

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно - педагогического образования

Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
« ____ » _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Разработка технологического процесса сборки и сварки крутоизогнутого
отвода коллектора**

Исполнитель:

Студент группы СМ-401п _____ Д.А.Сахарова

Руководитель:

Доцент, к.т.н. _____ Н.И.Ульяшин

Нормоконтролер:

К.т.н., доцент _____ Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И
СВАРКИ КРУТОИЗОГНУТОГО ОТВОДА КОЛЛЕКТОРА**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки: 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль: Машиностроение и материалобработка

Профилизация: Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 078

Екатеринбург 2019

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 78 листов печатного текста, 13 иллюстраций, 15 таблиц, 30 использованных источников, графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: ЭЛЕМЕНТ КОЛЛЕКТОРА, ФЛАНЕЦ, СТАЛЬ 08Х13, СМЕСЬ ГАЗОВ, СБОРКА И СВАРКА, СВАРНОЙ ШОВ, РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СВАРКИ, ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ, СБОРОЧНЫЙ КОНДУКТОР, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ СВАРКИ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПЛАН-КОНСПЕКТ УРОКА.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса сборки и сварки крутоизогнутого отвода коллектора».

2. Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сборки и сварки крутоизогнутого отвода коллектора с использованием автоматической сварки в среде защитных газов.

3. В дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан технологический процесс изготовления крутоизогнутого отвода коллектора, включающий автоматическую сварки в среде защитных газов; методическая часть посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства крутоизогнутого отвода коллектора.

4. Результаты данной работы могут быть использованы при изготовлении крутоизогнутых отводов коллектора.

					ДП 44.03.04.078 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Сахарова Д.А				Лит.	Лист	Листов
Пров.	Ульяшин Н.И					2	78
Н.контр.	Билалов Д.Х				ФГАОУ ВО РГПУ кафедра ИММ зп.СМ-401п		
Утв.	Гузанов Б.Н						

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Характеристика изделия.....	8
1.1 Назначение и условия работы изделия.....	8
1.2 Выбор конструкционного материала для металлоконструкции.....	10
1.2.1 Химический состав стали 08Х13.....	11
1.2.2 Механические свойства стали.....	12
1.2.3 Прочность стали.....	12
1.2.4 Ударная вязкость.....	13
1.3 Определение склонности стали к образованию трещин.....	13
1.3.1 Определение склонности стали к горячим трещинам.....	14
1.3.2 Определение склонности стали к холодным трещинам.....	16
2 Технологическая часть.....	19
2.1 Выбор способа сварки.....	19
2.1.1 Сварка в среде защитных газов.....	19
2.1.2 Автоматическая сварка под слоем флюса.....	21
2.2 Выбор материалов для сварки.....	24
2.2.1 Защитный газ.....	24
2.2.2 Сварочная проволока.....	26
2.3 Заготовительное оборудование.....	27
2.4 Оборудование для сборки.....	28
2.5 Оборудование для сварки.....	30
2.5.1 Горизонтальная шахтная термическая печь.....	31
2.5.2 Сварочный манипулятор.....	32
2.5.3 Сварочная колонна.....	33
2.5.4 Источник питания.....	34
2.5.5 Сварочный автомат АДГ – 630.....	36
2.6 Расчет режимов сварки.....	38

2.6.1 Расчет площади наплавленного металла	38
2.6.2 Расчет режима сварки для выполнения прихваток	40
2.6.3 Расчет режима сварки для соединения Тб.....	42
2.7 Технология сборки и сварки	48
2.8 Визуально- измерительный метод контроля.....	51
2.9 Ультразвуковая дефектоскопия.....	54
3 Методическая часть	57
3.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов.....	58
3.2 Разработка учебного плана переподготовки	64
3.3 Разработка плана - конспекта урока.....	66
Заключение	74
Список использованных источников	75
Приложение 1	78
Приложение 2.....	79
Приложение 3.....	80
Приложение 4.....	81
Приложение 5.....	82

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире предъявляются все более высокие эксплуатационные требования к агрегатам и узлам. При их производстве сварка занимает одно из ведущих мест в технологическом процессе. Повышение качества и увеличение производительности можно достичь различными путями в том числе и с помощью автоматизации сварочных работ.

Стоит учесть, что прогресс сварочного производства возможен лишь в том случае, если будет решен весь комплекс задач по автоматизации производства металлоконструкций.

Разрабатываемая в данном проекте технология для сборки и сварки части трубопровода должна обеспечивать не только получение надежных сварных соединений, отвечающих всем требованиям, но и допускать максимальную степень механизации и автоматизации всего процесса изготовления металлоконструкции.

Автоматизация технологического процесса сборки и сварки металлоконструкции позволяет снизить себестоимость конструкции, увеличить производительность труда, уменьшить время производства.

Современное машиностроение, особенно специальные отрасли, предъявляют высокие требования к используемым материалам и сплавам. Наряду с высокой прочностью и пластичностью, коррозионной стойкостью в агрессивных средах, сплавы должны обладать хорошей свариваемостью и иметь возможность использования в различных климатических условиях поскольку сварка стала одним из ведущих технологических процессов в различных областях машиностроения.

Объектом разработки является технология изготовления элемента трубопровода.

										Лист
										6
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.078 ПЗ					

Предметом разработки является процесс сборки и сварки элемента трубопровода.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сборки и сварки крутоизогнутого отвода коллектора с использованием автоматической сварки в защитном газе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления элемента трубопровода;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки элемента трубопровода;
- провести необходимые расчеты режимов автоматической сварки в защитном газе;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки элемента трубопровода;
- разработать программу переподготовки рабочих.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления элемента трубопровода, включающий автоматическую сварку в защитном газе; методическая часть посвящена –разработке программы переподготовки рабочих.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

- теоретические методы, включающие анализ специальной, научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных и расчеты;
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдения.

1 Характеристика изделия

1.1 Назначение и условия работы изделия

Трубопроводы являются одним из самых распространенных видов сварных конструкций и находят самое широкое применение в различных отраслях народного хозяйства.

По назначению данный вид трубопровода - производственный (технологический), группы Б, 1 категории. [1] Рабочее давление 4,0 МПа, работающий при температурах -30° и $+30^{\circ}$.

Трубопровод представляет собой устройство для транспортирования жидких веществ: загрязненной воды, нефтяных эмульсий и т.д., состоящий из соединенных между собой прямых участков труб, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и приборов, крепежных материалов и прокладок. Трубопровод соединяет между собой отдельные виды оборудования: плунжерные агрегаты, кустовые насосные станции и т.д.

В данной работе рассматривается такой элемент трубопровода как крутоизогнутый отвод с фланцами, который является наиболее важным и сложным элементом. Коллектор состоит из следующих частей:

- линия-участок трубопровода (коллектора), предназначенный для транспортирования продукта с постоянными рабочими параметрами;
- деталь - элементарная часть трубопровода (коллектора): патрубок, отвод, фланец, заглушка. Все отдельные изделия, входящие в состав трубопровода;
- элемент - две и более сваренные между собой детали.

У элемента все сварные соединения лежат в параллельных плоскостях, что позволяет сваривать их механизированными способами в поворотном положении с использованием манипулятора. [2]

В данном проекте крутоизогнутый отвод состоит из двух фланцев и крутоизогнутой трубы. Пример представлен на рисунке 1.

										Лист
										8
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



Рисунок 1 – Отвод крутоизогнутый с фланцами

Данная металлоконструкция относится к малогабаритным изделиям, так как его высота 800 мм, диаметр 400 мм, а толщина стенки 8 мм.

К трубопроводу предъявляются повышенные требования, связанные с соблюдением технологических правил при их изготовлении и монтаже, так как от качества их работы зависит надежность и долговечность сооружаемых объектов. Авария на трубопроводе может привести к пожарам, взрывам, остановкам производства и загрязнению окружающей среды поэтому сварку трубопроводов, работающих при давлении более 0.07 МПа, производят с соблюдением правил Госгортехнадзора.

Согласно этим правилам к сварке трубопроводов допускаются сварщики, прошедшие специальную подготовку и имеющие соответствующие удостоверения.

Сварку разрешается производить при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C , так как при более низких температурах происходит интенсивное насыщение расплавленного металла шва газами (особенно кислородом и водородом, что значительно ухудшает качество сварных швов).

Производство сварочно-сборочных работ регламентируется рядом нормативных документов:

1. ГОСТ 16037-80 «Швы сварных соединений стальных трубопроводов.

Основные типы, конструктивные элементы и размеры». Стандарт регламентирует основные типы швов сварных соединений трубопроводов всех видов, а также типы и размеры подготовки кромок под сварку, включая допуски на обработку. В зависимости от диаметра и толщины стенок труб и подготовки кромок рекомендуются различные виды и способы сварки. Устанавливаются размеры выполнения швов и предельные отклонения от номинальных.

2. «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

Данные правила, разработанные Госгортехнадзором России, являются обязательными для всех предприятий и организаций независимо от ведомственной принадлежности и организационно-правовых форм. Настоящие правила устанавливают общие положения и основные технические требования к технологическим трубопроводам: условия выбора и применения труб, деталей трубопроводов, арматуры и основных материалов для их изготовления, а также требования к сварке, размещению трубопроводов, условиям нормальной эксплуатации и ремонта, соблюдение которых обязательно для всех отраслей промышленности, имеющих подконтрольные Ростехнадзору России производства.

1.2 Выбор конструкционного материала для металлоконструкции

Трубопровод (коллектор) изготавливают из сталей различных марок. Выбор марки стали напрямую зависит от дальнейшего применения изделия. Для того чтобы избежать коррозии при дальнейшей эксплуатации изделия рекомендуется изготавливать отвод из стали 08Х13.

									Лист
									10
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.078 ПЗ				

Сталь 08X13 применяется для производства лопаток паровых турбин, работающих при температурах до +580 °С, клапанов, болтов и труб, а также деталей с повышенной пластичностью, подвергающихся ударным нагрузкам (клапанов гидравлических прессов, предметов домашнего обихода), изделий, подвергающихся воздействию слабоагрессивных сред (атмосферных осадков, водных растворов солей органических кислот при комнатной температуре и пр.), в качестве плакирующего слоя при изготовлении горячекатаных двухслойных коррозионно-стойких листов. Сталь относится к коррозионностойким и жаропрочным сталям, ферритного класса.

Рекомендуемая максимальная температура эксплуатации в течение ограниченного времени - до +650 °С. Температура начала интенсивного окалинообразования в воздушной среде +750 °С.

Наибольшая коррозионная стойкость достигается после термической обработки (закалка с отпуском) и полировки. Сталь марки 08X13 может применяться также после отжига.

1.2.1 Химический состав стали 08X13

Основным элементом, обуславливающим высокую коррозионную стойкость данной стали является хром, обеспечивающий способность к пассивации. Присутствие хрома в количестве примерно 13% делает сталь 08X13 стойкой в слабоагрессивных средах.

В таблице 1 приведён химический состав стали 08X13[3].

Таблица 1 – Химический состав стали 08X13, мас. %

C	Cr	Mn	P	S	Si
≤0,08	12,0-14,0	≤0,80	≤0,030	≤0,025	≤0,80

1.2.2 Механические свойства стали

Механические свойства предопределяются содержанием углерода в составе стали, степени её раскисленности, видом и режимом термообработки, влияющей на структурное состояние. Показатели механических свойств стали 08Х13 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства стали 08Х13[4]

ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	σ_T (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)	НВ, не более
ГОСТ 5949-75	Прутки. Закалка 1000-1050 °С, масло. Отпуск 700-800 °С, масло.	60	410	590	20	60	98	-
ГОСТ 7350-77	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 960-1020 °С, вода или воздух. Отпуск 680-780 °С, воздух или печь (Образцы поперечные).	Св. 4	294	422	23	-	-	-
ГОСТ 25054-81	Поковки. Закалка 1000-1050 °С, масло. Отпуск 700-780°С, масло.	До 1000	392	539	14	35	49	187-229

σ_T - предел текучести, [%]

σ_B - предел прочности, [МПа]

δ_5 - относительное удлинение при разрыве, [%]

ψ - относительное сужение, [%]

КСУ - ударная вязкость, [кДж / м²]

НВ - твердость по Бринеллю

1.2.3 Прочность стали

Прочность сталей возрастает с увеличением содержания углерода в составе, и уменьшается, с увеличением толщины проката. Термическое

упрочнение - закалка с отпуском позволяет повысить на 30 - 40% предел текучести, а временное сопротивление разрыву - на 10 - 15%. Для стали 08Х13 рекомендуется использовать закалку с отпуском для того чтобы избежать появления трещин.

1.2.4 Ударная вязкость

Важным показателем стали, особенно если конструкция работает при пониженных температурах, является ударная вязкость. Применение таких видов термообработки, как нормализация и в особенности термическое упрочнение, позволяет в 1,5 - 2,5 раза увеличить уровень ударной вязкости стали.

1.3 Определение склонности стали к образованию трещин

Свариваемость – свойство металла и сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. Сложность понятия о свариваемости материалов объясняется тем, что при оценке свариваемости следует учитывать взаимосвязь сварочных материалов, металлов и конструкции изделия с технологиями сварки.

Показателей свариваемости существует достаточно большое количество. Показателей свариваемости легированных сталей, предназначенных, например, для изготовления химической аппаратуры, является возможность получить сварочное соединение, обеспечивающее специальные свойства – коррозионную стойкость, прочность при высоких или низких температурах.

При сварке разнородных металлов показателем свариваемости является возможность образования в соединении межатомных связей. Однородные

металлы соединяются сваркой без затруднений, тогда как некоторые пары из разнородных металлов совершенно не образуют в соединении межатомных связей, например, не сваривается титан с углеродной сталью.

Важным показателем свариваемости металлов является возможность избегания в сварных соединениях закаленных участков; трещин и других дефектов, отрицательно влияющих на работу сварного изделия.

Единого показателя свариваемости металла нет. [5]

1.3.1 Определение склонности стали к горячим трещинам

Горячие трещины – это межкристаллические разрушения металла шва и зоны термического влияния, возникающие в твёрдо-жидком состоянии при завершении кристаллизации либо в твёрдом состоянии при высоких температурах на этапе преимущественного развития межзёрной деформации. Они могут возникать при неблагоприятном сочетании некоторых факторов, связанных с понижением деформационной способности металла вследствие наличия в структуре легкоплавких эвтектик, дефектов кристаллического строения, выделения хрупких фаз, включения водорода (водородная болезнь) и т. д.

Трещины различают по внешним и внутренним причинам их образования.

Внешними причинами образования трещин является сегрегация таких примесей, как сера, фосфор или кислород и окислы, то есть элементов, которые не вводятся специально в металл сварного шва, а попадают в него как сопутствующие элементы или в результате неоптимальных металлургических реакций. Они могут также попадать в металл сварного шва из переплавленного основного металла.

Внутренние причины возникают в результате реакций элементов, специально вводимых в металл сварного шва. Имеется в виду сегрегация

ниобия, хрома, молибдена, бора и т. д. Так же причинами образования горячих трещин являются напряжения как внутренние, так и внешние.

Для уменьшения склонности сварных соединений к образованию горячих трещин необходимо в процессе производства стремиться к такому набору свойств свариваемого сплава в температурном интервале хрупкости, а также технологических приёмов и конструктивному оформлению узлов, которые бы обеспечили наименьшие деформации. Все известные способы повышения технологической прочности в конечном итоге сводятся к следующим:

- изменение химического состава;
- выбор оптимального режима сварки;
- применение рационального типа конструкции и порядка наложения сварных швов [6].

Вероятность появления при сварке или наплавке горячих трещин можно определить по показателю Уилкинсона (Н.С.С):

$$H.C.S = \frac{C * (S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100})}{3Mn + Cr + Mo + V} * 10^3, \quad (1.1)$$

где С, S, Mo и т.д масс.% содержания хим. элемента в стали.

Условием появления горячих трещин является $H.C.S. > 4$.

Рассчитываем по формуле (1.1) критерий Уилкинсона для стали 08X13:

$$H.C.S. = 0,08 * (0,025 + 0,030 + ((0,8)/25)) / (3 * 0,8 + 14) * 1000 = 0,43$$

Исходя из данного расчета, можно сделать вывод, что сталь 08X13 не склонна к появлению горячих трещин.

1.3.2 Определение склонности стали к холодным трещинам

При проведении ремонтных процессов могут возникать холодные трещины при сварке. Это явление является локальным разрушением, которое относится к межкристаллическому типу. Оно образуется в сварных соединениях из-за того, что в них образуются сварочные напряжения. Если горячие трещины можно заметить еще во время процесса, то холодные становятся заметными уже в самом конце, когда процесс произошел и металл охладился. На сварочном соединении становится виден блестящий излом, который прошел из-за температурного окисления.

Различные металлы являются более или менее склонны к образованию этого явления. Главным фактором выступает наличие углерода. Конечно же, точной гарантии того, образуется трещина или нет, не может дать никто, но определенный процент зависимости здесь все же проявляется. Холодные трещины при сварке относятся к распространенным дефектам, которые возникают при работе со средне- и высоколегированными сталями. В низколегированных материалах это также возможно, но о статистике возникает гораздо реже. Чаще всего трещины образуются не на самом шве, а возле него.

Наиболее распространенным видом холодных трещин в сварных соединениях являются изломы. Отрывы встречаются не так часто и относятся к тем металлам, у которых имеется аустенитная структура.

Часто трещины образуются из микроскопических дефектов, которые под действием напряжения разрастаются в течение нескольких дней или часов. Сложных швах, таких как двухсторонние, вариантов размещений трещин становится больше.

Основная причина появления трещин – это водород. Он может попадать в шов из флюса, который покрывает электрод. Даже при использовании газовой сварки он может проникать в металл из защитных

газов, неубранных загрязнений на сварочной проволоке и так далее. Активным источником этого элемента может стать ржавчина, но электродное покрытие в любое случае дает больше всего примеси.

Холодные трещины при сварке образуются следующим образом. Непосредственно после окончания сварочного процесса металл на соединении испытывает временное влияние водорода. Это может помешать контролю качества полученного соединения. Образуется диффузия водорода в тех местах, где образуются шлаковые включения и поры. Здесь же атомный водород превращается в молекулярный. Когда водород переходит в молекулярное состояние, он скапливается в определенных местах и именно места его скопления создает высокое давление газа. Это и становится причиной того, что в металле появляются блестящие поры.

Особенность этого процесса состоит в том, что водород может перейти в молекулярное состояние только при низкой температуре. Если температура выше 200 градусов Цельсия, то этот элемент находится в металле в атомарном состоянии. Постоянное влияние водорода приводит к тому, что материал становится более хрупким, так что структурные превращения при таком воздействии становятся бесповоротными. Большая уязвимость приграничных зон является результатом того, что в них происходит довольно большое количество различных процессов. В этих местах распадаются карбиды и сульфиды, которые и без воздействия водорода усугубляют положение. В результате комплексного воздействия границы швов всегда проявляют первые признаки появления трещин.

В настоящее время одной из самых распространенных формул для определения склонности стали к образованию холодных трещин является формула [7]:

$$[C]=[C]_x*(1-0,005*\delta), (1.2)$$

									Лист
									17
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

где δ - толщина металла, мм

$$[C]_x = C + \frac{Mn+Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{Mo}{13} \quad (1.3)$$

где C, Mn и др. - символы элементов и их содержание, %.

Стали, у которых $C \geq 0,45$ %, считаются потенциально склонными к образованию трещин.

При $C < 0,45\%$ сталь сваривается без ограничений и не требует предварительного подогрева.

Рассчитываем по формуле (1.2) критерий появления холодных трещин для стали 08X13:

$$[C]_x = 0,08 + \frac{0,8+14}{9} = 1,67$$

Подставляем значения в формулу (1.3):

$$[C] = 1,67 * (1 - 0,005 * 8) = 1,61$$

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что сталь 08X13 имеет склонность к образованию холодных трещин. Для того чтобы избежать появления холодных трещин сталь 08X13 сварку следует производить с подогревом, а после сварки произвести отпуск.

По литературным данным температура подогрева стали перед сваркой варьируется от 100 до 120°C, а отпуск стали после сварки следует производить при 300-350°C в течении 4 часов. [8]

2 Технологическая часть

2.1 Выбор способа сварки

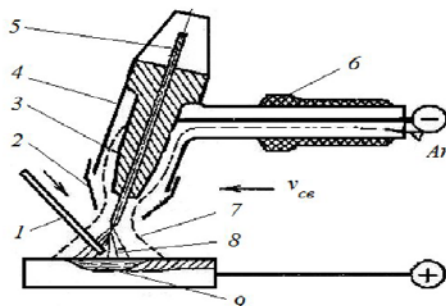
Технология сварки изделия должна обеспечивать определённый комплекс требований, главное из которых – обеспечение равнопрочности присадочного и основного металла сварных соединений и отсутствие дефектов в сварном шве. Для выполнения этого требования механические свойства металла шва и около шовной зоны должны быть не ниже свойств основного металла. Технология изготовления должна обеспечивать максимальную производительность и экономичность процесса при требуемой надёжности конструкции.

Рассмотрим 2 способа сварки: полуавтоматическую сварку в защитном газе и автоматическую сварку под слоем флюса для того чтобы выбрать наиболее подходящую для данной конструкции.

2.1.1 Сварка в среде защитных газов

Дуговая сварка в защитных газах – это сварка с использованием газов для защиты места сварки от влияния атмосферных газов.

Принцип работы данного вида сварки заключается в следующем. Механизм подает особую же сварочную проволоку в специальную рабочую зону с газовой средой. В газе проволока расплавляется и направляется в сварочную ванну. Возле ванны газ вытесняет воздух, благодаря чему шов будет защищаться от кислородного воздействия. Из газов используются гелий, аргон, углекислый газ либо их комбинации, а диаметр сварочной проволоки обычно — 6...1,6 мм (рисунок 2).



1-присадочный пруток, 2 – сопло, 3 – токопроводящий мундштук, 4 – корпус горелки, 5 – неплавящийся вольфрамовый электрод, 6 – рукоять горелки, 7 – атмосфера защитных газов, 8 – сварочная дуга, 9 – ванна расплавленного металла
Рисунок 2 – Схема сварки в среде защитных газов

Сварочный полуавтомат можно назвать стационарным оборудованием, его конструкцию составляют источник питания, представляющий собой инвертор либо сварочный выпрямитель, а также блок, подающий присадочную проволоку и система управления. Помимо этого, есть еще газовые баллоны, газоподающая оснастка и рукава с горелкой. Режим работы такой системы регулируют посредством применения различных газовых смесей (или отдельных газов), а также типом присадки плюс меняют силу тока и скорость подачи проволоки.

К достоинствам данного вида сварки можно отнести следующие:

- возможность создания неразъемного соединения для оцинкованных изделий, не повреждая при этом покрытие. Сплав происходит с помощью медной проволоки;
- способность варить как конструкционную сталь, так и другие металлы – алюминий, чугун;
- возможность работы с тонкими стальными листами, толщиной не более половины миллиметра;
- низкая чувствительность к загрязнению и коррозии основного материала;

- удобство, при котором шлак не перекрывает шов, и оператор сразу видит результат;

- невысокая стоимость, в сравнении с другими типами создания неразъемных соединений.

Кроме этого, стоит отметить некоторые недостатки, которые возникают при работе:

- дороговизна оборудования и расходных материалов;
- работа с газом всегда остается опасной для сварщика и окружающих;
- процесс подготовки более сложный, чем в ручной дуговой сварке, а также вся конструкция оказывается более громоздкой и менее мобильной;
- много параметров для выставления правильного режима;
- многие газы оказываются вредными для здоровья человека.

Даже с некоторыми недочетами такой тип сварки широко применяется во многих производственных отраслях. Чаще всего такие типы используются в сферах автостроения и ремонта транспортных средств. При этом применяется защитный газ – гелий, аргон или углекислый газ [9].

2.1.2 Автоматическая сварка под слоем флюса

Автоматическая дуговая сварка под флюсом – это сварка электрической дугой, горящей между концом сварочной проволоки и свариваемым металлом под слоем флюса.

Суть процесса данного способа сварки состоит в следующем. Между свариваемым изделием и концом сварочной проволоки горит электрическая дуга. Сварочная проволока плавится. По мере расплавления к месту сварки подаются новые порции сварочной проволоки. Проволока поступает в зону сварки либо с помощью специального механизма, и в этом случае мы имеем дело с автоматической сваркой. Либо вручную, и в этом случае сварка будет полуавтоматическая.

Сама электрическая дуга закрыта слоем флюса и горит внутри газового облака, которое образуется в результате плавления этого флюса. Как следствие нет поражающего фактора для глаз, как во время обычной сварки.

Свариваемый металл и флюс под воздействие дуги плавятся. При этом расплавленный флюс образует защитную жидкую плёнку, которая препятствует соприкосновению свариваемого металла с кислородом окружающего воздуха. Внутри расплавленного флюса плавится не только свариваемый металл, но и сварочная проволока.

Все эти расплавленные металлы смешиваются в так называемой сварочной ванне (небольшом пространстве, образующемся на месте свариваемых деталей, непосредственно под электродом). По мере перемещения электрической дуги дальше, металл в сварочной ванне постепенно охлаждается и становится твёрдым. Так, образуется сварочный шов (рисунок 3).

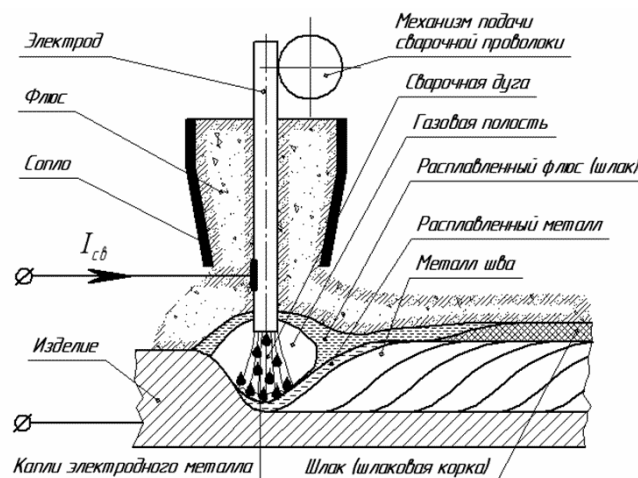


Рисунок 3 – Схема автоматической сварки под слоем флюса

Преимущества сварки под слоем флюса:

- повышенная производительность;
- возможность увеличения величины сварочного тока. Лучшее использование тока заметно экономит расход электроэнергии;

- заключение дуги в газовый пузырь со стенками из жидкого флюса практически сводит к нулю потери металла на угар и разбрызгивание, суммарная величина которых, не превышает 2% веса расплавленного электродного металла. Отсутствие потерь на угар и разбрызгивание и уменьшение доли электродного металла в образовании шва позволяют весьма значительно экономить расход электродной проволоки;

- отсутствие брызг;
- максимально надёжная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги.

Недостатки сварки под слоем флюса:

- трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- расход флюса по весу в среднем равняется весу израсходованной проволоки, и стоимость его оказывает существенное влияние на общую стоимость сварки;
- трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- невидимость места сварки, закрытого толстым слоем флюса. Невидимость места сварки повышает требования к точности подготовки и сборки изделия под сварку, затрудняет сварку швов сложной конфигурации;
- нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования;
- отсос и сбор флюса, пересыпка для повторного его использования являются дополнительными источниками пылевыделения. Установлено, что при повторном использовании флюса запыленность воздушной среды выше в 2 раза, чем при сварке под свежим флюсом [10].

Исходя из сказанного в предыдущих 2 пунктах для приварки фланцев к крутоизогнутому отводу рекомендуется использовать сварку в среде защитных газов так как шов получается высокого качества и сварку можно производить в различных пространственных положениях.

2.2 Выбор материалов для сварки

2.2.1 Защитный газ

Защитный газ - это газ, используемый при сварке, который защищает зону сварки от проникновения вредных веществ из внешней среды, а в некоторых случаях позволяет выводить вредные вещества из сварочной ванны.

Выбирая, какой газ использовать для сварки, нужно заранее знать виды и свойства каждого из газов, используемых в работе сварщика. Зачастую используются следующие газы:

Ацетилен. Это самый распространенный сварочный газ, получивший свою популярность благодаря хорошим характеристикам.

Водород. Менее популярный вид газа, но все же использующийся для сварки стали и тонкого алюминия.

Природные газы. Они подходят для выполнения большинства задач сварщика, стоят недорого и их легко найти в любом городе.[11]

Не менее популярными являются смеси газов.

Каждая газовая смесь для сварки уникальна, но в целом все они имеют ряд преимуществ, например, высокое качество шва, повышение эффективности сварки, уменьшенное количество брызг (по сравнению с ручной сваркой), стабильное горение дуги и другие. Тем самым они и заслужили столь широкое использование в сварочной сфере.

										Лист
										24
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.078 ПЗ					

Выделяют несколько основных типов смесей, которые используются в современной сварке. Смесь газов аргон и углекислота относится к самой распространенной и востребованной разновидности для ответственных работ. Чаще всего ее используют при соединении сталей с низким уровнем легирования. Углекислота позволяет облегчить струйный переход. Использование такой смеси делает швы пластичными, а также снижает вероятность образования пор в них.

Аргон с кислородом также дает более плотную структуру соединения, так как здесь практически не образуются поры. Соотношение между газами в смеси может быть разным, но зачастую уровень аргона достигает около 95%.

Аргон с водородом применяется для высоколегированных сталей, в том числе и нержавеющей, никеля и их сплавов. Это сочетание применяется на практике не только как газ для сварки полуавтоматом, но и как формовочный.

Аргон с гелием рассчитан на работу с цветными металлами и их сплавами. Основными металлами для такой смеси являются алюминий, медь, никель и различные хромоникелевые сплавы.

Аргон с активными газами считается универсальной смесью для работы с широким кругом марок стали. Это могут быть разновидности низкого, среднего и высокого уровня легирования. При своих свойствах данное сочетание имеет относительно невысокую стоимость для своей сферы.

Для сварки крутоизогнутого отвода с фланцами из стали 08X13 рекомендуется использовать смесь аргона с кислородом в соотношении 98% и 2% соответственно (кислород нужен для удаления неметаллических примесей) [12].

2.2.2 Сварочная проволока

Сварочная проволока представляет собой проволоку из специальных видов стали, которая используется для получения качественных швов при сваривании металлов. При этом она практически заменяет хрупкий электрод, становясь на его место во время работы.

Присадочная проволока различается по содержанию легирующих элементов. Марки с низким содержанием предназначаются больше для чистых металлов, а не для сплавов. Причем это касается это преимущественно материалов, которые обладают хорошими свойствами свариваемости.

Среднелегированная сварочная проволока является одним из самых распространенных вариантов, так как подходит для наиболее распространенных металлов, которые используются в промышленности. Это материалы средней свариваемости, которые требуют дополнительной защиты, но не обладают критически плохими свойствами.

Высоколегированная проволока для сварки в защитных газах предназначена для самых сложных случаев. Простым примером является сварка нержавеющей стали, для которой нужна не только сильная защита от внешних факторов, но и восполнение выгорающих элементов состава, для чего и требуется высокий уровень легирования [13].

Для сварки крутоизогнутого отвода с фланцами рекомендуется использовать проволоку Св-06Х14 так как она схожа по своему химическому составу с основным металлом. Химический состав проволоки представлен в таблице ниже.

Таблица 3 – Химический состав проволоки Св-06Х14, мас.% [14]

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
до 0.08	0.3 - 0.7	0.3 - 0.7	до 0.6	до 0.025	до 0.03	13 - 15

2.4 Оборудование для сборки

Сборка сварных конструкций представляет собой весьма ответственный и трудоемкий процесс. Хорошее качество сборки — первое и необходимое условие высокого качества сварки. При индивидуальном производстве сборка может занимать 30—50% общего времени изготовления сварной конструкции. При хорошем оснащении сборочных операций приспособлениями и кондукторами затраты времени на сборку сварных конструкций могут быть значительно уменьшены. При выполнении сборочных операций необходимо:

- 1) точно выдерживать проектные размеры;
- 2) правильно и постоянно выдерживать зазоры;
- 3) точно располагать детали по отношению друг к другу в соответствии с проектом;
- 4) обеспечивать точное положение плоскостей собираемых элементов под углом их пересечения;
- 5) обеспечивать минимальный допуск на смещение поверхностей деталей стыковых соединений.

Разработка технологического процесса сборки конструкций тесно связана с выбором рациональных типов имеющихся в цехе приспособлений и проектированием новых приспособлений и кондукторов в зависимости от особенностей изделия и принятого метода сварки. К разработанным технологическим процессам сборки и сварки должны быть приложены операционные, инструкционные и нормировочные карточки [16].

Сборку крутоизогнутого отвода с фланцами следует производить с помощью специализированного кондуктора. Конструкция кондуктора разрабатывалась в данном проекте. В его состав входит сборочно-сварочная плита, 2 пневмоприжима — наклонный и горизонтальный, шаблон для установки фланца, регулируемый упор и поворотная стойка для наклонного

					ДП 44.03.04.078 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

пневмоприжима. Для силовых пневмоприжимов выбраны пневмоцилиндры диаметром 100 мм марки ПНЦ-Т с рабочим давлением 0,1 – 0,9 МПа.

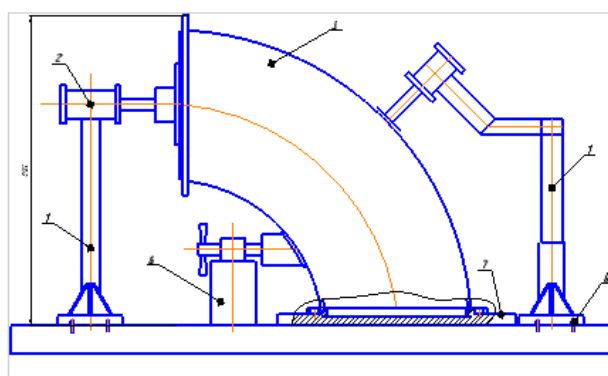


Рисунок 4 – Сборочный кондуктор

Для выполнения прихваток рекомендуется использовать инверторный сварочный полуавтомат EWM PHOENIX 401 ProgressPuls (рисунок 5).



Рисунок 5 – Сварочный полуавтомат EWM PHOENIX 401 ProgressPuls

Предназначен для полуавтоматической сварки MIG/MAG стальной и порошковой проволокой, сварки покрытым штучным электродом MMA, аргонодуговой сварки неплавящимся электродом TIG.

Особенности:

- импульсная MIG/MAG сварка различными типами проволоки;

- высокая продолжительность включения и максимальная мощность источника EWM;
- синергетическое управление параметрами - прямой доступ ко всем настройкам с устройства подачи проволоки;
- идеальные характеристики зажигания и процесса сварки благодаря инверторному источнику EWM;
- максимальная экономичность;
- эргономичность, прочное и компактное исполнение;
- мощная и эффективная система охлаждения [17].

Технические характеристики представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики EWM PHOENIX 401 ProgressPuls MM FDW

Масса, кг	118
Напряжение, В	380
Габаритные размеры, мм	1100x455x1000
Мощность, кВт	15
Сварочный ток max, А	400
Сварочный ток min, А	5
Сварочный ток при нагрузке 60%, А	400
Диаметр проволоки, мм	1,0 – 3,0
Виды сварки	Безгаза, MIG, MAG, TIG, ММА
Способ охлаждения	Водяное

2.5 Оборудование для сварки

Для сварки крутоизогнутого отвода с фланцами рекомендуется применять автоматическую сварку в защитном газе. В данную установку входит сварочный манипулятор, сварочная колонна, и сварочная головка для сварки в среде защитных газов.

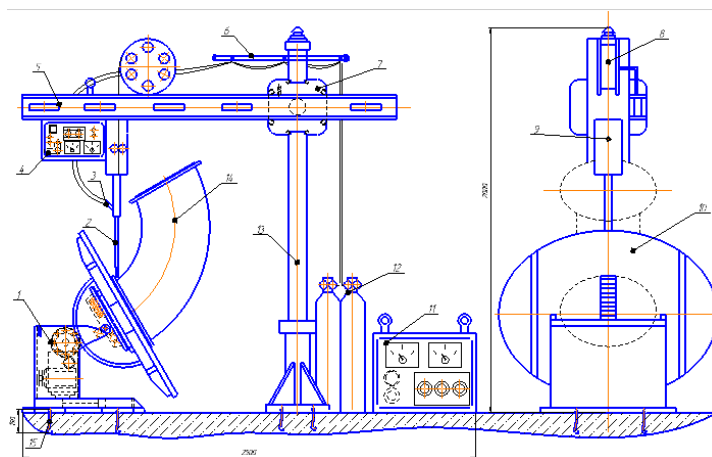


Рисунок 6- Установка для сварки

2.5.1 Горизонтальная шахтная термическая печь

Перед сваркой следует произвести предварительный подогрев для того чтобы избежать образования холодных трещин после сварки. Рекомендуется использовать печь ПШЗ 15.15/12 И1 (рисунок 7) [18].



Рисунок 7 – Шахтная термическая печь ПШЗ 15.15/12 И1

Технические характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики шахтной термической печи 15.15/12 И1

Внутренние размеры, мм (диаметр-высота)	1500 - 1500
Максимальная температура, °С	1200
Мощность, кВт	142
Вес, кг	6300

2.5.2 Сварочный манипулятор

Универсальные сварочные вращатели или манипуляторы предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение и вращения изделий с маршевой или плавно регулируемой сварочной скоростью. Могут применяться как для ручной и механизированной сварки, так и в составе автоматизированного сварочного комплекса с единой системой управления. В данной сварочной установке рекомендуется использовать манипулятор сварочный МАК-500Н (показан на рисунке 8). Данный манипулятор предназначен для удержания и позиционирования изделия при сварке. Манипулятор может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме в составе автоматических установок для сварки.

К особенностям данного манипулятора можно отнести:

- прочное сварное основание, которое обеспечивает стабильность вращения изделия без вибраций при различной его массе и конфигурации;
- моторизованное вращение и наклон планшайбы в широком диапазоне скоростей;
- планшайба с четырьмя пазами для фиксации патрона или приспособления с изделием;
- ручной и автоматический режим работы;
- в автоматическом режиме, возможно, настроить полный цикл, в том числе время задержки в начале сварки, перекрытие шва [19].

Технические характеристики манипулятора приведены в таблице 6.



Рисунок 8 - Манипулятор сварочный МАК-500Н

Таблица 6 – Технические характеристики манипулятора сварочного МАК-500Н

Наименование параметра	Значение
Максимальная грузоподъемность, кг	500
Максимальный изгибающий момент, кг/м	120
Максимальный крутящий момент, кг/м	90
Диаметр планшайбы, мм	750
Скорость вращения, об/мин	0,12-1,20
Угол наклона, градус	0-105
Напряжение питания, В	3x380 (50Гц)
Габаритные размеры ДхШхВ, мм	1250x850x1030
Масса, кг	350

2.5.3 Сварочная колонна

Для сварки рекомендуется использовать сварочную колонну ТЕ-120 с моторизованной регулировкой (рисунок 9). Технические характеристики приведены в таблице 7 [20].



Рисунок 9 – Сварочная колонна ТЕ-120

Таблица 7 – Технические характеристики сварочной колонны ТЕ-120

Модель	ТЕ-120
Движение горизонтально	1200 мм
Горизонтальная скорость хода	150 до 1500 мм/мин
Движение вертикальное	1200 мм
Скорость перемещения вертикально	800 мм/мин
Угол поворота	90°
Вращение	вручную
Горизонтальный ход горелки	75 мм
Вертикальный ход горелки	75 мм
Размеры (Д x Ш x В) мм	1690 x 920 x 2048

2.5.4 Источник питания

Для сварочного комплекса, представленного в предыдущем пункте рекомендуется использовать LincolnElectricInvertec CV-425.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 10–LincolnElectricInvertecCV-425

V-425– это промышленный источник питания, предназначенный для работы в тяжелых условиях эксплуатации. Устройство соответствует классу электробезопасности IP23, что делает возможным работу под открытым небом. Кроме того, все чувствительные компоненты источника отделены от воздушного потока системы охлаждения и заключены в пыленепроницаемый корпус. Покрывание плат электроники полностью защищает устройство от воздействия окружающей среды.

Преимущества данного устройства:

- защитное покрытие плат электроники и пыленепроницаемый корпус.
- механизмы подачи проволоки, специально предназначенные для монтажных площадок и судовых верфей. Все модели оснащены вольтметром и амперметром, по желанию также можно заказать функции синергетического управления и запоминания настроек.
- высокие характеристики дуги при сварке в смеси аргона или 100% CO₂.
- электронная система обратной связи гарантирует постоянную скорость подачи проволоки

- колеса большого диаметра, ручка и подъемные проушины гарантируют мобильность устройства
- большой список функций[21].

Технические характеристики приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики LincolnElectricInvertecCV-425

Сеть питания	230/400/3/50-60
Номинальная мощность	420А/35В/60% 325А/30.3В/100%
Потребляемый ток	63/32/32А
Диапазон сварочного тока	10-420А
Габаритные размеры (ВхШхД)	880 мм х 696 мм х 1020 мм
Вес нетто	152 кг

2.5.5 Сварочный автомат АДГ – 630

В данной автоматической установке для сварки рекомендуется использовать сварочную головку от автомата АДГ-630 с удлиненным мундштуком.

Автомат сварочный АДГ-630 с блоком управления (рисунок 11) предназначен для автоматической однослойной, многослойной сварки и наплавки электродной проволокой в среде защитных газов изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей на постоянном токе.

Автомат сварочный АДГ-630 используется при сварке стыковых соединений (с разделкой и без разделки кромок), нахлесточных и угловых соединений, внутри и вне колеи автомата, а также при сварке угловых соединений «в лодочку». Швы могут быть прямолинейными и кольцевыми [22].



Рисунок 11 – Сварочный автомат АДГ – 630

Данный автомат обладает следующими преимуществами:

- плавная регулировка скорости подачи электродной проволоки;
- плавная регулировка скорости перемещения тележки;
- штатно комплектуется водоохлаждаемой горелкой;
- возможность предустановки сварочного тока и скорости сварки;
- надежность и простота конструкции.

Технические характеристики автомата АДГ – 630 представлены в таблице 9.

Таблица 9– Технические характеристики сварочного автомата АДГ - 630

1	2
Пределы регулирования сварочного тока, А:	100-630
Диаметр сварочной проволоки, мм:	1,6-2,4
Защитная среда:	газ
Напряжение питания, В:	380
Частота сети, Гц:	50
Кол-во фаз:	3
Скорость подачи проволоки, м/ч:	120 - 720
Скорость сварки, м/ч:	12 - 120
Пределы регулирования времени растяжки дуги, с:	0,5 – 1,2
Ёмкость кассеты для проволоки, кг:	15

Окончание таблицы 9

1	2
Угол поворота свар. головки относит. вертикали, °:	±90 град
Угол поворота свар. головки относит. гориз. оси, °:	±45
Угол наклона токоподвода относит. вертикали, °:	+45 (углом вперед); -30 (углом назад)
Ход вертикального суппорта, мм:	100
Ход горизонтального суппорта, мм:	100
Межосевое колесное расстояние, мм:	240
Колесная колея, мм:	206
Габаритные размеры, мм:	680x385x630
Вес, кг:	32

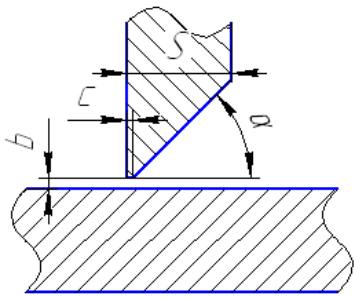
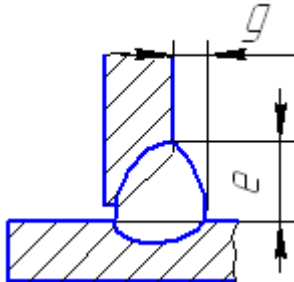
2.6 Расчет режимов сварки

Режимом сварки называют совокупность характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных соединений заданных размеров, формы и качества. При всех дуговых способах сварки такими характеристиками являются следующие параметры: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение на дуге, скорость перемещения электрода вдоль шва, род тока и полярность. При механизированных способах сварки добавляют еще один параметр-скорость подачи сварочной проволоки.

2.6.1 Расчет площади наплавленного металла

При сварке фланцев и крутоизогнутого отвода используется соединение Т6 (тавровое соединение с односторонним скосом кромок). В таблице 9 представлены параметры соединения Т6 в соответствии с ГОСТ 14771-76 [23].

Таблица 9 – Параметры сварного соединения Т6

Форма подготовки кромок	Вид сварного шва
	
Толщина S	8 мм
Зазор b	1 мм
Угол скоса α	45°
Высота притупления c	1±1 мм
Ширина шва e	12±2 мм
Высота шва g	2,4 мм

Исходя из данных таблицы рассчитаем площадь наплавленного металла.

$$F_1 = \frac{S+S}{2} \quad (2.1)$$

Подставляем значения в формулу (2.1):

$$F_1 = \frac{8+8}{2} = 32$$

Найдем вторую часть площади наплавленного металла:

$$F_2 = \frac{g+e}{2} \quad (2.2)$$

Подставляем данные в формулу (2.2):

$$F_2 = \frac{2,4+12}{2} = 14,4$$

Найдем общую площадь наплавленного металла:

$$F = F_1 + F_2 = 32 + 14,4 = 46,4 \text{ мм}^2$$

Таким образом площадь наплавленного металла равна 46 мм². Для усиления наружного шва при отсутствии внутреннего рекомендуется произвести сварку в 2 прохода с площадью наплавленного металла каждого шва по 35 мм.

2.6.2 Расчет режима сварки для выполнения прихваток

Определение режима сварки начинают с выбора диаметра электродной проволоки. Принимает диаметр электродной проволоки 1,6мм (пункт 2.6.3).

Площадь наплавленного металла равна 70 мм².

Коэффициент наплавки рассчитывается по формуле:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{(0,32)} \cdot L_3^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (2.3)$$

где $L_3 = 10 \cdot d$ (2.4)

При выполнении прихваток должно соблюдать условие: сечение прихватки не может быть меньше 1/3 и не должно превышать 1/2 сечения металла, наплавленного 1 проходом [24]. Значит сечение прихватки должно находится в диапазоне от 17 до 23 мм.

Принимаем сечение прихватки равным 20 мм².

Рассчитаем значение сварочного тока $I_{св}$ по формуле :

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} * j, A \quad (2.5)$$

где j - плотность тока;

$$j = 90 - 130 \text{ А/мм}^2 \text{ [8]}$$

Подставляем значения в формулу (2.5):

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 * 1,6^2}{4} * 90 = 180 \text{ А.}$$

Рассчитаем напряжение на дуге для электродов с основным типом покрытия:

$$U_c = 12 + 0,36 \frac{I_c}{d_3} \quad (2.6)$$

Подставляем значения в формулу (2.6):

$$U_c = 12 + 0,36 * \frac{56}{1,6} = 23 \text{ В}$$

Рассчитаем коэффициент наплавки по формуле (2.3), но сначала нужно найти вылет электрода по формуле (2.4):

$$L_3 = 10 * 1,6 = 16 \text{ мм}$$

$$\alpha_p = 1,21 * (180)^{0,32} * (16)^{0,38} * (1,6)^{-0,64} = 13$$

Найдем рекомендуемую скорость сварки:

$$V_{ci} = \frac{\alpha_H \cdot I_{ci}}{\rho \cdot F_{ШВ}}, \text{ м/ч} \quad (2.7)$$

где $F_{шв}$ – площадь поперечного сечения шва при однопроходной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см²;

ρ – плотность металла электрода, г/см³ (для стали $\rho = 7,8$ г/см³).

Подставляем значения в формулу (2.7):

$$V_{св} = \frac{13 * 180}{70 * 7,8} = 4,2 \text{ м/ч}$$

Результаты вычислений приведены в таблице 10.

Таблица 10- Параметры режима сварки для выполнения прихваток

$I_{св}, \text{А}$	$U_{св}, \text{В}$	$V_{св}, \text{м/ч}$
180±5	23±2	4,2±1

Шаг прихваток 150мм, симметричны друг относительно друга, 8 шт.

2.6.3 Расчет режима сварки для соединения Т6

Выполним расчет режима сварки для соединения Т6, как нам уже известно, площадь наплавленного металла равна 46 мм².

Выполним расчет глубины проплавления исходя из разделки для соединения Т6 по формуле:

$$h=0,6*S-0,5*b, \quad (2.8)$$

где S- толщина свариваемого металла;

b- зазор.

Подставляем значения в формулу (2.8):

$$h=0,6*8-0,5*1=4,3 \text{ мм}$$

Рассчитаем значение сварочного тока J_{CB} :

$$J_{CB} = \frac{h_p}{K_n} * 100, \quad (2.9)$$

где $K_n = 1,55$ мм/100А [25]

Подставляем значения в формулу (2.9):

$$J_{CB} = \frac{4,3}{1,55} * 100 = 277A$$

Диаметр электрода находим по формуле:

$$d_э = K_d * F_H^{0,625}, \quad (2.10)$$

где $K_d = 0,15$ [25];

F_H -площадь наплавленного металла.

Подставляем значения в формулу (2.10):

$$d_э = 0,15 * 35^{0,625} = 1,4 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр электрода равным 1,6 мм.

Рассчитаем плотность тока j :

$$j = \frac{4 * J_{CB}}{\pi * d_э^2} \quad (2.11)$$

Подставляем значения в формулу (2.11):

$$j = \frac{4 * 277}{3,14 * (1,6)^2} = 137 \text{ А/мм}^2$$

Для сварки в среде защитных газов коэффициенты расплавления α_p и наплавки α_n необходимо рассчитывать по следующим формулам:

$$\alpha_p = 1,21 \cdot I_{св}^{(0,32)} \cdot L_3^{(0,38)} \cdot d^{(-0,64)}, \quad (2.12)$$

где $L_3 = 10 \cdot d$ (2.13)

Подставляем значения в формулу (2.13):

$$L_3 = 10 * 1,6 = 16 \text{ мм}$$

Подставляем значения в формулу (2.12):

$$\alpha_p = 1,21 * (277)^{0,32} * (16)^{0,38} * (1,6)^{-0,64} = 15,1$$

Коэффициент потерь рассчитывается по следующей формуле:

$$\Psi_n = 16 \cdot \exp [-7,48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - j)^2] \quad (2.14)$$

Подставляем значения в формулу (2.14):

$$\Psi_n = 16 * \exp[-7,48 * 10^{-5} * (200 - 137)^2] = 12$$

Коэффициент наплавки α_n находится по следующей формуле:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(100 - \Psi_n)}{100} \quad (2.15)$$

Теперь подставляем все найденные значения в формулу (2.15):

$$\alpha_n = 15,1 * \frac{(100-12)}{100} = 13,2$$

Найдем скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n * J_{св}}{\rho * F_3}, \quad (2.16)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/(А * ч)[8];

ρ – плотность металла, $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;

F_3 – площадь наплавленного металла, мм².

Подставляем значения в формулу (2.16):

$$V_{св} = \frac{13,2 * 277}{7,8 * 35} = 13,3 \text{ м/ч}$$

Найдем напряжение U_g :

$$U_g = 20 + 0,05 * J_{св} \quad (2.17)$$

Подставляем значения в формулу (2.17):

$$U_g = 20 + 0,05 * 277 = 33 \text{ В}$$

Рассчитаем погонную энергию сварки:

$$q_n = \frac{J_{св} * U_g * \eta}{V_{св}}, \quad (2.18)$$

где η – эффективное КПД дуги;

$$\eta = 0,75 [25].$$

Подставляем значения в формулу (2.18):

$$q_n = \frac{277 * 33 * 0,75}{0,36} = 19043,8 \text{ Дж/см}$$

Коэффициент формы проплавления:

$$\varphi = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{dэ \cdot Ug}{I_{св}}, \quad (2.19)$$

где K' - коэффициент равен 0,92 [25].

Подставляем значения в формулу (2.19):

$$\varphi = 0,92(19 - 0,01 * 277) * \frac{1,6 * 33}{277} = 2,84$$

Проверим глубину проплавления h :

$$h = 0,076 * \sqrt{\frac{q_n}{\varphi}} \quad (2.20)$$

Подставляем значения в формулу (2.20):

$$h = 0,076 * \sqrt{\frac{19043,8}{2,84}} = 6,2 \text{ см}$$

Исходя из результата, вносить изменения в режим сварки не нужно.

Рассчитаем скорость подачи проволоки:

$$V_{\Pi} = \frac{4V_{\text{св}}*F_{\text{H}}*(1+0,01*\psi_{\text{H}})}{\pi*d_3^2} \quad (2.21)$$

Подставляем значения в формулу (2.21):

$$V_{\Pi} = \frac{4*277*0,35(1+0,01*12)}{3,14*(1,6)^2} = 0,71\text{см/с}=25,5\text{ м/ч}$$

Расход газа находится по формуле:

$$q_{\text{рг}} = 0,0033 * (J_{\text{св}})^{0,75} \quad (2.22)$$

Подставляем значения в формулу (2.22):

$$q_{\text{рг}} = 0,0033 * (277)^{0,75} = 11,58\text{ л/мин}$$

Параметры режима сварки для соединения Т6 представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Параметры режима сварки для соединений Т6

$h_p, \text{см}$	$J_{\text{св}}, \text{А}$	$j, \text{А/мм}^2$	$V_{\text{св}}, \text{М/ч}$	$U_g, \text{В}$	$q_{\text{п}}, \text{Дж/с}$	ψ	$V_{\text{пп}}, \text{М/ч}$	$q_{\text{рг}}, \text{л/мин}$
4,3	277 ± 5	137	13 ± 3	33 ± 2	19043	12	25,5	12 ± 1

Данный режим применяется как для корневого шва, так и для основного так как они одинаковы.

2.7 Технология сборки и сварки

Для наглядности технологию сборки и сварки представим в виде таблицы.

Таблица 12 – Технология сборки и сварки крутоизогнутого отвода с фланцами

№	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Входной контроль	1. Проверить наличие сертификата. 2. Проверить соответствие ГОСТ 19281-2014. 3. Проверить соответствие геометрическим размерам исходя из чертежей.	- ГОСТ 19281-2014; - рулетка.
2	Очистка	Очистить зону сварки от средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев, грата и шлака.	- углошлифовальная машинка Эникор УШМ-1100/125 Э.
3	Слесарная	Произвести обработку и зачистку кромок отвода для сборки под сварку. Удалить заусенцы, неровности, шероховатость.	- углошлифовальная машинка Эникор УШМ-1100/125 Э.
4	Сборка	1. Установить фланец в шаблон на базовой плите приспособления; 2. Вращением винта отрегулировать установку изогнутой трубы на поверхность фланца, так чтобы он плотно прилегал к отводу; 3. Зафиксировать отвод с помощью наклонно-вертикального пневмоприжима; 5. Выполнить прихватки; 6. Установить второй фланец вертикально и с помощью горизонтального пневмоприжима зафиксировать его на изогнутой трубе; 7. Выполнить прихватки.	Инструмент: - рулетка; - сварочный полуавтомат «EWM PHOENIX 401 ProgressPuls MM FDW» - сборочный кондуктор (сборочно-сварочная плита, шаблон, регулируемый упор, горизонтальный и наклонный пневмоприжимы)

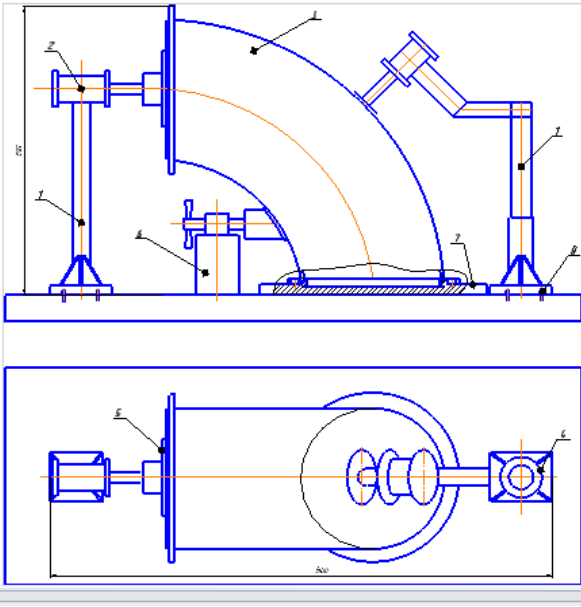
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ДП 44.03.04.078 ПЗ

Лист

48

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
			<p>Материалы: - проволока Св-06Х14. Режим для выполнения прихваток: - диаметр проволоки 1,6 мм; - длина прихватки 20 мм; - количество 6 шт на диаметр 400 мм; - сварочный ток $J_{св} = 180 \pm 5$ А; - напряжение $U = 23 \pm 2$ В.</p>
5	Промежуточный контроль	После сборки изделия на сборочном кондукторе произвести контроль геометрических параметров крутоизогнутого отвода с фланцами.	- визуально измерительный комплект измерительных приборов ГОСТ 7644-80; - линейка ГОСТ 3455-90; - штангенциркуль ШЦ-II-250-0.1; - угломер УГ-40.
6	Предварительный подогрев	Произвести предварительный подогрев изогнутой трубы с фланцами до температуры 100-120°C.	- горизонтальная шахтная термическая печь ПШЗ 15.15/12 И1
7	Сварка	1. Установить крутоизогнутый отвод с фланцами на манипулятор под углом 50°; 2. Установить необходимый режим сварки; 3. Произвести сварку фланца и изогнутой трубы в два прохода с одной стороны; 4. Переустановить отвод и произвести сварку второго фланца.	<p>Оборудование: - сварочный манипулятор МАК - 500 - сварочная колонна ТЕ-120 - источник питания Lincoln Electric Invertec CV-425 - сварочная головка от аппарата АДГ - 630</p> <p>Материалы: - смесь газов</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.078 ПЗ

Лист

49

Окончание таблицы 12

1	2	3	4
			<p>(98% аргона, 2% кислорода); - проволока Св-06Х14. Режим сварки для соединения Т6: - диаметр проволоки 1,6 мм; - сварочный ток $J_{св} = 277 \pm 5$ А; - напряжение $U = 33 \pm 2$ В; - скорость сварки $V_{св} = 25 \pm 5$ м\ч; - расход газа $q_{зг} = 12 \pm 1$ л/мин.</p>
8	Отжиг	Произвести отжиг готового изделия.	<p>- горизонтальная шахтная термическая печь ПШЗ 15.15/12 И1 Режим: Температура: 300-350°C Время: 4 часа.</p>
9	Зачистка	Зачистить сварные швы от брызг.	<p>- ручные пневматические и электрические машины.</p>
10	Заключительный контроль	Произвести контроль качества сварных швов визуально-измерительным методом контроля, а также с помощью ультразвукового дефектоскопа.	<p>- визуально измерительный комплект измерительных приборов ГОСТ 7644-80; - ультразвуковой дефектоскоп NOVOTEST УД2301.</p>

2.8 Визуально- измерительный метод контроля

Визуально — измерительный контроль (ВИК) сварных швов — это внешний осмотр достаточно крупных сварных конструкций, как невооруженным глазом, так и при помощи различных технических приспособлений для выявления более мелких дефектов, не поддающихся первоначальной визуализации, а также с использованием преобразователей визуальной информации в телеметрическую. ВИК относится к органолептическим (проводится органами чувств) методам контроля и осуществляется в видимом спектре излучений. Визуальное обследование в поисках теоретических дефектов производят с внешней стороны сварного шва, где при их обнаружении можно выполнить минимальные измерения с помощью оптических приборов и инструментов, заключить акт визуального осмотра.

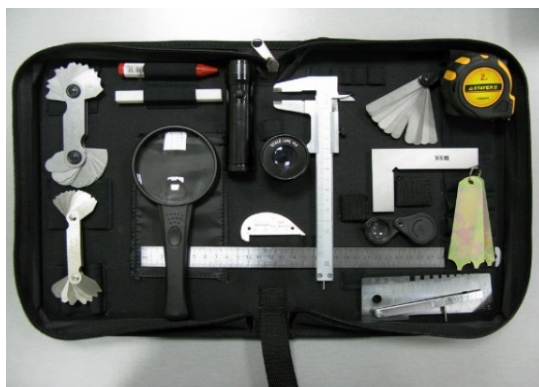


Рисунок 12 – Инструменты для проведения ВИК

Специалисты-контролеры при проведении визуального контроля сварных соединений металлов используют несколько видов инструментов.

Для наблюдения и выявления дефектов:

- обзорные, телескопические, напольные лупы;
- линзы;
- микроскопы;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.078 ПЗ

Лист

51

- эндоскопы и др.

Для проведения контроля в различных условиях работы:

- приборы цехового назначения (область рабочей температуры от +5 °С до +20 °С, условия полного покоя, нормальное атмосферное давление, умеренная влажность);

- приборы полевого использования (область рабочей температуры от -55 °С до +60 °С, условия умеренной тряски, вибрация, погодные осадки).

Использование данных приборов позволяет проводить более точный поиск дефектов и осуществлять визуально-оптический контроль качества сварных швов на любых объектах.

Визуально-оптический контроль — это второй этап визуального контроля с более широким, увеличенным диапазоном исследования за счет использования оптических приборов. В зависимости от применения метод предназначен для трех основных групп:

Для поиска и анализа скрытых объектов. Используются приборы: эндоскопы, бороскопы, видеосистемы, перископические дефектоскопы.

Для проведения контроля объектов, удаленных от рабочего места дефектоскописта. Диапазон применения — расстояние не более 250 мм от глаза контролера. Используются приборы: телескопические лупы, бинокли, зрительные трубы.

Для обследования мелких близлежащих объектов. Диапазон применения от глаза специалиста на расстояние равное или меньшее 250 мм. Используются приборы: лупы, микроскопы.

Визуальный контроль сварных швов требуется и в условиях непригодных для работы органов чувств человека. В таких областях как: повышенные температуры, опасный радиационный фон, внешняя химически активная среда и другие. А также в условиях, когда конфигурация исследуемого объекта и его конструкция не позволяет в полной мере произвести анализ качества и измерения дефектов сварных швов (например,

из-за большой высоты объекта или подземного его расположения). Тогда в дополнения к оптическим приборам для поиска и анализа скрытых объектов используются:

- платформы дистанционного управления;
- тепловизионные установки;
- световые приборы;
- автоматические системы транспортировки;
- управляемые роботы.

Таким образом, преобразователи визуальной информации позволяют контролировать сварочные швы ванны с раскаленным металлом в процессе переплавки.

Измерительный контроль — это важная составляющая ВИК, который проводится в соответствии со строгими правилами контроля и нормативными документами, регулирующими качество. Он заключается в присваивании дефекту категории или типа по одной из характеристик в виде конкретной физической величины, полученной путем практического измерения. Измерительные средства и их метрологические показатели указываются в нормативных документах.

Качество формирования сварных швов на поверхности хорошо поддается оцениванию при профессиональном осмотре. Характеристика «качественный» или «не качественный» шов довольно условна, так как это сравнительная величина.

Контроль качества сварных швов и обследование конструкций сооружений, трубопроводов, зданий осуществляют в три взаимосвязанных этапа.

Преимущества метода ВИК:

- Простой и доступный метод.
- При сборе информации о качестве конструкции позволяет получить до 50% от всего объема.

- Не трудозатратный и не требует дорогостоящего оборудования.
- Легко подвергается проверке и повторному проведению.

Недостатки ВИК:

- Человеческий фактор, который влияет на 100% результатов.
- Низкая достоверность полученных результатов, субъективность.
- Используется только для поиска крупных дефектов (не менее 0,1 – 0,2 мм) и подозрений на возможные.
- Ограниченность исследования только видимой частью конструкции.

Важна техническая грамотность сотрудников, которые должны правильно подобрать методику измерения, сравнительный шаблон или нормативы и дать точную оценку результатам измерения.

По способу и качеству диагностики даже несовершенный визуальный контроль швов является необходимым методом, как и на стадии проведения комплексной диагностики, так и в течении всего технологического процесса.

2.9 Ультразвуковая дефектоскопия

Так как крутоизогнутый отвод коллектора является ответственным изделием рекомендуется проверять сварные швы с применением ультразвуковой дефектоскопии.

Этот метод основан на способности высокочастотных колебаний частотой около 20 000 Гц проникать в металл и отражаться от поверхности дефектов (встретившихся препятствий). Отраженные ультразвуковые колебания имеют ту же скорость, что и прямые, это свойство имеет основное значение в ультразвуковой дефектоскопии.

Узкие направленные пучки ультразвуковых колебаний для целей дефектоскопии получают с помощью пьезоэлектрических пластин кварца или титаната бария (пьезодатчика). Эти кристаллы, помещенные в электрическом поле, дают обратный пьезоэлектрический эффект, т. е. преобразуют электрические колебания в механические. Таким образом,

пьезокристаллы под действием переменного тока высокой частоты (0,8-2,5 МГц) становятся источником ультразвуковых колебаний и создают направленный пучок ультразвуковых волн в контролируемую деталь.

Отраженные ультразвуковые колебания улавливаются искателем (щупом) и затем преобразуются в электрические импульсы. Отраженные электрические колебания через усилитель подаются на осциллограф и вызывают отклонение луча на экране электронной трубки. По виду отклонения судят о характере дефекта.

УЗК чаще всего применяется:

- в области аналитической диагностики узлов и агрегатов;
- когда необходимо определить износ труб в магистральных трубопроводах;
- в тепловой и атомной энергетике;
- в машиностроении, в нефтегазовой и химической промышленности;
- в сварных соединениях изделий со сложной геометрией;
- в сварных соединениях металлов с крупнозернистой структурой;
- при установке (сварки соединений) котлов и узлов оборудования, которое поддается влиянию высоких температур и давления или влиянию различных агрессивных сред;
- в лабораторных и полевых условиях.

Результаты ультразвуковой дефектоскопии согласно ГОСТ 14782—69 фиксируют в журнале или в заключении [26].

Рекомендуется использовать ультразвуковой дефектоскоп NOVOTEST УД2301.



Рисунок 13 - Ультразвуковой дефектоскоп NOVOTEST УД2301

Особенности:

- стандартный детектированный и радио вариант отображения сигналов;
- выбор отображения (в микросекундах или в миллиметрах) шкалы развертки;
- отображение хода луча, режимы заморозки и огибающей;
- диапазон частоты с регулировкой от 1 до 10МГц;
- построение ВРЧ кривой в автоматическом либо ручном режиме (до 32 точек);
- встроенная память большого объема с возможностью хранения практически неограниченного количества настроек, преобразователей и результатов контроля;
- связь с ПК, передача на него информации об измерениях и настройках.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.078 ПЗ

Лист

56

3 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки крутоизогнутого отвода с фланцами. В процессе разработки предложена замена полуавтоматической электродуговой сварки отвода с фланцами на автоматическую сварку в среде защитных газов. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет автоматизировать процесс сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 4. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. Профессиональный стандарт является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

- работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников,

разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования[26].

3.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301);

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим и сравним функциональные карты видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов, и по профессии «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением», что имеет место в проектируемой технологии [27].

В таблице 13 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением»[30].

Таблица 13 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки» (4-го разряда) и «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов с настройкой и регулировкой оборудования.
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки плавлением с учетом его специализированных функций; Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций сварочного оборудования; Контроль с применением	Выполнение трудовых действий, предусмотренных трудовой функцией А/01.3 "Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов" настоящего профессионального стандарта; Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением; Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением; Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки

Продолжение таблицы 13

1	2	3
	<p>измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке; Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки;</p> <p>Проведение инструктажа специалистов, работающих на наладживаемых установках.</p>
<p>Необходимые умения:</p>	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей); Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций; Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции; Исправлять дефекты частично механизированной сваркой;</p>	<p>Необходимые умения, предусмотренные трудовой функцией А/01.3 "Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов" настоящего профессионального стандарта;</p> <p>Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов;</p> <p>Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки;</p> <p>Настраивать устройства промышленной визуализации и устройства слежения за процессом сварки;</p> <p>Выполнять наладку оборудования и приспособлений для</p>

Продолжение таблицы 13

1	2	3
		<p>полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе; Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе; Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей.</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением; Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением; Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавки) плавлением; Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций; Техника и технология частично механизированной сварки.</p>	<p>Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией А/01.3 "Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов" настоящего профессионального стандарта; Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения; Тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами; Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и</p>

Продолжение таблицы 13

1	2	3
		<p>автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки; Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях; Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению; Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования; Основы металлографии сварных швов; Основные виды термической обработки сварных соединений.</p>
<p>Другие характеристики:</p>	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка</p>	<p>-</p>

Окончание таблицы 13

1	2	3
	дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

- технологии, техники и оборудования автоматической сварки давлением;

Необходимые умения:

- определять работоспособность, исправность сварочного оборудования;
- применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;
- владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки;
- контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования;
- применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций;
- исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Сварщик - оператор

автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения [28].

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице 14. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 14 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		
1.1	Основы экономики отрасли	2
1.2	Материаловедение	4
1.3	Основы электротехника	3
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	35
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		
2.1	Упражнения по автоматической сварке давлением несложных деталей на учебно-производственном участке	16
2.2	Ознакомление с устройством сварочного автомата, аппаратурой для сварки в защитных газах, режимами и приемами сварки и наплавки, инструктаж по организации рабочего места и техника безопасности.	4
2.3	Многослойная наплавка	2
2.4	Сварка прямолинейных и кольцевых швов с самостоятельными подборам и установкой режима	2
2.5	Работа на предприятии	96
	Консультации	4
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

3.3 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока: «Устройство сварочной головки аппарата АДГ-630».

Цель урока: Формирование знаний о устройстве сварочной головки.

Задачи урока:

Образовательные: познакомить с устройством сварочной головки; активизировать познавательную деятельность;

Развивающие: развить умение анализировать, сопоставлять, выделять главное;

Воспитательные: воспитать аккуратность, усидчивость и дисциплину.

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

Плакат «Сварочный аппарат АДГ-630».

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний;
5. Изложение нового материала:
 - назначение сварочных головок;
 - виды сварочных головок;
 - устройство сварочной головки аппарата АДГ-630.
6. Итоговое закрепление;
7. Выдача домашнего задания.

План – конспект урока представлен в таблице 15.

Таблица 15 - План – конспект урока на тему «Типовые конструкции сварочных головок»

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 3 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Устройство сварочной головки аппарата АДГ-630». Цель нашего занятия: «Формирование знаний о часто применяемых сварочных головках».	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Мотивация 3 минуты	Данная тема очень важна для профессии сварщик. Без знаний о сварочных материалах нельзя стать квалифицированным рабочим. Так же не стоит забывать, что вся полученная вами информация будет проверена на то как вы ее усвоили.	Объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: Вопрос 1. Что относится к оборудованию для сварки в среде защитных газов? Вопрос 2. Отличается ли оборудование в зависимости от способа сварки? Вопрос 3. Как вы думаете какое оборудование применяется при автоматической сварке в среде защитных газов?	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 20 минут	Хорошо! Мы вспомнили ранее изученный материал, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: - назначение сварочных головок; - виды сварочных головок; - устройство сварочной головки автомата АДГ- 630. По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.	Прошу быть внимательными и не мешать своим товарищам усваивать новый материал, озвучиваю план урока.
	Как я уже говорила темой сегодняшнего занятия является «Устройство сварочной головки аппарата АДГ-630».	Внимательно слушают.

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	<p>Давайте запишем тему урока в свои конспекты.</p>	<p>Прошу записать тему урока в тетрадь.</p>
	<p>Автоматическая сварка в среде защитных газов на данный момент является одним из основных вариантов серийного производства сварных изделий. Это вполне оправдано теми факторами, что автоматика позволяет достичь высокой производительности, скорости создания деталей и достойного качества.</p> <p>Для того чтобы сварка проходила в автоматическом режиме требуется определенное оборудование такое как сварочный автомат, в состав которого входит сварочная головка.</p> <p>Давайте запишем определение сварочная головка в свои конспекты.</p> <p>Сварочная головка - это многокомпонентный узел, применяемый в промышленном производстве для автоматической и полуавтоматической сварки. Головка действует в составе аппарата для автоматической сварки, так называемого сварного автомата или сварочного трактора.</p>	<p>Разъясняю новую тему.</p> <p>Прошу записать определение «сварочная головка» в конспект.</p>
	<p>Запишите пожалуйста в свои конспекты подзаголовок «Назначение сварочных головок».</p> <p>Сварочные головки были изобретены для придания особой прочности сварному шву. Автоматы, в составе которых они работают, призваны минимизировать участие в техпроцессе человека, исключить влияние на результат человеческого фактора и достичь особой точности работ.</p> <p>Головки, применяющиеся для сварки в защитных газах имеют в своем составе также специальные сопла для подачи газовой струи, вытесняющей воздух из сварочной ванны. В отдельных производствах может использоваться полное погружение сварочного автомата в защитную газовую среду.</p> <p>Давайте запишем назначение сварочных головок в свой конспект: Сварочные головки предназначены для механизированной подачи проволоки,</p>	<p>Прошу записать подзаголовок «Назначение сварочных головок» в свои конспекты.</p> <p>Внимательно слушают, стараются вникнуть в новый материал, делают записи в свои конспекты.</p> <p>Обращаю внимание на правильное конспектирование учебного материала.</p> <p>Слежу, чтобы успели</p>

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	исключения участия человека в процессе сварки.	записать под диктовку
	<p>Для закрепления материала давайте ответим на пару вопросов.</p> <p>Вопрос 1. Какую особенность имеют сварочные головки для сварки в среде защитных газов?</p> <p>Вопрос 2. Для чего предназначены сварочные головки?</p>	<p>Прошу ответить на пару вопросов по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.</p>
	<p>Теперь перейдем ко второму пункту нашего урока: виды сварочных головок. Запишите данный подзаголовок в свои тетради.</p> <p>Существует много видов автоматических сварочных головок импортного и отечественного производства. Их конструкция различается в силу конструкционных различий автоматов, для работы с которыми они предназначаются. Тем не менее, существует 2 основных типа сварочных головок для сварки в автоматическом режиме: подвесные и самоходные. Отметьте это в своих конспектах.</p> <p>Самоходная сварочная головка действует в составе так называемого сварочного трактора. Она самостоятельно может перемещаться по изделию, используя либо проложенный рельсовый путь, либо собственный движитель (колеса, режущие гусеницы) трактора.</p> <p>Подвесное устройство жестко закреплено над изделием и не может двигаться. По отношению к головке всегда движется само изделие. Такой способ более рационален в некоторых видах конвейерного производства: движущаяся лента непрерывно подает длинную заготовку, и так же непрерывно происходит сварка.</p> <p>Отметьте различия подвесных и самоходных головок в своих конспектах.</p>	<p>Прошу записать подзаголовок «Виды сварочных головок» в свои конспекты.</p> <p>Внимательно слушают, стараются вникнуть в новый материал.</p> <p>Прошу записать в тетрадях типы сварочных головок.</p> <p>Прошу записать в конспектах различия подвесных и самоходных головок.</p>
	<p>Для закрепления давайте ответим на пару вопросов:</p> <p>Вопрос 1. Какие типы головок</p>	<p>Прошу ответить на пару вопросов по желанию, если нет желающих, опрашиваю</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	используются наиболее часто? Вопрос 2. Какой тип головки вы бы использовали если в состав установки входил бы манипулятор?	выборочно.
	Отлично, перейдем к последнему пункту нашего занятия: устройство сварочных головок. Отметьте это в своих конспектах.	Прошу записать подзаголовков «Типы сварочных головок» в своих тетрадях.
	<p>Конструктивно в большинстве видов сварочных головок можно выделить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устройство для крепления на направляющих либо движитель (колеса); - механизм изменения угла наклона горелки; - горелки; - механизм регулировки поперечного колебания горелки; - механизма регулировки по высоте; - рукояток для установки; - барабана с присадочной проволокой; - управляющего устройства. <p>Давайте запишем основные конструктивные элементы в свои конспекты.</p> <p>К изнашиваемым (расходным) элементам относятся, кроме проволоки, подающие и прижимные ролики, контактные трубки, наконечники или губки. Зачастую они не входят в комплект с устройством, их доказывают отдельно, так как многие характеристики, такие, как диаметр, для различных объектов сварки могут различаться.</p> <p>Для того чтобы новый материал стал понятнее обратите внимание на плакат там изображен сварочный автомат АДГ-630, а также приведены технические характеристики. Но от автомата мы будем рассматривать только головку.</p>	<p>Внимательно слушают, стараются вникнуть в новый материал.</p> <p>Прошу записать основные конструктивные элементы в свои конспекты.</p> <p>Внимательно слушают, стараются вникнуть в новый материал.</p> <p>Подхожу к плакату показываю все конструктивные элементы.</p>

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	 <p>Пожалуйста схематично зарисуйте устройство сварочной головки. Сейчас я изображу ее на доске.</p> <p>Сварочный автомат АДГ-630 предназначен для автоматической однослойной, многослойной сварки и наплавки электродной проволокой в среде защитных газов на постоянном токе. Автомат АДГ-630 используется при сварке стыковых соединений (с разделкой и без разделки кромок), нахлесточных и угловых соединений, внутри и вне колеи автомата, а также при сварке угловых соединений «в лодочку».</p> <p>Преимущества сварочного автомата АДГ-630:</p> <ul style="list-style-type: none"> - плавная регулировка скорости подачи электродной проволоки; - штатно комплектуется водоохлаждаемой горелкой; - возможность предустановки сварочного тока и скорости сварки; - цифровая индикация параметров сварки; - надежность и простота конструкции; - малый вес и габаритные размеры. <p>Обратим внимание на плакат там приведены технические характеристики АДГ-630.</p>	<p>Прошу в виде блоков зарисовать и записать устройство сварочного автомата АДГ-630.</p> <p>Переходим к подробному рассмотрению сварочной головки АДГ-630. Обращаю внимание на его конструкцию. Записываем под диктовку устройство, технологические возможности и преимущества сварочной головки АДГ-630. Смотрю успевают ли конспектировать обучаемые.</p> <p>Прошу записать технические характеристики АДГ-630 в</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Окончание таблицы 15

1	2	3
Первичное закрепление материала 15 минут	<p>Запишите их кратко в свои тетради.</p> <p>Для того чтобы полученная информация лучше усвоилась проведем не большой опрос.</p> <p>Вопрос 1 – Какие бывают типы сварочных головок?</p> <p>Вопрос 2 – Покажите и назовите основные конструктивные элементы сварочной головки на плакате.</p> <p>Вопрос 3 – Какие элементы относятся к изнашиваемым?</p> <p>Если после занятия у вас остались вопросы можете их задать.</p>	<p>свои конспекты.</p> <p>Отвечают на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.</p> <p>Задают свои вопросы.</p>
Выдача домашнего задания 4 мин.	<p>Запишите домашнее задание: изучить конспект, повторить устройство сварочного автомата АДГ-630. Если появятся вопросы поднимайте руку и спрашивайте.</p>	<p>Инструктирую обучаемых по выполнению домашнего значения.</p>

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки сварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Сварщик - оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи

профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.078 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте, темой которого является «Разработка технологического процесса сборки и сварки крутоизогнутого отвода коллектора» была разработана технология автоматической сварки в среде смеси газов.

Для достижения поставленной цели произведены расчеты режимов автоматической сварки, расчет свариваемости стали. Также было подобрано оборудование, составлена технологическая карта изготовления крутоизогнутого отвода коллектора.

Предложено провести техническое перевооружение целью, которой является повышение качества и эффективности труда.

Таким образом, следует считать, что задачи дипломного проекта полностью решены и цель дипломного проекта достигнута. Разработанный проект обеспечивает высокую производительность труда сварщиков, повышение качества выпускаемой продукции.

					ДП 44.03.04.078 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блинов, А.Н. Организация и производство сварочно-монтажных работ /А.Н. Блинов. - М.:Стройиздат, 1982. - 307 с.
2. Шмелева, И.А., Дуговая сварка стальных трубных конструкций / И.А. Шмелева, М.З. Шейнкин. - М.: Машиностроение, 1985. - 232 с.
3. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский [и др.]; Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2014 – 263 с.: илл.
4. Азбука металла [Электронный ресурс]: [Интерактивный учебник] – Электрон. дан. и прогр. – СПб. :ПитерКом, 2018 (дата обращения 14.03.2019).
5. Сварка и свариваемые материалы: В 3 - х т. Т. 1 Свариваемость материалов: Справочник / Под ред. Э. Л. Макарова. - М.: Металлургия, 1991. - 528 с.
6. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К Хренов. – М: Изд-во Москва, 1976. – 424 с.
7. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А. С. Куркин, Э. Л. Макаров [и др.]; под ред. В. М. Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
8. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением/ А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
9. Овчинников, В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования – М.: Академия, 2010 – 256 с.
10. Технология и оборудование сварки плавлением. / Под редакцией Г. Д. Никифорова. - М.,: Машиностроение, 1981. - 224 с.
11. Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б. П. Конищев [и др.] : под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 221 с.: илл.

					ДП 44.03.04.078 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

12. Степанов, В.В. Справочник сварщика / В.В. Степанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 559 с.

13. Быковский, О.Г. Справочник сварщика: справочник / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, Пешков В.С. – М.: Машиностроение, 2011. – 336с.

14. Сварочные материалы [Электронный ресурс]: [Интерактивный журнал] – Электрон. дан. и прогр. – Москва.: 2018. – Режим доступа:http://www.elektrody.biz/str_osts-45_637.html, свободный (дата обращения 13.05.2019).

15. Техника и технология сварки конструкций [Электронный ресурс]: - Москва : Режим доступа : https://studwood.ru/2116429/tovarovedenie/tehnika_tehnologiya_svarki_konstruktsii, свободный (дата обращения 10.03.2019)

16. Компания приборы Урала –Екатеринбург: 2019. – Режим доступа: <http://uralkip.ru/catalog/?sid=27247&id=206812>, свободный(дата обращения 10.04.2019)–Загл. с экрана.

17. Дельта Свар [Электронный ресурс]: –Екатеринбург.: 2019. – Режим доступа: <http://www.deltasvar.ru>, свободный (дата обращения 11.03.2019).

18. Накал – оборудование для термообработки [Электронный ресурс]: – Москва.: 2019. – Режим доступа: <https://www.nakal.ru/catalog/pechi-shakhtnogo-tipa-s-temperaturoy-nagreva-do-1200-c/pshz-15-15-12-i1/>, свободный(дата обращения 26.03.2019)– Загл. с экрана.

19. Промос [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: http://promosls.ru/index.php/ru/?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=1039&lang=ru, свободный (дата обращения 21.04.2019).

20. Сварочная колонна ТЕ-120[Электронный ресурс]:–Екатеринбург.: 2019. – Режим доступа: <http://www.metsol.ru/catalog/svarka/avtomatizatsiya-svarki/svarochnye-kolonny/svarochnaya-kolonna-te-120-motorizovannaya-regulirovka>, свободный (дата обращения 12.04.2019) – Загл. с экрана.

21. Источник питания для сварки [Электронный ресурс]:– Екатеринбург.: 2019. – Режим доступа: [http://www.metsol.ru /catalog/svarka/svarochnoe-oborudovanie/svarochnoe-oborudovanie-lincoln-electric-ssha/apparaty-dlya-svarki-v-zashchitnom-gaze/invertec-cv-425](http://www.metsol.ru/catalog/svarka/svarochnoe-oborudovanie/svarochnoe-oborudovanie-lincoln-electric-ssha/apparaty-dlya-svarki-v-zashchitnom-gaze/invertec-cv-425), свободный (дата обращения 12.04.2019) – Загл. с экрана.

22. Промышленное оборудование. Каталог №5 / Совплим // Промышленное оборудование. - М.: Дюкон, 2001. – 98 с.

23. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные соединения. - Введ. 1977-02-04- М.: Изд-во стандартов, 1977. - 21 с.

24. Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: учеб. пособие для нач. проф. образования. - М.: Академия, 2007. - 320 с.

25. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли». В.И. Панов, Л.Т. Плаксина, С.А. Задорина Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2008. 38с.

26. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 287 с.: ил. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 23.05.2019).

27. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС). Часть №1 выпуска №2 ЕТКС. Раздел ЕТКС «Сварочные работы», 2014.

28. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. ВласенкоТ.В.; Web- мастер Козлова Н.В. – Электрон. Дан. – М.: Рос. гос. б-ка, 2019. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>. свободный. – Загл. с экрана.

29. Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб. для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003. -304с.

30. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301) [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые дан. – ООО «НПП «Гарант-Сервис», 2019. - Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/70525014/paragraph/1:0>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.05.2019)

					ДП 44.03.04.078 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

