

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

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 технологии сборки и сварки цистерны для агрессивных
 технологических жидкостей**

Исполнитель
 студент группы ЗСМ-504

В.А. Овчинников

Руководитель:
 к.т.н., доцент

Н.И. Уляшин

Нормоконтролер:
 к.т.н., доцент

Д.Х. Биалалов

					ДП 44.03.04.614.ПЗ			
					Екатеринбург 2019			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка технологии сборки и сварки цистерны для агрессивных технологи- ческих жидкостей	Литер	Лист	Листов
Разраб.		Овчинников						
Провер.		Уляшин Н.И.					2	
Н. Контр.		Биалалов				ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-504		
Итверд		Гузанов Б.Н.						

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 77 страницах, содержит 9 рисунков, 15 таблиц, 30 использованных источников литературы, 3 чертежа формата А1 и 3 плаката формата А1.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЦИСТЕРНЫ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СБОРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ, ПЛАН-КОНСПЕКТ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН.

Овчинников В. А. Разработка технологии сборки и сварки цистерны для агрессивных технологических жидкостей: выпускная квалификационная работа / Овчинников В. А.; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 77 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки цистерны для агрессивных технологических жидкостей».
2. Цель работы: разработать технологию автоматической сварки цистерны для агрессивных технологических жидкостей.
3. В ходе выпускной квалификационной работы была проведена замена ручной дуговой сварки цистерны на автоматическую. Проведены расчеты режимов автоматической сварки цистерны. Выбрано технологическое оборудование.
4. Результаты данной работы могут быть использованы при разработке технологии автоматической сварки цистерн для агрессивных сред.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		3

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Описание конструкции	7
1.1 Назначение и условия работы конструкции	7
1.2 Характеристика материала изделия	9
1.3 Особенность сварки аустенитной стали 12Х18Н9Т	10
1.4 Свариваемость стали	13
1.4.1 Общие сведения о свариваемости	13
1.4.2 Горячие и холодные трещины	15
1.4.3 Расчет на склонность к образованию горячих трещин	17
1.5 Выбор способа сварки	17
1.5.1 Ручная дуговая сварка	17
1.5.2 Сварка под флюсом	20
1.5.3 Сварка в защитных газах	22
1.6 Описание сварочных материалов	26
1.6.1 Выбор электродов для сборки	26
1.6.2 Выбор проволоки для сварки	28
1.6.3 Расчет режимов сварки	31
1.6.4 Расчет режимов сварки для базового варианта	34
1.7 Технология сборки и сварки цистерны	38
1.7.1 Оборудование для сборки-сварки цистерны	42
1.7.2 Контроль качества сварных соединений	54
2 Методический раздел	56
2.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов	57
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	61
2.3 Разработка тематического плана предмета по предмету «Оборудование и источники питания для автоматической сварки»	62

2.4 Разработка плана и план-конспекта урока по теме «Общие сведения о сварочных автоматах»	63
Заключение	74
Список использованных источников	75
Приложение А	78

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Большие перспективы в развитии сварочного производства открывает автоматизация и механизация процессов сварки. В решении задач автоматизации необходим комплексный подход к проблеме. Это означает, что подлинный процесс сварочного производства возможен только в том случае, если будет решен весь комплекс задач по автоматизации основных, заготовительных, транспортных, сварочных и отделочных операций.

При внедрении на сборочно-сварочном участке автоматического и механизированного оборудования, удобных для рабочих приспособлений, увеличивается производительность труда, качество продукции, произойдет сокращение обслуживаемого персонала.

Для успешного развития сварочного производства необходимо ускорить создание совершенных систем автоматического управления сварочным оборудованием, основанных на применении автоматических и поточных линий высокопроизводительных сварочных машин и оборудования.

Современное машиностроение, особенно его специальные отрасли, предъявляют высокие требования к используемым материалам и сплавам. Требования к сварным соединениям и конструкциям значительно усложнились.

Технология сварки должна обеспечивать сохранение сложных геометрических форм и размеров конструкции и основных свойств исходного материала.

Среди конструкционных материалов особое место занимает хромоникелевые сплавы. Высоколегированные стали и сплавы обладают высокой хладостойкостью, жаропрочностью, коррозионной стойкостью и жаростойкостью. Эти важнейшие материалы для химического, нефтяного, энергетического машиностроения и ряда других отраслей промышленности исполь-

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		6

зуют при изготовлении конструкций, работающих в широком диапазоне температур: от отрицательных до положительных.

Трубы и сосуды из высоколегированных аустенитных сталей применяют для изготовления агрессивных сред.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки цистерны.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления цистерны для химической промышленности с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки цистерны;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 Описание конструкции

1.1 Назначение и условия работы цистерны

Конструкция представляет собой цистерну. Цистерна (от лат. *cistema* - водоём, водохранилище), искусственное закрытое сооружение либо ёмкость для хранения или транспортировки жидкостей, сжиженных газов, сыпучих тел. Конструкция «Цистерна» представляет собой ёмкость для хранения конденсата нефтепродуктов.

Изделие «Цистерна» изготавливается из стали 12Х18Н9Т. Данный вид стали, относится к коррозионно-стойким жаропрочным сталям. Применяется для изготовления аппаратов и сосудов, работающих при температуре от -196 до 600°С под давлением, и при наличии агрессивных сред до 350°С.

Цистерны из нержавеющей стали применяются в пищевой, нефтяной, химической промышленности, и других местах, где используются жидкости с агрессивным воздействием на металлы.

Цистерна состоит из трех обечаяк, двух полусфер (доньшек) и люка.

Полусферы и люк приходят готовые к сварке. Обечайки вальцуются и свариваются на участке сварки.

Толщина всех свариваемых деталей - 8 мм.

Данная цистерна будет применяться для хранения конденсата от переработки нефтепродуктов после производства с температурой выхода до 300°С.

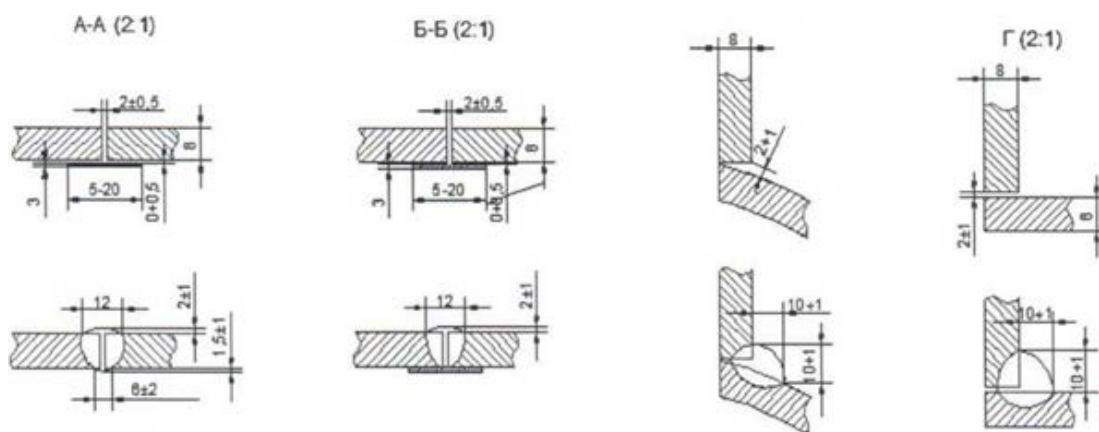
					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		8



Рисунок 1.1- Изделие «Цистерна»

Таблица 1.1 - Обозначение сварных швов

№	ГОСТ	Способ сварки	Шов	Примечание
1	14771-76	ИП	C4	
2			C5	
3	16037-80	P	У17	



а -ГОСТ 14771-76-С5-ИП; б - ГОСТ 14771-76-С4-ИП; в - ГОСТ 16037-80-У17-Р

Рисунок 1.2 - Сварные швы

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата
------	-----	----------	---------	------

ДП 44.03.04.614 ПЗ

Лис

9

1.2 Характеристика материала изделия[1]

Согласно заданию, для изготовления цистерны применяется сталь 12Х18Н9Т.

Данная сталь относится к коррозионностойким жаропрочным сплавам. Обладает достаточно высокой жаростойкостью: 600 - 800°С.

Область применения 12Х18Н9Т довольно широка:

- детали, стойкие к электрохимической и химической, межкристаллитной коррозии, а также коррозии под напряжением;
- слабонагруженные или ненагруженные элементы, стойкие к химически активным газовым средам и работающие при температурах 550-800°С;
- нагруженные детали, эксплуатирующиеся в течение 5000-10000 часов при температуре до 600°С;
- для изготовления сварной аппаратуры, труб и деталей печной арматуры, а также муфтелей, теплообменников, деталей выхлопных систем, сортовых и листовых деталей.

Таблица 1.2-Общая характеристика стали 12Х18Н9Т

Параметр	Содержание
Марка:	12Х18Н9Т (другое обозначение Х18Н9Т)
Заменитель:	10Х14Г14Н4Т, 12Х17Г9АН4, 12Х18Н10Т
Классификация:	Сталь коррозионно-стойкая жаропрочная
Применение:	Сварная аппаратура, трубы, детали печной арматуры, теплообменники, муфтели, детали выхлопных систем, листовые и сортовые детали. Аппараты и сосуды, работающие при температуре от —196 до 600 °С под давлением, а при наличии агрессивных сред до 350 °С; сталь аустенитного класса.

Таблица 1.3 - Химический состав в % стали 12X18H9T ГОСТ 5632 - 72

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti
до 0.12	до 0.8	до 2	8-9.5	до 0.02	до 0.035	17- 19	до 0.3	0.6-0.8

Свариваемость стали - без ограничений.

Таблица 1.4 - Механические свойства при T=20°C материала 12X18H9T.

Сортамент	Размер	σ_s , МПа	σ_t , МПа	σ , %	V, %	Термообработка
Лист, ГОСТ 7350-77		530	215	38	49	Закалка 1030 - 1080°C, Охлаждение водой.

Расшифровка обозначений для таблицы 1.4:

- σ_B - Предел кратковременной прочности, МПа
- σ_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), МПа
- σ_5 - Относительное удлинение при разрыве, %
- ϕ - Относительное сужение, %

1.3 Особенность сварки аустенитной стали 12X18H9T

Сталь 12X18H9T относится к хорошо свариваемым. Характерной особенностью сварки этой стали является возникновение межкристаллитной коррозии. Она развивается в зоне термического влияния при температуре 500- 800°C. При пребывании металла в таком критическом интервале температур по границам зерен аустенита выпадают карбиды хрома. Вследствие выпадения карбидов хрома сталь теряет устойчивость к коррозии. Все это может иметь опасные последствия - хрупкие разрушения конструкции в процессе эксплуатации.

Чтобы добиться стойкости стали нужно исключить или ослабить эффект выпадения карбидов и стабилизировать свойства стали в месте сварного шва.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		11

Сталь 12Х18Н9Т содержат титан и ниобий, которые, являясь более сильными карбидообразователями, связывают углерод стали, предупреждая образование карбидов хрома. Поэтому эти стали после сварки не подвергаются термообработке.

Общей сложностью сварки является предупреждение образования в шве и околошовной зоне кристаллических горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер, наблюдаемых в виде мельчайших микронадрывов и трещин. Горячие трещины могут возникнуть и при термообработке или работе конструкции при повышенных температурах. Образование горячих трещин наиболее характерно для крупнозернистой структуры металла шва, особенно выраженной в многослойных швах, когда кристаллы последующего слоя продолжают кристаллы предыдущего слоя.

Применение методов, способствующих измельчению кристаллов и дезориентации структуры, утоньшая межкристаллитные прослойки, повышает стойкость швов против горячих трещин. Один из таких способов - получение швов, имеющих в структуре некоторое количество первичного феррита. Одновременное выпадение из жидкой фазы кристаллов аустенита и первичного феррита приводит к измельчению и дезориентации структуры. В результате вероятность образования горячих трещин уменьшается.

Термическое старение швов при температурах 350-500°C может привести к появлению 475°-ной хрупкости, причины которой до сих пор не выяснены. Выдержка аустенитно-ферритных швов при температуре 500-650°C приводит к старению в основном за счет выпадения карбидов.

Одно из эффективных средств уменьшения склонности сварных соединений жаростойких и жаропрочных сталей к охрупчиванию - снижение в основном металле и металле шва содержания углерода.

Суммарная внутренняя пластическая деформация металла шва и околошовной зоны при сварке высоколегированных сталей выше, чем в низколегированных сталях.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

В процессе высокотемпературной эксплуатации происходит карбидное и интерметаллидное упрочнение металла шва и соответствующее снижение его пластических свойств, что приводит к локализации в околошовной зоне деформаций и образованию в ней трещин. Предотвращение подобных разрушений достигается термообработкой - аустенизацией при температуре 1050-1100°С для снятия остаточных сварочных напряжений и самонаклепа и приданию сварному соединению более однородных свойств. Иногда сопровождается отжигом при температуре 750-800°С для получения относительно стабильных структур за счет выпадения карбидной и интерметаллидной фаз.

При сварке высокопрочных сталей в околошовной зоне возможно образование холодных трещин. Поэтому до сварки рекомендуется их аустенизация для получения высоких пластических свойств металла, а после сварки - упрочняющая термообработка. Основные пути предотвращения охрупчивания сварных соединений и образования в них горячих трещин: подбор химического состава металла шва, получение в нем благоприятных структур за счет выбора режимов сварки и термообработки, снижение уровня остаточных напряжений за счет уменьшения жесткости сварных соединений или термообработки. Предварительный или сопутствующий подогрев до температуры 350-450°С служит этой же цели.

Предупреждение склонности стали и швов к межкристаллитной коррозии достигается: снижением содержания углерода до пределов его растворимости в аустените (до 0,02 - 0,03%), легированием более энергичными, чем хром, карбидообразующими элементами (стабилизация титаном, ниобием, танталом, ванадием и др.); аустенизацией (закалкой) с температурой 1050 - 1100°С, однако при повторном нагреве в интервале критических температур (500 - 800°С) сталь повторно приобретает склонность к межкристаллитной коррозии; стабилизирующим отжигом при температуре 850 - 900°С в течение 2 - 3 ч; созданием аустенитно-ферритной структуры с со-

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
						13
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

держанием феррита до 20-25% путем дополнительного легирования хромом, кремнием, молибденом, алюминием и др. Однако такое высокое содержание феррита может понизить стойкость металла к общей коррозии.

1.4 Свариваемость стали

1.4.1 Общие сведения о свариваемости

Под свариваемостью понимается способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. От химического состава стали зависит ее структура и физические свойства, которые могут изменяться под влиянием нагрева и охлаждения металла при сварке. На свариваемость стали влияет содержание в ней углерода и легирующих элементов.

Влияние основных легирующих примесей на свариваемость сталей:

- Углерод (C) - одна из важнейших примесей, определяющая прочность, пластичность, закаливаемость и др. характеристики стали.

Содержание углерода в сталях до 0,25% не снижает свариваемости. Более высокое содержание "C" приводит к образованию закалочных структур в металле зоны термического влияния (далее по тексту - ЗТВ) и появлению трещин.

- Сера (S) и фосфор (P) - вредные примеси. Повышенное содержание "S" приводит к образованию горячих трещин - красноломкость, а "P" вызывает хладноломкость. Поэтому содержание "S" и "P" в низкоуглеродистых сталях ограничивают до 0,4-0,5%.

- Кремний (Si) присутствует в сталях как примесь в количестве до 0,3% в качестве раскислителя. При таком содержании "Si" свариваемость сталей не ухудшается. В качестве легирующего элемента при содержании

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		14

"Si" - до 0,8- 1,0% (особенно до 1,5%) возможно образование тугоплавких оксидов "Si", ухудшающих свариваемость стали.

- Марганец (Mn) при содержании в стали до 1,0% - процесс сварки не затруднен. При сварке сталей с содержанием "Mn" в количестве 1,8-2,5% возможно появление закалочных структур и трещин в металле ЗТВ.
- Хром (Cr) в низкоуглеродистых сталях ограничивается как примесь в количестве до 0,3%. В низколегированных сталях возможно содержание хрома в пределах 0,7-3,5%. В легированных сталях его содержание колеблется от 12% до 18%, а в высоколегированных сталях достигает 35%. При сварке хром образует карбиды, ухудшающие коррозионную стойкость стали. Хром способствует образованию тугоплавких оксидов, затрудняющих процесс сварки.
- Никель (Ni) аналогично хрому содержится в низкоуглеродистых сталях в количестве до 0,3%. В низколегированных сталях его содержание возрастает до 5%, а в высоколегированных - до 35%. В сплавах на никелевой основе его содержание является преобладающим. Никель увеличивает прочностные и пластические свойства стали, оказывает положительное влияние на свариваемость.
- Ванадий (V) в легированных сталях содержится в количестве 0,2-0,8%. Он повышает вязкость и пластичность стали, улучшает ее структуру, способствует повышению прокаливаемости.
- Молибден (Mo) в сталях ограничивается 0,8%. При таком содержании он положительно влияет на прочностные показатели сталей и измельчает ее структуру. Однако при сварке он выгорает и способствует образованию трещин в наплавленном металле.
- Титан и ниобий (Ti и Nb) в коррозионностойких и жаропрочных сталях содержатся в количестве до 1%. Они снижают чувствительность стали к межкристаллитной коррозии, вместе с тем ниобий в сталях типа 18-8 способствует образованию горячих трещин.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		15

- Медь (Сu) содержится в сталях как примесь (в количестве до 0,3% включительно), как добавка в низколегированных сталях (0,15 до 0,5%) и как легирующий элемент (до 0,8-1%). Она повышает коррозионные свойства стали, не ухудшая свариваемости.
- Никель (Ni) аналогично хрому содержится в низкоуглеродистых сталях в количестве до 0,3%. В низколегированных сталях его содержание возрастает до 5%, а в высоколегированных - до 35%. В сплавах на никелевой основе его содержание является преобладающим. Никель увеличивает прочностные и пластические свойства стали, оказывает положительное влияние на свариваемость.

1.4.2 Горячие и холодные трещины

Горячие трещины - это хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и околошовной зоны, возникающие в твердожидком состоянии в процессе кристаллизации, а также при высоких температурах в твердом состоянии. Они извилисты, в изломе имеют темный цвет, сильно окислены, распространяются по границам зерен. По современным представлениям горячие трещины вызываются действием двух факторов: наличием жидких прослоек между зернами в процессе кристаллизации и деформациями укорачивания.

В интервале температур плавления и полного затвердевания происходит миграция примесей и загрязнений в межзеренные пространства. Наличие между зернами жидкой фазы, примесей и загрязнений снижает деформационную способность шва и околошовной зоны. Неравномерность линейной и объемной усадок шва и основного металла при охлаждении приводит к возникновению внутренних напряжений, являющихся причиной появления микро- и макроскопических трещин как вдоль, так и поперек шва.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		16

Причинами образования горячих трещин при сварке являются:

- большое количество вредных примесей (особенно серы и фосфора) в металле свариваемых заготовок;
- наличие в металле шва элементов, образующих химические соединения с низкой температурой затвердевания (хром, молибден, ванадий, вольфрам, титан), нарушающие связь между зернами;
- жесткое закрепление свариваемых заготовок или повышенная жесткость сварного узла, затрудняющая перемещение заготовок при остывании.

Холодные трещины - это локальные межкристаллические или транскристаллические разрушения сварных соединений, образующиеся в металле при остывании до относительно невысоких температур (как правило, ниже 200 °С) или при вылеживании готового изделия. Холодные трещины в шве и переходной зоне расположены под любым углом ко шву - в изломе светлые или со слабыми цветами побежалости и возникают преимущественно при дуговой сварке низколегированной стали большой толщины. Чаще всего трещины возникают в переходной зоне вследствие неправильной техники сварки или неправильно выбранного присадочного материала. Для предупреждения образования холодных трещин применяют:

- прокаливание флюсов и электродов перед сваркой;
- предварительный подогрев свариваемых заготовок до 250-450 °С;
- ведение процесса сварки в режиме с оптимальными параметрами;
- наложение швов в правильной последовательности;
- медленное охлаждение изделия после сварки;
- проведение непосредственно после сварки смягчающего отжига для снятия остаточных напряжений.

1.4.3 Расчет на склонность к образованию горячих трещин

Расчет на склонность к образованию горячих трещин хромоникелевых сплавов производится по следующей формуле:

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$\frac{Cr_{\text{экв}}}{Ni_{\text{экв}}} = \frac{Cr+1.37Mo+1.5Si+2Nb+3Ti}{Ni+0.31Mn+22C+14.2N+Cu} \quad (1.1)$$

Если $\frac{Cr_{\text{экв}}}{Ni_{\text{экв}}} > 1,5$, то сталь стойкая к образованию горячих трещин.

Рассчитаем склонность стали 12X18H9T к образованию горячих трещин по формуле (1.1):

$$\frac{Cr_{\text{экв}}}{Ni_{\text{экв}}} = \frac{18 + 1,5 * 0,84 - 3 * 0,8}{8,7 + 0,31*2 + 22*0,12 + 0,3} = 1,8$$

$1,8 > 1,5$, следовательно сталь 12X18H9T не склонна к образованию горячих трещин и предварительный подогрев не нужен.

1.5 Выбор способа сварки

Рассмотрим способы сварки, которые возможно применить при сварке имеющейся конструкции. К таким способам относятся: ручная дуговая сварка, сварка в защитных газах и сварка под флюсом. Изучим их достоинства и недостатки относительно нашей конструкции.

1.5.1 Ручная дуговая сварка

При ручной дуговой сварке покрытыми металлическими электродами, сварочная дуга горит с электрода на изделие, оплавляя кромки свариваемого изделия и расплавляя металл электродного стержня и покрытие электрода. Кристаллизация основного металла и металла электродного стержня образует сварной шов.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
						18
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Зажигание (возбуждение) производится двумя способами. При первом способе электрод подводят перпендикулярно к месту начала сварки и после сравнительно легкого прикосновения к изделию отводят верх на расстояние 2-5 мм. Второй способ напоминает процесс зажигания спички. При обрыве дуги повторное зажигание ее осуществляется впереди кратера на основном металле с возвратом к наплавленному металлу для вывода на поверхность загрязнений, скопившихся в кратере. После этого сварку ведут в нужном направлении. Достоинства способа:

- > Простота оборудования;
- > Возможность сварки во всех пространственных положениях;
- > Возможность сварки в труднодоступных местах;
- > Быстрый, по времени переход от одного вида материала к другому;
- > Большая номенклатура свариваемых металлов.

Недостатки способа:

- > Большие материальные и временные затраты на подготовку сварщика;
- > Качество сварного соединения и его свойства во многом определяются субъективным фактором;
- > Низкая производительность (пропорциональна сварочному току, увеличение сварочного тока приводит к разрушению электродного покрытия);
- > Вредные и тяжёлые условия труда.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		20

1.5.2 Сварка под флюсом

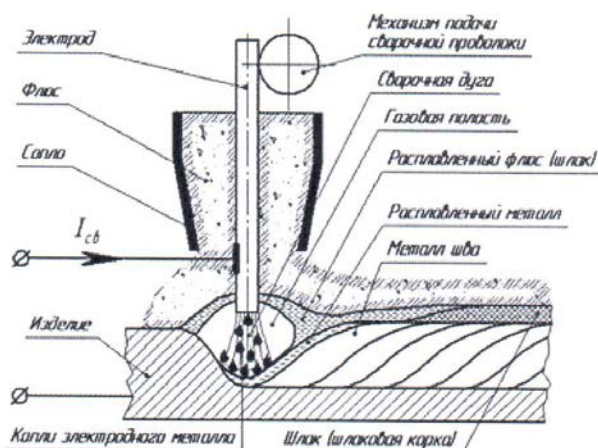


Рисунок 1.4 - Схема сварки под флюсом

При сварке под флюсом (рисунок 1.4) дуга горит между сварочной проволокой и свариваемым изделием под слоем гранулированного флюса. Ролики специального механизма подают электродную проволоку в зону дуги. Сварочный ток (переменный или постоянный, прямой или обратной полярности) подводится к проволоке с помощью скользящего контакта, а к изделию - постоянным контактом. Сварочная дуга горит в газовом пузыре, который образуется в результате плавления флюса и металла. Кроме того, расплавленный металл защищен от внешней среды слоем расплавленного флюса. По мере удаления дуги от зоны сварки расплавленный флюс застывает и образует шлаковую корку, которая впоследствии легко отделяется от поверхности шва.

Автоматическую сварку под флюсом выполняют электродной проволокой диаметром 2 - 6 мм. Равнопрочность соединения достигается подбором флюсов и сварочных проволок и выбором режимов и техники сварки. При сварке низкоуглеродистых сталей в большинстве случаев применяют флюсы АН-348-А и ОСЦ-45 и низкоуглеродистые электродные проволоки Св-08 и Св-08А. При сварке ответственных конструкций, а также металла с

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		21

большим количеством ржавчины рекомендуется использовать электродную проволоку Св-08ГА. Использование указанных материалов позволяет получить металл шва с механическими свойствами, равными или превышающими механические свойства основного металла. При сварке низколегированных сталей используют те же флюсы и электродные проволоки Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2 и др. Легирование металла шва марганцем из проволок и кремнием при проваре основного металла, при подборе соответствующего термического цикла (погонной энергии) позволяет получить металл шва с требуемыми механическими свойствами. Использование указанных материалов достигается высокая стойкость металла швов против образования пор и кристаллизационных трещин. При сварке без разделки кромок увеличение доли основного металла в металле шва и поэтому некоторое повышение в нем углерода может повысить прочностные свойства и понизить пластические свойства металла шва.

При сварке низколегированных термоупрочненных сталей для предупреждения разупрочнения шва в зоне термического влияния следует использовать режимы с малой погонной энергией, а при сварке не термоупрочненных сталей — режимы с повышенной погонной энергией. Для обеспечения пластических свойств металла шва и околошовной зоны на уровне свойств основного металла во втором случае следует выбирать режимы, обеспечивающие получение швов повышенного сечения, применять двухдуговую сварку или производить предварительный подогрев металла до 150—200 °С.

Достоинства способа:

- Повышенная производительность;
- Минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- Отсутствие брызг;
- Максимально надёжная защита зоны сварки;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		22

- Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- Отсутствует влияние субъективного фактора.

Недостатки способа:

- Трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- Трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- Неблагоприятное воздействие на оператора;
- Нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

1.5.3 Сварка в защитных газах

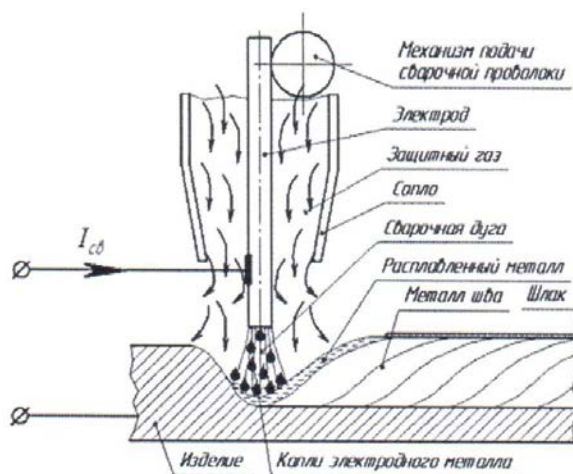


Рисунок 1.5 - Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 1.5) в зону дуги, горячей между плавящимся электродом (сварочной проволокой)

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 30 %. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в защитных газах выполняют плавящимся и неплавящимся металлическим электродом.

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3—2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50—70% прочности основного металла.

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при сварке швов, расположенных в нижнем положении — проволоку диаметром 0,8—1,6 мм.

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Влияние этих условий и технологиче-

ские рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

На свойства металла шва влияет качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовываться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно. Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом.

Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1-5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		25

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей может также применяться аргон с добавкой 10- 20 % углекислого газа. Углекислый газ способствует устранению пористости в швах и улучшению формирования шва.

Преимущества сварки в защитных газах:

- 1) высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- 2) возможность сварки в различных пространственных положениях;
- 3) возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;
- 4) отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- 5) высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
- 6) низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа сварки в защитных газах по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги.

Для стали 12Х18Н9Т, условий работы изделия и с учетом конструкции принимаем автоматическую сварку в среде защитных газов. Ручная дуговая сварка (РДС) не производительна, требует большой затраты времени. Применение сварки под флюсом для соединения малых толщин нецелесообразно, поскольку коэффициент наплавки и производительность сварки в защитном газе выше чем у сварки под флюсом. Для сварки нержавеющей стали применяют аргонодуговую сварку. Сварку ведут на постоянном токе обратной полярности, используя режимы, обеспечивающие струйный перенос электродного металла. Для повышения стабильности горения дуги и

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

особенно снижения вероятности образования пор из-за водорода при сварке плавящимся электродом используют смеси аргона с кислородом или углекислым газом (до 10%). Для стали данного изделия будем применять смесь газов $Ar + 3\%O_2$.

1.6 Описание сварочных материалов

1.6.1 Выбор электродов для сборки

Прихватка выполняется ручной дуговой сваркой.

Для ручной сварки стали 12X18H9T применяют электроды по типу ЭА-1Ф2 марок ЭА-606/11, ЦЛ-2Б2, ГЛ-2 с проволокой Св-08X19H9Ф2С2, Св-05X19H9Ф3С2, Св-05X19H9Ф3С2.

Для данной стали выбираем электроды марки ЭА-606/11(ГОСТ 10052-75).

Электроды предназначены для сварки ответственного оборудования из аустенитных высокомарганцевых сталей, коррозионно-стойких хромоникелевых сталей типа 18-8, работающего в слабоагрессивных средах при температуре до 350°C, когда к металлу шва предъявляются требования стойкости к межкристаллитной коррозии. Сварка во всех пространственных положениях на постоянном токе обратной полярности

Таблица 1.5- Механические свойства металла шва [2]

Показатель	Значение
Предел текучести:	430 МПа
Временное сопротивление:	640 МПа
Относительное удлинение:	28%
Ударная вязкость:	100 Дж/см ²

Таблица 1.6 - Химический состав наплавленного металла, %

С	Si	Мп	Cr	Ni	V	S	p
0,08	1,3	1,2	18	8,6	2.0	0.016	0.01

					ДП 44.03.04.614 ПЗ			Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата				27

Принимаем $d_э = 3$ мм.

Для электродов с основным покрытием минимально допустимое значение плотности сварного тока составляет $j=13$ А/мм²[1].

Сила сварочного тока:

$$I_{св} = (\pi d_э^2 / 4) * j, \quad (1.2)$$

$$I_{св} = ((3.14 * 3^2) / 4) * 13 = 92 \text{ А}$$

Напряжение дуги:

$$U_д = 12 + 0,36 \frac{I_{св}}{d_э} \quad (1.3)$$

$$U_д = 12 + 0,36 \frac{92}{3} = 23 \text{ В}$$

Скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_н * I_{св}}{\rho * F_{пр}} \quad (1.4)$$

где $\alpha_н$ - коэффициент наплавки, г/А*ч;
 ρ - плотность металла электрода, г/см³.

$$\alpha_н = 12 \text{ г/А*ч}$$

$$\rho = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$V_{св} = \frac{12 * 92}{7,8 * 0,15} = 9,4 \text{ м/ч}$$

Таблица 1.7- Режимы РДС для прихваток

$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, м/ч
3	92	23	9,4

1.6.2 Выбор проволоки для сварки

Для гарантированной коррозионной стойкости сварного шва необходимо получить сварной шов с содержанием феррита 6-10%.

Определим класс стали 12Х18Н9Т по диаграмме Шеффлера. Для этого воспользуемся формулами:

$$\mathcal{E}_{Ni} \sim Ni + 30C + 0,5Mn \quad (1.5)$$

$$\mathcal{E}_{Cr} = Cr + Mo + 1,5Si + 0,5Nb \quad (1.6)$$

Подставим значения:

$$3Ni = 9,5 + 30 \cdot 0,12 + 0,5 \cdot 2 = 14,1\%$$

$$\mathcal{E}_{Cr} = 19 + 1,5 \cdot 0,8 = 20,2\%$$

Полученные данные отобразим на рисунке 1.6.

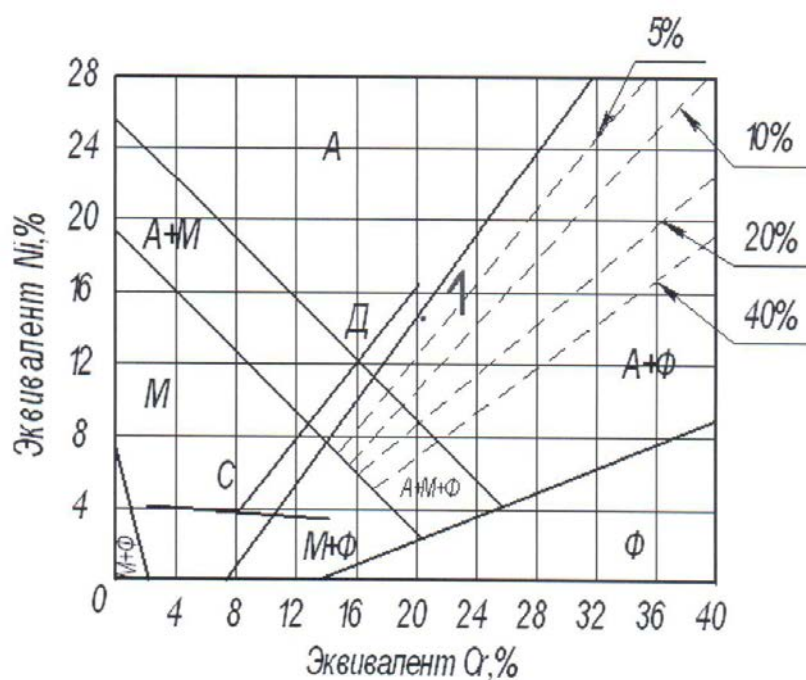


Рисунок 1.6 – сталь 12Х18Н9Т (точка 1)

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

Для автоматической и полуавтоматической сварки стали 12Х18Н9Т чаще всего рекомендуют проволоки: Св-08Х19Н10Б, Св-06Х21Н7БТ, Св-04Х22Н10БТ, Св-05Х20Н9ФБС.

Для сварки цистерны примем проволоку Св-06Х21Н7БТ.

Таблица 1.8 - Химический состав проволоки Св-06Х21Н7БТ, %

С	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	Ti	P	S
0,08	0,8	1-2	20-22	6,8-7,8	0.8			

Определим процентное содержание феррита в сварном шве по формулам 1.5 и 1.6.



Рисунок 1.7 - Схема сварного соединения С4 по ГОСТ 14771-76
Площадь сварного металла:

$$F_{св} = F_{пр} + F_e + F_{e1} \quad (1.7)$$

$$F_{пр} = \pi * \frac{e}{2} * \frac{j}{2} \quad (1.8)$$

$$j = S + q_1 \quad (1.9)$$

$$j = 8 + 1,5 = 9,5 \text{ мм}$$

$$F_{пр} = 3,14 * \frac{12}{2} * \frac{9,5}{2} = 89,5 \text{ мм}^2$$

$$F_{св} = 89,5 + 17,52 + 6,57 = 113,6 \text{ мм}^2$$

где:

F_e – площадь сечения верхнего усиления шва

F_{e1} – площадь сечения нижнего валика шва

Площадь основного металла:

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$F_{\text{осн}} = F_{\text{св}} - F_{\text{н}} \quad (1.10)$$

$$F_{\text{осн}} = 113,6 - 40,1 = 73,5 \text{ мм}'$$

Для определения содержания каждого элемента состава сварного шва воспользуемся формулой:

$$Ni_{\text{св}} = \frac{F_{\text{н}} + Ni_{\text{пр}} + F_{\text{осн}} + Ni_{\text{осн}}}{F_{\text{св}}} \quad (1.11)$$

Подставим значения в формулы 1.5 и 1.6:

$$\mathcal{E}_{Ni_{\text{св}}} = 8,3 + 30 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 1,8 = 12,2 \%$$

$$\mathcal{E}_{Cr_{\text{св}}} = 19,1 + 1,5 \cdot 0,8 = 20,3 \%$$

Полученные данные отобразим на рисунке 18.

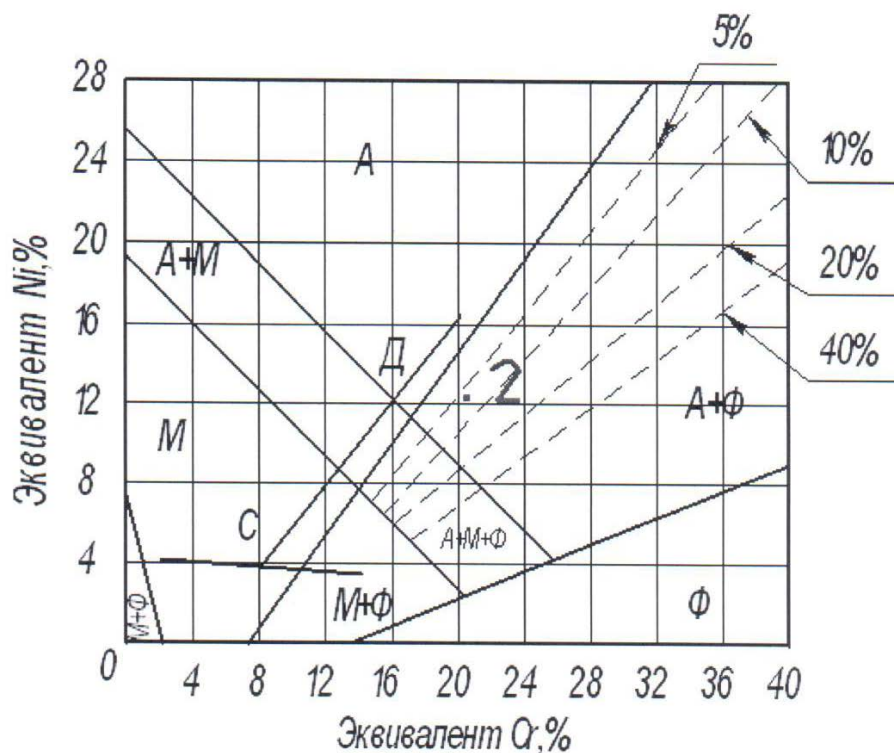


Рисунок 1.8 - металл сварного шва (точка 2)

Необходимо получить металл сварного шва с содержанием феррита в количестве 6-10% для обеспечения требуемой коррозионной стойкости.

Сварочная проволока проволоки Св-06Х21Н7БТ позволяет получить сварной шов с требуемым количеством феррита (около 6%).

1.6.3 Расчет режимов сварки

1. Необходимая глубина проплавления:

$$h_p = S - 0,5b \quad (1.12)$$

$$h_p = 8 - 0,5 * 2 = 7 \text{ мм}$$

2. Расчет площади наплавленного металла:

$$F_{\text{НС4}} = F_{\text{н}} + F_{\text{н1}} + F_{\text{L}} \quad (1.13)$$

$$F_{\text{н}} = 0,73 * e * q \quad (1.14)$$

$$F_{\text{н}} = 0,73 * 12 * 2 = 17,5 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{н1}} = 0,73 * e_1 * q_1 \quad (1.15)$$

$$F_{\text{н1}} = 0,73 * 6 * 1,5 = 6,6 \text{ мм}^2$$

$$F_0 = b * S \quad (1.16)$$

$$F_0 = 8 * 2 = 16 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{НС4}} = 17,5 + 6,6 + 16 = 40,1 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{НС5}} = F_{\text{н}} + F_{\text{L}} \quad (1.17)$$

$$F_{\text{НС5}} = 17,5 + 16 = 33,5 \text{ мм}^2$$

3. Расчет диаметра сварочной проволоки:

$$d_{\text{н}} = k_d * F_{\text{н}}^{0,625} \quad (1.18)$$

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$d_{п4} = 0,036...0,16 * 40,10625 = 0,36... 1,6\text{мм}$$

$$d_{п5} = 0,036...0,16 * 33,50625 = 0,36... 1,6\text{мм}$$

Принимаем $d_{п} = 1,6 \text{ мм}$.

4. Расчет значения сварочного тока:

$$I_{св} = (h_p/k_d) * 100 \quad (1.19)$$

$$k_d = 2,1 \quad [3]$$

$$I_{св} = (7/2.1) * 100 = 330\text{А}$$

5. Вылет электродной проволоки:

$$l_{э} = 10 * d_{э} \quad (1.20)$$

$$l_{э} = 10 * 1,6 = 16\text{мм}$$

6. Коэффициент расплавления:

$$\alpha_p = 1,21 * I_{св}^{0,32} * l_{э}^{0,39} * \frac{1}{d_{э}^{0,64}} \quad (1.21)$$

$$\alpha_p = 1,21 * 330^{0,32} * 16^{0,39} * 1/d_{э}^{0,64} = 16,6 \text{ г/А*ч}$$

7. Значение плотности тока:

$$j = \frac{4 * I_{св}}{\pi * d_{э}^2} \quad (1.22)$$

$$j = \frac{4 * 330}{3,14 * 1,6^2} = 164,3 \text{ А/м}^2$$

8. Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n = \alpha_p \frac{100 - \psi_n}{100} \quad (1.23)$$

$$\psi_n = 3\%$$

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$\alpha_H = 16,6 * \frac{100-3}{100} = 16,1$$

9. Скорость сварки:

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H * I_{CB}}{3600 * \rho * F_H} \quad (1.24)$$

Где ρ – плотность наплавленного металла.

$\rho = 7.8$.

$$V_{CB4} = \frac{16,1 * 330}{3600 * 7,8 * 0,40} = 0,5 \text{ см/с} = 18 \text{ м/ч}$$

$$V_{CB5} = \frac{16,1 * 330}{3600 * 7,8 * 0,33} = 0,6 \text{ см/с} = 21,6 \text{ м/ч}$$

10. Напряжение дуги:

$$U_D = 15 + 0,05 * I_{CB} \quad (1.25)$$

$$U_D = 15 + 0,0 * 330 = 3,5 \text{ В}$$

11. Погонная энергия:

$$q_n = \frac{I_{CB} * U_D * \eta}{V_{CB}} \quad (1.26)$$

$\eta = 0.75$

$$q_{nc4} = \frac{330 * 31,5 * 0,75}{0,5} = 15592,5 \text{ Дж/см}$$

$$q_{nc5} = \frac{330 * 31,5 * 0,75}{0,6} = 12993,75 \text{ Дж/см}$$

12. Коэффициент формы провара:

$$\Psi_{пр} = K' (19 - 0,01 * I_{CB}) \frac{d_э * U_D}{I_{CB}} \quad (1.27)$$

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		34

$\kappa' = 0,92$ (при $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ для постоянного тока обратной полярности)

$$\psi_{\text{пр}} = 0,92 * (19 - 0,01 * 330) \frac{1,6 * 31,5}{330} = 2,2$$

13. Проверим глубину проплавления:

$$h = 0,81 \sqrt{qn/\psi_{\text{пр}}} \quad (1.28)$$

$$h = 0,81 \sqrt{15592,5/2,2} = 6,8 \text{ мм}$$

14. Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{нн}} = \frac{4V_{\text{СВ}} * F_{\text{Н}}}{\pi d_{\text{э}}^2} \quad (1.29)$$

$$V_{\text{нн4}} = \frac{4 * 0,5 * 0,40}{3,14 * 0,016} = 16 \text{ см/с} = 576 \text{ м/ч}$$

$$V_{\text{нн4}} = \frac{4 * 0,5 * 0,33}{3,14 * 0,016} = 13,2 \text{ см/с} = 475,2 \text{ м/ч}$$

1.6.4 Расчет режимов сварки для базового варианта

1 Выбор диаметра электрода

При сварке многопроходных швов стыковых соединений первый проход должен выполняться электродами диаметром не более 5 мм, так как применение электродов большего диаметра не позволяет в необходимой степени проникнуть в глубину разделки для провара корня шва.

Примем диаметр электрода равный 4 мм.

2 Определение числа проходов

При определении числа проходов следует иметь в виду, что максимальное поперечное сечение металла, наплавленного за один проход, не должно превышать 30 - 40 мм². Для определения числа проходов при свар-

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		35

кешвов стыковых соединений с разделкой кромок общая площадь поперечного сечения наплавленного металла рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{н}} = F_{\Delta} + F_{\beta} + F_{\alpha} \quad (1.30)$$

Для соединения продольных стыков обечаек и кольцевых стыков обечаек между собой делаем скос кромок под углом 22,5°. Таким образом, получается угол между кромками равный 45°. Для соединения обечаек с днищами, наоборот, скос кромок производиться не будет, так как без скоса угол между кромками получается равный 45° автоматически.

$$F_{\Delta} = \frac{1}{2}hk * \sin\alpha \quad (1.31)$$

где k - длина скоса кромки;

$\sin \alpha$ - угол между высотой и скосом кромки.

$$k = \frac{h}{\sin \beta} \quad (1.32)$$

где $\sin\beta$ - угол между основанием и скосом кромки.

$$k = \frac{8}{\sin 67.5}$$

$$F_{\Delta} = \frac{1}{2} * 8 * 8.7 * \sin 22.5 = 46,8 \text{ мм}^2$$

РДС необходимо выполнять в 2 прохода, поскольку $F_{\text{н}} > 40 \text{ мм}^2$.

Площадь первого прохода:

$$F_1 = 6 * d_3 \quad (1.33)$$

$$F_1 = 6 * 4 = 24 \text{ мм}^2$$

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
						36
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Площадь второго прохода:

$$F_2 = 8 * d_3 \quad (1.34)$$

$$F_2 = 8 * 4 = 32 \text{ мм}^2$$

3 Сила сварочного тока:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi d^2}{4} j \quad (1.35)$$

где j - допускаемая плотность тока
 $j = 10 \text{ А/мм}^2$ [3]

$$I_{\text{св}} = \frac{3.14 * 4^2}{4} * 10 = 126 \text{ А}$$

4 Скорость сварки:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n * I_{\text{св}}}{3600 * \rho * F_H} \quad (1.36)$$

где α_n - коэффициент наплавки, г/А*ч;
 ρ - плотность наплавленного металла.

Коэффициент наплавки:

$$\alpha_n = \alpha_p \frac{100 - \psi_n}{100} \quad (1.37)$$

$\psi_n = 3\%$ [4]

$$\alpha_n = 17,4 * \frac{100 - 3}{100} = 16,9$$

$\rho = 7,8$

$$V_{\text{св}} = \frac{16,9 * 126}{3600 * 7,8 * 0,47} = 5,7 \text{ м/ч}$$

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		37

5 Масса изделия (М) определяется по формуле (1.38):

$$M = M_{об} * 3 + M_{дн} * 2 \quad (1.38)$$

где: $M_{об}$ -масса обечайки;

$M_{дн}$ - масса днища.

Масса обечайки определяется по формуле (1.39):

$$M_{об} = A * B * C * 7,8 \quad (1.39)$$

$A = 1500$ мм;

$B = 4710$ мм;

$C = 8$ мм.

$M_{об} = 1500 * 4710 * 8 * 7,8 = 440,856$ кг.

Масса днища определяется по формуле (1.40):

$$M_{дн} = F_{пов} * C * 7,8 \quad (3.40)$$

$F_{пов} = 34781,78$ мм²;

$C = 8$ мм.

$M_{дн} = 34781,78 * 8 * 7,8 = 217,038$ кг.

$M_{общ} = 440,856 * 3 + 217,038 * 2 = 1705,93$ кг = 1,7 т.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		38

1.7 Технологическая последовательность сборки и сварки цистерны

Таблица 1.9 - Технологическая последовательность изготовления изделия

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Транспортировка листов и днищ со склада и контроль качества поверхности металла	3 листа стандартного размера 6000*1500 толщиной 8 мм и днища транспортируется в зону правки и очистки поверхности.	Кран-балка до 3т, подкрановые тележки.
2	Правка	Правка стандартных листов на листопрямительной машине для удаления вмятин, серповидности и др.	Листопрямительная машина для выравнивания листового металла серии WD UBR
3	Разметка	Разметка металла для резки. Размеры листов 1500*4710мм.	Чертилка, рулетка, угольник
4	Резка	Вырезаются заготовки для обечаек.	Установка плазменной резки MasterCutPR 6000x1500x25
5	Зачистка вырезанных деталей	Зачистка деталей после резки от заусенцев, неровностей поверхности кромок.	Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125 Э»
6	Контроль геометрических размеров	Осуществляется контроль формы и размера деталей в соответствии с чертежами, а также проверяется чистота реза	Линейка, угольник
7	Вальцовка листов в обечайку	Свальцевать из листов 1500*4710*8мм обечайки d=1500мм 3 шт.	Трехвалковая листогибочная машина Акуарак серии АН
8	Сборка продольных стыков обечаек	Свальцованная обечайка d=1500мм устанавливается на стенд для сборки продольных стыков обечайки. Двумя гидравлическими стяжками для совмещения и соединения продольных кромок и гидравлической стяжкой для выравнивания торцевых КРОМОК	Стенд для сборки продольных стыков обечаек. Две гидравлические струбицы для совмещения и соединения продольных кромок и гидравлическая стяжка для выравнивания

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4
		собирается продольный стык. Выполняются прихватки с зазором в 2 мм ручной дуговой сваркой. Прихватываются вводные и выводные планки	торцевых кромок. Инверторный сварочный аппарат «Ресанта САИ 220». Электроды ЭА-606/11 диаметром 3 мм. Режимы сварки: -сила сварочного тока 92А -напряжение на дуге 23В -прихватка 30/300 мм
9	Контроль сборки	Контроль зазоров	Линейка, мерительная рулетка.
10	Сварка продольных стыков обечаек	Сварка выполняется на установке для сварки цистерны. Сварочный аппарат настраивается на нужные режимы. Сварочная головка устанавливается в свариваемый стык под углом 90°. Сварка ведется на медной съемной подкладке.	Установка для сварки цистерны. Сварочный автомат А-1406 с ВДУ 506. Медная съемная подкладка. Проволока Св-06Х21Н7БТ диаметром 1,6 мм. Смесь газов Аг + 3%О2. Режимы сварки: -сила сварочного тока 330А -напряжение на дуге 31,5В -скорость сварки 18 м/ч
11	Зачистка	Удаление брызг от прихваток и окалины от сварки. Удаление вводных и выводных планок	Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»
12	Контроль	Визуальный контроль качества сварного шва	
13	Сборка обечаек между собой и обечаек с днищами	Сборку производят на установке для сборки обечаек с днищами. Сваренные продольным швом обечайки устанавливаются на роликовые	Установка для сборки обечаек с днищами. Инверторный сварочный аппарат «Ресанта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.614 ПЗ

Лист

40

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4
		опоры. С помощью 2х гидравлических центраторов обечайкам придается правильная форма. Устанавливается зазор между обечайками 2 мм. Прихватки выполняются ручной дуговой сваркой. Выполняется прихватка технологических остающихся подкладок. Аналогичная операция выполняется при сборке обечаек с днищами.	САИ 220». Электроды ЭА-606/11 диаметром 3 мм. Режимы сварки: -сила сварочного тока 92А -напряжение на дуге 23В -прихватка 30/300 мм
14	Контроль сборки	Контроль зазоров	Линейка, мерительная рулетка.
15	Разметка	Разметка для резки отверстия для люка	Чертилка, рулетка, угольник
16	Резка	Резка отверстия для люка	Аппарат воздушно-плазменной резки Мультиплаз 7500
17	Зачистка вырезанного отверстия	Зачистка отверстия после резки от заусенцев, неровностей поверхности кромок.	Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»
18	Сварка обечаек между собой и обечаек с днищами	Сборная деталь устанавливается на стенд для сварки кольцевых швов обечаек с днищами. Сварочный аппарат настраивается на нужные режимы. Сварочная головка устанавливается в свариваемый стык под углом 90°. Сварка обечаек между собой выполняется в 1 проход.	Сварочный автомат А-1406 с ВДУ 506. Подкладка остающаяся. Проволока Св-06Х21Н7БТ диаметром 1,6 мм. Смесь газов Ag + 3%O ² . Режимы сварки: -сила сварочного тока 330А -напряжение на дуге 31,5В -скорость сварки 21,6 м/ч
19	Зачистка	Удаление брызг от прихваток и окалины от сварки.	Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»
20	Сборка люка и цистерны	Произвести сборку люка и цистерны	Инверторный сварочный аппарат «Ресанта САИ 220». Электроды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.614 ПЗ

Лист

41

Окончание таблицы 1.9

1	2	3	4
			ЭА- 606/11 диаметром 3 мм. Режимы сварки: -сила сварочного тока 92А -напряжение на дуге 23В -прихватка 30/300 мм
21	Сварка люка и цистерны	Сварка люка производится РДС в 2 прохода	Инверторный сварочный аппарат «Ресанта САИ 220». Электроды ЭА- 606/11 диаметром 4 мм. Режимы сварки: -сила сварочного тока 126А -напряжение на дуге 23В -скорость сварки 5,6 м/ч
22	Контроль	Визуальный контроль качества сварных швов	
23	Испытание	Произвести гидравлическое испытание	давление не менее 0,2 Мпа, время выдержки 10 мин. Материалы: - вода+5 до +40°С Оборудование: - заглушка на люк - манометр (класс точности 1,5)
23	Зачистка	Удаление брызг и окалины от сварки	Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»
24	Контроль готового изделия	Производится ультразвуковой контроль сварных швов и визуальный контроль геометрии изделия в соответствии с чертежом	Линейки, угольники, мерительная рулетка, дефектоскоп А1550 IntroVisor
25	Складирование	Готовая цистерна отправляется на склад готовой продукции	Кран-балка до 3т, подкрановые тележки.

1.7.1 Оборудование для сборки-сварки цистерны

1. Подвесная кран-балка до 3 тонн.

Электрический подвесной кран (кран-балка) перемещается на подвесных тележках по двутавровым балкам. Допустимый максимальный пролет такого крана по ГОСТу - 15м, если требуется больший пролет, применяются двухпролетные подвесные краны, имеющие 3 точки подвески.

2. Листоправильная машина для выравнивания листового металла серии WD UBR.

Листоправильная машина тяжелого типа (листоправильные вальцы) серии WD изготовленная по технологии UBR предназначена для правки листового металла путем многократного перегиба.

Применяются листоправильные станки в отрасли металлургии, производстве строительных материалов, химической и легкой промышленности, в отрасли кораблестроения, локомотиво и вагоностроении, на заводах металлоконструкций.

Достоинства листоправильной машины:

- Вес стана - свыше 62т;
- 9 правильных валков;
- Производит правку металла за один проход;
- Правит начальную и конечную зону листа;
- Правка стальных листов с пределом текучести 270 Н/мм² (Ст 3, Ст 20) - 32 мм;
- Правка стальных листов с пределом текучести 360 Н/мм² (09Г2С) - 30 мм;
- Минимальная толщина листа для правки - 6 мм.

Валки листоправильной установки изготовлены из легированной стали 35ХМ методом проковки.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		43

3. Установка плазменной резки MasterCut PR 6000x1500x25.

Технические характеристики станка плазменной резки MasterCut PR 6000x1500x25:

- Модель Master Cut PR;
- Контроллер Barny Phantom;
- Плазмотрон PowerMax 1650;
- Точность резки, мм - 0.5;
- Точность позиционирования, мм - 0.2;
- Наибольшая толщина реза, мм - 25;
- Размеры стола:
 - ширина, мм - 1500;
 - длина, мм - 6000;
- Габариты:
 - ширина, мм - 2100; длина, мм - 7000; высота, мм - 1300;
- Масса, кг - 1340.

4. Трехвалковая листогибочная машина Акуарак серии АН.

Трехвалковые гидравлические листогибочные машины способны работать с толщиной листа до 70 мм и шириной до 6000 мм.

Основные характеристики данных машин:

- гидравлический привод на все валы;
- гидравлическое привод движения боковых валов;
- управление гидроприводом откидной опоры верхнего вала с контрольной панели;
- привод наклона верхнего вала для снятия согнутых обечаек.

Корпуса машин представляют собой стальные сварные конструкции.

Станина, валы и подшипники, использованные при производстве машин, соответствуют Европейским стандартам качества.

Стандартное исполнение:

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		44

- Приспособление для гибки конусов;
- Индукционные закаленные валы;
- Цифровой дисплей расположения боковых валов;
- Высокопрочный стальной корпус машины;
- Управление откидной опорой верхнего вала с контрольной панели;
- Управление с контрольной панели движением и настройка параллельности валов;
- Системы защиты от перегрузок;
- Пульт управления;
- Соответствие нормам СЕ.

Дополнительное оборудование:

- Устройство боковой и центральной поддержки для гибки обечаек большого диаметра;
- Удлиненные валы для установки профилегибочных роликов;
- Ролики для гибки профиля;
- Стол подачи материала;
- Сменный верхний вал меньшего диаметра.

Характеристики:

- Рабочая длина валков, мм: 2100
- Макс. толщина листа при гибке, мм: 8
- Макс. толщина листа при подгибке, мм: 4
- Диаметр верхнего вала, мм: 160
- Диаметр боковых валов, мм: 150
- Мощность, кВт: 2,2
- ДхШхВ, мм: 3475 x 1088 x 1160
- Вес, кг: 2200

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		45

5. Стенд для сборки продольных стыков обечаек.

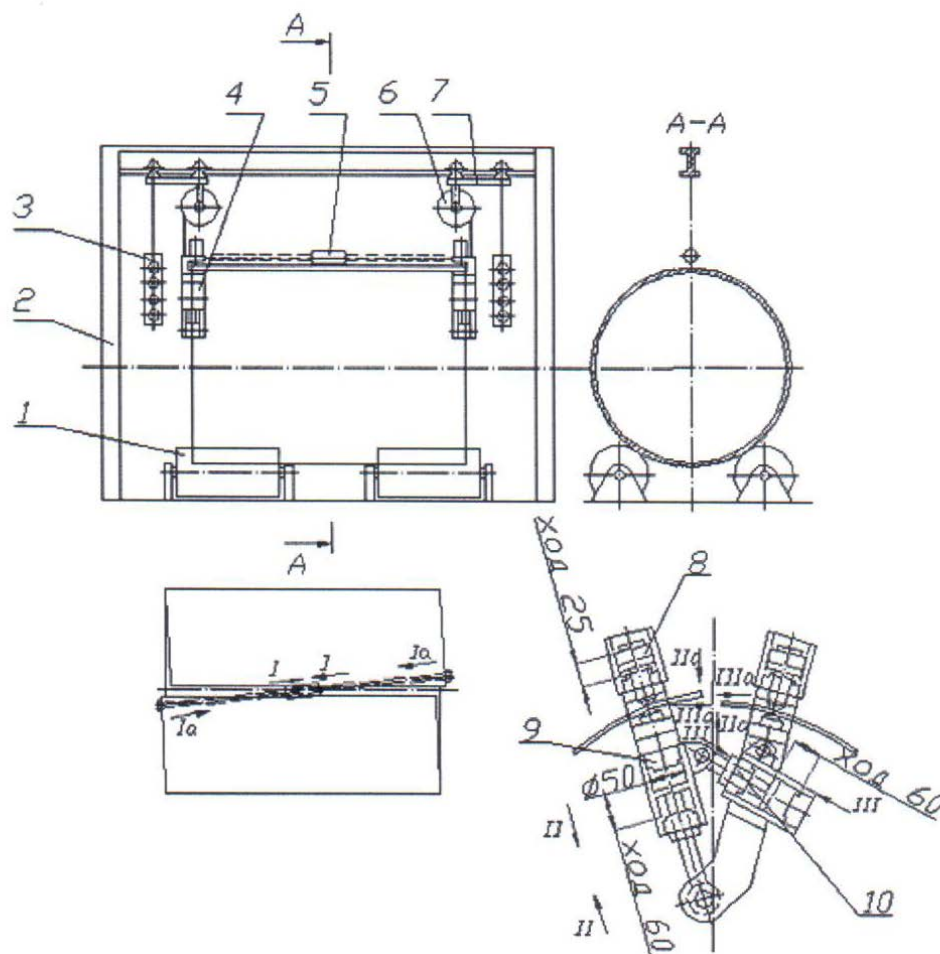


Рисунок 1.9 - Стенд для сборки продольных стыков обечаек

Стенд состоит из портала (2) и двух гидравлических струбцин (4) для совмещения продольных кромок и гидравлической стяжки (5) для выравнивания их торцов. Струбцины (4) с помощью пружинных подвесок (6) закреплены на тележках (7) передвигающихся по раме. На этих же тележках закреплены и панели управления (3). Струбцина (4) аналогична винтовой. Винты заменены гидроцилиндрами - двумя зажимными (8), одним выравнивающим (9) и одним стягивающим (10). Стяжка (5) для торцевых кромок представляет собой гидроцилиндр с двумя цепями, на концах которых имеются крючки зацепляющиеся за кромки обечайки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6. Установка для сборки обечаек с днищами.

Установка для сборки обечаек с днищами состоит из роликоопор, 3-х гидравлических центраторов и прижима для днища.

7. Установка для сварки обечаек с днищами.

Установка для сварки обечаек с днищами состоит из роликовых опор продольного перемещения, роликовых опор вращения, установки для сварки наружного шва, сварочного аппарата.

8. Сварочный аппарат «Ресанта САИ 220».

Основные характеристики:

Тип: Аппарат сварочный

Торговая марка: РЕСАНТА

Максимальный ток: 220 А

Минимальный ток: 10 А

Мощность: 6.6 кВт

Диапазон рабочего напряжения: 220В (+10%;-30%)

Максимальный потребляемый ток: 30А

Напряжение холостого хода: 80В

Напряжение дуги: 28В

Продолжительность нагружения: 70% 220А

Максимальный диаметр электрода: 5мм

9. Сварочный аппарат А-1406 с ВДУ 506

Сварочный автомат А-1406: ПВ 100%, Ø проволоки сплошной 1,2-5,0 мм., 0 проволоки порошковой 2,0-3,0 мм., подвесной, самоходный автомат. Обеспечивает наплавку открытой дугой, в среде защитного газа, под флюсом.

Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		47

Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; под слоем флюса сплошной проволокой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу).

Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки.

Технические характеристики с ВДУ 506:

Номинальное напряжение сети, В - 380;

Частота тока питающей сети, Гц - 50;

Номинальный сварочный ток, А - 500 (при ПВ=60% 500);

Диапазон регулирования сварочного тока, А - 60 ^ 500;

Количество электродов, шт - 1;

Диаметр электродной проволоки, мм:

- сплошной 1,2 -г- 2,0; 2,0 + 5,0;

- порошковой 2,0 3,0;

Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч - 17 ^ 553;

Вертикальное перемещение сварочной головки:

- ход, мм - 500;

- скорость, м/ч - 29,4;

Поперечное перемещение сварочной головки:

- ход, мм ±70;

- скорость, м/ч от руки;

Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град ±30 ручное;
Амплитуда колебания электрода при наплавке порошковой проволокой диаметром до 3 мм., 10 - 70 мм;

Масса, кг:

- сварочной головки -185;

- источника питания - 275;

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		48

Габаритные размеры, мм:

- сварочной головки - 1010x890x1725;
- источника питания - 805x600x1030.

10. Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»

Основные характеристики:

- Тип - угловая;
- Питание - от сети;
- Мощность - 1100 Вт;
- Максимальная скорость работы - 11000 об/мин (диск).

Дополнительно:

- Резьба шпинделя - M14;
- Максимальный диаметр диска - 125 мм;
- Дополнительная рукоятка - есть ;
- Прочее - ограничение пускового тока, фиксация шпинделя;
- Длина сетевого кабеля - 5 м.

11. Ультразвуковой дефектоскоп A1550 IntroVisor.

A1550 IntroVisor - универсальный портативный ультразвуковой дефектоскоп-томограф с цифровой фокусировкой антенной решетки и томографической обработкой данных для контроля металлов и пластмасс.

Легкий и удобный в использовании прибор для решения большинства задач ультразвуковой дефектоскопии металлов и пластмасс. Обеспечивает быстрый, комфортный и достоверный поиск дефектов благодаря визуализации внутренней структуры объекта контроля в виде изображения сечения в режиме реального времени, что существенно упрощает и делает более доступной интерпретацию полученной информации по сравнению с обычным дефектоскопом.

Преимущества томографии.

Быстрота и эффективность.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		49

Оперативный и высокопроизводительный поиск дефектов в сварных швах, в изделиях из металлов, пластмасс и композитов с подробным документированием полученных результатов.

Обеспечение визуализации внутренней структуры объекта контроля в режиме реального времени с частотой смены изображения 25 кадров в секунду.

Возможность проведения ультразвукового контроля вдоль линии сварного шва без поперечного сканирования, за счет большого размера апертуры антенных решеток и сканирования виртуальным фокусом на дальние расстояния, что существенно сокращает время на подготовку оклошовной поверхности сварных соединений, повышая производительность контроля.

Обеспечение высокой частоты смены изображений на экране, при которой скорость сканирования вдоль сварного соединения может достигать 50 мм/с.

Простота интерпретации данных.

Визуализация внутренней структуры объекта контроля в виде наглядного и достоверного изображения сечения (В-томограмма) в режиме реального времени с удобными шкалами расстояния и глубины, что существенно упрощает и делает более доступной интерпретацию полученной информации.

Регулировка масштаба изображения в широких пределах: от обзора 250 мм до 5 мм на весь экран.

Автоматические и ручные измерения уровней сигналов и координат дефектов и их размеров.

Возможность измерения реальных размеров дефектов.

Измерение расстояний между образцами несплошностей по экрану.

Высокая достоверность контроля

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		50

В основе работы дефектоскопа-томографа лежит принцип цифровой (вычислительной) фокусировки антенной решетки (ЦФА) с получением томограммсфокусированных в каждую точку сечения, что обеспечивает наилучшее пространственное разрешение и максимальную чувствительность во всей визуализируемой области, а также высокую производительность контроля.

Обеспечение чувствительности к различным типам несплошностей.

Отображение образов вертикально-ориентированных дефектов.

Простота настройки и использования.

Простое и удобное МЕНЮ основных настроек для оперативного выбора и установки параметров рабочей конфигурации под каждый конкретный объект контроля.

Интуитивный интерфейс с клавишами быстрого доступа к основным настройкам и параметрам позволяет быстро освоить работу с прибором.

Доступность работы с прибором специалистам любого уровня квалификации, в том числе, не имеющим предварительной подготовки.

Оперативное переключение между режимами ТОМОГРАФ и ДЕФЕКТОСКОП с соответствующей заменой антенной решетки на классический преобразователь.

Сменные акустические модули антенных решеток.

Универсальность и портативность

Возможность работы как в режиме томографа (В-СКАН), так и в режиме классического дефектоскопа (А-СКАН).

Возможность работы в режиме сканирования вдоль линии сварного шва (С-СКАН) с последующей записью полученных результатов в память прибора.

Небольшие габаритные размеры.

Вес прибора всего 1,9 кг.

Быстросменный литиевый аккумулятор на 8 часов работы.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		51

Большой цветной дисплей обеспечивает представление, как графического образа сечения, так и результатов измерения координат и уровней сигналов.

Защитный чехол, а также комплект ремней «handsfree» делают этот прибор удобным инструментом для работы в труднодоступных местах.

Работоспособность при температурах от -10° до $+55^{\circ}\text{C}$ позволяет комфортно и эффективно проводить контроль как в цеховых условиях и лабораториях, так и в тяжелых полевых условиях.

Энергонезависимая память для записи томограмм и эхо-сигналов, с возможностью просмотра на ПК без специального программного обеспечения.

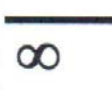


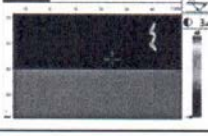

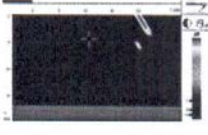

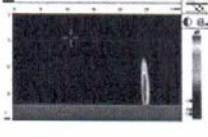
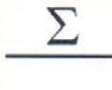
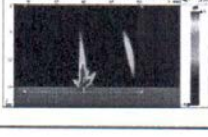
Связь по USB для вывода записанных данных на внешний компьютер. Специализированное программное обеспечение для приема данных из прибора, дальнейшей обработки, документирования в виде томограмм и эхо-сигналов с параметрами контроля и последующего архивирования.

Режимы визуализации.

В томографе A1550 реализованы пять режимов визуализации образов несплошностей, адаптированных к их виду. Данные режимы выбираются в зависимости от различных задач контроля и специфики объекта. Для простой идентификации этих режимов используются символы, приведенные в таблице 1.10 Там же указаны основные характеристики режимов.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		52

Таблица 1.10 - Режимы визуализации томографа А1550

Номер режима	Символ	Объект контроля	Отражатель	Озвучивание	Назначение	Томограмма
1		полупространство	"точечный"	прямое	Для изделий сложной формы, не имеющих определенной толщины, либо изделий с грубой донной поверхностью	
2		плита, $10 < d \leq 100$ мм	"точечный"	прямое и отраженное	Для плоскопараллельных изделий с известной толщиной	
3		пластина, $d < 10$ мм	"точечный"	отраженное	Для контроля плоскопараллельных изделий с известной толщиной, объектов малой толщины при определении дефектов вблизи поверхности	
4		плита или пластина, $d < 100$ мм	плоскостный	прямое и отраженное	Для определения вертикально-ориентированных дефектов с гладкой поверхностью, зеркально отражающих ультразвук	
5		плита или пластина, $d < 100$ мм	объемный	прямое и отраженное	Универсальный режим для плоскопараллельных изделий с известной толщиной и всех типов несплошностей	

12. Аппарат воздушно-плазменной резки Мультиплаз 7500 Мультиплаз 7500 один из лучших в своем классе аппаратов воздушно-плазменной резки. Он позволяет обрабатывать материалы толщиной до 25 мм.

Суть процесса, происходящего в этом типе плазматрона, следующая. Внутри ствола резака, между соплом-анодом и катодом, зажигается электрическая дуга, которая ионизирует подающийся воздух. Из сопла вырывается высокоскоростная плазменная струя с температурой до 10000°C, с помощью которой и осуществляется процесс резки. Высокая скорость и напор струи позволяет эффективно выдувать образующийся грат, а маленький диаметр факела обеспечивает высокую концентрацию энергии в зоне реза.

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

Таблица 1.11 - Технические характеристики Мультиплаз-7500

Входное напряжение, трех-фазное	В	380 ± 10%
Частота питающей сети	Гц	50-60
Входная мощность	КВА	7,5
Напряжение холостого хода	В	280
Диапазон тока	А	20-55
Номинальное выходное напряжение	В	120
Коэффициент загрузки	%	100
К.П.Д.	%	85
Коэффициент потерь	COS ф	0.93
Класс изоляции		В
Класс защиты		IP21
Метод запуска дуги		Бесконтактный
Давление подаваемого сжатого воздуха	МПа	0,5
Расход сжатого воздуха	л/мин	250
Габариты источника питания (Д х Ш х В)	мм	560x210x 370
Вес источника питания	кг	210
Вес горелки с кабель-шлангом	кг	4,8
Длина кабель-шланга	м	9
Толщина разрезаемого стального листа	мм	до 25

1.7.2 Контроль качества сварных соединений

Задачей контроля является проверка изделия на прочность, установление материала нормативам, заданным размерам, обработке, а также отсутствия дефектов (ГОСТ 30242-97, ДСТУ 3491-96).

Классификация методов контроля (ГОСТ 3242-79). Методы контроля сварных соединений разделяют на две основные группы: неразрушающий контроль (НК) и разрушающий контроль (РК).

Неразрушающий контроль (НК) (ГОСТ 18353-79):

1. Визуально-оптический метод (ГОСТ 23479-79, ДСТУ ISO 17637-2003).

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		54

2. Радиационная дефектоскопия (ГОСТ 7512-82, ГОСТ 23055-78, ДСТУ EN 12517-2002).
3. Ультразвуковая дефектоскопия (ГОСТ 14782-86, ДСТУ 4001,4002-2000).
4. Магнитная и электромагнитная дефектоскопия (ГОСТ 21105-87, ДСТУ EN 1290, 1291-2002).
5. Капиллярная дефектоскопия (ГОСТ 18442-80, ДСТУ EN 1289-2002).
6. Дефектоскопия течеисканием (ГОСТ 3285-77).
7. Прочие методы.

Разрушающий контроль (РК) (ГОСТ 6996-66):

1. Механические испытания.
2. Металлография и химический анализ.
3. Коррозионные испытания.
4. Испытания на свариваемость.

Визуально-оптический метод контроля. Визуальный метод контроля является старейшим и продолжает играть важнейшую роль. Контроль сварного соединения начинается с внешнего осмотра шва - суть визуального контроля.

Внешний осмотр производится как невооруженным глазом, так и при помощи технических приспособлений (обзорные, налобные, телескопические лупы, для недоступных наблюдению невооруженным глазом швов используют оптические приборы - эндоскопы, перископы и др.). Преобразователи визуальной информации в телеметрическую позволяют контролировать состояние сварочной ванны расплавленного металла в процессе сварки, наблюдать за электронным лучом в вакуумной камере и др.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		55

Внешнему осмотру подлежит все изделие и его сварные соединения для выявления в них всевозможных дефектов заготовок и сборки и дефектов формирования швов на поверхности: неравномерности высоты и ширины швов, чрезмерной чешуйчатости, наплывов, подрезов, чрезмерному усилению или ослаблению швов, незаваренных кратеров, прожогов, шлаковых включений и пористости, осевых смещений и изломов оси цилиндрических элементов и др. ВК предельно прост и доступен; позволяет получить до 50% информации о качестве соединения и о ходе технологического процесса, но зависит от квалификации и ответственности проверяющего.

Радиационная дефектоскопия. Различают: рентгенографию и гаммаграфию. Лучи обладают большой проникающей способностью, Контроль радиационными методами основан на изменении мощности излучения при прохождении ими материала в зависимости от его толщины и плотности. Источником рентгеновских лучей служит рентгеновская трубка, где излучение возникает при бомбардировке быстрыми электронами анода.

Место торможения называется фокусом рентгеновской трубки, из которой X-лучи, распространяются во все стороны прямолинейно.

Источником лучей служат ядра искусственных или естественных радиоактивных веществ. Изготавливаются такие вещества в виде таблеток или капсул и помещаются в специальный аппарат-источник излучения.

Используют изотопы: и др.

Для выявления дефектов в сварных швах используют следующую схему просвечивания: с одной стороны объекта устанавливают источник излучения, с другой - детектор, фиксирующий результаты просвечивания. Детектором чаще всего служит рентгеновская пленка, но применяют и более совершенные средства.

Данным проектом предусмотрена ультразвуковая дефектоскопия.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

2 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки цистерны. В процессе разработки в целях экономии затрат на изготовление изделия предлагается осуществить подготовку сварщика полуавтоматической сварки для работы с автоматизированной установкой для сварки, который сможет осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт необходимого оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня), 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;

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

2.1 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 функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
						58
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.1– Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

<i>Характеристики</i>	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
<i>Трудовая функция</i>	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудование, изделия, узлы, трубопроводов, детали) из различных материалов (стали, чугуны, цветные металлы и сплавы), которые предназначены для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов.
Трудовые действия	<p>Проверка оснащенности, работоспособности, исправности и осуществление настройки оборудования поста для полуавтоматической сварки (наплавки) в среде защитных газов, с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением цистерны.</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для автоматической сварки цистерны.</p>
Необходимые умения:	Подготавливать и проверять сварочные материалы для полуавтоматической сварки (наплавки) в среде защитных газов, настраивать сварочное оборудование. Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрева металла. Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку цистерны.	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки и сварки цистерны..</p>
Необходимые знания	<p>Функций (возможностей) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Способы контроля сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым конструкторской и производственно-технологической документации по сварке, <i>проверки сварных швов на наличие дефек-</i></p>	<p>Основных видов, конструктивных элементов и размеров сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической</p>

	<i>тов.</i>	сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды сварочных автоматов для сварки в среде защитных газов.
Другие характеристики:	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: полуавтоматическая сварка цистерны	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: автоматическая сварка в среде защитных газов
Характеристики выполняемых работ:	Прихватка элементов изделия частично механизированной сваркой плавлением в любых пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением любых конструкций, где требуется особое внимание сварщика и где не подлезет установка для автоматической сварки.	<i>Автоматическая сварка швов, основных, ответственных элементов конструкции цистерны</i>

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

Необходимые знания:

- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.
- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.
- Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов

Необходимые умения:

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		60

- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением, и обозначение их на чертежах
- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов
- Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку давлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением.
- Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением
- Требования к подготовке конструкции под сварку
- Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением
- Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения
- Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.
- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На основании выявленного сравнения, можно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебная программа по переподготовке работников дает название и последовательность предметов, распределение времени на теоретическую и практическую подготовку, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическая часть переподготовки работников обеспечивает экономические, отраслевые и специализированные курсы. Соотношение времени обучения теоретической и практической переподготовок определяется в зависимости от характера и сложности освоенной профессии, сроков и особенностей профессиональной подготовки работников. Количество часов для консультаций определяется на местах, в зависимости от потребности в этой работе. Время для квалификационного экзамена предоставляется для устного экзамена и распределяется в размере до 15 минут на каждого учащегося. В результате практического обучения выделяется время на квалификационную пробную работу.

На основе сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института профессионального образования разработан учебный план переподготовки работников по специальности «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице. Продолжительность обучения 1 месяц.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		62

Таблица 2.2 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

№	Тема	Количество часов
Теоретическое обучение		58
1	Вводное занятие	2
2	Сварочные материалы	8
3	Основы электротехники и промышленной электроники	8
4	Техническое черчение	4
5	Оборудование и источники питания для автоматической сварки в среде защитных газов	10
6	Основы материаловедения и технологии металлов	8
7	Технология автоматической сварки в среде защитных газов	14
8	Виды дефектов сварного шва, получаемых при автоматической сварке, и способы их определения и устранения	4
Производственное обучение		116
9	Выполнение работ по полуавтоматической и автоматической дуговой сварке и наплавке изделий из нержавеющей стали	108
10	Квалификационный экзамен	8
Итого		174

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка тематического плана предмета по предмету «Оборудование и источники питания для автоматической сварки»

Рассмотрим предмет «Оборудование и источники питания для автоматической сварки», которая изучается 10 часов.

Эта тема может быть разделена 5 уроков по два часа. При тематическом планировании тему можно разделить на следующие пять подтем уроков (по два часа каждый урок):

Таблица 2.3 - Тематический план предмета «Оборудование и источники питания для автоматической сварки»

№ п/п	Тема	Часы
1	Общие сведения о сварочных автоматах	2
2	Принципы регулирования режима дуги при использовании сварочных автоматов	2
3	Источники питания для сварочных автоматов	2
4	Однодуговые сварочные автоматы и многодуговые сварочные тракторы: устройство и работа	2
5	Наладка и настройка сварочных автоматов	2

Выберем тему урока «Общие сведения о сварочных автоматах», т.к. она дает представление о видах и назначении сварочных автоматов, о технических характеристиках, о составе сварочной установки и о задачах решаемыми сварочными установками.

2.4 Разработка плана и план-конспекта урока по теме «Общие сведения о сварочных автоматах»

Тема программы: «Оборудование и источники питания для автоматической сварки»

Тема урока: «Общие сведения о сварочных автоматах»

Цели урока:

Образовательная:

Сформировать понятия об основных типах сварочных автоматов, их назначении и технических характеристиках; назвать особенности конструкции и область применения сварочных автоматов; охарактеризовать особенности типовых сварочных автоматов;

Закрепить пройденный материал.

Развивающая: развивать техническое мышление; развивать навыки анализа при самостоятельной работе по чтению схем, чертежей сварочных автоматов.

Воспитывающая: воспитывать у рабочих навыки профессиональной коммуникации; воспитывать ответственность за работоспособность используемого оборудования; воспитать понимание необходимости экономии энергетических и материальных ресурсов предприятия.

Тип урока: Комбинированный

Методы обучения:

словесные методы (рассказ, беседа, объяснение); наглядные методы (демонстрация плакатов).

Средства обучения: плакаты: «Общий вид сварочной установки», учебные таблицы: «Технические характеристики сварочных головок», справочные материалы: Справочник сварщика / под ред. В.В. Степанова. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.

Учебная литература:

Климов А.С., Машнин Н.Е., Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке - Лань ISBN, 2011. - 240с.

Структура урока и затраты времени на этапы:

- 1 Организационная часть 5 мин. Приветствие, проверка по списку всех присутствующих, организационные вопросы. Изложение темы и цели урока.
- 2 Актуализация опорных знаний в виде беседы обучающимися по установленным вопросам -10 мин.
- 3 Сообщение нового материала - 50 мин.
- 4 Первичное закрепление нового материала - 10 мин.
- 5 Заключительная часть. Краткий опрос - беседа со слушателями в аудитории 15 - мин.

Подробный план-конспект учебного занятия по теме «Общие сведения о сварочных автоматах» приведен в таблице.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		65

Таблица 2.4 - План-конспект урока по теме: «Общие сведения о сварочных автоматах»

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебной деятельности
1	2	3
Организационная часть, 4 мин.	<p>Тема: «Общие сведения о сварочных автоматах»</p> <p>Цели урока:</p> <p><i>Образовательная:</i> Сформировать понятия об основных типах сварочных автоматов, их назначении и технических характеристиках; назвать особенности конструкции и область применения сварочных автоматов; охарактеризовать особенности типовых сварочных автоматов;</p> <p>Закрепить пройденный материал.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать техническое мышление; развивать навыки анализа при самостоятельной работе по чтению схем, чертежей сварочных автоматов.</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у рабочих навыки профессиональной коммуникации; воспитать ответственность за работоспособность используемого оборудования; воспитывать понимание необходимости экономии энергетических и материальных ресурсов предприятия.</p>	<p>Взаимное приветствие педагога и обучаемых, проверка отсутствующих. Воспитание дисциплины, решительный строгий голос, но в то же время доброжелательный. Запись темы урока, привлечение внимания обучаемых.</p>
Актуализация опорных знаний, 10 мин.	<p>Вопросы для актуализации опорных знаний:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как можно классифицировать сварочную проволоку? 2. В чем сущность автоматической сварки? 3. Какие механические свойства свариваемых металлов вы можете назвать? Дайте им определения. 4. Что такое автоматическая сварка в защитных газах? 5. Для чего применяют сварочный трансформатор, а для чего сварочный генератор 6. На что влияет мощность сварочного трансформатора? 	<p>Выхожу на середину аудитории, активизирую обучаемых на последних партах, вернусь к доске.</p> <p>Вопрос задам 2 раза, добьюсь чтобы все обучаемые включились в работу. Ответы повторю и дополню с помощью обучаемых.</p>
Сообщение нового материала, 50 мин.	<p>Автоматическая сварка - это отличное качество шва при минимальном влиянии человека. Для полной автоматизации сварочного процесса применяются специальные сварочные аппараты. Их использование позволяет лишь осу-</p>	<p>Излагаю материал, привожу яркие примеры.</p>

	<p>ществлять контроль над качеством сварного соединения, не вмешиваясь в такие процессы, как подача электродов, поддержание горения сварочной дуги, начало и завершение рабочего процесса. Человек выполняет функцию оператора, устанавливая автомат и детали в нужное положение и управляя работой чаще всего с пульта управления. Автоматическая сварка существенно снижает трудозатраты работников.</p>	
	<p>Виды сварочных автоматов Существующие сварочные автоматы по их назначению и конструктивному исполнению можно разделить на три типа;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сварочные автоматы тракторного типа— серии АДГ (сварка в среде защитных газов), малогабаритный автомат А-1711 —сварка в среде углекислого газа. 2. Подвесные сварочные автоматы — Для сварки в среде углекислого газа создан автомат А-1417, для сварки в среде инертного газа—А-1431. Автомат А-1411П (сварка в среде углекислого или инертного газа) имеет увеличенное почти в два раза горизонтальное и вертикальное перемещение сварочной головки (по сравнению с А-1400), автомат АД-111 ведет сварку в среде защитного газа криволинейных и сложных швов. Сварочный автомат А-1406 (подвесной) используется для сварки и наплавки легированных и низкоуглеродистых сталей. 3. Многодуговые сварочные автоматы конструктивно выполняются как наземного перемещения (тракторные), так и подвесного типа. <p><i>Подвесной стационарный автомат</i></p> <p>Автоматическая сварка может осуществляться аппаратом, который надежно закрепляется в определенном месте и остается неподвижным в течение всего рабочего процесса. Очень удобно использовать такие автоматы при выполнении круговых швов, например, при</p>	<p>Рассказываю о видах сварочных автоматов, прошу записать в конспекты. Излагаю материал в строгой последовательности.</p>
	<p>сваривании труб. В этом случае требуется обеспечение бесперебойного вращения конструкций при помощи механических устройств, как вращающихся свариваемых поверхностей, так и передвигающих их для выполнения новых швов. Сварочная головка аппарата во время работы неподвижна.</p>	<p>Подбираю яркие, интересные и убедительные примеры, необходимые для обобщения, опираюсь на конкретные представления уча-</p>

	<p>Управление процессом сварки осуществляется с пульта. Также такой автомат получил неофициальное название «рука» из-за особенностей своего технического выполнения.</p>  <p>Рисунок – Сварочная головка подвесная А 1406</p>	<p>щихся.</p> <p>Излагаю материал, показываю плакат. Прошу внимательно рассмотреть. Задаю вопросы по плакату.</p>
	<p><i>Передвижной автомат</i></p> <p>Такие аппараты устанавливаются на самоходные тележки, а работа выполняется методом их перемещения по заданному пути при неподвижности свариваемых конструкций. Таким образом выполняется большинство длинных прямых швов.</p> <p>Если требуется выполнение сложного шва, то помимо передвижного автомата используется и перемещение конструкций. Такой процесс более сложный и требует повышенного внимания со стороны оператора.</p>  <p>Рисунок – Передвижной сварочный автомат Сварог МЗ 1250 (J40)</p>	<p>Показываю плакат. Прошу внимательно рассмотреть. Задаю вопросы по плакату. Обращаю внимание на направляющие для передвижения автомата.</p>
	<p><i>Сварочный трактор</i></p> <p>Сварочный трактор — это также разновид-</p>	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ность автомата для сваривания. Принцип его действия заключается в том, что трактор может перемещаться не только по определенному пути (чаще всего — по рельсовому), но и по поверхности свариваемых конструкций. Такой вид оборудования считается наиболее выгодным при выполнении больших объемов работ, поскольку время, затрачиваемое на его установку, существенно снижается.

Современные сварочные тракторы могут быть снабжены дополнительными опциями, такими как лазерная система отслеживания направления движения автомата или дозатор флюса, необходимого в работе.



Рисунок - Сварочный трактор A2 Multitrac ESAB

Какие задачи может «решать» сварочный автомат?

Регулировать скорость подачи сварочной проволоки в зависимости от напряжения. В этом случае скорость подачи проволоки будет равна скорости ее плавления при нормальных значениях параметров дуги и будет уменьшаться при уменьшении размеров дуги. Если же по какой-либо причине длина дуги увеличится, то происходит автоматическое ускорение подачи проволоки,

уменьшаятем самым как размер дуги, так и ее напряжение до стандартных величин. То есть автомат способен восстанавливать характеристики дуги до нормальных значений, не расходуя лишней проволоки.

Показываю плакат. Прошу внимательно рассмотреть. Задаю вопросы по плакату.

Рассказываю как регулируется скорость сварки

Объясняю, как можно регулировать размер дуги

Рассматриваем раз-

Сварка в режиме автомат может нормализовать работу после короткого замыкания. Если подаваемое напряжение внезапно исчезает, то проволока резко отдалается от свариваемых конструкций, то есть автомат изменяет направление ее движения. После возобновления подачи энергии, проволока подается вперед и для снижения напряжения холостой дуги накоротко ее замыкает, касаясь свариваемых конструкций. В это время дуга должна загореться (в противном случае проволока повторно касается поверхности). После чего проволока возвращается на рабочее расстояние, а параметры дуги нормализуются.

Таким образом, описанные характеристики автомата позволяют поддерживать постоянство рабочих параметров дуги, что практически невозможно при ручном производстве работ.

Рассмотрим сварочный автомат А-1406
Сварочный автомат подвешного типа А-1406 представляет собой конструкцию, изображенную на рис. 5. Автомат состоит из подающего механизма 1, суппорта 2, механизма вертикального перемещения 3, флюсовой аппаратуры 4, кассеты с электродной проволокой 5, пульта управления 6.

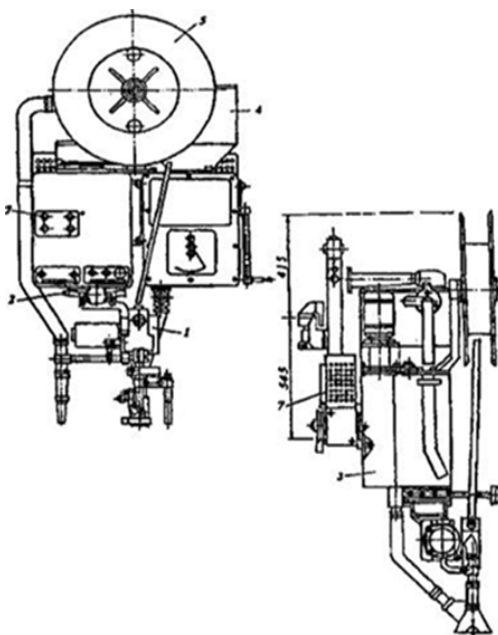


Рисунок - Схема сварочного автомата А 1406

личные режимы

Рассказываю о сварочном автомате А-1406

Обучаемые рассматривают и изучают плакат, подписывают позиции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.614 ПЗ

Лист

70



Плакат – Общий вид сварочного автомата А 1406
Технические характеристики автомата сварочного А-1406:

Технические характеристики	с ВДУ 506	с ВДУ 1202 (1250)
Номинальное напряжение сети, В	380	380
Частота тока питающей сети, Гц	50	50
Номинальный сварочный ток, А	при ПВ=60% 500	при ПВ=100% 1000
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60 ÷ 500	250 ÷ 1250
Количество электродов, шт	1	1

Обучаемые рассматривают и изучают плакат, подписывают позиции, записывают основные технические характеристики.

Рассматриваем технические характеристики

Диаметр электродной проволоки, мм: - сплошной - порошковой	1,2 ÷ 2,0; 2,0 ÷ 5,0 2,0 ÷ 3,0	1,2 ÷ 2,0; 2,0 ÷ 5,0 2,0 ÷ 3,0
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	17 ÷ 553	17 ÷ 553
Вертикальное перемещение сварочной головки: - ход, мм - скорость, м/ч	500 29,4	500 29,4

Обучаемые записывают технические характеристики в конспект

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата
------	-----	----------	---------	------

	<p>Поперечное перемещение сварочной головки: - ход, мм - скорость, м/ч</p>	±70 от руки	±70 от руки	Обучаемые записывают технические характеристики в конспект
	Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град	±30 ручное	±30 ручное	
	Амплитуда колебания электрода при наплавке порошковой проволокой диаметром до 3 мм., мм	10 ÷ 70	10 ÷ 70	
	<p>Флюсоаппаратура: - объем, дм³ - расход воздуха, м³/ч - высота всасывания флюса, м</p>	40 20 2	40 20 2	
	<p>Масса, кг: - сварочной головки - источника питания</p>	185 275	185 550	
	<p>Габаритные размеры, мм: -сварочной головки -источникапитания</p>	1010*890*1725 805×600×1030	1010*890*1725 960×680×890	
	<p>Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей. Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного проволокой и лентой; под слоем флюса сплошной проволокой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу). Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.</p>			Рассматриваем назначение подвесного автомата
Первичное закрепление нового материала, 10 мин.	Карточка-задание: Подпишите из чего состоит сварочный автомат подвесного типа.			Каждому обучаемому выдаю карточку-задание, которую он должен заполнить самостоятельно в

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

		<p>течение 10 минут. После чего карточки забираю для проверки. Выдать карточки и следить за самостоятельной работой обучаемых</p>
<p>Заключительная часть, 15 мин.</p>	<p>Краткий повтор пройденного материала проводится в виде вопросов, которые задают уже конкретным учащимся. Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие существуют виды сварочных автоматов? 2. Что входит в состав установки, на которой выполняется сварка в среде защитных газов? 3. Какие модели подвесных сварочных автоматов вы знаете? 	<p>Оценки не выставляются, вопросы направлены на общее понимание материала.</p>
<p>Выдача домашнего задания.</p>	<p>Изучить конспект лекций. Повторить пройденный материал. Климов А.С., Машнин Н.Е., Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке - Лань ISBN, 2011. - 240с.</p>	<p>Комментарии по выполнению домашнего задания</p>

Вывод

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечит единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;

- составили учебный план для профессиональной «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план - конспект урока по предмету «Оборудование и источники питания для автоматической сварки», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, можно использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		74

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В начале работы над дипломным проектом была поставлена задача разработать технологию сборки и сварки цистерны для нефтеперерабатывающей промышленности.

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы.

В проекте разработана технология сборки-сварки цистерны из нержавеющей стали 12Х18Н9Т. Произведен выбор способа сварки и необходимых сварочных материалов, подбор оборудования для автоматической сварки в среде защитных газов. Рассчитаны параметры режимов сварки. Описан необходимый контроль.

В экономической части дипломного проекта произведена оценка экономической эффективности конструкторско-технологических решений, обеспечивающих экономию затрат на выполнение автоматической сварки цистерны по сравнению с РДС.

В методической части на основе анализа квалификационных требований к профессиям разработаны план программы переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», план и план-конспект урока по теме «Общие сведения о сварочных автоматах». В качестве средств наглядности предложен плакат «общий вид сварочного автомата А -1406 с техническими характеристиками» и разработана карточка задания для контроля пройденного материала.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И., Технология и оборудование сварки плавлением / А. И. Акулов, Г .А. Бельчук, В. П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
- 2 Глизманенко, Д.Д., Сварка и резка металлов: учеб.пособие / Д.Л. Глизманенко. - М.: Высш.шк, 1975. - 479 с.
- 3 Грачева, К.А., Экономика, организация и планирование сварочного производства/К.А. Грачева - М.: Машиностроение, 1984. - 368с., с ил.
- 4 Гуревич, С.М., Справочник по сварке металлов / С.М. Гуревич. - Наукова думка, 1981.- 608с. с ил.
- 5 Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М.: Экономика. 1989. - 32.
- 6 Джевага, И.И., Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М. : 1968. - 360с. с ил.
- 7 Ерохин, А.А., Кинетика металлургических процессов дуговой сварки/ А.А. Ерохин. - М.: Машиностроение. 1964. - 356 с.
- 8 Зубченко, А.С., Марочник сталей и сплавов / А.С.Зубченко - М.: Машиностроение, 2001. - 375с.
- 9 Нормативы времени и режимы полуавтоматической сварки в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.
- 10 Патон, Б.Е., Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки / Б.Е. Патон, В.К. Лебедев. - М.: Машиностроение, 1966. - 396 с.
- 11 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 428 с.
- 12 Рыжков, Н.И., Производство сварочных конструкций в тяжелом машиностроении / Н.И. Рыжков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. -375с., с ил.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		76

13 Справочник сварщика / под ред. В.В. Степанова. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.

14 Крутликот, Г.И., Методика преподавания технологии с практиком: пособие для студентов высш. пед. учеб, заведений / Г.И. Крутликот, - М: Издательский центр «Академия», 2002. - 80 с.

15 Жученко, А.А., Профессионально-педагогическое образование России. Организация и содержание / А.А Жученко Г.М., Романцев, Е.В. Ткаченко. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 234 с.

16 Практикум по методике преподавания машиностроительных дисциплин: учеб.пособие / А.М. Копейкин, В.И. Никифоров. Б А. Соколов и др.: Под ред. В.И. Никифорова. - М.: Высш. шк., 1990. - 112 с.

17 ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место для выполнения работ стоя. Общие эргономические требования. - Введен 1979-01-01. - М: Госстандарт СССР: Издательство стандартов, 1979. - 34 с.

18 Милютин, В. С., Шалимов, М.П., Шангуров, С.М. Источники питания для сварки. М.: Айрис - пресс, 2007. 384 с.

19 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. М.: Издательский центр Академия 2006.

20 Демянцевич, В.П. Расчет количества наплавленного металла при механизированной сварке в углекислом газе // Свароч. пр-во.1975. №4

21 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение, 1987. 320с.

22 Марочник сталей и сплавов. /Под ред. В.Г. Сорокина. М.: Машиностроение, 1989. 489с.

23 Розарев, Ю. Н. Оборудование для электрической сварки плавлением: Учебн. пособие. М.: Машиностроение, 1987. 208 с.

24 Сварка в машиностроении. Т.2 /Под ред. А.И. Акулова. М.: Машиностроение, 1978. 462 с.

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		77

25. Беляева, А. П. Профессионально - педагогическая технология в профессиональных учебных заведениях / А.Л. Беляевой. - СПб.: Высш. шк., 1995.-294 с.

26. Беспалько, В. П. Теоретические основы стандартизации образования: Педагогическое обеспечение Государственного стандарта образования: методическое пособие / В. П. Беспалько. - М.: Высш. шк. 1994. - 240 с.

27. 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. – 544 с., ил.

28. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон.дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус, англ.

29. Каталог государственных стандартов[Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим доступа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog>. – Загл. с экрана.

30. ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		78

Приложение А

					ДП 44.03.04.614 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		79