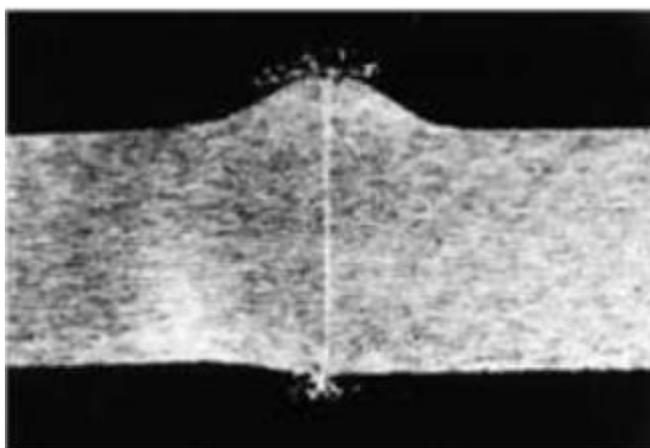


Рисунок 1.4 – Сварочная машина для подводной сварки труб диаметром 219мм на экспериментальном стапеле (а) и при спуске на объект сварки (б) [4]

Результаты проведенных исследований показали положительный эффект, связанный с повышением производительности процесса сварки. Однако недостатком технологии является нестандартная разделка кромок.



а)



б)

Рисунок 1.5 – Схема разделки кромок с внутренней стороны труб перед сваркой (а) и сварное соединение (б) [4]

Если же применяется стандартная V – образная или похожая на нее разделка кромок, то полного проплавления не будет.

Решением этой проблемы стало комбинирование способов контактной сварки и сварки порошковой проволокой [5].

При ДСПП основная трудность заключается в получении стабильного качества и высокой производительности соединений из-за сложности сварки корневого шва, который в значительной степени определяет темп строительства трубопроводов. Для повышения качества корневого шва приходится применять сложные технические устройства в виде внутритрубного центриатора с подкладным кольцом или внутритрубных многоголовочных сварочных машин с программно-изменяемыми параметрами сварки в зависимости от пространственного положения шва, а

также другие средства (для предварительного подогрева концов труб), которые не всегда обеспечивают отсутствие дефектов в корне шва.

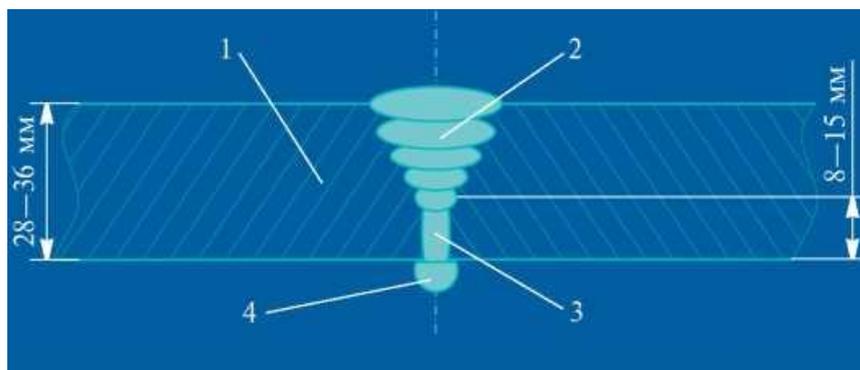


Рисунок 1.6 – Схема сварного соединения, выполненного по технологии комбинированной сварки: 1 — стенка трубы; 2,3 — дуговая и контактная сварка соответственно; 4 — внутренний грат [5]

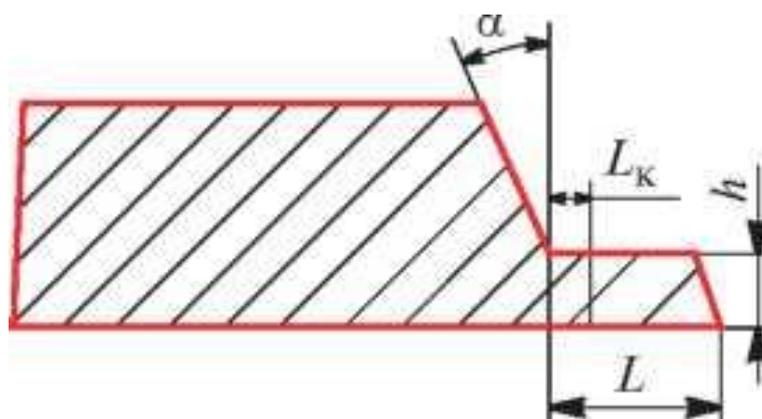


Рисунок 1.7 – Разделка торцов труб под комбинированную сварку: h — толщина корневого шва; L — длина участка кромок корневого шва до сварки; L_k — длина корневого шва после сварки; α — угол наклона кромок [5]

Поэтому при реализации различных технологий сварки корневого шва ДСПП имеется сравнительно высокий процент ремонтируемого брака, приводящего к увеличению материальных затрат на ремонт стыков и снижающий не только производительность работ, но и эксплуатационную надежность трубопроводов.

Для решения проблемы сварки сварного шва целесообразно применение КСО для корневой сварки сварного шва труб. В этом методе условия

получения качественного соединения на любом участке шва идентична и не зависит от его пространственного положения. При этом способе не требуется устройства. Функция центратором приварены к концам кромок труб белый сварочная машина ведет. В процессе сварки каждый интерфейс компьютера осуществляется управлением контроля параметров горелки режим, результаты которого можно оценить качество сварного соединения. Промышленные практике высокую эксплуатационную надежность сварных соединений подтверждены полученные КСО. Этот метод варится больше 70тыс.км различных трубопроводов, которые эксплуатируются Безаварийно функционирует на протяжении нескольких десятилетий в различных климатических условиях, в том числе мощных газопроводов диаметром 1420 мм в Северном Ледовитом Западной Сибири. Применяют КСО и для подводной сварки труб.

При КСО трудно получить высокую ударную вязкость соединения, определяемую методом ударного изгиба на образцах с острым надрезом (Шарпи). Для получения требуемых показателей ударной вязкости на соединениях КСО рекомендуется выполнять дополнительную технологическую операцию — локальную термообработку сварного стыка. Вместе с тем, как показали исследования, заполнение разделки кромок ДСПП после сварки корневого шва КСО позволяет отказаться от указанной рекомендации и повысить показатели ударной вязкости металла стыка КСО за счет воздействия на него термического цикла ДСПП. При этом, принимая во внимание, что для сварки корневого шва методом КСО перед началом сварочных работ необходимо подготовить торцы труб, что уменьшает свариваемое сечение (рис. 1.7), появляется возможность применения КСО для сварки трубопроводов с толщиной стенки 30 мм и более. Это позволяет существенно снизить потребляемую в процессе оплавления электрическую мощность процесса.

Подобная операция специальной механической обработки торцов труб перед сваркой является обязательной при дуговых способах сварки в

защитных газах. Для этих целей применяют стандартное оборудование — кромкострогательные подвесные агрегаты.

Для контактной сварки магистральных трубопроводов на суше существуют подобные комплексы, например комплекс для контактной стыковой сварки ПЛТ -531. Он предназначен для сварки труб диаметром 530 мм (рис. 1.8).

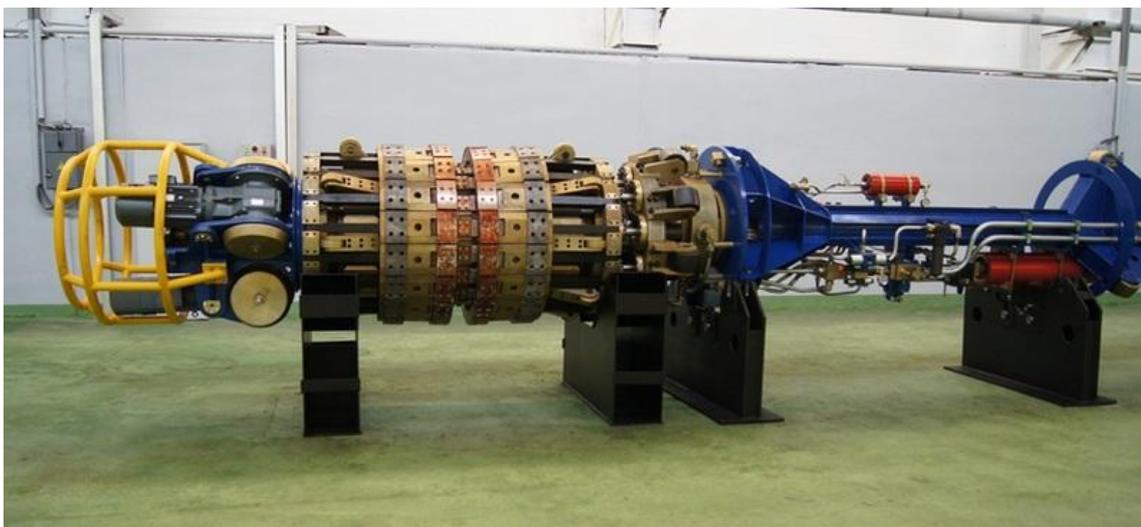


Рисунок 1.8 – комплекс для контактной стыковой сварки труб с Ду 530 мм

Исходя из анализа допустимых способов сварки, регламентированных СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть 1» с точки зрения качества выполнения сварного соединения, производительности работ и экономических затрат, целесообразно использовать комбинированные способы сварки: корень шва сваривать при помощи процесса КСС, а саму разделку заполнять при помощи сварки порошковой проволокой.

2. Материалы для сварки труб магистральных газопроводов

Материалы для сварки требуется выбирать исходя из материала свариваемых труб. В данном случае свариваемые трубы относятся к классу прочности К52 и К42 (DN 159, DN 219, DN 530), а так же В20 (DN20, DN 57, DN 108).

2.1. Покрытые электроды

Электроды для сварки сталей класса К52 должны соответствовать: ТИП: Э50А ГОСТ 9467-75 ,AWS A5.1: E7016-1 ISO 2560-A:Е 42 5 В 12 Н5. Электроды с основным и целлюлозосодержащее видом покрытия для ручной дуговой газопроводов по типам и техническим характеристикам требованиям ГОСТ9467, ГОСТ 9466 (электроды отечественных производителей), AWSA5 необходимо сварить.1, AWSA5.5 , EN EN 499 757 (электроды зарубежных производителей), специальных ТУ и сертификатов качества. Технические требования на электроды покрытые, классификация и назначение представлены в таблицах D. 1-D. 3(приложение е) СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть 1».

Электроды с основным видом покрытия, рекомендованные к применению для ручной дуговой сварки неповоротных кольцевых прикладом, угловых и нахлесточных соединений труб, труб с СДТ, ЗРА приведены в таблице А. 4 (приложение е) СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть 1». Целлюлозных электродов с видом покрытия, к применению для сварки неповоротных труб бампера швов рекомендуется приведены в таблице д. 5 (приложение д)

СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть 1».

2.2. Сварочная проволока сплошного сечения для механизированной и автоматической сварки труб в защитных газах

Проволока непрерывного разреза рекомендовано применять с целью механизированной и механической сварки, неповоротных кругового стыковых соединений труб. Проволоки непрерывного разреза в с флюсами, рекомендуются к использованию с целью механической сварки поворотных окружных стыков труб.

Таблица 2.2 – Классификация назначение проволок сплошного сечения для механизированной и автоматической сварки в защитных газах неповоротных кольцевых стыковых соединений труб [1]

Назначение	Класс прочности металла труб	Классификация		
		ГОСТ 2246	AWS A 5.18 [10], A5.28 [12]	EN 440 [13], EN 12534 [15]
Для механизированной и автоматической сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб	до K54	Легированная	E R 70 S - G	G 42 2 M (C)
	включ.			G 46 2 M (C)
	св. K54 до	Легированная	E R 70 S - G	G 46 2 M (C)
	K60 включ.		E R 80 S - G	G 50 2 M (C)

2.3. Порошковая проволока для механизированной и автоматической сварки

С целью повышения производительности сварки трубопроводов. Сварка стыков сборных в 80-х годах 20 века в институте Патона была разработана технология, надлежащего специального оборудования сварки и используемых материалов с целью сварки неповоротных стыков газо - и нефтепроводов порошковой проволокой с принудительным формированием шва. Эта методика учитывает сварку неповоротного стыка с образованием шва поддерживают присутствие красновато-желтым водоохлаждаемых ползунов, которые предотвращают вытеканием жидкого в сварочную ванну. Принудительный шов, значительно повысить эффективность хода сварки неповоротных стыков и практически равна производительности сварки под флюсом в нижнем положении. Порошковые проволоки, используемые при сварке магистральных трубопроводов, должны соответствовать требованиям ГОСТ 26271 (проволоки отечественных производителей), AWS 5.20 [16], А5.29 [17], EN 758 [14] (проволоки зарубежных производителей), специальных ТУ и сертификатов качества.

3. Требования к качеству труб, контроль и исправление дефектов

3.1. Требования к качеству труб

Трубы должны быть обеспечены сертификатами качества, с указанием приемо-сдаточных характеристик. Трубы по истечении гарантийного срока 12 месяцев. хранение в местах складирования подлежат освидетельствованию с целью определения степени их пригодности для дальнейшего использования.

При предположении, классификация и обследование труб проверяют:

а) соблюдать указанные в сертификатах (паспортах) показателей химического состава и механических свойств металла в соответствующих ту или ГОСТ;

Б) Визуальным Контролем:

наличие маркировки и соответствие ее существующим сертификатам (паспортам);

отсутствие недопустимых вмятин, царапин и других механических повреждений, металлургических дефектов и коррозии; отсутствие пальцев на торцах, вмятин, наличие разделки подготовка сварного шва;

С) инструментальным контроля:

толщину стенок на концах;

Овальность по торцам;

кривизну труб;

косину реза торцов труб;

отсутствие пачки в торцевых частей труб;

размеры обнаруженных отпечатков пальцев, царапин, вмятин на теле и на торцах.

Трубы считаются подходящими, если выполняются следующие условия:

- соответствовать требованиям технических условий и стандартов на поставку и заводской маркировки и сертификатов;

- Отклонение наружного диаметра корпуса труб длиннее не менее чем на 200 мм от торца не превышают для труб диаметром до 800 мм включительно предельных значений, регламентированных и соответствующими ГОСТами, а для труб диаметром свыше 800 мм ± 2 мм;
- Отклонение толщины стенки на концах не должна превышать предельные значения, и регламентированных соответствующими ГОСТами;
- бесшовные овальность труб не выводит их наружный диаметр за допуски и сварные трубы диаметром 426мм и более не более 1% наружного диаметра (при этом овальность определяется как отношение разности величин наибольшего и наименьшего измеренных диаметров торца проверяемых труб для номинального диаметра);
- кривизна труб не превышает 1,5 мм на 1 м длины и кривизна не более 0,2% длины трубы;
- косина реза торцов труб не превышает 2,0 мм;
- у торцевых частей труб отсутствуют расслоения любого размера, на кромку или поверхность трубы;
- Глубокие царапины, царапин и не кричали на поверхности труб более 0,2 мм; на теле и на торцах трубы отсутствуют вмятины;
- на места, пораженные коррозией, толщина стенки трубы не за пределы минусовых допусков.

3.2. Возможные дефекты и причины их образования

Вмятины, овальность, задиры, забоины образуются вследствие механического воздействия, в ходе не аккуратного проведения погрузочно-разгрузочных работ.

Трещины, расслоения могут образовываться при нарушении технологий проката в заводских условиях.

Коррозия образуется при не соблюдении условий хранения труб.

3.3. Применяемые методы контроля. Оборудование и материалы для контроля

Трещины и расслоения можно обнаружить ультразвуковым методом контроля (УЗК).

Вмятины, овальность, задиры, забоины, коррозию контролируют визуально-измерительным методом контроля (ВИК) при помощи рулетки, универсального шаблона сварщика (УШС-3), штангенциркуля. В случае с коррозией, при большой площади ее воздействия и следов глубокого проникновения, после очистки необходимо провести толщинометрию при помощи ультразвукового метода.

3.4. Последовательность и содержание операции

Для более детального примера рассмотрим трубу из низколегированной стали классом прочности K52, Ø 720x10.

При приеме труб на станции, в первую очередь проверяют наличие документов на данную продукцию (сертификатов). Далее проверяют трубы на соответствие заявленным сертификатам. Если в ходе проверки, не выявлено ни каких нарушений и отклонений, переходим к визуально-измерительному контролю. Необходимо произвести замер всех выявленных дефектов и сравнить с допустимыми нормами, указанными в нормативных документах. В случае если труба полностью соответствует сертификату, и ни каких дефектов не выявлено, или выявленные дефекты не выходят за пределы допустимые нормативными документами и подлежат ремонту, то данная труба прошла входной контроль. В противном случае труба бракуется и отправляется обратно заказчику или на завод изготовитель.

3.5. Технология исправления дефектов

Дефектные участки на внешней поверхности трубопровода (риски, задиры, царапины) концов труб, основные размеры превышающие заложенные размеры нормативными документами ТУ, ГОСТ, но подлежащие ремонту могут быть исправлены механическими способами обработки (шлифовальными машинами). После механической обработки шереховатость данных элементов должна составлять не более $Rz40$, толщина стенки концов труб должна соответствовать нормативным документам и не превышать минимальных пределов допусков. Основные подготовленные кромки труб с существующими забоинами составляющими глубину до 5 мм, допускается отремонтировать при помощи сварочных технологий с последующей механической зачисткой ремонтных участков до получения необходимого скоса кромки и притупления трубы.

Не Допускается изменение ударной трубы инструмента. После обработки мягкого звона, с целью выявления возможных покрытия, необходимо провести ультразвуковой контроль поверхности трубы в пределах, превышающими размеры пазов на величину не менее 40 мм Концы труб с риски, задиры, глубокие царапины о допуске негативных толщины, а также со всеми вмятин, исправлению не подлежат.

4. Технология сварки узла запуска очистного устройства газопровода - отвода Мокроус-Самара-Тольятти

Исходя из различного диаметра свариваемых труб (Ду = 20 - 530мм) и различной толщины стенки (от 3мм до 13 мм) следует применять разные способы сварки, разделив весь на две группы. Трубы с Ду530 мм и трубы с Ду до 530 мм.

Сварку первой группы трубопроводов целесообразно производить при помощи комбинированной технологии сварки – корень шва контактной, разделку кромок порошковой проволокой. Сварку второй группы труб целесообразно производить плавящимся электродом в среде активных газов и смесях, по средством STT процесса, что позволит снизить разбрызгивание и повысить качество формирования сварного шва.

4.1. Технология сварки труб с Ду до 530 мм

Рекомендуемая технология сварки трубопровода должна состоять из следующих этапов:

1. Подготовка и разделка кромок свариваемых труб. Кромки деталей, подлежащих сварке, и прилегающие к ним участки должны быть очищены от окалины, краски, масла и других загрязнений в соответствии с требованиями НД. Подготовка кромок и поверхностей под сварку должна выполняться механической обработкой либо путем термической резки или строжки (кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой) с последующей механической обработкой (резцом, фрезой, абразивным инструментом). Глубина механической обработки после термической резки (строжки) должна быть указана в НД в зависимости от восприимчивости конкретной марки стали к термическому циклу резки (строжки). Разделку кромок осуществлять при помощи стандартного кромкострогального подвесного агрегата. Рекомендуется применять мобильные труборезные и

кромкострогальные станки серии MINICUTTER (рис.4.1). Применение данного типа кромкострогального аппарата обусловлено тем, что

- разъемная конструкция станины позволяет установить станок на любом прямолинейном участке трубы;
- различные модели станков обрабатывают трубы диаметром от 20 до 762мм с толщиной стенки до 60 мм;
- станок может быть оснащен копирувальным суппортом, позволяющим обрабатывать трубы с овальностью;
- применяемые типы приводов:
 - электрический,
 - пневматический,
 - гидравлический;

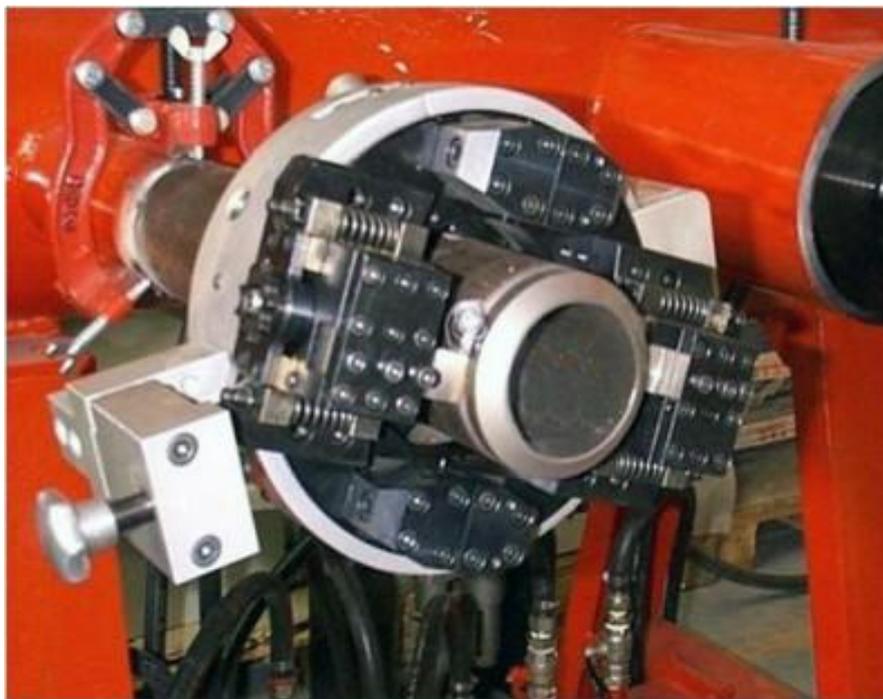


Рисунок 4.1 – Внешний вид кромкострогального аппарата в работе

2. Установка свариваемых труб в контактную сварочную машину. Установка производится без центратора, т.к. его функцию выполняют зажимы и устройство самой машины.

3. Перед началом сварки должно быть проверено качество сборки соединяемых элементов, а также состояние стыкуемых кромок и

прилегающих к ним поверхностей. При сборке не допускается подгонка кромок ударным способом или местным нагревом.

4. Произвести автоматическую контактную сварку корня шва.

5. Произвести механическую обработку сваренного корня шва и разделки кромок от грата и брызг металла. Обработка проводится при помощи зачистного инструмента – жесткой металлической щетки, шлифовального, абразивного инструмента.

6. При помощи порошковой проволоки заполнить разделку в несколько проходов. Марки, сортамент, условия хранения и подготовка к использованию сварочных материалов должны соответствовать требованиям НД на сварку. Для стали типа К52 рекомендуется применять проволоку марки ПС 44-2В, согласно российской классификации или проволоки марок E 71T и T 42 2 XY, согласно зарубежным классификациям. Диаметр проволоки 1,4 мм.

Для сварки рекомендуется использовать инверторы с подающим механизмом LINC FEED 37 или 38, которые способны работать в жестких условиях при прокладке магистральных трубопроводов (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Внешний вид инвертора

7. После сварки шов и прилегающие участки должны быть очищены от шлака, брызг металла и других загрязнений, по средством абразивного инструмента и металлических щеток.

Внутренний грат в стыках труб, выполненных контактной сваркой, должен быть удален для обеспечения заданного проходного сечения.

8. Произвести визуальный и измерительный контроль сварного шва.

9. Произвести радиографический контроль сварного шва.

10. При выявлении внутренних и внешних дефектов (трещин, цепочек пор, шлаковых включений и пр.) их обозначают: края дефекта засверливают, а сварной шов в месте дефекта подвергают разделке кромок, полностью или частично. Это зависит от глубины дефекта и его линейных размеров. После чего производят повторную заварку разделки кромок в месте дефекта, до полного его устранения. После заварки дефектного участка он подлежит контролю. Заварку необходимо производить либо порошковой проволокой, либо комбинированным способом: корень шва механизированной сваркой по средством STT процесса в защитных газовых смесях, а разделку кромок порошковой проволокой.

4.2. Сварка труб с Ду до 530 мм

Для сварки труб с условным диаметром до 530 мм не целесообразно применять комбинированные способы сварки, так как это будет экономически не выгодно и значительно увеличит трудоемкость процесса.

Исходя из этого сварку труб с диаметром до 530мм рекомендуется производить плавящимся электродом в среде активных газов и смесях, по средством STT процесса.

Технологический процесс в этом случае выглядит следующим образом:

1. Подготовка и разделка кромок свариваемых труб. Кромки деталей, подлежащих сварке, и прилегающие к ним участки должны быть очищены от окалины, краски, масла и других загрязнений в соответствии с требованиями НД. Подготовка кромок и поверхностей под сварку должна выполняться механической обработкой либо путем термической резки или строжки (кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой) с последующей механической обработкой (резцом, фрезой, абразивным инструментом). Глубина механической обработки после термической резки (строжки) должна быть указана в НД в зависимости от восприимчивости конкретной марки стали к термическому циклу резки (строжки). Разделку кромок осуществлять при помощи стандартного кромкострогального подвесного агрегата. Рекомендуется применять мобильные труборезные и кромкострогальные станки серии MINICUTTER.

2. Установка свариваемых труб в центрирующее устройство.

В качестве центризатора рекомендуется использовать цепной центризатор с одним упорным винтом "Single Jackscrew Chain Clamp".



Рисунок 3.3 – Внешний вид центратора

Из-за разности диаметров труб необходимы две модели центраторов: D231 для диаметра от 25 мм до 203 мм и модель D232 для труб диаметром от 102 мм до 406 мм.

3. Сварка труб.

В качестве оборудования для сварки рекомендуется применять инвертор Invertec STT II с механизмом подачи LN-742 или STT-10 для корня шва. Заполняющие разделку кромок швы и облицовочный шов свариваются порошковой самозащитной проволокой.



Рисунок 3.4 – Внешний вид сварочного инвертора с подающим механизмом

Инверторный источник Invertec STT II не относится ни к источнику с жесткой, ни к источнику с крутопадающей характеристикой. При сварке

аппаратом Invertec STT II используется проволока большего диаметра по сравнению с той, которая применяется при аналогичных работах с источником, имеющем жесткую характеристику. Большой диаметр проволоки (до 1,6 мм) рекомендуется для увеличения скорости наплавки. Проволока диаметром менее 0,9 мм в основном не используется.

Сварку рекомендуется вести CO₂. Для максимального снижения разбрызгивания сварочная дуга должна всегда располагаться в сварочной ванне.

Сварочная проволока сплошного сечения должна соответствовать марке Super Arc L-56 по классификации ER 70 S-6 по AWS A5.18. Производитель The Lincoln Electric Company. Диаметр проволоки 1,14 мм. Выбор проволоки и диаметра обусловлен нормативной документацией СТО Газпром.

Произвести сварку корневого шва методом STT. Сварка осуществляется сверху вниз.

Тщательно шлифовального круга корневого слоя шва фаски;

Визуальный контроль корневого слоя осуществляют внутри трубы шва.

Отдельных фаз сварку следует начинать и заканчивать с обеспечением следующих минимальных расстояний от заводских швов труб, соединительных деталей на 100мм.

Место сварки начало каждый последующий слой должен быть смещен относительно начала предыдущего слоя менее 30 мм не шов.

Места окончания сварки смежных слоев шва (замки шва) должны быть смещены относительно друг от друга от 70 до 100мм.

Перед выполнением первого слоя шва порошковой проволокой необходимо для тщательной шлифовки корневого слоя шлифовального круга до состояния «чистого металла».

Выполнить проход горячей сварки с автоматическим защитным порошковой проволокой. Выполнить сварку самозащитной порошковой проволокой заполняющих слоёв шва.

Угол наклона горелки от перпендикуляра (углом назад), в зависимости от пространственного положения, должно составлять;

От 250 до 450 в положении 0.00-4.30(5.00) час;

От 250 до 00 в положении 4.30(5.00)-5.30 час.

От 5 до 10 углом вперед в положении 5.30-6.00 час.

По завершении каждого прохода производить послойную зачистку от шлака и брызг.

Выполнить сварку «корректирующего» слоя в положении 1..5 час (ориентировочно);

Выполнить сварку облицовочного слоя шва

Выровнять шлифкругом видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя шва. Зачистить прилегающую поверхность трубы от шлака и брызг.

Маркировку сварных стыков следует производить не смываемыми маркерами или краской с наружной поверхности трубы на расстоянии 100-120мм от сварного шва в верхней четверти периметра трубы.

С целью предотвращения быстрого остывания сварного шва после сварки следует применять защитные теплоизолирующие пояса (кожухи).

4. После сварки шов и прилегающие участки должны быть очищены от шлака, брызг металла и других загрязнений, по средством абразивного инструмента и металлических щеток.

5. Произвести визуальный и измерительный контроль сварного шва.

6. Произвести 100% ВИК, 100% РК и 100% УЗК.

7. При выявлении внутренних и внешних дефектов (трещин, цепочек пор, шлаковых включений и пр.) их обозначают: края дефекта засверливают, а сварной шов в месте дефекта подвергают разделке кромок, полностью или частично. Это зависит от глубины дефекта и его линейных размеров. После чего производят повторную заварку разделки кромок в месте дефекта, до полного его устранения. После заварки дефектного участка он подлежит

контролю. Заварку необходимо производить механизированной сваркой посредством STT процесса в защитных газовых смесях.

5. Безопасность и экологичность объекта

5.1. Описание производственного участка, рабочего места, оборудования, выполняемых операций

В комплект оборудования для сварки узла запуска очистного устройства входят: контактная сварочная машина, источник питания Invertec STT- II, пост для сварки порошковой проволокой, кольцевой подогреватель, центратор.

Общая схема расположения узла запуска очистного устройства показана на рис. 5.1.

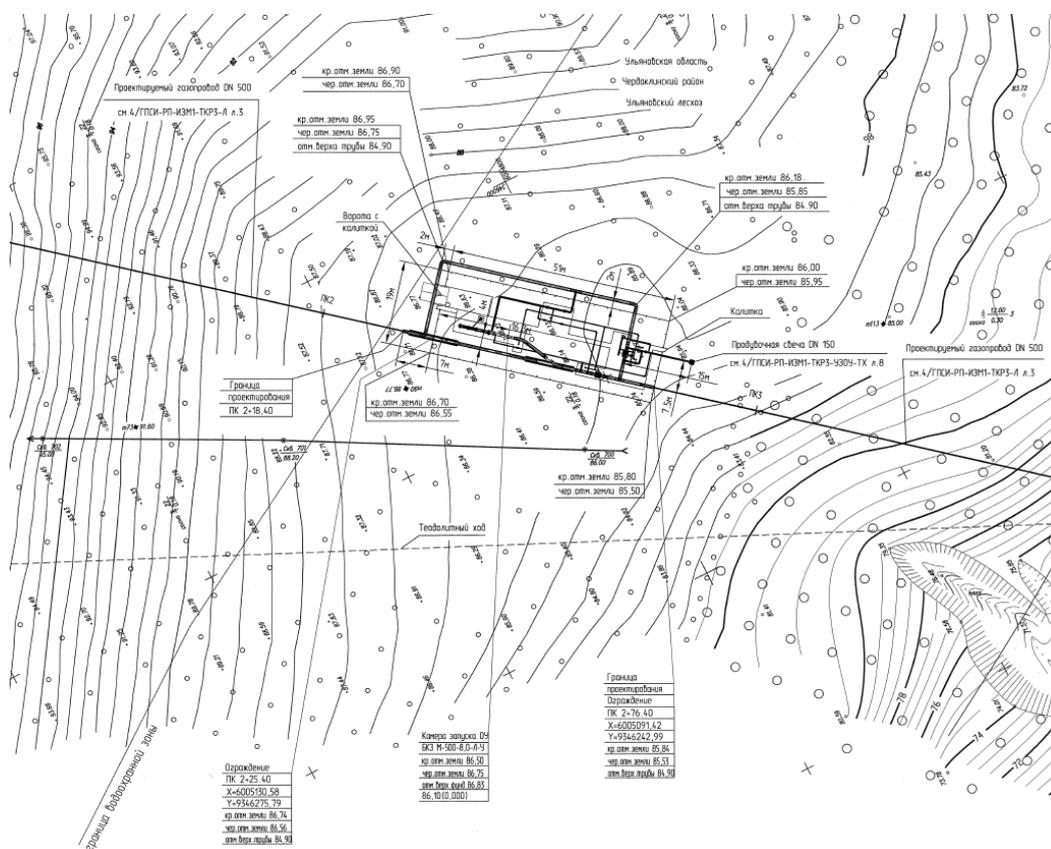


Рисунок 5.1 – Схема расположения газопровода

Общий вид рабочего места сварщика представлен на рис. 5.2.

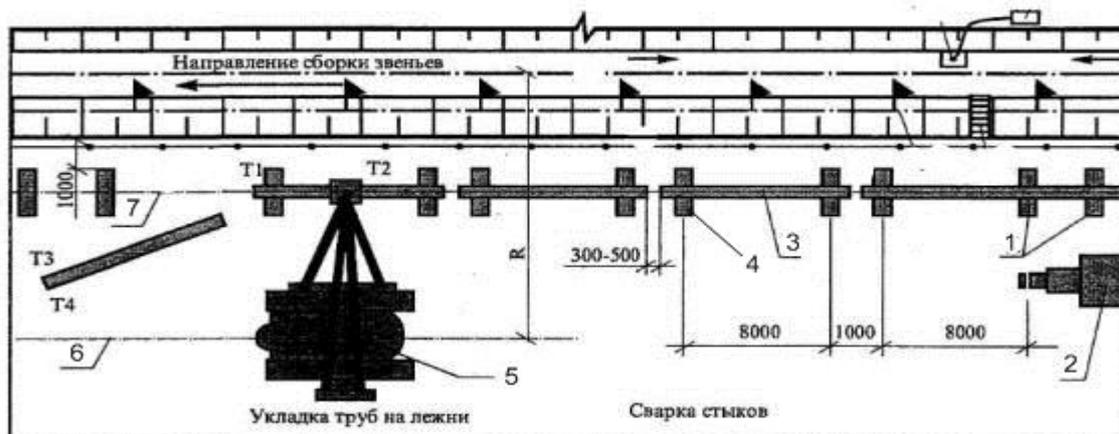


Рисунок 5.2. – Общий вид рабочего места сварщика

На схеме указаны:

- 1 – центратор контактной сварочной машины;
- 2 – посты для сварки порошковой проволокой и сварки при помощи STT процесса;
- 3 – труба с Ду до 157 мм;
- 4 – центратор для труб малого сечения;
- 5 – укладчик труб;
- 6 – ось работы укладчика;
- 7 – ось укладки трубопровода.

Таблица 5.1 – Оборудование, инструмента для рабочего места

№ позиции на эскизе	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции
1.	Центратор контактной сварочной машины	Контактная сварка корня шва
2.	Посты для сварки швов, заполняющих разделку кромок (порошковая сварка и STT процесс)	Сварка шва
4.	Центратор для труб малого сечения	Центрирование свариваемых труб
5.	Укладчик труб	Укладка труб в траншею

Трубы перед сваркой подвергаются очистке от загрязнения, обработке кромок, при помощи кромкореза. Затем производится сборка труб в центраторе и подогрев кромок. Сварка труб проходит в два этапа: на первом этапе сваривает корень шва при помощи контактной сварочной машины для труб с Ду больше 157 мм и при помощи механизированной STT сварки для труб с Ду меньше 157 мм. На втором этапе идет сварка стыка при помощи порошковой проволоки (заполнение кромок).

На участке сварки обеспечивается электрическое питание установок напряжением 380 В и 220 В.

5.2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта

Опасный фактор производства-это фактор, воздействие которых на работников при определенных условиях может привести к травме или резкому ухудшению здоровья

Вредный производственный фактор-фактор, воздействие которых в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению производительности (табл. 5.2).

Опасными и вредными производственными факторами являются активные и пассивные.

Активный: физическое, химическое, физиологическое.

Пассивный: острые предметы, формы, скользкой неровной поверхности, коррозия металла и т. д.

Физические: электрических, магнитных и электростатических полей; звуки, крупнодисперсные пыли, недостаточное или яркое освещение; вибрация; излучение.

При проведении исследований в лаборатории, ряда вредных и опасных производственных факторов (табл. 5.3).

Таблица 5.3 - Идентификация опасных и вредных факторов [4]

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции при которых встречается данный производственный фактор
1	Поражение электрическим током	Сварочные работы, контактная сварочная машина, сварочные полуавтомат Invertec.
2	Поражение вредными веществами и их парами	Сварочные работы.
3	Сварочная дуга	Сварочные работы.

5.3. Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда и защите от воздействия вредных производственных факторов

Воздействие производственных факторов на организм рабочего.

Высокое ультрафиолетовое и светового излучения дуги и плазмы при воздействии на глаза работы вызывают электроофтальмию поражения слизистых оболочек глаз, а при длительном воздействии развивается помутнение хрусталика – катаракта.

Неправильного использования сварочного оборудования могут привести к поражению электрическим током и смерти. Текущая превышающий 0,01 А и напряжении выше 50 в опасных для человека.

Для избежания опасных травм глаз использовать защитные очки. Защитные очки, вставленные в щитки и маски, снаружи, просто закрыть стеклом, чтобы избежать разбрызгивания расплавленного металла. Щитки состоят из изоляционного волокна, виниры, и в форме и размер, что вам нужно, чтобы завершить лицо и голову сварщика защищают.

На работе, нужно электросварочные в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003-84 "работы. Общие Требования Безопасности". Работа на определенном оборудовании разрешается только при наличии надежного заземления. Ремонт, монтаж и техническое обслуживание, включая уборку и смену электродов, сварочной проволоки, должны проводиться при отключенном переключателе сеть.

Работа на неисправном оборудовании не допускается. После завершения работ или временного отсутствия на рабочем месте сварщик должен повернуть рычаг выключателя. В случае поражения работающего электрическим током нужно позвать до прибытия врача пострадавшему первую медицинскую помощь; не касаясь пострадавшего, Выключить питание первичной стороны. Применить искусственное дыхание, если пострадавший не подает признаков жизни, он и вызвать врача.

5.4. Оценка травмобезопасности производственного оборудования

Подключение и отключение сварочных электрических машин, следить за их неповрежденном состоянии и ремонт электроинженеры нужно выполнять. Сварочные аппараты, накопительные конденсаторы, к устройствам для автоматической разгрузки. После завершения работ или временного отсутствия на работе, студент обязан иметь систему отключения от сети. Все части трансформаторов, регулирующие требования и правила безопасности для электрического оборудования зданий, сильные течения, высокого и низкого напряжения.

Выводы: спецоборудование отвечает условием защищенности;

Приспособления и механизмы отвечают условиям защищенности;

Средства обучения и инструктажа исполнены в согласовании с нормативными условиями;

Условия работы на трудовом участке согласно прецеденту травмобезопасности принадлежат к классу 2.

5.5. Оценка обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты

Для защиты работников на производстве сварка неблагоприятных условиях в рабочих условиях является Спецодежда. Он состоит из брезентовых штанов, куртки, фартука, перчаток, нарукавников и защитные очки. Комбинезон можно замочить, специальные структуры, повышающими устойчивость к огню. Кроме того, желательно, чтобы защитную одежду, изготовленную из асбестовой ткани. Рабочая одежда должна предохраняться до контакта с бензином, керосином, маслами и другими легковоспламеняющимися жидкостями нельзя куртку заправить в брюки, как будто рабочая одежда работников не сможет удалить его

быстро, дело доходит до других тяжелых ожогов. Обувь должна идти с тупой и резиновая подошва. Рабочая одежда не должна мешать мешать нормальному функционированию организма и выполнение рабочих процессов [26].

5.6. Обеспечение электробезопасности на производственном участке

При проведении сварочных работ чтобы снизить риск поражения электрическим током, соблюдайте правила обращения сварочного оборудования, избегать контакта с голым оборудованием (которое, к эксплуатации возможен износ изоляции). Сварочные электроды и рабочую одежду нужно защитить от проникновения влаги и сырости. Работа обуви в специальные силы и стоит на резиновом коврик.

В случае неисправности или короткого замыкания, как можно быстро, нормально функционирующего оборудования.

Технические меры, работа по технике безопасности на электрической системе.

Защита работы является сварка правильной эксплуатации установки для сварки и соблюдение технологического режима. Установка для сварки должны быть заземлены.

Защитное заземление используется для устранения риска поражения электрическим током людей при соприкосновении с металлическими электрооборудования под напряжением деталями. Модуль защиты представляет собой параллельное соединение в цепи заземлителя с значительно меньше сопротивления $R_z \ll R_P$.

Заземление системы соединение с землей металлических частей (как правило, не под напряжением) с грунтом, распространение малой силы сопротивления.

В зависимости от расположения боковых электродов относительно заземленного оборудования, наземные средства предусмотрены и четкие. Заземление внешнее заземление устройства на некотором расстоянии от заземляемого. Контур системы заземления дерева обеспечивает более высокую степень защиты, так как земли расположены по контуру всего

заземляемого оборудования. Контур системы заземления дерева обеспечивает более высокую степень защиты, так как земля только заземляемого оборудования расположены по контуру.

5.7. Обеспечение пожаробезопасности на производственном участке

Согласно СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве» при выполнении электросварочных и газопламенных работ необходимо выполнять требования настоящих норм и правил, ГОСТ 12.3.003-86 и ГОСТ 12.3.036-84, а также Санитарных правил при сварке, наплавке и резке металлов, утвержденных Минздравом СССР. Кроме того, при выполнении электросварочных работ следует выполнять требования ГОСТ 12.1.013-78.

Рабочие места сварщиков в помещении при сварке открытой дугой должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

При сварке на открытом воздухе такие ограждения следует ставить в случае одновременной работы нескольких сварщиков вблизи друг от друга и на участках интенсивного движения людей.

Для предотвращения пожаров и взрывов в результате короткого замыкания, перегрузки и под влиянием других факторов, требует правильного выбора схемы электрической системы.

Для борьбы происходят пожары в непосредственной близости от сварочных постов огнетушитель ОХП-10, ОВП-10, ОУ-2.5-8; огонь-доски. Пожарная арматура бригады, шлангов и других средств пожаротушения должны быть всегда в идеальном состоянии.

5.8. Экологическая экспертиза объекта, антропогенное воздействия объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

В производственных помещениях, защиты от пыли и токсичных выбросов, в частности, уменьшением массы выбросов, их локализацией и удалением из воздуха помещения, а также методами очистки воздуха. В защите операционной системы и ее компонентов загрязняющих веществ (ЗВ) могут быть использованы: снижение выбросов, различных методов очистки вредных выбросов, защита расстоянием и рассеиванием.

При сварке сталей, негативное воздействие на окружающую среду только пары металла, во время сварки можно с помощью фильтров или дисперсии.

Мероприятия по экологической безопасности

При проведении сварочных работ в содержат вредных веществ, в небольших количествах. Сварка производится без использования токсичных флюсов и других летучих вредных веществ.

В этом контексте нет необходимости в применении мер по обеспечению экологической безопасности.

Экологический Контроль

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 14001 - 2004 введение это сертификат, который позволяет руководству компании для улучшения в области предотвращения негативного воздействия на окружающую среду. Кроме того, сертификация предприятия по стандарту ISO 14001-2007-это помогает экономить энергию и ресурсы-целевых мероприятий на тему охраны окружающей среды.

Но концентрация загрязняющих веществ, которая представляет собой негативное воздействие на окружающую среду практически нулевая.

5.9. Безопасность объекта при чрезвычайных и аварийных ситуациях

Аварийного состояния в результате источником возникновения чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нормальные условия жизни и деятельности людей ранены, угрожала их жизни и здоровью, ущерб имуществу населения, экономике и окружающей природной среды.

В настоящее время существуют два основных направления минимизации вероятности и последствий стихийных бедствий на объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мер, вероятность реализации опасного потенциала современных технических систем. В рамках этого направления развития технических систем, безопасность поставок и техники безопасности - значит вызво и технологического оборудования в пожарной охране, защите, и т. д.

Обслуживающий персонал действовать служб гражданской защиты и населения в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Основой второго направления является формирование планов действий в области гражданской защиты, подготовки необходимых детальная разработка сценариев возможных аварий и стихийных бедствий в конкретных местах. Следовательно, необходимо, экспериментальных и статистических данных о физических и химических явлениях, от возможной аварии; Ранее, размеры и степень поражения объекта, скажем, под влиянием факторов различных типов.

6. Расчет экономической эффективности проекта

Целью экономической части дипломного проекта является обоснование целесообразности внедрения предлагаемого (проектного) варианта изготовления изделия взамен существующего в настоящее время.

Экономический расчет проводится при сравнении технологий сварки труб с Ду530мм, так как при сварке труб данного диаметра предложено использовать комбинирование способов контактной стыковой сварки сопротивлением и механизированной сварки порошковой проволокой.

Таблица 6.1 – Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Ручная дуговая сварка покрытыми электродами является трудоемким процессом с низкой производительностью. Кроме того, требуются высококвалифицированные сварщики и дополнительное термическое оборудование.	Комбинирование контактной сварки корневого шва с последующей сваркой порошковой проволокой повышение производительности процесса и снижение трудоемкости. Отсутствует необходимость в дополнительном сборочном и термическом оборудовании, что дополнительно снижает время изготовления одного сварного соединения.

6.1. Расчет себестоимости сравниваемых вариантов изготовления изделия

Затраты на материалы

Расходы на использованные материалы (ZM), требуемые с целью производства сварочных конструкций рассчитываются:

$$ZM = ZM_{\text{тех.}} + ZM_{\text{всп.}}$$

где $ZM_{\text{тех.}}$ – затраты на технологические материалы, руб. ;

$ZM_{\text{всп.}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб.

Затраты в технологические и дополнительные использованные материалы рассчитываются согласно последующим формулам:

$$ZM_{\text{св.}} = Z_{\text{св.м.}}$$

где $Z_{\text{св.м.}}$ – расходы на сварные использованные материалы, руб. ;

Затраты на сварную проволоку либо электроды рассчитываем согласно:

$$ZM_{\text{пр.}} = N_{\text{св.м.}} * C_{\text{св.м.}}$$

где: $N_{\text{св.м.}}$ – норма расхода сварочного материала на одно изделие, кг;

$C_{\text{св.м.}}$ – цена сварочного материала, руб. за 1 кг.

$$N_{\text{св.м.}} = Y * L_{\text{ш.}}$$

$$Y = k_p * M_{\text{напл.мет.}}$$

Массу наплавленного металла рассчитывают по формуле:

$$M_{\text{напл.мет.}} = p * F_{\text{н}} * 10^{-3}$$

Диаметр электрода для корневого слоя шва составляет 3 мм, что обеспечивает хорошее формирование корня шва. Диаметр электрода для заполняющих и облицовочного шва составляет 4 мм.

$$M_{\text{напл.мет.}} = 7,8 \cdot 165 \cdot 10^{-3} = 1,287 \text{ кг/м}$$

Базовый

$$Y = 1,7 \cdot 1,287 = 2,1879 \text{ кг/м}$$

$$N_{\text{св.м.}} = 2,1879 \cdot 1,6642 = 3,641 \text{ кг}$$

$$ZM_{\text{пр.}} = 3,641 \cdot 300 = 1092,3 \text{ руб.}$$

Проектный:

$F_n = 144 \text{ мм}^2$, так как корневой слой шва сваривается без применения присадочного материала, посредством контактной сварки сопротивлением.

$$M_{\text{напл.мет.}} = 7,8 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 1,1232 \text{ кг/м}$$

$$Y = 1,15 \cdot 1,1232 = 1,292 \text{ кг/м}$$

$$H_{\text{пр.}} = 1,292 \cdot 1,6642 = 2,15 \text{ кг}$$

$$ЗМ_{\text{пр.}} = 2,15 \cdot 400 = 860 \text{ руб.}$$

t_{01} – основное (машинное) время сварки, (мин).

$$t_{01} = \frac{t_0}{L_{\text{ш}}}$$

где: t_0 – основное время сварки изделия

Для базового варианта:

$$t_0 = 75,7 \text{ мин.}$$

$$t_{01} = \frac{75,7}{1,6642} = 45,49 \text{ мин.}$$

Для проектного варианта:

$$t_0 = 50,2 \text{ мин.}$$

$$t_{01} = \frac{50,2}{1,6642} = 30,16 \text{ мин.}$$

На технологические и вспомогательные материалы, необходимые для изготовления по базовому:

$$ЗМ = 1092,3 \text{ руб.}$$

На технологические и вспомогательные материалы, необходимые для изготовления по проектному:

$$ЗМ = 860 \text{ руб.}$$

Затраты на электрическую энергию

Для сварки траты на электроэнергию считают исходя из полезной мощности оборудования:

$$З_{\text{э-э}} = \frac{P_{\text{об}} * t_0 * 75,7}{\eta * 60 * 1000} * Ц_{\text{э-э}}$$

где: $P_{об} = I_{св.} * U_{д}$ – полезная мощность оборудования кВт;

η – коэффициент полезного действия оборудования;

$I_{св.}$ – сила сварочного тока, А;

$U_{д}$ – напряжение на дуге, В;

$C_{э-э}$ – цена 1 кВт · часа электроэнергии.

Базовый:

$$Z_{э-э} = \frac{200 * 24 * 75,7}{0,85 * 60 * 1000} * 2,2 = 15,67 \text{руб.}$$

Проектный:

$$Z_{э-э} = \frac{250 * 24 * 50,2}{0,9 * 60 * 1000} * 2,2 = 12,27 \text{руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$Z_{об.} = A_{об.} + P_{т.р.}$$

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

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

а) амортизационные отчисления на оборудование:

$$A_{об.} = \frac{C_{об.} * N_{а.об.} * t_{шт.}}{\Phi_{р.} * 60 * 100}$$

где: $C_{об.}$ – цена единицы технологического оборудования, руб.;

$N_{а.об.}$ – норма амортизационных отчислений на тех. оборудование;

$t_{шт.}$ – время изготовления одного изделия, рассчитывается:

$$t_{шт.} = t_o + t_b$$

t_b – вспомогательное время, сборки и обработки после сварки, мин.;

$\Phi_{эф.}$ – эффективный фонд времени работы обор. рассчитывается:

$$\Phi_{эф.} = D_{раб.} * T_{см.} - D_{пред.} * T_{сокp.} * S * (1 - k_{р.п.})$$

где: $D_{раб.}$ – количество рабочих дней в году;

$D_{пред.}$ – количество предпраздничных дней в году;

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

$T_{сокp.}$ – сокращенная рабочая смена ($T_{см.} - 1$), час;

S – количество рабочих смен;

$k_{р.п.}$ – коэффициент потерь времени работы обор. на ремонт

принимаем = 0,06

$$\Phi_{эф.} = 365 * 8 - 8 * 7 * 2 * 1 - 0,06 = 5384,32 \text{ часа.}$$

Базовый:

$$t_{шт.} = 75,7 + 7,57 = 83,27 \text{ мин.}$$

$$A_{об.} = \frac{1100000 + 420000 * 83,27}{5384,32 * 100 * 1,1 * 60} = 3,56 \text{ руб.}$$

Источник питания для ручной дуговой сварки используется Lincoln Electric LINC 635-S.

Проектный:

$$t_{шт.} = 50,2 + 5,4 = 55,6 \text{ мин.}$$

$$A_{об.} = \frac{1200000 + 420000 * 55,6}{5384,32 * 100 * 1,1 * 60} = 2,53 \text{ руб.}$$

Оборудование для сварки по проектному варианту: Установка для контактной сварки труб сопротивлением ПЛТ – 531 и Invertec STT II - Lincoln Electric .

б) затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{т.р.} = \frac{(C_{об.} * N_{т.р.}) * k_3}{100 * \Phi_p}$$

где: $N_{т.р.}$ – норма отчислений на текущий ремонт оборудования, ≈ 35 ;

k_3 – коэффициент загрузки оборудования рассчитывается:

$$k_3 = \frac{n_{об.расч.}}{n_{об.прин.і}}$$

где: $n_{об.расч.і}$ – расчетное количество обор., необходимое для выполнения заданной производственной программы $N_{Г}$,

$$n_{об.расч.} = \frac{N_{Г} * t_{шт.}}{\Phi_{эф.} * k_{в.н.} * 60}$$

$k_{в.н.}$ – коэффициент выполнения норм = 1,1;

$N_{г}$ – годовая производственная программа выпуска изделий, шт.

Округляя $n_{об.расч.}$ до ближайшего большего целого числа, получаем

$n_{об.прин.}$, т.е. целое число единиц оборудования.

Базовый:

$$n_{об.расч.} = \frac{150000 * 83,27}{5384,32 * 1,1 * 60} = 35,15 \quad n_{об.принят} = 36$$

$$k_3 = \frac{35,15}{36} = 0,98$$

$$P_{т.р} = \frac{308700 * 35 * 0,98}{5384,32 * 100} = 19,67 \text{ руб.}$$

$$З_{об.} = 3,56 + 19,67 = 23,23 \text{ руб.}$$

Проектный:

$$n_{об.расч.} = \frac{150000 * 55,6}{5384,32 * 1,1 * 60} = 23,47 \quad n_{об.принят} = 24$$

$$k_3 = \frac{23,46}{24} = 0,98$$

$$P_{т.р} = \frac{1200000 * 35 * 0,98}{5384,32 * 100} = 76,44 \text{ руб.}$$

$$З_{об.} = 2,53 + 76,44 = 78,97 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$З_{пл.} = \frac{\sum(S_{пл.} \cdot Ц_{пл.} \cdot N_{а пл.} \cdot k_{д.пл.} \cdot k_3)}{100 \cdot N_{г}}$$

где $S_{пл.}$ - площадь, занимаемая оборудованием на i-той операции, м²;

$Ц_{пл.}$ - цена 1 м² занимаемой площади;

$N_{а пл.}$ - норма амортизационных отчислений;

$k_{доп.пл.}$ - дополнительная производственную площадь.

Так как процесс происходит в поле, то затраты на содержание и эксплуатацию отсутствуют.

Зплщ = 0 руб.

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

Количество рабочих по обоим вариантам принимаем 15 человек.

Фонд заработной платы работников из основной и добавочной

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн.} + ЗПЛ_{доп.}$$

а) заработная плата обуславливается согласно формуле:

$$ЗПЛ_{осн.} = \sum (C_{ч} \cdot t_{шт} \cdot k_{зпл})$$

где $C_{ч}$ - тарифная ставка работника, руб./час;

$t_{шт}$ - изготовления одного изделия, (час);

$k_{зпл}$ - коэффициент на основную плату.

$$k_{зпл} = k_{пр} \cdot k_{вн} \cdot k_{у} \cdot k_{пф} \cdot k_{н}$$

где $k_{пр} = 1,25$ – премия;

$k_{вн} = 1,1$ – выполнение норм;

$k_{у} = 1,1$ – доплата за условие друды;

$k_{пф} = 1,067$ – доплата за проф. мастерство;

$k_{н} = 1,133$ – доплата за работу в другие смены.

$$k_{зпл} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,067 \cdot 1,133 = 1,828$$

б) доп. заработная плата рабочих обуславливается по формуле:

$$ЗПЛ_{доп.} = \frac{k_{д}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн.}$$

где $k_{д}$ – соотношения основной и доп. платой, %.

в) на соц. нужды обуславливается по формуле:

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц.} \cdot \Phi ЗП}{100}$$

где $N_{\text{соц.}}$ – отчисления на соц. нужды = 26,6%.

Базовый:

$$ЗПл_{\text{осн}} = \frac{37,55 * 83,27 * 1,828}{60} = 95,26 \text{ руб.}$$

$$ЗПл_{\text{доп}} = \frac{12}{100} * 95,26 = 11,43 \text{ руб.}$$

$$\PhiЗП = 95,26 + 11,43 = 106,69 \text{ руб.}$$

$$O_{\text{с.н.}} = \frac{26,6 * 106,69}{100} = 28,38 \text{ руб.}$$

Проектный:

$$ЗПл_{\text{осн}} = \frac{33,05 * 55,6 * 1,828}{60} = 55,99 \text{ руб.}$$

$$ЗПл_{\text{доп}} = \frac{12}{100} * 55,99 = 6,72 \text{ руб.}$$

$$\PhiЗП = 55,99 + 6,72 = 62,71 \text{ руб.}$$

$$O_{\text{с.н.}} = \frac{26,6 * 62,71}{100} = 16,68 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость изготовления изделия

Обусловливается по формуле:

$$C_{\text{тех.}} = ЗМ + З_{\text{э-э}} + З_{\text{об.}} + З_{\text{плоч.}} + \PhiЗП + O_{\text{с.н.}}$$

Базовый:

$$\text{Стех.} = 1092,3 + 15,67 + 23,23 + 0 + 106,69 + 28,38 = 1266,27 \text{ руб.}$$

Проектный:

$$\text{Стех.} = 860 + 12,27 + 78,97 + 0 + 62,71 + 16,68 = 1030,63 \text{ руб.}$$

Цеховая себестоимость изготовления изделия

$$C_{\text{цех.}} = C_{\text{тех.}} + P_{\text{цех.}}$$

где $P_{\text{цех.}}$ - (цеховые) расходы, руб.

$$P_{\text{цех.}} = k_{\text{цех.}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн.}}$$

где $k_{\text{цех.}}$ - общепроизводственные расходы.

Базовый:

$$P_{\text{цех}} = 2,15 * 95,26 = 204,81 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{цех}} = 204,81 + 1266,27 = 1471,08 \text{ руб.}$$

Проектный:

$$P_{\text{цех}} = 2,15 * 55,99 = 120,38 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{цех}} = 120,38 + 1030,63 = 1151,01 \text{ руб.}$$

***Производственная (общезаводская) себестоимость
изготовления изделия***

$$C_{\text{произв.}} = C_{\text{цех.}} + P_{\text{произв.}}$$

где $P_{\text{произв.}}$ - общезаводские расходы, руб.

$$P_{\text{произв.}} = k_{\text{произв.}} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн.}}$$

где $k_{\text{произв.}}$ - общехозяйственные расходы.

Базовый:

$$P_{\text{произв.}} = 1,9 * 95,26 = 181 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{произв.}} = 1471,08 + 181 = 1652,08 \text{ руб.}$$

Проектный:

$$P_{\text{произв.}} = 1,9 * 55,99 = 106,38 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{произв.}} = 1151,01 + 106,38 = 1257,39 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость изготовления изделия

$$C_{\text{полн.}} = C_{\text{произв.}} + P_{\text{вн.}}$$

где $P_{\text{вн.}}$ - внепроизводственные расходы, руб.

$$P_{\text{вн.}} = k_{\text{вн.}} \cdot C_{\text{произв.}}$$

где $k_{\text{вн.}}$ - внепроизводственные расходы.

Базовый:

$$P_{\text{вн.}} = 0,05 * 1652,08 = 82,60 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.}} = 82,60 + 1652,08 = 1734,68 \text{ руб.}$$

Проектный:

$$P_{\text{вн.}} = 0,05 * 1257,39 = 62,87 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.}} = 62,87 + 1257,39 = 1320,26 \text{ руб.}$$

Составление калькуляции себестоимости изготовления изделия

На основании расчетов составляем калькуляцию себестоимости и определяем по формуле:

$$\Delta C_{\text{полн.}} = \frac{C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}} - C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}}}{C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}}} \cdot 100\%$$

где $C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}}$ - себестоимость по базовому, руб.;

$C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}}$ - себестоимость по проектному, руб.

Таблица 6.2 - Калькуляция себестоимости изготовления изделия

Затраты	Обозначения	Базовый	Проектный
1. На материалы с вычетом отходов	ЗМ	1092,3	860
2. На электроэнергию	З _{э-э}	15,67	12,27
3. На содержание и эксплуатацию оборудования	З _{об.}	23,23	78,97
4. На содержание и эксплуатацию площадей	З _{площ.}	0	0
5. На заработную плату рабочих	ФЗП	106,69	62,71
6. Отчисления на соц. нужды	О _{с.н.}	28,38	16,68
Технологическая себестоимость	С_{тех.}	1266,27	1030,63
Цеховые расходы	Р _{цех.}	204,81	120,38
Цеховая себестоимость	С_{цех.}	1471,08	1151,01
Обезаводсткие расходы	Р _{произв.}	181	106,38
Производственная себестоимость	С_{произв.}	1652,08	1257,39

$$\Delta C_{\text{полн}} = 22,26\%$$

6.2. Расчет капитальных вложений в оборудование

Капитальные вложения в оборудование:

$$K_{\text{общ.}} = K_{\text{пр.}} + K_{\text{соп.}}$$

где $K_{\text{пр.}}$ - капитальные вложения в обор., руб.;

$K_{\text{соп.}}$ - капитальные вложения в приобретенное обор., руб.

Капитальные вложения рассчитываем для двух вариантов:

$$K_{\text{пр.}} = \sum n_{\text{об.}} \cdot C_{\text{об.}} \cdot k_3$$

$$K_{\text{пр.}}^{\text{баз}} = 20 \cdot 19000 \cdot 0,98 = 372400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр.}}^{\text{пр}} = 1500000 \cdot 0,97 = 1455000 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения рассчитываются только для проектного:

$$K_{\text{соп.}} = K_{\text{монт.}} + K_{\text{дем.}}$$

где $K_{\text{монт.}}$ - на монтаж оборудования, руб.;

$K_{\text{дем.}}$ - на демонтаж оборудования, руб.

$$K_{\text{МОНТ.}} = \Sigma(n_{\text{об.}} \cdot \Pi_{\text{об.}} \cdot k_{\text{МОНТ.}})$$

$$K_{\text{МОНТ.}} = 1500000 \cdot 0,2 = 300000 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{МОНТ.}}$ – коэффициент монтажа = 0,2.

$$K_{\text{дем.}} = \Sigma(n_{\text{об.}} \cdot \Pi_{\text{об.}} \cdot k_{\text{дем.}})$$

$$K_{\text{дем.}} = 378000 \cdot 0,2 = 75600 \text{ руб.}$$

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

$$K_{\text{соп.}} = 300000 + 75600 = 375600 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пр}}^{\text{общ.}} = 372400 + 375600 = 748000 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в одно изделие:

$$K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{баз.}}}{N_{\Gamma}}$$

$$K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} = 2,48$$

$$K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}}}{N_{\Gamma}}$$

$$K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}} = 4,99$$

где $K_{\text{общ.}}^{\text{баз.}}$ и $K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}}$ - общие капитальные вложения в оборудование по базовому и проектному вариантам соответственно.

Дополнительные капитальные вложения:

$$K_{\text{доп.}} = K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}} - K_{\text{общ.}}^{\text{баз.}}$$

$$K_{\text{доп.}} = 748000 - 372400 = 365600 \text{ руб.}$$

6.3. Расчет показателей экономической эффективности предлагаемого проекта

Годовой экономический эффект от внедрения в технологический процесс нового оборудования

По формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = \left[\left(C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} \right) - \left(C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}} \right) \right] \cdot N_{\Gamma}$$

где $E_{\text{н}}$ – коэффициент сравнительной экономической эффективности.

$$E_{\text{н}} = 0,33;$$

$C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}}$ и $C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}}$ – себестоимость продукции, руб.

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = [(40505,34 + 0,33 \cdot 2,48) - (22312,58 + 0,33 \cdot 4,99)] \cdot 150000 = 2\,728\,789\,500 \text{ руб.}$$

Расчет прибыли от снижения себестоимости изготовления продукции

Ожидаемая прибыль:

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = \mathcal{E}_{\text{у.г.}} = \left(C_{\text{полн.}}^{\text{баз.}} - C_{\text{полн.}}^{\text{пр.}} \right) \cdot N_{\Gamma}$$

$$\text{Пр}_{\text{ож.}} = (40505,34 - 22312,58) \cdot 150000 = 2\,728\,914\,000 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль:

$$H_{\text{пр.}} = \text{Пр}_{\text{ож.}} \cdot k_{\text{нал.}}$$

где $k_{\text{нал.}}$ – налогообложения на прибыль (принимаем = 0,24).

$$H_{\text{пр.}} = 654\,939\,360 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль рассчитывается:

$$\text{Пр}_{\text{чист.}} = \text{Пр}_{\text{ож.}} - H_{\text{пр.}}$$

$$\text{Пр}_{\text{чист.}} = 2\,073\,974\,640 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитывается если выполняется неравенство:

$$K_{\text{уд.}}^{\text{баз.}} < K_{\text{уд.}}^{\text{пр.}}, \text{ (т.е. проект является капиталоемким).}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{общ.}}^{\text{пр.}}}{\text{Пр}_{\text{чист.}}}, (\text{лет})$$

$$T_{\text{ок}} \approx 0,5 \text{ лет}$$

Срок окупаемости ($T_{\text{ок}}$) округляем большего целого числа (при малых значениях до 0,5) и получаем срок окупаемости, который будем рассматривать как горизонт расчета окупаемости капитальных вложений.

Эффективность затраченных на внедряемое мероприятие средств, рассчитав коэффициент экономической эффективности ($E_{\text{ср}}$). Данный коэффициент является величиной обратной сроку окупаемости:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \approx 2$$

Выполняется неравенство $E_{\text{ср}} > E_{\text{н}}$, внедряемое мероприятие эффективно.

6.4. Расчет снижения трудоемкости и повышения производительности труда в проектном варианте изготовления изделия

Для определения эффективности технологии, необходимо рассчитать снижение трудоемкости ($\Delta t_{\text{шт.}}$).

$$\Delta t_{\text{шт.}} = \frac{t_{\text{шт.}}^{\text{баз.}} - t_{\text{шт.}}^{\text{пр.}}}{t_{\text{шт.}}^{\text{баз.}}} \cdot 100\%$$

где $t_{\text{шт.}}^{\text{баз.}}$ – время изготовления по базовому варианту, мин;

$t_{\text{шт.}}^{\text{пр.}}$ – время изготовления по проектному варианту, мин.

$$\Delta t_{\text{шт.}} = \frac{83,27 - 55,6}{83,27} \cdot 100\% = 34\%$$

Исходя из значения величины снижения трудоемкости изготовления изделия, рассчитываем производительность труда ($\Delta \text{ПТ}$)

$$\Delta \text{ПТ} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт.}}}{100 - \Delta t_{\text{шт.}}} * \%$$

$$\Delta \text{ПТ} = \frac{100 * 34}{100 - 34} * 100\% = 51,52\%$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Замена технологического процесса сварки изделия на более производительный и автоматизированный способ сварки приводят к снижению себестоимости изделия на 22,26% и трудоемкости выполнения работ на 34%. Так как трудоемкость изготовления продукции и уровень производительности труда являются величинами обратными, но не пропорциональными, при снижении трудоемкости изготовления изделия происходит повышение уровня производительности труда на 51,52%.

Расчет коэффициента сравнительной экономической эффективности показывает, что внедряемое мероприятие эффективно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Проектная документация «Газопровод – отвод Мокроус-Самара-Тольятти». Раздел 3. Технологические и конструкторские решения. Книга 11. Часть 6.
2. СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Часть 1».
3. <http://www.lincolnweld.ru>
4. Кучук - Яценко С.И, Казымов Б.И., Чвертко П.Н., Хоменко В.И. Автоматическая подводная контактная стыковая сварка труб при ремонте стояков морских трубопроводов// Автоматическая сварка. - 2009.– № 5. - С. 30-35.
5. Инновационная технология сварки магистральных трубопроводов большого диаметра / Алешин Н. П. [и др.] // Сварка и диагностика. - 2012. - № 4. - С. 39-42.
6. Стандарт Американского сварочного общества AWSA 5.1-91. Электроды покрытые для дуговой сварки углеродистых сталей.
7. Стандарт Американского сварочного общества AWSA 5.5-91. Электроды покрытые для дуговой сварки низколегированных сталей.
8. Европейская норма EN 499:1994. Электроды покрытые для ручной дуговой сварки низколегированных сталей.
9. Стандарт Американского сварочного общества AWS A 5.17-89. Электроды из углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом.
10. Стандарт Американского сварочного общества AWS A 5.18-79. Электроды из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитных газов.
11. Стандарт Американского общества AWS A 5.23-89. Электроды из низколегированной стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом .

12. Стандарт Американского сварочного общества AWS A 5.28-91. Электроды и прутки из низколегированной стали для дуговой сварки в защитных газах.

13. Европейская норма EN 440:1995. Проволочные электроды и наплавленный металл для металлической сварки в среде защитных газов для нелегированных и мелкозернистых сталей.

14. Европейская норма EN 756:1995. Проволочные электроды для сварки под флюсом для нелегированных и мелкозернистых сталей.

15. Европейская норма EN 12534:1999. Проволочные электроды, проволоки, стержни и наплавленный металл для металлической сварки в среде защитных газов для высокопрочных сталей .

16. Стандарт Американского сварочного общества AWS A 5.20-95. Электроды из углеродистой стали для дуговой сварки порошковой проволокой .

17. Стандарт Американского сварочного общества AWS A 5.29-80. Электроды из низколегированной стали для дуговой сварки порошковой проволокой .

18. Европейская норма EN 758:1998. Порошковые проволоки для электродуговой сварки с или без газовой защиты для нелегированных и мелкозернистых сталей.

19. Ведомственные строительные нормы ВСН 012-88 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Часть II. Формы документации и правила ее оформления в процессе сдачи-приемки (утверждены приказом Миннефтегазстроя от 27.12.98 г. № 375)

20. Проектная документация ООО «Самаратрансгаз» ПКЦ УКС и Р 488.05-02-С4-ГСН Общие данные.

21. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста [Текст] учеб.

метод. пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова – Тольятти, 2012, – С.135

22. Краснопевцева И.В. Методическое пособие по выполнению экономической части дипломного проекта [Текст] / И.В.Краснопевцева – Тольятти, 2015, – С.21

23. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник.– М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.

24. Экономика предприятия: Учебник для вузов / В.Я. Горфинкель, Е.М. Купряков, В.П. Прасолова и др.; Под ред. проф. В.Я. Горфинкеля, проф. Е.М. Купрякова, - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996. – 367 с.

25. Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. для машиностр. спец. вузов / М.И. Ипатов, М.К. Захарова, К.А. Грачев и др.; Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова и М.К. Захаровой.- М.: Высш.шк., 1988.-367с.

26. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"