МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

«16» июня 2016 г.

Участок сборки и сварки муфты опорной для магистрального трубопровода

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЮУрГУ-150700.2016. 969 . ПЗ ВКР

Руководитель работы

старший преподаватель
Должность

_____ А.М. Уланов
Подпись И.О., Фамилия

«07» июня 2016 г.

Автор работы
студент группы ЗИЭФ-519

И.В. Савельев

«07» июня 2016 г.

Нормоконтролёр
преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

«16» 06 2016 г.

Челябинск, 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»
Направление 150700 «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ М.А. Иванов
«5» 02 2016 г.

З А Д А Н И Е
на выпускную квалификационную работу студента(ки)
Савельев Игорь Владимирович
фамилия, имя, отчество полностью

Группа ЗИЭФ-519

1 Тема работы Участок сборки и сварки муфты опорной для магистрального трубопровода

утверждена приказом по университету от «15» апреля 2016 г. № 661.

2 Срок сдачи студентом законченной работы 14.06.2016

3 Исходные данные к работе
материалы преддипломной практики, нормативная и техническая литература

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150700.2016.00 ПЗ	Лист 6

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Введение
Технологический раздел
Конструкторский раздел

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

Последовательность выполнения операций
Сравнение предлагаемого и базового вариантов
Контроль качества
Приспособление сборочно-сварочное
Планировка участка
Участок сборки

Всего 6 листов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Расчет режима сварки	Зайцев Н.Л.		
Контроль качества сварных соединений	Безганс Ю.В.	07.02.16	
Технологический раздел	Уланов А.Ю.		
Конструкторский раздел	Уланов А.Ю.		

7 Дата выдачи задания 05.02.2016

Руководитель Уланов А.Ю.
и.о.ф. подпись

Задание принял к исполнению
подпись студента

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении (руководит
Технологический раздел	04.03.2016	04.03.20
Режимы сварки	06.04.2016	
Конструкторский раздел	06.04.2016	06.04.20
Контроль качества сварных соединений	18.05.2016	

Заведующий кафедрой _____ М.А. Иванов _____
И.О. Фамилия подпись

Руководитель работы _____ Чарнов Д.Ю. _____
И.О. Фамилия подпись

Студент _____ Савельев И.В. _____
И.О. Фамилия подпись

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……...7

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ……8

1.1 Описание изделия……...……8

1.2 Описание существующей технологии изготовления…….....13

1.3 Методы контроля качества……..……24

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ…….....30

2.1 Расчет параметров режима сварки…….……..30

2.1.1 Расчет режимов сварки швов №1, №2……..30

2.1.2 Расчет параметров режима сварки шва №3……...35

2.1.3 Расчет параметров режима сварки шва №4……...39

2.1.4 Расчет параметров режима сварки шва №5……...42

2.2 Выбор сварочного робота…….…….....44

2.3 Выбор сварочной горелки…….…….....48

2.3.1 Горелка с воздушной системой охлаждения…….....48

2.3.2 Горелка с водяной системой охлаждения……49

2.3.3 Гибридные роботизированные горелки…….....50

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ …….....53

3.1 Расчет норм времени по операциям…….…..……53

3.2 Расчет норм расхода материалов и энергоносителей……...…55

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА……59

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ……62

5.1 Электробезопасность…….……63

5.2 Техника безопасности при сварочных работах……66

5.3 Вентиляция……68

5.4 Работа в особо опасных условиях……68

5.5 Пожарная безопасность……..69

ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….....72

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК…….....73

ВВЕДЕНИЕ

Трубопроводная система Российской Федерации является самой протяженной во всем мире. В эту систему входят как сами трубопроводы, транспортирующие сжиженный природный газ и нефтепродукты, так и различные линейные станции, которые обслуживают закрепленные за ними участки.

Нефтяные и газовые месторождения разрабатываются в различных климатических районах с разными температурами атмосферного воздуха, например, в болотистых местах, где зимой грунт сильно замерзший, а летом находится в жидком состоянии. При строительстве трубопровода в этих условиях возникают трудности прокладки трубы, такие как мягкая почва под фундамент. Это затрудняет прокладку трубопровода надземным способом на сваях.

Для того, чтобы построить трубопровод в условиях болотистой местности применяются различные конструкции, такие как опора подвесная. Она состоит из стола-ростверка, который опирается на муфту опорную. Муфта закрепляется на свае при помощи упорных полуколец, приваренных к свае. К столу ростверку крепятся якорные цепи. На них закрепляется ложемент и укладывается трубопровод.

Одной из наиболее ответственных деталей рассмотренной системы является муфта опорная, так как она воспринимает основную нагрузку. На каждую опору требуется 4 муфты. Недостаток деталей для строительства приводит к простоям и потере денежных средств.

В квалификационной работе предлагается провести усовершенствование технологии изготовления муфты опорной путем изменения процесса сварки.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание изделия

В выпускной квалификационной работе рассматривается изделие под названием «Муфта опорная магистрального нефтепровода». Муфта представляет собой цельносварную конструкцию, которая предназначена для передачи нагрузки от трубопровода через стол-ростверк на сваю, изготовленную из трубы. Муфта приваривается к свае при помощи упорных полуколец. Муфта входит в состав опоры подвесной. Опора является элементом трубопровода, который удерживает на себе трубопровод в подвесном состоянии под землей.

На рисунке 1.1 показан общий вид муфты опорной.

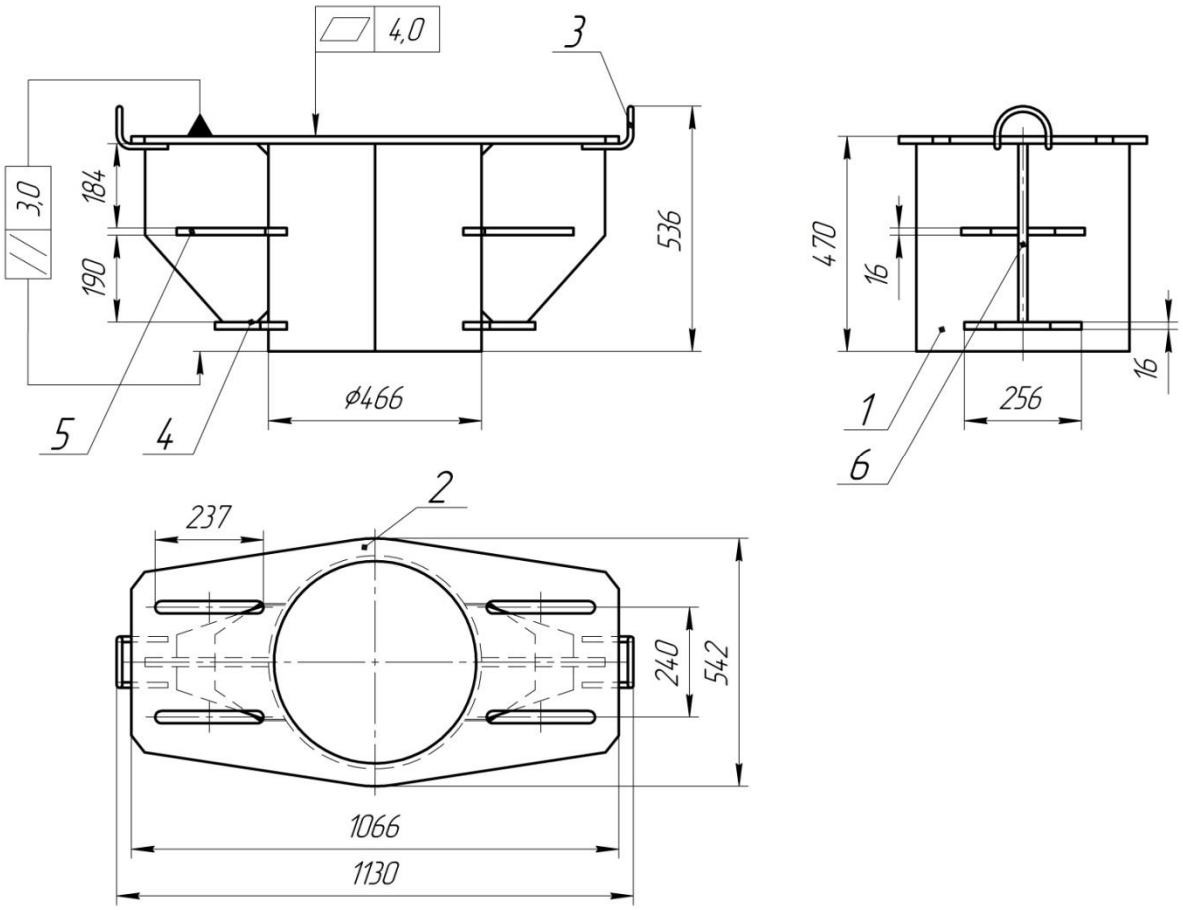


Рисунок 1.1 – Общий вид муфты опорной

На рисунке 1.1 цифрами (1…6) показаны следующие элементы:

– корпус муфты (поз. 1) – 1 шт;

– плита опорная (поз. 2) – 1 шт;

– проушина (поз. 3) – 2 шт;

– ребро нижнее (поз. 4) – 2 шт;

– ребро промежуточное (поз. 5) – 4 шт;

– косынка (поз. 6) – 2 шт.

Схема расположения сварных швов на муфте показана на рисунке 1.2.

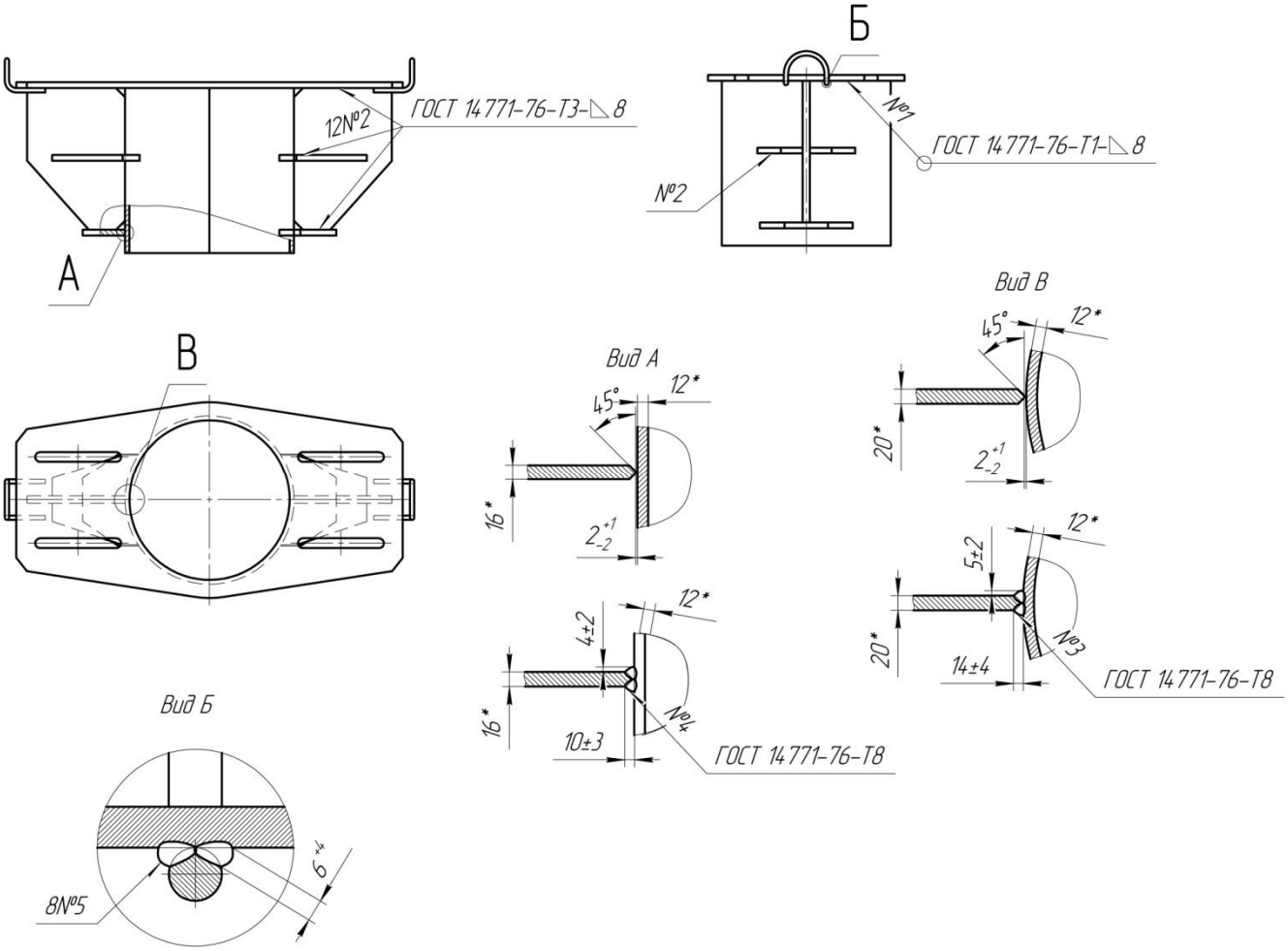
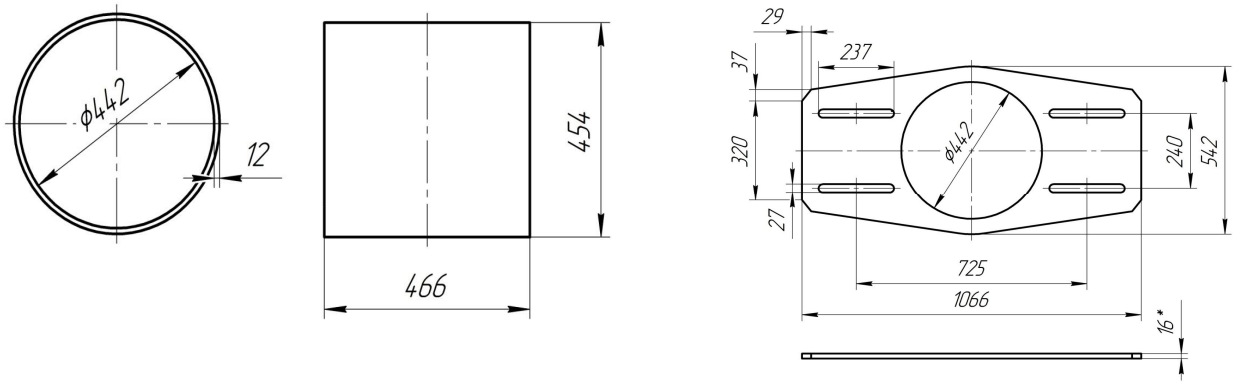


Рисунок 1.2 – Схема расположения сварных швов на муфте

Эскизы деталей показаны на рисунке 1.3.



а) б)

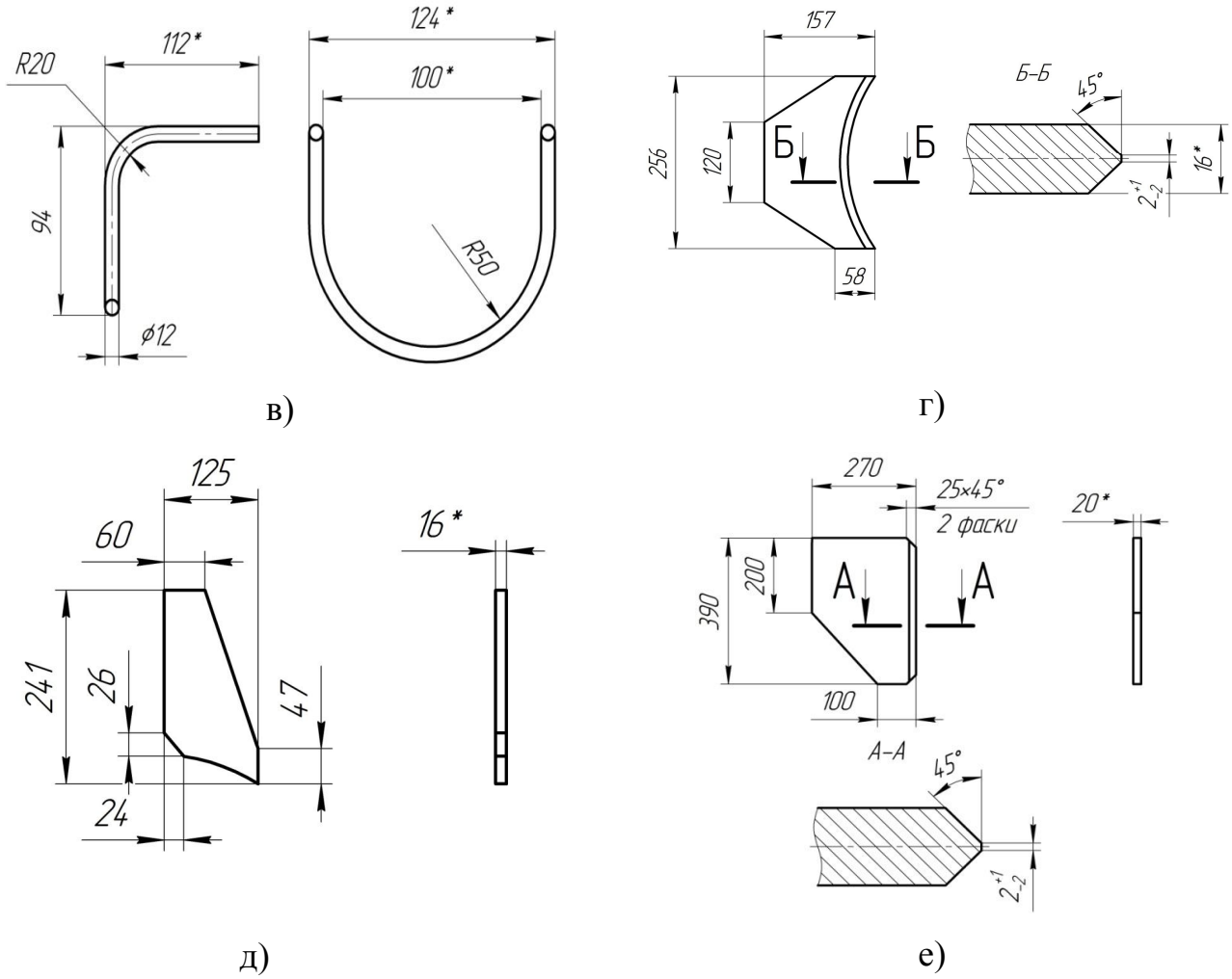


Рисунок 1.3 – Эскизы деталей:

а) корпус муфты; б) плита опорная; в) проушина; г) ребро нижнее; д) ребро промежуточное; е) косынка.

Корпус муфты изготавливается из трубы $\frac{465 \times 12\ \text{ГОСТ}\ 8732-78}{\text{Г}\ 09\text{Г}2\text{С}\ \text{ГОСТ}\ 8731-74}$.

Изготовление корпуса происходит по кооперации.

Плита опорная, ребро нижнее, ребро промежуточное изготавливается из листа $\frac{\text{ПН - НО - 16 ГОСТ 19903} - 74}{325\text{ - 09Г2С - св - 14 ГОСТ 19281} - 89}$. Раскрой производится в цехе.

Косынка изготавливается из листа $\frac{\text{ПН - НО - 20 ГОСТ 19903} - 74}{325\text{ - 09Г2С - св - 14 ГОСТ 19281} - 89}$.

Проушина изготавливается из круглого проката $\frac{12\text{ - В1 ГОСТ 2590} - 2006}{09\text{Г}2\text{С ГОСТ 19281} - 89}$.

В качестве основного металла используется низкоуглеродистая низколегированная сталь перлитного класса 09Г2С, поставляемая согласно ГОСТ 19281-89*. Данная сталь предназначается для изготовления различных деталей и элементов сварных металлоконструкций, таких как детали аппаратов и сосудов, трубопроводы пара и горячей воды, детали, изготавливающиеся из листа и работающие до температуры 450 °С, трубы, работающие до температуры 425°С, листовые детали, работающие при температуре до 450 °С без ограничения давления [10]. Химический состав стали 09Г2С приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 09Г2С

В процентах

C, не более	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As
			Не более					
0,120	0,500-0,800	1,300-1,700	0,300	0,300	0,300	0,035	0,040	0,080

Механические свойства стали 09Г2С приведены в таблице 1.2.

Таблица 2 – Механические свойства стали 09Г2С (по ГОСТ 19281-89*)

Класс прочности	Толщина проката, мм, не более	Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Временное сопротивление $\sigma_в$, МПа	Относительное удлинение δ_5, %
325	60	325	450	21

Склонность стали к образованию холодных трещин определяется по формуле [1, 2]

$$C_Э = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}, \% \quad (1)$$

где C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P – массовые доли углерода, марганца, кремния, хрома, никеля, меди, ванадия и фосфора, %.

Следовательно, согласно формуле (1)

$$C_Э = 0{,}1 + \frac{1{,}5}{6} + \frac{0{,}65}{24} + \frac{0{,}3}{5} + \frac{0{,}3}{40} + \frac{0{,}3}{13} + \frac{0{,}12}{14} + \frac{0{,}03}{2} = 0{,}49\,\%.$$

Полученное значение эквивалента углерода 0,49%>0,45%, следовательно, согласно расчетам требуется проведение предварительного подогрева [2].

Рассчитаем температуру дополнительного подогрева по формуле [2]

$$T_0 = 350 \cdot \left(|C|_Э - 0{,}25\right)^{0{,}5}, \qquad (2)$$

где $C_Э$ – полный эквивалент углерода, %.

Определим $C_Э$

$$|C|_Э = |C|_X + |C|_P, \qquad (3)$$

где C_X – химический эквивалент углерода, %;

C_P – размерный эквивалент, %.

Определим C_X

$$|C|_X = C + \frac{Mn + Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{7Mo}{90} = 0{,}1 + \frac{1{,}8}{9} + \frac{0{,}3}{18} = 0{,}32\,\%.$$

Определим C_P

$$|C|_P = 0{,}005 \cdot S \cdot |C|_X, \qquad (4)$$

где S – наибольшая толщина свариваемых деталей, мм.

Тогда

$$|C|_P = 0{,}005 \cdot 10 \cdot 0{,}32 = 0{,}016\,\%.$$

Следовательно

$$|C|_э = 0{,}016 + 0{,}32 = 0{,}336\,\%.$$

и, следовательно

$$T_0 = 350 \cdot (0{,}336 - 0{,}25)^{0{,}5} \approx 100^\circ C.$$

Примем, что температура подогрева составляет 150 °С.

1.2 Описание существующей технологии изготовления

Партия листового проката, поставляемая по ГОСТ 19281-89*, проходит операцию первичного входного контроля, при которой проверяется соответствие сертификатных данных требованиям данного ГОСТ, а также проверяются геометрические параметры листов (не менее 10% от партии), также проверяется по сертификату проведение проверки сплошности листового проката методом УЗК. На этой стадии контроля вырезается от одного листа из партии участок габаритными размерами 300х300 мм для проведения лабораторных испытаний и установления фактического химического состава и механических свойств проката.

После проведения входного контроля весь листовой прокат проходит обязательную дробеструйную очистку поверхности от окалины и ржавчины. Для удаления окалины и ржавчины с поверхности металла используется установка дробеметной очистки листового и профильного проката модели 24583. Общий вид установки для дробеметной очистки 24583 показан на рисунке 1.4.

Рисунок 1.4 – Общий вид установки для дробеметной очистки 24583

Она предназначена для очистки от окалины и ржавчины листового и профильного проката из черных металлов. Установка может встраиваться в поточную линию по подготовке и консервации металлопроката или использоваться как самостоятельная единица оборудования. Установка должна эксплуатироваться при температуре от +1 до +35 °С с относительной влажностью 65% при 20 °С, при атмосферном давлении от 630 до 800 мм рт.ст.

Технические характеристики установки 24583 приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технические характеристики установки 24583

Характеристика	Значение
Габаритные размеры очищаемых изделий, мм: – ширина, не более – высота, не более – длина, не менее – толщина, не менее	 2500 500 2500 4,0
Скорость движения проката при очистке (рекомендуемая), м/мин.	2,3
Суммарная масса дроби выбрасываемая дробеметными аппаратами, кг/мин	1800
Допустимая нагрузка на ролик рольганга, не более, кг	5000

Продолжение таблицы 1.3

Стартовая загрузка дроби, тн	10
Установленная мощность, не более, кВт	160,0
Давление сжатого воздуха, Мпа	0,5 - 0,6
Расход сжатого воздуха, куб. м/час, не более	700
Габаритные размеры установки, не более, мм – длина – ширина – высота	 6010 6140 7000
Масса установки, не более, кг	35000

После этого лист проходит вторую стадию входного контроля, на которой проверяется отсутствие поверхностных дефектов, несоответствующих требованиям нормативной документации.

После операции входного контроля листы отправляют на раскрой. Раскрой металлопроката производится плазменной резкой с остаточным припуском для механической обработки, необходимой для удаления науглероженного слоя металла и заготовки кромок под сварку. Для вырезки деталей используется портальная машина термической резки марки HBB I. Общий вид портальной машины термической резки HBB I показан на рисунке 1.5.

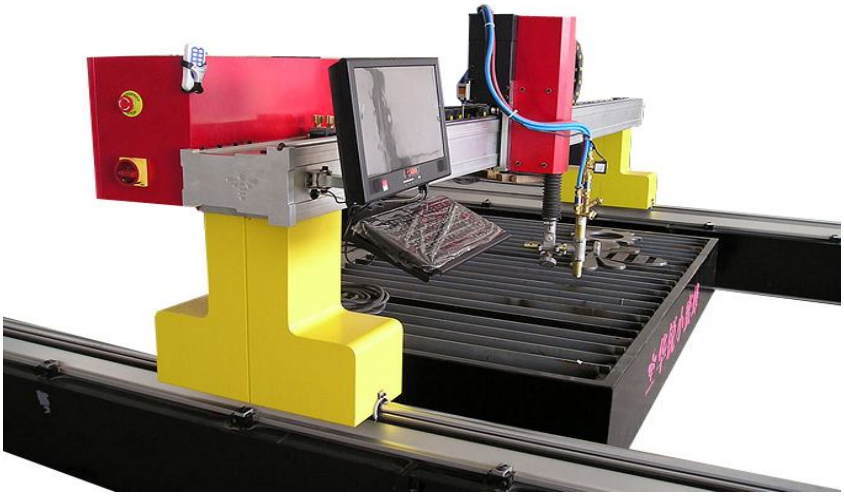


Рисунок 1.5 – Общий вид портальной машины термической резки HBB I

Технические характеристики портальной машины термической резки марки HBB I приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические характеристики портальной машины термической резки марки HBB I

Характеристика	Значение
Вид резки	Термическая или воздушно-плазменная
Длина направляющих, мм	3000×6000
Рабочая зона, мм	2500×5000
Вид и число суппортов	1 суппорт для плазменного или газового резака
Система движения	Сервоприводы Panasonic (3 шт. 400 Вт), двусторонний привод
Режущий газ	Термическая резка: ацетилен, пропан, природный газ + кислород; Плазменная резка: воздух, кислород
Толщина реза	6-180 мм (для термической резки); В зависимости от источника при плазменной резке
Скорость резки, мм/мин	0-18 000

Класс точности реза согласно ГОСТ 14792-80 не ниже 2. Вырезанные заготовки подлежат контролю, при котором проверяются геометрические размеры.

Заготовки деталей поз. 2, 3, 5, 6 (рисунок 1.1, 1.3) отправляются на изготовление фасок. Фаски на этих деталях изготавливаются при помощи ручной установки плазменной резки с использованием плазмотрона.

Далее заготовки зачищаются механической шлифмашинкой для удаления науглероженного слоя и шлака.

После заготовительных операций начинается операция сборки.

Сборка начинается на сборочном столе. Общий вид сборочного стола показан на рисунке 1.6.

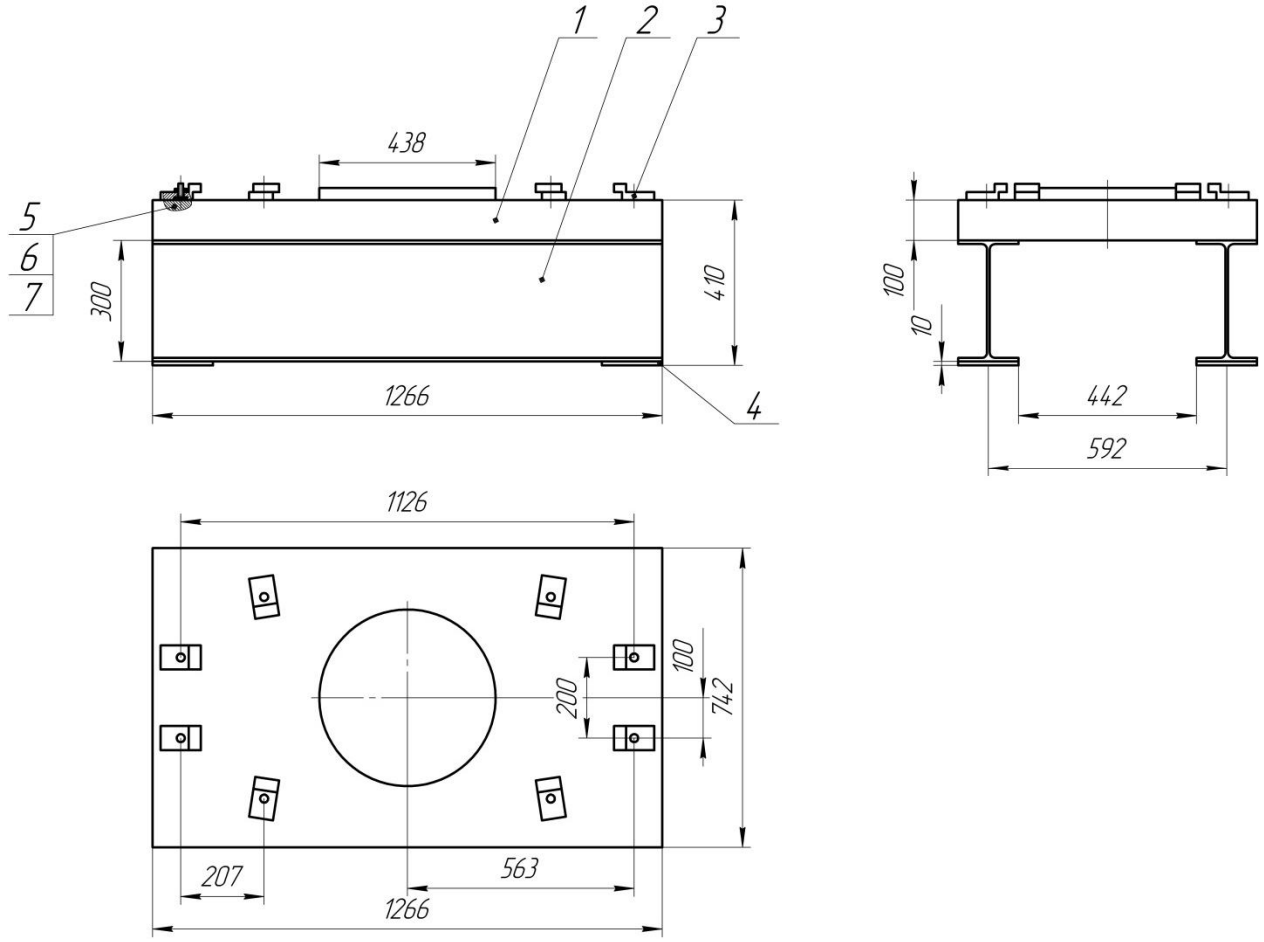


Рисунок 1.6 – Общий вид сборочного стола:

1 – плита; 2 – рама; 3 – упор; 4 – платик; 5 – болт; 6 – гайка; 7 – шайба

Стол представляет собой плиту размерами 1266×742×100, приваренную к раме. Рама изготовлена из двутавров №30Б2 (СТО АСЧМ 20-93) длиной 1266 мм. К плите также приварены болты М12-50 в количестве 8 шт. На болты крепятся упоры, изготовленные из листа толщиной 20 мм. Упоры цельносварные.

В начале, на стол устанавливается плита опорная (поз. 2, рисунок 1.1). Закрепляется упорами. Закрепление производится для того, чтобы уменьшить деформации плиты при установке прихваток. Затем на нее устанавливается корпус муфты (поз. 1, рисунок 1.1). После этого устанавливаются прихватки. Установка прихваток производится в четырех местах равномерно по контуру. Длина отдельной прихватки составляет 30-50 мм. Режимы сварки прихваток приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Режимы сварки прихваток

$I_{СВ}$, А	$U_{СВ}$, В	$d_Э$, мм
120-140	20-22	1,2

Сварка и сборка на прихватках производится механизированной сваркой в среде защитных газов при помощи сварочного полуавтомата Kemppi Fast Mig Pulse 350/450 с устройством подачи проволоки Kemppi MXF 65/67.

Технические характеристики сварочного аппарата FastMig Pulse 350/450 представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Технические характеристики сварочного аппарата FastMig Pulse 350/450

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	3×380
Мощность, кВА	19,5
Номинальный сварочный ток, А: – при ПВ 60% – при ПВ 100%	 450 350
Пределы регулирования сварочного тока, А	20-450
Напряжение холостого хода, В	75
Габаритные размеры, мм	590×230×430
Вес, кг	35

Управление аппаратом осуществляется при помощи панели, установленной непосредственно на источнике питания. На этой панели настраиваются основные режимы сварки, такие как сила сварочного тока, напряжение, скорость подачи проволоки, программа для сварки (в зависимости от свариваемого материала). Также при помощи панели возможно производить переключение между способами сварки (MMA, MIG/MAG).

Сварочный аппарат FastMig Pulse 350/450 широко используется на судостроительных верфях, в морской нефтедобыче, при производстве тяжелых и

умеренно тяжелых металлоконструкций, в химической промышленности для сварки изделий из нержавеющих, высоколегированных сталей.

В качестве присадочного материала используется сварочная проволока сплошного сечения марки ОК Aristorod 12.50 диаметром 1,2 мм. Защитной средой служит смесь защитных газов марки К18 (82%Ar+18%CO_2).

Эскиз сборки плиты опорной с корпусом показан на рисунке 1.7.

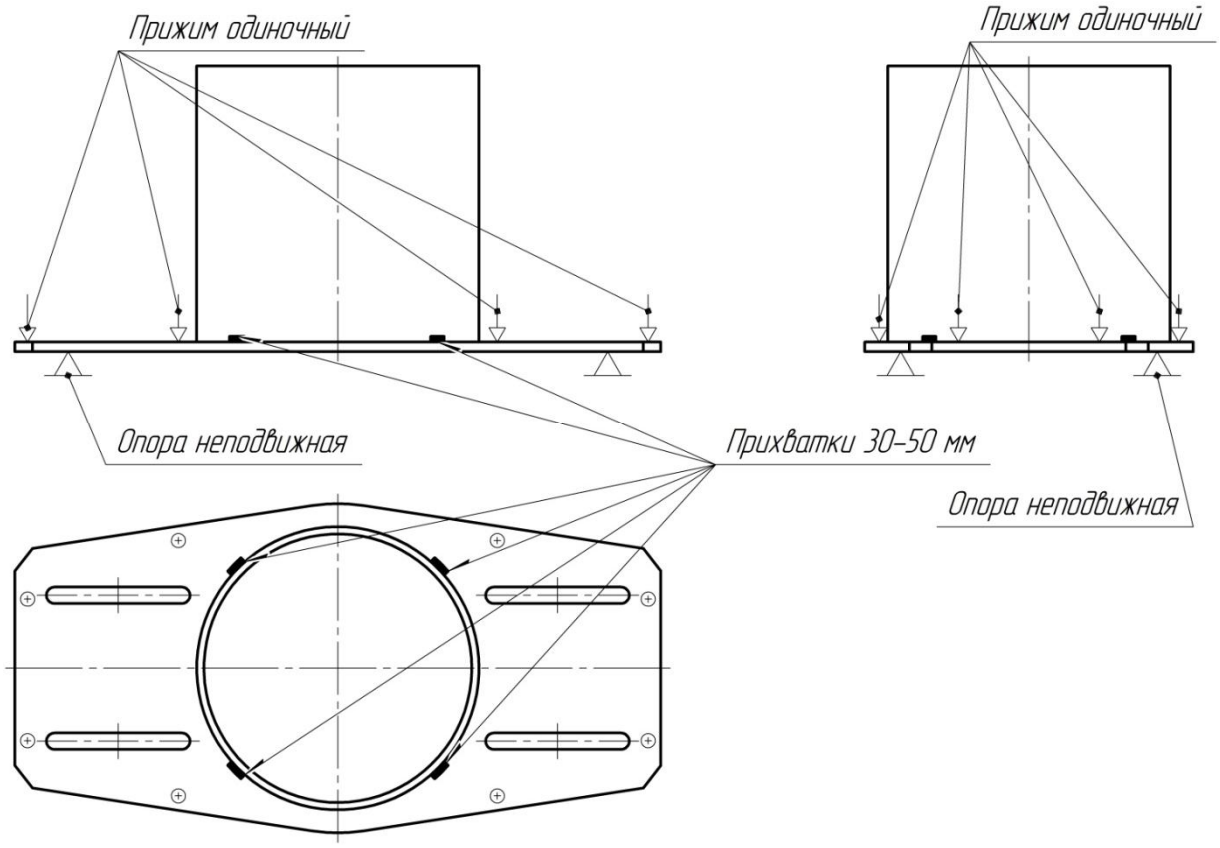


Рисунок 1.7 – Эскиз сборки плиты опорной с корпусом

После сборки плиты опорной с корпусом производится установка косынок (поз. 6, рисунок 1.1) и ребер нижних (поз. 7, рисунок 1.1). Варятся прихватки. Длина отдельной прихватки 10-30 мм. Режимы сварки прихваток показаны в таблице 1.5.

Эскиз сборки косынок и ребер нижних с корпусом и плитой опорной показан на рисунке 1.8.

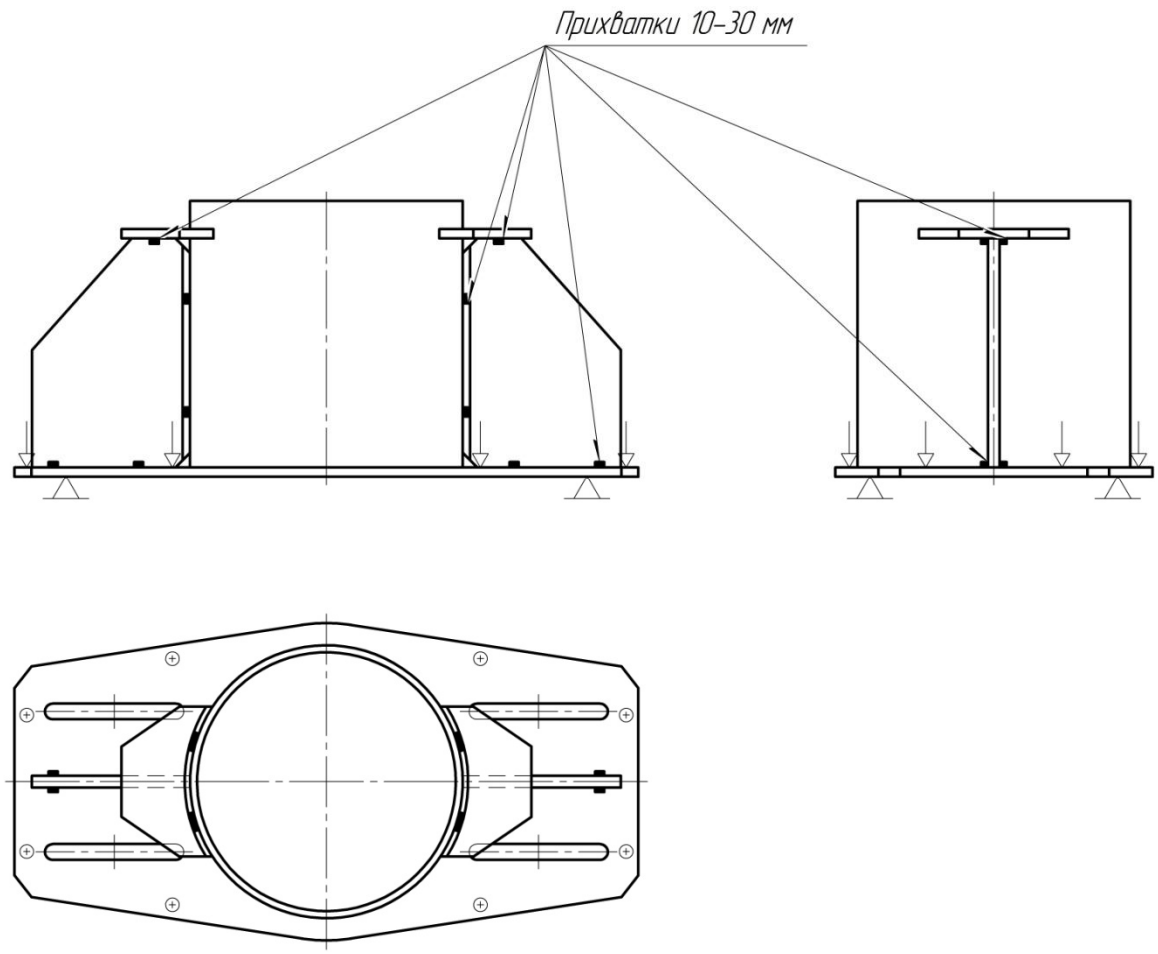


Рисунок 1.8 – Эскиз сборки косынок и ребер нижних с корпусом и плитой опорной

По завершении сборки изделие снимается со сборочного стола и устанавливается в сварочный позиционер. Для сварки муфты опорной используется двухкоординатный позиционер IRBP 250A производства фирмы KUKA. Схема позиционера IRBP 250A показана на рисунке 1.9.

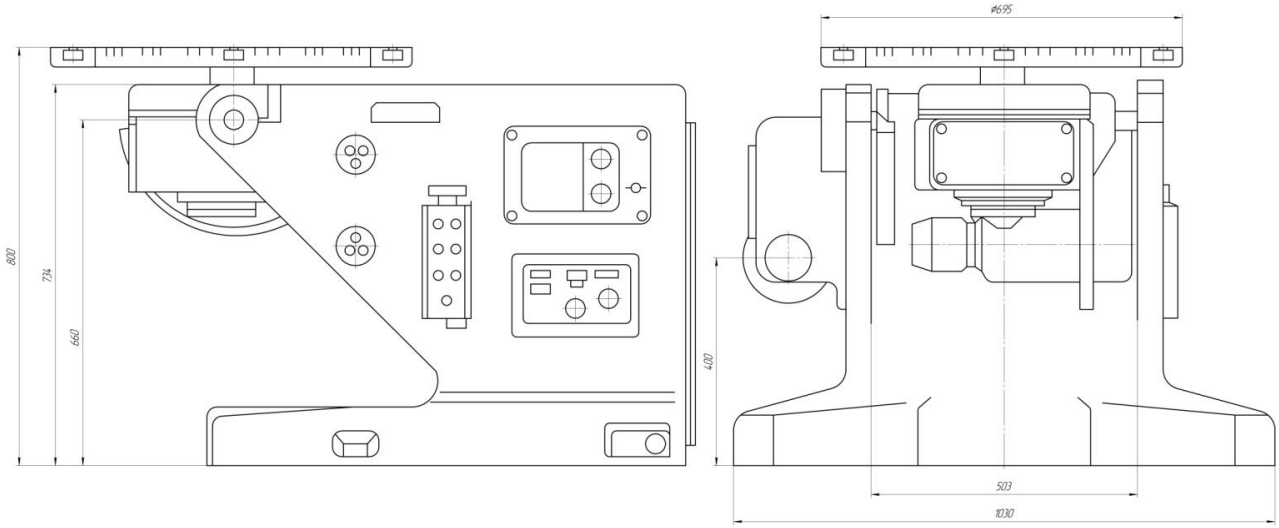


Рисунок 1.9 – Схема позиционера IRBP 250A

Двухкоординатный позиционер IRBP 250A предназначен для ориентирования компактного изделия относительно сварочного робота. Он состоит из основания, вокруг которого под действием электродвигателя вращается платформа. На платформе под действием электродвигателя вращается планшайба, на которую крепится свариваемое изделие. Технические характеристики позиционера IRBP 250A приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики позиционера IRBP 250A

Характеристика	Значение
Максимальная загрузка, кг	250
Скорость вращения, об/мин	50
Вращающий момент, Нм	350

В первую очередь, производится сварка шва №3 (Т8 по ГОСТ 14771-76). Первым варится корневой проход с одной стороны. После этого изделие поворачивается в позиционере, производится зачистка обратного валика и проваривается корневой проход с другой стороны. После сварки корневого прохода в первом соединении варится второй корневой проход во втором соединении шва №3. Затем варятся заполняющий и облицовочный проходы. Порядок наложения валиков показан на рисунке 1.10.

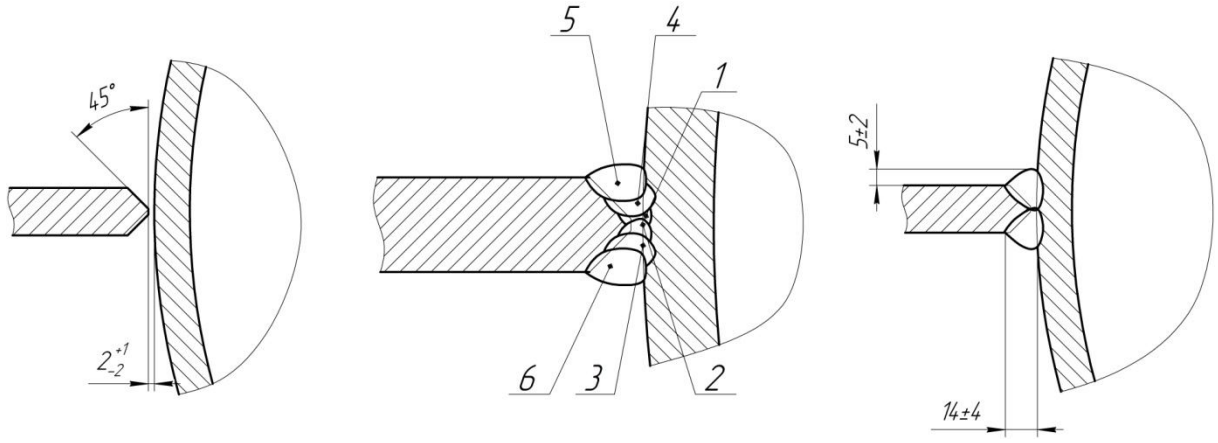


Рисунок 1.10 – Порядок наложения валиков

На рисунке 1.11 показана муфта, установленная в сварочный позиционер.

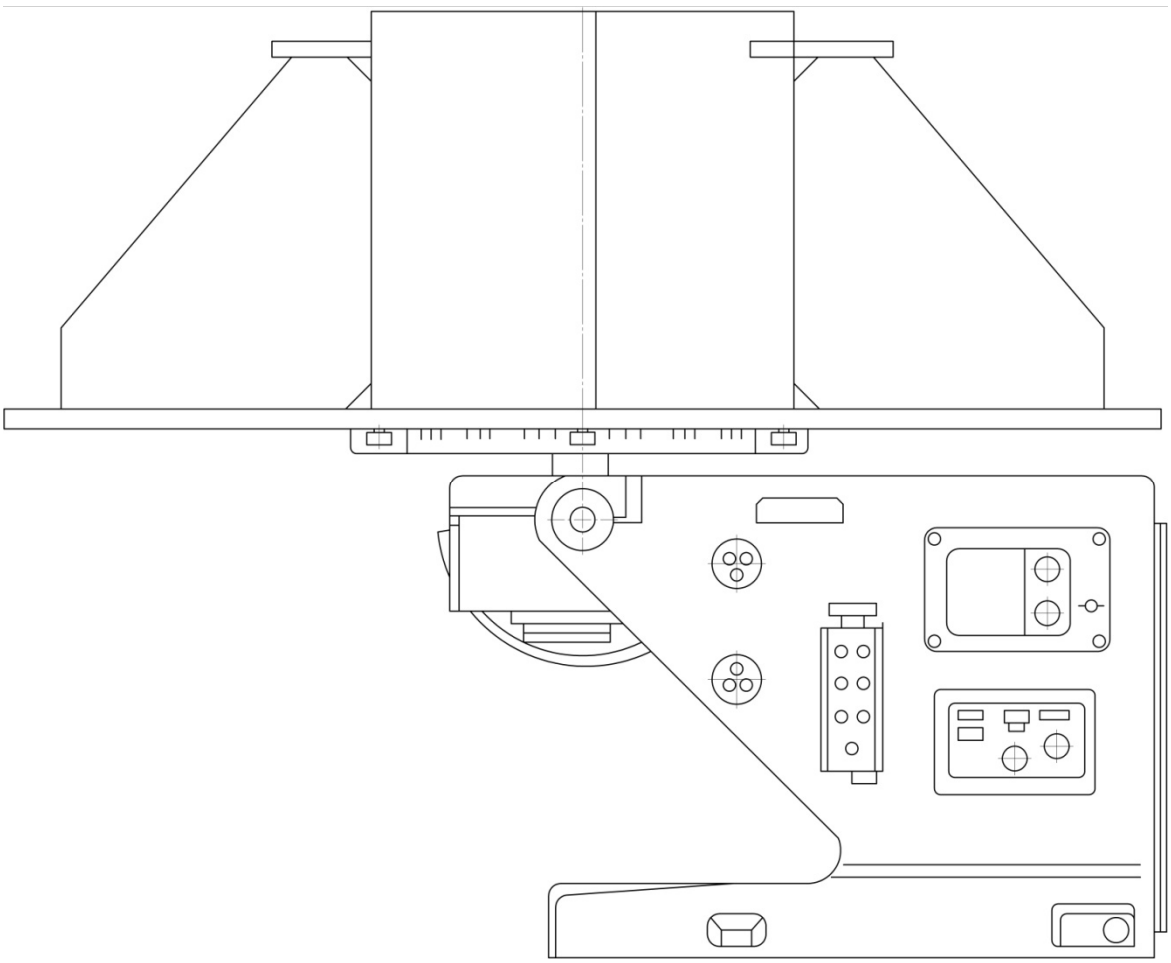


Рисунок 1.11 – Муфта, установленная в сварочный позиционер

После сварки шва №3 (Т8) производится сварка шва №1 (Т1 катет 8 мм). Сварка производится по замкнутому контуру. После этого производится сварка шва №4 (Т8), №2 (Т3 катет 8 мм). Общий вид сварного шва №4 и порядок наложения валиков показан на рисунке 1.12.

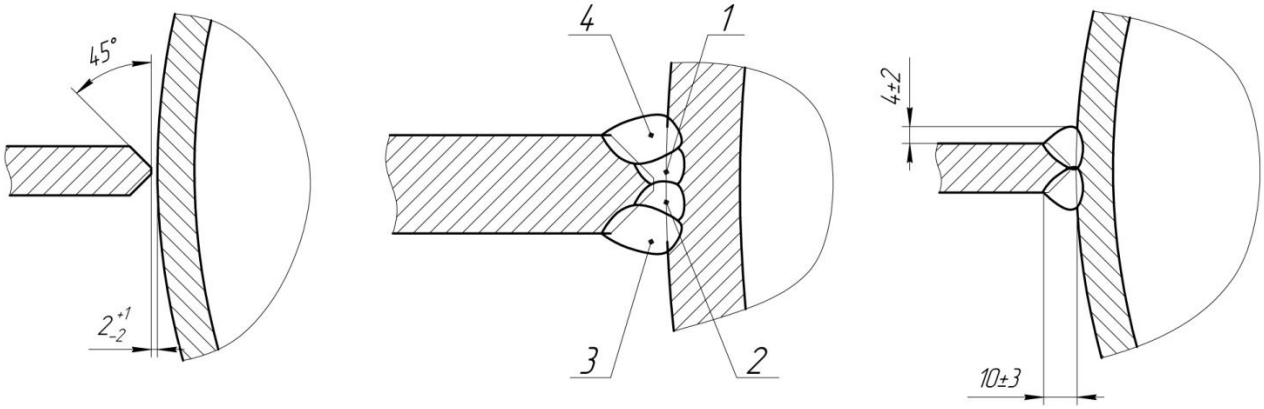


Рисунок 1.12 – Общий вид сварного шва №4 и порядок наложения валиков

Общий вид сварных швов №1 и №2 показан на рисунке 1.13.

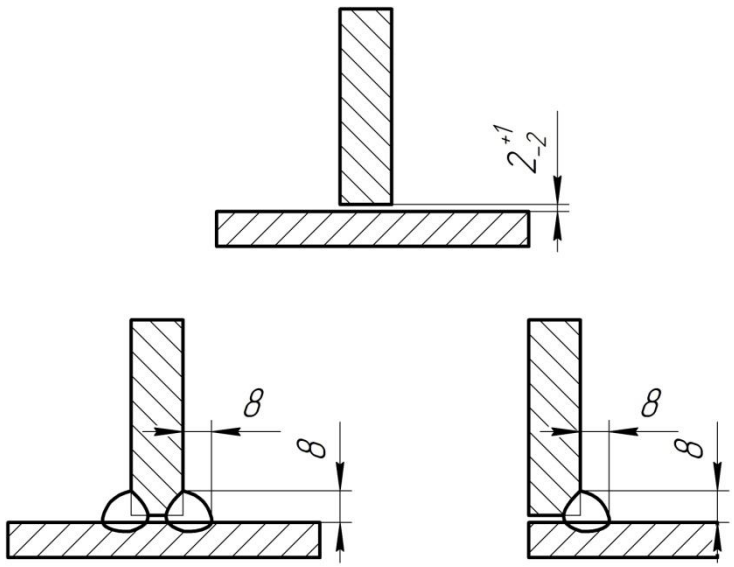


Рисунок 1.13 – Общий вид сварных швов №1 и №2

После обварки корпуса с плитой, косынками и ребрами нижними в сварочном позиционере сварной шов №4 проходит ультразвуковой контроль качества. После этого производится сборка косынок и корпуса с ребрами промежуточными (поз. 5, рисунок 1.1). Также на этой операции устанавливаются проушины (поз. 3, рисунок 1.1). Общий вид собранной муфты в позиционере показан на рисунке 1.14.

Приварка ребер промежуточных к косынкам и корпусу производится швов №2 (Т3 катет 8 мм). Приварка проушин к плите опорной производится нестандартным швом №5.

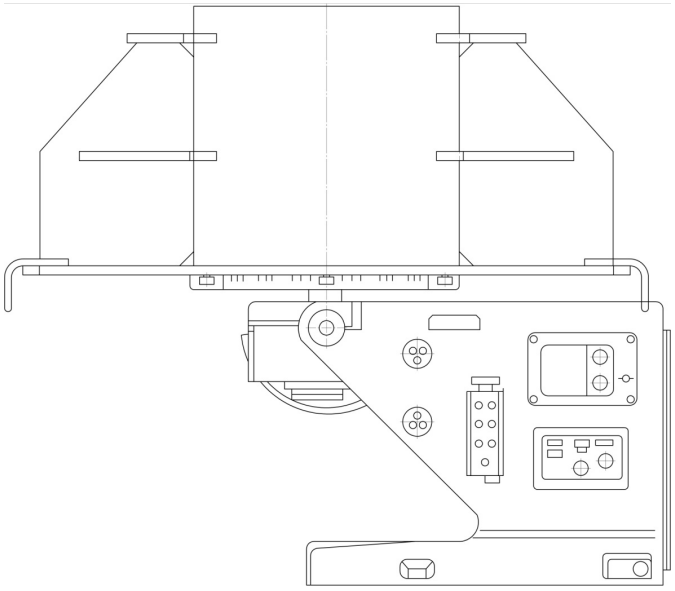


Рисунок 1.14 – Общий вид собранной муфты в позиционере

Приварка ребер промежуточных к косынкам и корпусу производится швов №2 (Т3 катет 8 мм).

Параметры режима сварки муфты показаны в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Параметры режима сварки муфты

Номер шва, тип	$I_{СВ}$, А	$U_{СВ}$, В	$V_{ПЭ}$, м/мин
№1, Т1 катет 8	140-170	21-23	3,5-4
№2, Т3 катет 8	150-180	21-23	4,5-5
№3, Т8	150-180	21-23	4,5-5
№4, Т8	200-230	25-27	7-7,5
№5, нестандартный	130-150	20-22	3-3,5

После сварки изделие проходит слесарную обработку для удаления брызг расплавленного металла, контроль качества.

1.3 Методы контроля качества

При входном контроле проверяется соответствие качества поступающих основных сварочных материалов, полуфабрикатов, комплектующих договорам на поставку.

При поставке материалов проверяется маркировка и приложенный сертификат качества.

Сварочная проволока проверяется на наличие:

– ржавчины;

– механических повреждений;

– выборочно проводят испытания (производят наплавку, вырезают образец и испытывают его).

При поставке защитных газов, их проверяют на чистоту.

При текущем контроле проверяется качество сборки, узлов, разделки, смещение кромок, наличие зазора.

В процессе сварки проверяют внешний вид шва, его геометрические размеры,

производится обмер изделия.

Кроме ВИК изделие проходит операцию УЗК шва №3 (примыкание косынок к корпусу).

Дефекты, выявляемые визуально и ультразвуковым контролем, представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Дефекты, выявляемые визуально и ультразвуковым контролем

Наименование дефектов	Характеристика	Допустимость
Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации	Не допускаются
Поры и пористость	Максимальная суммарная площадь пор от площади проекции шва на оценочном участке*	1%
	Максимальный размер одиночной поры	0,2S, но не более 4 мм
Скопление пор	Максимальная суммарная площадь пор от площади дефектного участка шва**	4%
	Максимальный размер одиночной поры	0,2S, но не более 2 мм на длине не менее 12S
Газовые полости и свищи	Длинные дефекты	Не допускаются
	Короткие дефекты:	Не более 0,2S
	Максимальный размер газовой полости или свища	2 мм
Шлаковые включения	Длинные дефекты	Не допускаются
	Короткие дефекты:	Не более 0,2S
	Максимальный размер включения	2 мм

Продолжение таблицы 1.9

Непровар и несплавление	———	Не допускаются
Подрезы	Переход от шва к основному металлу должен быть плавный. Очертания подрезов должны быть плавные	Глубина не более 0,5 мм
Неполное заполнение разделки кромок (вогнутость шва)	———	Не допускается
Наплывы	———	Не допускаются
Брызги расплавленного металла	Прилипшие брызги к поверхности металла	Без исправления не допускаются
Задиры поверхности металла	Повреждения поверхности, вызванные удалением временных приспособлений	
Знаки шлифовки и резки	Местные повреждения вследствие шлифовки и резки	
Утонение металла	Уменьшение толщины металла вследствие шлифовки	

Для проведения визуального и измерительного контроля используется комплект типа ВИК «Эксперт». При контроле муфты опорной используются инструменты, представленные в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Состав комплекта ВИК «Эксперт»

Наименование	Описание
Шаблон для контроля катетов шва УШС-2	УШС-2 предназначен для контроля катетов угловых швов в диапазоне 4-14 мм в соответствии с требованиями СТБ 1133-98
Угольник поверочный	Угольник для проверки и разметки прямых углов контролируемых объектов. Размер 100х160, II класс точности
Штангенциркуль	Используется для измерений наружных и внутренних размеров, а также глубин контролируемых объектов. Модель ШЦ-1-125-0.1 диапазон измерений 0-125мм. I класс точности
Фонарик карманный	Светодиодный фонарик для работы в условиях слабой освещенности. Мощность 0,5 Вт, элемент питания – батарейка АА 1шт. (в комплекте)
Маркер по металлу	Универсальный восковый маркер для промышленной маркировки. Цвет желтый или красный, ширина 12 мм, длина 95 мм
Мел термостойкий	Мелок маркировочный для маркировки нагретой поверхности металлических изделий. Маркировка устойчива к температуре до 2000 °С. Длина мелка 100 мм, сечение 10 мм.
Лупа с подсветкой	Лупа 3х со светодиодной подсветкой для контроля объектов в условиях недостаточной освещенности.
Набор щупов №4 (0,1 -1мм)	Набор для контроля зазоров между поверхностями. Класс точности II, диапазон толщин 0,1-1,0мм
Рулетка измерительная	Рулетка измерительная STAYER, длина 2м. или 10м в зависимости от комплектации
Линейка измерительная	Линейка измерительная, стальная, длина 20 и 30 см. в зависимости от комплектации.

Сварной шов №3 проверяется ультразвуковым дефектоскопом УД2-70, предназначенным для контроля продукции на наличие дефектов класса нарушения сплошности и однородности материалов, а также полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений. Дефектоскоп также применяется для измерения глубины и координат залегания дефектов, измерения отношений амплитуд сигналов от дефектов.

Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УД2-70 приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УД2-70

Характеристика	Значение
Диапазон толщин контролируемого материала (сталь), мм	2…5000
Рабочие частоты, МГц	0,4; 1,25; 1,8; 2,5; 5,0; 10,0
Частота зондирующих импульсов, Гц	30; 60; 120; 250; 500; 1000
Полярность зондирующего импульса	отрицательная
Амплитуда зондирующего импульса на нагрузке 50 Ом, не менее, В	180
Длительность зондирующего импульса, не более, нс	80
Диапазон регулировки усиления, дБ	0...100
Шаг регулировки усиления, дБ	0,5 или 1,0
Дискретность изменения усиления скачком "+дБ", дБ	3...30
Диапазон задержки развертки, мм	2 ... 5000
Диапазон измерения глубины залегания дефектов (сталь), мм	2...5000
Дискретность измерения глубины, мм	0,1
Погрешность измерения глубины, мм	± (0,5 + 0,02 Н)
Диапазон установки угла ввода ПЭП, град	0...90

Продолжение таблицы

Дискретность установки, град	1
Количество стробов АСД, шт	2
Диапазон установки скорости УЗК, м/с	1000...15000
Глубина регулировки ВРЧ, дБ	80
Отсечка линейная	0...100% высоты экрана
Размер рабочей части экрана, не менее, пикселей	320×240
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+50
Электрическое питание, В: – аккумуляторное – сеть переменного тока, В при 50 Гц	 12 220
Время непрерывной работы, не менее, ч	8
Габариты, не более, мм	245x145x77
Масса с аккумулятором, не более, кг	3

Недостатки существующей технологии:

– высокое значение штучного времени на изготовление изделий вследствие использования низкой механизации при изготовлении;

– неполная автоматизация сварочного процесса;

– низкая культура производства.

Учитывая описанные выше недостатки предлагается в существующую технологию внести следующие изменения:

– заменить механизированную сварку в среде защитных газов на автоматическую при помощи сварочного робота;

– для увеличения производительности заменить сварочную проволоку OK Aristorod 12.50 диаметром 1,2 мм на проволоку Св-08Г2С диаметром 1,6 мм.

Выводы по разделу:

В разделе рассмотрена технология изготовления муфты опорной,

предназначенной для установки на нее опоры подвижной магистрального трубопровода. Рассмотрен порядок сборки и сварки, а также оборудование, применяемое при заготовительных и сборочно-сварочных операциях. В результате, были выявлены недостатки базового варианта технологии изготовления.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Расчет параметров режима сварки

2.1.1 Расчет режимов сварки швов №1, №2

Рассчитаем параметры режима сварки для швов №1 (Т1 катет 8 мм) и №2 (Т3 катет 8 мм). Общий вид сварных швов №1 и №2 показан на рисунке 2.1.

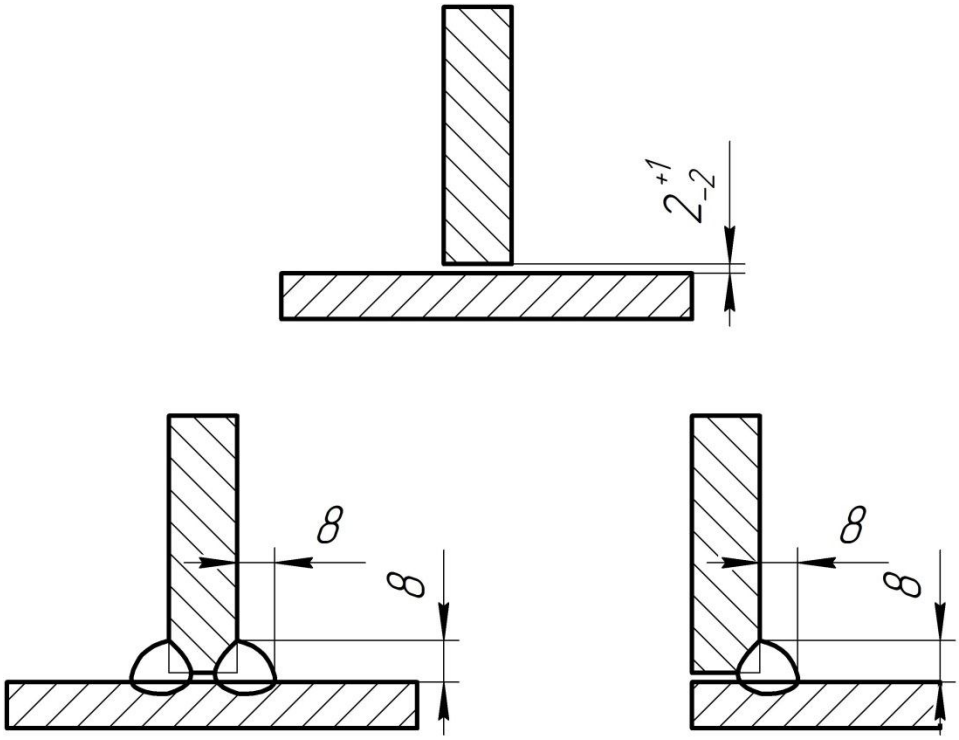


Рисунок 2.1 – Общий вид сварных швов №1 и №2

Расчет режимов сварки угловых швов аналогичен расчету стыкового шва с уточнением, что угол разделки составляет 90°. Вылет электродной проволоки примем равным 16 мм. Расход газа примем равным 20 л/мин. Ток постоянный обратной полярности [2].

Примем, что сила сварочного тока $I_{СВ}$ = 350 А. Определим плотность тока при заданном диаметре и полученной силе тока из условия [1, 2]

$$j = \frac{1{,}13^2 \cdot I_{СВ}}{d_{ЭЛ}^2} = \frac{1{,}13^2 \cdot 300}{1{,}6^2} = 175\ А/мм^2.$$

Интервал оптимальных плотностей тока для диаметра электродной проволоки 1,6 мм при сварке в среде защитных газов составляет 80…200 А/мм^2. Полученное значение входит в заданный интервал.

Определим напряжение на дуге по формуле [2]

$$U_{Д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{Э}}} \cdot I_{СВ} \pm 1, \quad (5)$$

где $d_Э$ = 1,6 – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{СВ}$ = 350 – сила сварочного тока, А.

Тогда, по формуле (5) получим, что

$$U_{Д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 350 \pm 1 \approx 34 \pm 1\,В.$$

Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле [2]

$$F_{Н} = \frac{K^2}{2}, \quad (6)$$

где К=8 – катет сварного шва, мм.

Тогда, по формуле (6) получим, что

$$F_{Н} = \frac{8^2}{2} = 32\ мм^2 = 0,32\ см^2.$$

Рассчитаем скорость сварки при выбранных параметрах режима по формуле [2]

$$V_{св} = \frac{V_{под}}{F_{н}} \cdot \frac{\pi d_{э}^{2}}{4}, \quad (7)$$

где $V_{под}$ – скорость подачи электродной проволоки, см/с;

$F_{н}$ = 0,32 – площадь наплавленного металла, см^2;

$d_{э}$ =0,16 – диаметр электродной проволоки, см.

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки $V_{под}$ по формуле [2]

$$V_{под} = \frac{a_{р} \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_{эл} \cdot \gamma}, \quad (8)$$

где $\alpha_{р}$ =18 – коэффициент расплавления, г/А · ч [1, 2];

$F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электродной проволоки, см^2.

Тогда, по формуле (8) получим, что

$$V_{под} = \frac{18 \cdot 350 \cdot 4}{3600 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}16^{2} \cdot 7{,}8} \approx 11{,}2 \text{ см/с}.$$

Следовательно, скорость сварки

$$V_{св} = \frac{11{,}2}{0{,}32} \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}16^{2}}{4} = 0{,}7 \text{ см/с}.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле [2]

$$q_{пог} = \frac{0{,}24 U_{д} \cdot I_{св} \cdot \eta}{V_{св}}, \quad (9)$$

где η=0,8 – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

Тогда, по формуле (10) получим, что

$$q_{пог} = \frac{0{,}24 \cdot 34 \cdot 350 \cdot 0{,}8}{0{,}7} = 3264 \text{ кал/см.}$$

Определим мгновенную скорость охлаждения металла по формуле [2]

$$\omega = \overline{\omega} 2\pi \cdot \lambda \frac{(T_м - T_0)^2}{k_1 q_п}, \qquad (10)$$

где $\overline{\omega}$ – безразмерный критерий процесса;

$\lambda = 0{,}1$ – коэффициент теплопроводности, кал/см с °С;

$T_М = 500$ – температура наименьшей устойчивости аустенита, °С;

$T_0 = 150$ – начальная температура изделия, °С;

$k_1 = 2/3$ – коэффициент приведения.

Безразмерный критерий процесса $\overline{\omega}$ зависит от другого безразмерного критерия $\frac{1}{\theta}$, который определяется по формуле [2]

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2q_п}{\pi k_2 \delta^2 c\gamma \cdot (T_м - T_0)}, \qquad (11)$$

где $c\gamma = 1{,}25$ – объемная теплоемкость, кал/см^3°С;

$k_2 = 1$ – коэффициент приведения.

Тогда, по формуле (11) получим, что

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot 3264}{3{,}14 \cdot 1{,}6^2 \cdot 1{,}25 \cdot (500 - 150)} = 1{,}85.$$

При значении $\frac{1}{\theta}$=1,85 значение $\overline{\omega}$=0,36. Тогда, по формуле (11) получим, что

$$\omega = 0{,}36 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot \frac{(500-150)^2}{2/3 \cdot 3264} = 12{,}7\ °C/c.$$

Для стали 09Г2С оптимальным интервалом мгновенных скоростей охлаждения является 1-15 °С/с [2]. Полученное значение скорости охлаждения входит в данный интервал, следовательно, режимы рассчитаны правильно .

При расчете режимов сварки угловых швов главную роль играет расчет критического тока сварки, при котором получаются швы с плоской поверхностью. Критический ток сварки определяется по формуле [2]

$$I_{КР} = I_O + mV_{СВ}, \qquad (12)$$

где I_O = 350 – условный критический ток при нулевой скорости сварки, А;

m – коэффициент, зависящий от диаметра электрода, Ач/м. Для диаметра электрода 1,6 мм примем, что m=1.

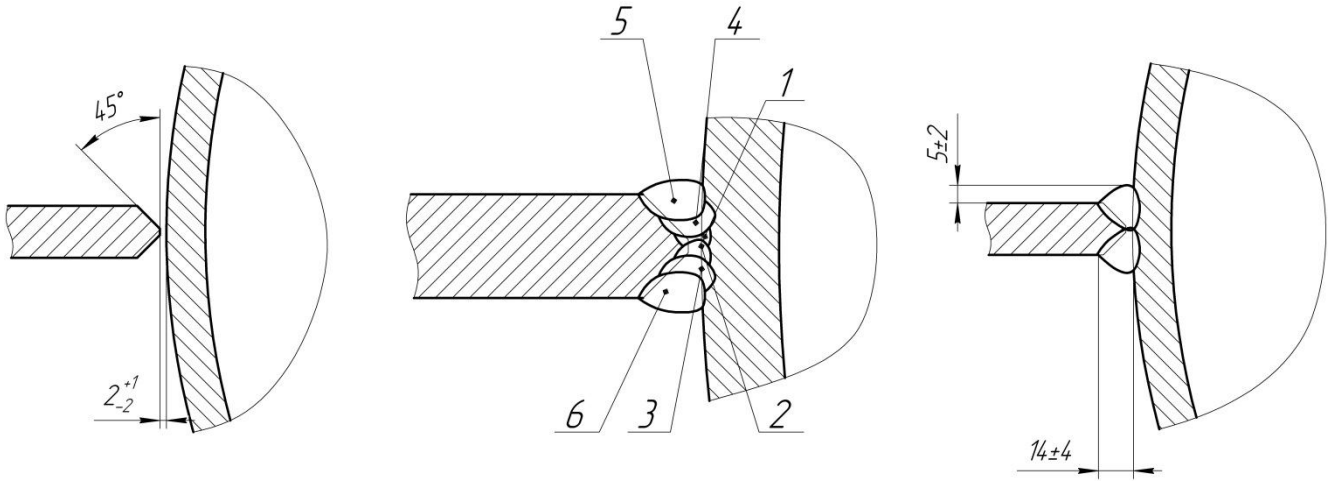
По формуле (12) найдем значение критической силы сварочного тока

$$I_{КР} = 350 + 1 \cdot 25{,}2 = 375{,}2\ А.$$

Так как значение критической силы тока 375,2 А больше силы сварочного тока 350 А, то швы получаются вогнутыми [2].

2.1.2 Расчет параметров режима сварки шва №3

Рассчитаем параметры режима сварки для швов №3 (Т8). Общий вид сварного соединения показан на рисунке 2.2.



а) б) в)

Рисунок 2.2 – Общий вид сварного соединения: а) – сборка соединения; б) – порядок сварки; в) – геометрические параметры

Вылет электродной проволоки примем равным 16 мм. Расход газа примем равным 20 л/мин.

Общая площадь наплавленного металла с одной стороны составляет 1 см^2. Примем, что скорость сварки для корневого прохода $V_{СВ}$ = 0,75 см/с, при сварке заполняющего и облицовочного слоя $V_{СВ}$ = 0,64 см/с.

В начале, рассчитаем параметры режима сварки для корневого прохода, затем для последующих.

Примем, что сила сварочного тока $I_{СВ}$ = 350 А. Определим плотность тока при заданном диаметре и полученной силе тока из условия

$$j = \frac{1{,}13^2 \cdot I_{СВ}}{d_{эл}^2} = \frac{1{,}13^2 \cdot 300}{1{,}6^2} = 175 \text{ А/мм}^2.$$

Интервал оптимальных плотностей тока для диаметра электродной проволоки 1,6 мм при сварке в среде защитных газов составляет 80…200 А/мм^2. Полученное значение входит в заданный интервал.

Определим напряжение на дуге по формуле (5)

$$U_д = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 350 \pm 1 \approx 34 \pm 1 \text{ В}.$$

Рассчитаем площадь наплавленного металла для скорости сварки 0,75 см/с с преобразованием формулы (7)

$$F_н = \frac{11,2}{0,75} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} = 0,3 \text{ см}^2.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле (8)

$$q_{пог} = \frac{0,24 \cdot 34 \cdot 350 \cdot 0,8}{0,75} = 3046,4 \text{ кал/см}.$$

Скорость охлаждения для многопроходной сварки швов малой продолжительности для первого слоя определяется по формуле (10) с учетом формулы (11). Тогда, по формуле (11) получим, что

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot 3046,4}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 1,25 \cdot (500 - 150)} = 2,7.$$

Так как, безразмерный критерий процесса $\frac{1}{\theta}$=2,7, то безразмерный критерий процесса $\overline{\omega}$ определяется по формуле

$$\overline{\omega} = \frac{2}{\pi \cdot \frac{1}{\theta}} = \frac{2}{3,14 \cdot 2,7} = 0,24. \quad (13)$$

Тогда, по формуле (13) получим, что

$$\omega = 0{,}24 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot \frac{(500-150)^2}{2/3 \cdot 3046{,}4} = 10{,}9\ ^\circ\text{C/c}.$$

Рассчитаем режимы сварки для заполняющего и облицовочного слоя. Примем, что сила сварочного тока $I_{СВ}$ = 350 А. Тогда, плотность тока при заданном диаметре и полученной силе тока из условия

$$j = \frac{1{,}13^2 \cdot I_{СВ}}{d_{эл}^2} = \frac{1{,}13^2 \cdot 300}{1{,}6^2} = 175\ \text{А/мм}^2.$$

Интервал оптимальных плотностей тока для диаметра электродной проволоки 1,6 мм при сварке в среде защитных газов составляет 80…200 А/мм^2. Полученное значение входит в заданный интервал.

Определим напряжение на дуге по формуле (6)

$$U_д = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1{,}6}} \cdot 350 \pm 1 \approx 34 \pm 1\ \text{В}.$$

Рассчитаем площадь наплавленного металла при выбранных параметрах режима и при $V_{СВ}$ = 0,64 см/с по преобразованной формуле (7)

$$F_Н = \frac{11{,}2}{0{,}64} \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}16^2}{4} = 0{,}35\ \text{см}^2.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле (9)

$$q_{пог} = \frac{0{,}24 \cdot 34 \cdot 350 \cdot 0{,}8}{0{,}64} = 3570\ \text{кал/см}.$$

Так как сварка производится коротких швов, то при выполнении заполняющего и облицовочного слоя расчет скорости охлаждения производить не нужно.

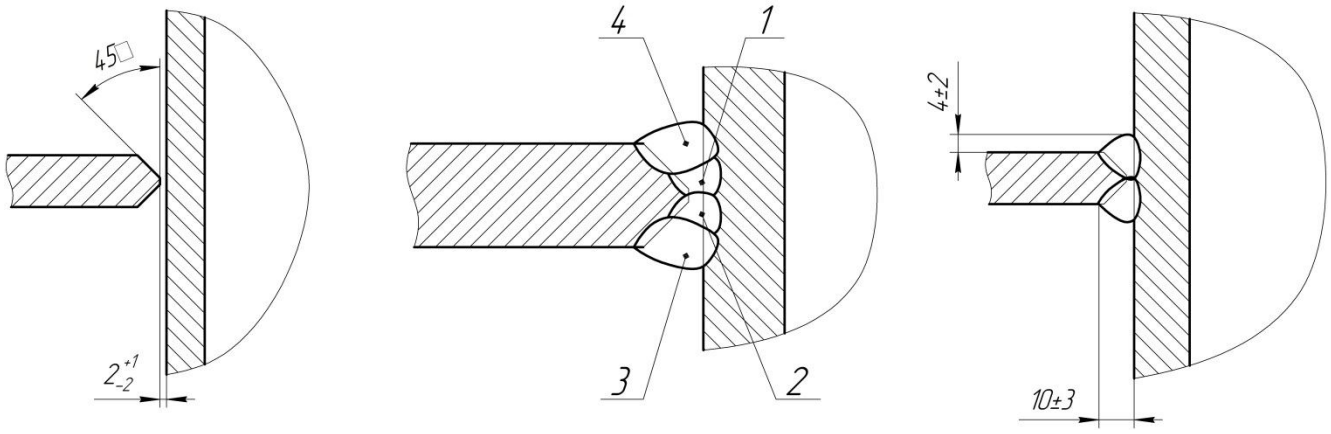
По формуле (12) найдем значение критической силы сварочного тока

$$I_{КР} = 350 + 1 \cdot 23 = 373 \text{ А}.$$

Так как значение критической силы тока 373 А больше силы сварочного тока 350 А, то облицовочный шов получается вогнутым.

2.1.3 Расчет параметров режима сварки шва №4

Рассчитаем параметры режима сварки для швов №4 (Т8). Общий вид сварного соединения показан на рисунке 2.3.



а) б) в)

Рисунок 2.3 – Общий вид сварного соединения: а) – сборка соединения; б) – порядок сварки; в) – геометрические параметры

При расчете режимов сварки угловых швов главную роль играет расчет критического тока сварки, при котором получаются швы с плоской поверхностью.

Вылет электродной проволоки примем равным 16 мм. Расход газа примем равным 20 л/мин.

Общая площадь наплавленного металла с одной стороны составляет 0,7 см^2.

Примем, что скорость сварки при первом проходе составляет 0,75 см/с, а при втором проходе $V_{СВ}$=0,56 см/с.

В начале, рассчитаем параметры режима сварки для первого прохода, затем для второго.

Примем, что сила сварочного тока $I_{СВ}$ = 350 А.

Определим напряжение на дуге по формуле (5)

$$U_{Д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 350 \pm 1 \approx 34 \pm 1\,В.$$

Рассчитаем площадь наплавленного металла при выбранных параметрах режима и при $V_{СВ}$ = 0,75 см/с по преобразованной формуле (7)

$$F_{Н} = \frac{11,2}{0,75} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} = 0,3\,см^2.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле (9)

$$q_{ПОГ} = \frac{0,24 \cdot 34 \cdot 350 \cdot 0,8}{0,75} = 3046,4\,кал/см.$$

Скорость охлаждения для многопроходной сварки швов малой продолжительности для первого слоя определяется по формуле (10). Рассчитаем безразмерный критерий процесса $\frac{1}{\theta}$ по формуле (11)

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot 3046,4}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 1,25 \cdot (500 - 150)} = 2,7.$$

Так как, безразмерный критерий процесса $\frac{1}{\theta}$=2,7, то безразмерный критерий процесса $\overline{\omega}$ определяется по формуле (13)

$$\overline{\omega} = \frac{2}{\pi \cdot \frac{1}{\theta}} = \frac{2}{3{,}14 \cdot 2{,}7} = 0{,}24.$$

Тогда, по формуле (13) получим, что

$$\omega = 0{,}24 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot \frac{(500-150)^2}{2/3 \cdot 3046{,}4} = 11{,}9\ °\text{C/c}.$$

Рассчитаем режимы сварки для облицовочного слоя. Примем, что сила сварочного тока $I_{СВ}$ = 350 А.

Определим напряжение на дуге по формуле (5)

$$U_{Д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1{,}6}} \cdot 350 \pm 1 \approx 34 \pm 1\ \text{В}.$$

Рассчитаем площадь наплавленного металла при выбранных параметрах режима и при $V_{СВ}$ = 0,56 см^2 по преобразованной формуле (7)

$$V_{СВ} = \frac{11{,}2}{0{,}56} \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}16^2}{4} = 0{,}4\ \text{см}^2.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле (10)

$$q_{ПОГ} = \frac{0{,}24 \cdot 34 \cdot 350 \cdot 0{,}8}{0{,}56} = 4080\ \text{кал/см}.$$

Так как сварка производится коротких швов, то при выполнении облицовочного слоя расчет скорости охлаждения производить не нужно.

По формуле (5) найдем значение критической силы сварочного тока

$$I_{КР} = 350 + 1 \cdot 20{,}2 = 370{,}2 \text{ А}.$$

Так как значение критической силы тока 370,2 А больше силы сварочного тока 350 А, то швы получаются вогнутыми.

2.1.4 Расчет параметров режима сварки шва №5

Рассчитаем параметры режима сварки для швов №5 (нестандартный). Общий вид сварного шва №5 показан на рисунке 2.4.

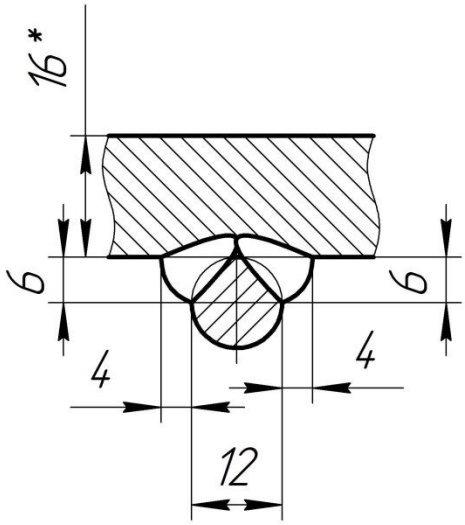


Рисунок 2.4 – Общий вид шва №5

Вылет электродной проволоки примем равным 16 мм. Расход газа примем равным 20 л/мин.

Общая площадь наплавленного металла с одной стороны составляет 0,3 см^2. Примем, что скорость сварки составляет 0,75 см/с, а сила сварочного тока $I_{СВ}$ = 350 А.

Определим напряжение на дуге по формуле (5)

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 350 \pm 1 \approx 34 \pm 1\,В.$$

Рассчитаем площадь наплавленного металла при выбранных параметрах режима и при $V_{СВ}$ = 0,56 см^2 по преобразованной формуле (7)

$$V_{СВ} = \frac{11,2}{0,75} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} = 0,3\,см^2.$$

Рассчитаем погонную энергию при сварке по формуле (9)

$$q_{пог} = \frac{0,24 \cdot 34 \cdot 350 \cdot 0,8}{0,75} = 3046,4\,кал/см.$$

Скорость охлаждения для однопроходной сварки швов малой продолжительности определяется по формуле (11). Рассчитаем безразмерный критерий процесса $\frac{1}{\theta}$ по формуле (12)

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot 3046,4}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 1,25 \cdot (500 - 100)} = 1,6.$$

Так как, безразмерный критерий процесса $\frac{1}{\theta}$=1,6, то безразмерный критерий процесса $\overline{\omega}$=0,44.

Тогда, по формуле (11) получим, что

$$\omega = 0,44 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot \frac{(500 - 100)^2}{3046,4} = 14,5\,°C/c.$$

2.2 Выбор сварочного робота

Промышленный робот – автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций [4].

Общими характеристиками робота являются [4]:

– выполняемые функции, такие как дуговая сварка, контактная сварка, упаковка, перемещение деталей, покраска и т.д.;

– число степеней подвижности – количество обобществленных координат, определяющее положение рабочего инструмента в пространстве. Для роботов, предназначенных для выполнения основных технологических операций, таких как сварка, покраска, вспомогательные операции, число степеней подвижности не должно быть менее 6;

– кинематическая схема с обозначением вида степеней подвижности. Она определяет основные возможности манипулятора в достижимости точек пространства и простоты выполнения различных движений;

– вид привода. В зависимости от модели робота используется электрический, гидравлический или пневматический приводы;

– способ управления и программирования.

Основными техническими характеристиками, которыми должен обладать промышленный робот, являются:

– номинальная грузоподъемность – наибольшее значение массы предметов производства или технологической оснастки, включая массу захватного устройства, при которой гарантируется их удержание и обеспечение установленных значений эксплуатационных характеристик;

– максимальная погрешность позиционирования – линейное отклонение центра рабочего органа от программно задаваемой точки;

– геометрические характеристики рабочей зоны – зоны, в которой может находится рабочий орган при перемещениях робота;

– параметры электропитания – напряжение и потребляемая мощность для роботов с электроприводом;

– масса и габариты – отдельные показатели для манипулятора и устройства управления.

В настоящее время промышленность выпускает два типа антропоморфных манипуляторов: коромысловый и параллелограммный.

Коромысловый манипулятор используется для сварки изделий в различных пространственных положениях. Из-за особенностей конструкции он не может иметь на себе установленное оборудование общим весом более 5 кг.

Параллелограммный манипулятор имеет усиленный каркас, позволяющий увеличить грузоподъемность.

Достоинства параллелограммного манипулятора относительно коромыслового следующие:

– большее значение грузоподъемности;

– большее значение скорости перемещения по осям;

– меньшие статические и динамические нагрузки.

Основным недостатком при сравнении параллелограммного и коромыслового манипулятора является малая величина рабочей зоны.

При использовании роботов для дуговой сварки отмечается увеличение производительности, устранение вредного воздействия сварочной дуги и сварочного аэрозоля на сварщика, возможностью встраивания промышленного робота в уже готовое производство без внесения существенных изменений в расстановку и номенклатуру других видов оборудования. Также на сварочный робот возможна установка универсального оборудования, выполняющего широкий спектр задач.

Отличительными особенностями промышленных роботов, предназначенных для дуговой сварки, по сравнению с другими роботами являются:

– грузоподъемность обычно не превышает 30 кг;

– высокая точность позиционирования (до 0,02 мм);

– высокая скорость перемещения по осям (до 3 м/с);

– кисть робота имеет уменьшенные геометрические размеры;

– серводвигатели и кабели расположены внутри корпуса манипулятора для защиты от брызг расплавленного металла;

– управление числовое контурное, адаптивное;

– антропоморфная кинематическая схема.

Учитывая перечисленные особенности и требования к сварочным роботам, выберем сварочный робот для дуговой сварки марки IRB 2400L производства фирмы ABB. Общий вид сварочного робота IRB 2400L показан на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Общий вид сварочного робота IRB 2400L

Данный робот предназначен для дуговой сварки, с шестью степенями подвижности, коромыслового типа, с электрическим приводом.

Технические характеристики робота для дуговой сварки IRB 2400L приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики робота для дуговой сварки IRB 2400L

Характеристика	Значение
Количество осей, шт	6
Грузоподъемность кисти, кг	5
Максимальный вылет, мм	1800
Точность позиционирования, мм	±0,06
Масса (без контроллера), кг	380

Продолжение таблицы

Скорость перемещения по осям, град/с: A1 A2 A3 A4 A5 A6	 135 135 135 310 310 310
Способ установки	Напольный, подвесной настенный, подвесной потолочный

Комплектация сварочного робота включает в себя:

– источник питания сварочной дуги;

– устройство подачи сварочной проволоки;

– газовые баллоны;

– устройство автоматической обрезки конца электрода, очистки горелки от брызг и впрыскивания противопригарной жидкости.

В оснастку сварочного робота входит следующее оборудование:

– сварочный аппарат с источником питания и устройством подачи проволоки;

– газовые баллоны;

– устройство автоматической обрезки конца электрода;

– устройство очистки горелки от брызг и впрыскивания противопригарной жидкости.

В качестве сварочного аппарата для экономии средств будем также использовать аппарат для механизированной сварки в среде защитных газов марки FastMig Pulse 350/450 производства фирмы Kemppi.

2.3 Выбор сварочной горелки

При выборе роботизированной горелки учитываются такие факторы как:

– необходимая нагрузка сварочного тока;

– рабочий цикл;

– вид охлаждения.

При учете этих факторов достигается улучшение качества швов, значительно сокращаются эксплуатационные расходы. От точности выбора горелки для роботизированной сварки зависит также производительность.

2.3.1 Горелка с воздушной системой охлаждения

Обычно при эксплуатации горелки для роботизированной сварки при силе тока от 200 до 300 ампер и при рабочем цикле 60% с использованием газовой смеси широко применяется воздушное охлаждение. Такие горелки предназначены для сварки тонких материалов – порядка 4 мм толщиной. При этом предпочтительна техника сварки с использованием горелки с воздушным охлаждением при производстве больших объемов изделий – сварка короткими швами.

Для охлаждения горелок с воздушным охлаждением, в процессе сварки используется окружающий воздух. В состав робототехнического комплекса должен входить универсальный кабель, через который происходит подача сварочной проволоки, газа и питания. В универсальных кабелях используется медное покрытие для проводимости и контроля сварочного тока без дополнительного охлаждения.

Преимущества использования роботизированных горелок с воздушным охлаждением:

– износостойкость: горелка с S-образным коленом с воздушным охлаждением обладает более прочной конструкцией, в отличие от аналогичных горелок с водяным охлаждением. Из-за этого горелки с воздушным охлаждением меньше

подвержены изгибу в случае столкновения или естественного износа. Помимо прочего, стоимость расходных материалов для горелок с воздушным охлаждением ниже, чем для горелок с водяным охлаждением, и, соответственно, их обслуживание обходится дешевле;

– горелки с воздушным охлаждением обладают более обтекаемой конструкцией и меньшей рабочей зоной, что позволяет их использовать для сварки более мелких соединений, чем при использовании горелок с водяным охлаждением. Повышенная точность горелок с воздушным охлаждением делает их незаменимыми при необходимости сварки прочных швов с хорошей повторяемостью.

Основной недостаток роботизированных горелок с воздушным охлаждением заключается в том, что в сравнении с роботизированными горелками с водяным охлаждением, они обладают меньшим рабочим циклом. Горелки с воздушным охлаждением не подходят для длительной сварки.

2.3.2 Горелка с водяной системой охлаждения

При использовании роботизированных горелок с водяным охлаждением сварка деталей осуществляется на повышенных сварочных токах при более высокой продолжительности времени, по сравнению с горелками с воздушным охлаждением. Они предназначены для сварки при повышенных токах (более 300 А), при рабочих циклах от 60% до 100%. Они чаще всего используются для сварки толстых материалов.

Для предотвращения перегрева при сварке, в роботизированных сварочных горелках используется подача воды или охлаждающей жидкости от внешнего источника. В состав источника входит циркуляционный насос или холодильная установка, что создает дополнительное удорожание и усложняет обслуживание системы. Подача охлаждающей жидкости осуществляется через шланг, находящийся в общем пучке кабелей, включающего кабель питания, проволоку, газовый и возвратный шланг охлаждающей жидкости.

По сравнению с горелками с воздушным охлаждением, в состав кабелей питания с водяным охлаждением входит всего 1/4 меди от кабелей с воздушным охлаждением. Таким образом, кабеля с водяным охлаждением могут быстро выйти из строя в случае перебоя подачи воды. Это является большим недостатком, поскольку запчасти для горелок с водяным охлаждением дорогие и на их замену уходит много времени.

Сложность составляет и обслуживание кабелей, входящих в состав кабельного пучка, поскольку они расположены слишком близко друг к другу. Помимо этого, у горелок с водяным охлаждением имеются внутренние водяные камеры, расположенные в S-образном колене, которое более хрупкое, чем у горелок с воздушным охлаждением и более подвержено изгибу в случае столкновения.

Несмотря на недостатки роботизированных горелок с водяным охлаждением, они довольно широко используются в тех производствах, где требуется высокая сила сварочного тока и длительное охлаждение горелки.

2.3.3 Гибридные роботизированные горелки

Для производств, использующих сварку материалов с различными толщинами при разной токовой нагрузке существует промежуточный вариант роботизированных сварочных горелок – гибридные горелки для роботизированной сварки с водяным и воздушным охлаждением. Такие горелки обладают водяным охлаждением и износостойким S-образным коленом, как у горелок с воздушным охлаждением. Подача охлаждающей жидкости в гибридных сварочных горелках осуществляется по внешним трубкам, расположенным вдоль внешней стенки S-образного колена горелки. Для сравнения, в сварочных горелках с водяным охлаждением эти трубки находятся внутри S-образного колена.

Сила тока горелок с гибридным воздушным и водяным охлаждением обычно составляет от 300 до 550 ампер, рабочий цикл - в пределах 60% (при использовании смеси газов).

По сравнению с горелками с водяным охлаждением, обслуживание гибридных горелок упрощено. Линия подачи воды в гибридных горелках расположена отдельно от кабеля питания и более доступна, чем в горелках со стандартным водяным охлаждением. Таким образом, исключается необходимость снятия гибридной сварочной горелки с робота для проведения обслуживания. Кроме того, в случае перебоя с подачей охлаждающей жидкости, в гибридных горелках предусмотрен универсальный кабель с воздушным охлаждением, способный обеспечить пропускную способность, достаточную для исключения таких серьезных поломок, как повреждение кабеля питания и других компонентов.

Основной недостаток гибридных роботизированных горелок с воздушным и водяным охлаждением, как и у горелок с воздушным охлаждением, заключается в том, что они обладают ограниченным рабочим циклом.

Рассмотрев достоинства и недостатки различных горелок, выберем горелку с водяным охлаждением ROBO VTS 500 TS производства фирмы Abicor Binzel. Общий вид горелки показан на рисунке 2.1.

\

Рисунок 2.2 – Общий вид горелки

Горелка рассчитана на работу в тяжелых условиях при нагрузке до 500 А в среде чистой углекислоты или газовой смеси проволокой диаметром 0,8-1,6 мм.

При проектировании роботизированного участка необходимо учитывать следующие особенности:

– свариваемое изделие должно входить в перекрываемую рабочую зону манипулятора;

– дополнительная оснастка должна быть в пределах рабочей зоны манипулятора и быть автоматической;

– участок должен иметь защитные ограждения;

– рабочее место оператора должно быть за пределами рабочей зоны манипулятора.

Вывод по разделу 2:

В разделе рассчитаны параметры режима сварки, применяемые при сварке муфты опорной по предлагаемому варианту технологии. Рассмотрены виды сварочных роботов, их достоинства и недостатки, а также выбран сам сварочный робот. Рассмотрены также виды сварочных горелок, применяемых при роботизированной сварке, их достоинства и недостатки.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

3.1 Расчет норм времени по операциям

При автоматической сварке в среде защитных газов расчет штучного времени производится по формуле [6]

$$T_{ШТ} = n \cdot \left(t_O \cdot k_1 + t_{B1} + t_{B2}\right) \cdot k_2 \qquad (16)$$

где n – количество швов на изделии, шт;

t_O – основное время сварки;

k_1 – коэффициент, учитывающий длину шва. Принимаем $k_1 = 1{,}2$;

t_{B1} – вспомогательное время на работу со швом: работа с кромками – до 0,5 мин, измерение и осмотр шва – до 0,35 мин, зачистка от брызг: 0,06+1,2·(m-1), где m – число проходов.

t_{B2} – вспомогательное время, связанное с работой с изделием (установка, снятие): ручная – 0,5 мин, подъемно-транспортными механизмами – 3…7 мин.

k_2 – коэффициент, учитывающий удобство наложения швов: для нижнего положения $k_2 = 1$.

Определим основное время сварки [6]

$$t_O = \frac{60 \cdot \rho \cdot F_{НАП} \cdot l}{\alpha_н \cdot I_{СВ}} \qquad (17)$$

где $\rho = 7{,}8$ – плотность металла, г/см^3;

$F_{НАП}$ – площадь наплавленного металла, см^2;

l – длина шва, см;

$\alpha_н$ – коэффициент наплавки, г/А·час;

$I_{СВ}$ – сила сварочного тока, А.

Рассчитаем основное время сварки по формуле (17):

– для шва №1

$$t_о = \frac{60 \cdot 7{,}8 \cdot 0{,}32 \cdot 150}{17{,}2 \cdot 350} = 4 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 1 \cdot (4 \cdot 1{,}2 + 2{,}11 + 0{,}5) \cdot 1 = 7{,}4 \text{ мин.}$$

– для шва №2

$$t_о = \frac{60 \cdot 7{,}8 \cdot 0{,}32 \cdot 476}{17{,}2 \cdot 350} = 12 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = (12 \cdot 1{,}2 + 2{,}11 + 0{,}5) \cdot 1 = 20 \text{ мин.}$$

– для шва №3

$$t_о = \frac{60 \cdot 7{,}8 \cdot 2 \cdot 37{,}6}{17{,}2 \cdot 350} = 5{,}8 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 2 \cdot (5{,}8 \cdot 1{,}2 + 2{,}11 + 0{,}5) \cdot 1 = 19{,}1 \text{ мин.}$$

– для шва №4

$$t_о = \frac{60 \cdot 7{,}8 \cdot 1{,}4 \cdot 53{,}9}{17{,}2 \cdot 350} = 5{,}9 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 2 \cdot (5{,}9 \cdot 1{,}2 + 2{,}11 + 0{,}5) \cdot 1 = 19{,}4 \text{ мин.}$$

– для шва №5

$$t_о = \frac{60 \cdot 7{,}8 \cdot 0{,}3 \cdot 8}{17{,}2 \cdot 350} = 0{,}2 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 8 \cdot (0{,}2 \cdot 1{,}2 + 2{,}11 + 0{,}5) \cdot 1 = 22{,}8 \text{ мин.}$$

Общее время сварки [6]

$$T_{ШТ}^{ОБЩ} = 88{,}7 \text{ мин.}$$

3.2 Расчет норм расхода материалов и энергоносителей

Расчет норм расхода материалов и энергоносителей связан с массой наплавленного металла. Масса наплавленного металла [6]

$$Q_{НМ} = F_{НАП} \cdot L \cdot \rho, \tag{18}$$

где $F_{НАП}$ – площадь наплавленного металла, см^2;

L – длина шва, см

ρ – плотность металла, равная 7,8 г/см^3.

Определим массу наплавленного металла:

– для шва №1

$$Q_{НМ} = 0{,}32 \cdot 150 \cdot 7{,}8 = 374{,}4 \text{ г.}$$

– для шва №2

$$Q_{НМ} = 0{,}32 \cdot 476 \cdot 7{,}8 = 1188 \text{ г.}$$

– для шва №3

$$Q_{НМ} = 2 \cdot 75{,}2 \cdot 7{,}8 = 1173 \text{ г.}$$

– для шва №4

$$Q_{НМ} = 1{,}4 \cdot 107{,}8 \cdot 7{,}8 = 1177 \text{ г.}$$

– для шва №5

$$Q_{НМ} = 0{,}3 \cdot 64 \cdot 7{,}8 = 150 \text{ г.}$$

Общая масса металла, наплавленного на изделие [6]

$$Q_{НМ}^{ОБЩ} = \sum Q_{НМ} = 4{,}1 \text{ кг.}$$

Расход электродной проволоки определяется по формуле [6]

$$Q_{ЭП} = Q_{НМ} \cdot k_{П}, \qquad (19)$$

где $Q_{НМ}$ – масса наплавленного металла, кг;

$k_{П}$ – безразмерный коэффициент, учитывающий потери (угар, разбрызгивание, огарки). Принимаем $k_{П} = 1{,}15$.

Тогда

$$Q_{ЭП} = 4{,}1 \cdot 1{,}15 = 4{,}7 \text{ кг.}$$

Определим расход защитного газа по формуле [6]

$$Q_{ЗГ} = Q_{Р} \cdot k_{Г}, \qquad (20)$$

где $Q_{Р}$ – масса защитного газа, кг;

$k_{Г}$ – коэффициент расхода газа. Принимаем $k_{Г} = 1{,}1$.

Определим массу защитного газа по формуле

$$Q_Р = T_{ШТ} \cdot V \cdot \rho, \quad (21)$$

где $T_{ШТ}$ – время сварки, мин;

V = 20 – расход газа, равный л/мин;

ρ =1,96 – плотность газа, г/л.

Тогда

$$Q_Р = 49{,}2 \cdot 20 \cdot 1{,}96 = 2 \text{ кг.}$$

Следовательно

$$Q_{ЗГ} = 2 \cdot 1{,}1 = 2{,}2 \text{ кг.}$$

Определим расход электроэнергии для обеспечения работы сварочных машин и аппаратов по формуле [6]

$$Q_{ЭЛ} = q_Э \cdot Q_{НМ}, \quad (22)$$

где $Q_{НМ}$ = 4,1 – масса наплавленного металла, кг;

$q_Э$ = 2,5– удельный расход электроэнергии, квт·ч/кг.

Тогда, по формуле (22) получим, что

$$Q_{ЭЛ} = 2{,}5 \cdot 4{,}1 = 10{,}3 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Полученные значения норм времени, расхода материалов, массы наплавленного металла приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Значения норм времени, расхода материалов, массы наплавленного металла

Наименование операции	Применяемое оборудование	Норма времени $T_{шт}$, мин	Масса напл. Ме, кг	Нормы расхода		
				$Q_{эл}$, кг	$Q_{зг}$, кг	$Q_{эл}$, кВт·ч
Очистка	24583	31,8	—	—	—	84,8
Плазменная резка	Портальная машина HBB II	16,6	—	—	—	332,2
Сварка	Роботизированный комплекс со сварочным роботом IRB 2400L	88,7	4,1	4,7	2,2	10,3

Выводы по разделу:

В текущем разделе был произведен расчет времени на операцию сварки. В этом же разделе произведен расчеты норм расхода сварочных материалов и электроэнергии.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Рассчитаем необходимое количество единиц оборудования на операцию [6]

$$C_р = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_д \cdot S \cdot k_{вн}} \quad (23)$$

где $T_{шт}$ – штучное время на операции для одного изделия, мин;

N – годовая программа выпуска изделий, шт/год;

$F_д$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования в односменном режиме, час/год;

S – количество смен работы оборудования;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения нормы выработки. Принимаем $k_{вн}$ = 1,15.

Определим действительный годовой фонд времени работы оборудования в односменном режиме [6]

$$F_д = F_н \cdot \left(1 - \frac{P}{100}\right), \quad (24)$$

где P – процент от номинального годового фонда рабочего времени, учитывающий время пребывания агрегата в ремонте (P=1,5% - при односменной, P=2,75% - при двусменной);

$F_н$ – номинальный годовой фонд рабочего времени, ч. Он определяется [6]

$$F_н = \frac{Д_г}{Д_н} \cdot t_н, \quad (25)$$

где $Д_г$ – количество рабочих дней в году. Примем $Д_г$ = 250;

$Д_н$ – количество рабочих дней в неделе. Примем $Д_н$=5;

$t_н$ – продолжительность рабочей недели, равная 40 ч.

Тогда, по формуле (25)

$$F_н = \frac{250}{5} \cdot 40 = 2000 \text{ ч.}$$

Следовательно, по формуле (24)

$$F_д = 2000 \cdot \left(1 - \frac{1,5}{100}\right) = 1970 \text{ ч.}$$

Результаты расчета количества единиц оборудования на операцию приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Требуемое количество единиц оборудования на операцию

Наименование операции	Применяемое оборудование	Норма времени $T_{шт}$, мин	$C_Р$	$C_{ПР}$	$K_З$
Очистка	24583	31,8	0,08	1	0,08
Плазменная резка	Портальная машина HBB I	16,6	0,05	1	0,05
Сварка механизированная	Роботизированный комплекс со сварочным роботом IRB 2400L	88,7	0,1	1	0,1
Итого:		137,1	0,23	3	0,07

Определим требуемое количество производственных рабочих [6]

$$R_{СП} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_{др} \cdot k_{вн}} \quad (26)$$

где $F_{др}$ – действительный годовой фонд времени одного рабочего, который определяется с учетом дополнительных потерь, связанных с очередным отпуском,

планируемыми невыходами на работу по уважительной причине, регламентируемыми перерывами при ручных работах на конвейере. Принимаем Р = 10%.

Тогда

$$F_{др} = 2000 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 1800 \text{ ч.}$$

Результаты расчета количества рабочих приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчета количества рабочих

Наименование операции	Применяемое оборудование	Норма времени $T_{шт}$, мин	R_P	$R_{ПР}$	$K_{ЗР}$
Очистка	24583	31,8	0,1	1	0,1
Плазменная резка	Портальная машина HBB I	16,6	0,05	1	0,05
Сварка механизированная	Роботизированный комплекс со сварочным роботом IRB 2400L	88,7	0,1	1	0,1
Контроль качества	Комплект ВИК, УЗД УД 2-70	60	0,2	1	0,2
Итого:		197,1	0,45	4	0,11

Выводы по разделу:

В текущем разделе были произведены расчеты необходимого количества единиц оборудования и производственного персонала.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

При изготовлении муфты опорной используется механизированная сварка в среде защитных газов (CO_2+Ar) при помощи сварочного робота.

При выполнении сварки металлов на исполнителей работ оказывают воздействие различные вредные и опасные производственные факторы. К вредным производственным факторам относятся:

–запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

– ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение дуги при сварке, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемых изделий;

– электромагнитные поля;

– ионизирующие излучения;

– шум.

При сварке в зоне дыхания исполнителей присутствуют разные сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы окислы металлов и другие химические соединения, а также выделяемые токсичные газы. Воздействие на организм вредных веществ является причиной острых и хронических профессиональных заболеваний и отравлений.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне, а также его спектр зависят от:

– мощности дуги;

– применяемых сварочных и основных материалов;

– состава защитных и плазмообразующих газов.

При отсутствии защиты возможны поражения органов зрения и ожоги кожных покровов. Негативное воздействие на здоровье оказывает инфракрасное излучение предварительно подогретых изделий, а также нагревательных устройств.

Источниками повышенного шума являются плазмотроны, пневмоприводы, генераторы, вакуумные насосы и т. д. Источниками ультразвука являются ультразвуковые генераторы, рабочие органы установок и т. д.

Опасными производственными факторами являются:

– электрический ток;

– искры и брызги расплавленного металла;

– вероятность взрыва баллонов и систем, которые находятся под давлением;

– движущиеся механизмы и изделия.

5.1 Электробезопасность

При неправильной эксплуатации электрооборудования может произойти поражение электрическим током.

При эксплуатации электросварочных установок применяются различные средства защиты, делящиеся на:

– изолирующие;

– ограждающие;

– заземление электрооборудования;

– вспомогательные.

Средства защиты изолирующие подразделяются на:

– основные;

– дополнительные.

Основные длительное время выдерживают напряжение электрической установки, поэтому ими допускается касание токоведущих частей, которые находятся под напряжением. Основными изолирующими средствами защиты являются:

– резиновые перчатки диэлектрические;

– инструмент с изолирующими рукоятями и токоискателями.

Дополнительные не могут защитить человека от поражения током из-за недостаточной электрической прочности. К ним относятся:

– обувь резиновая;

– коврики;

– подставки изолирующие.

Коврики и обувь резиновая используются при технологических операциях,

выполняемых основными защитными средствами.

Средства защиты ограждающие предназначаются для временного ограждения токоведущих частей. К ним относятся:

– щиты;

– клетки;

– прокладки изолирующие;

– изолирующие колпаки.

Вспомогательные предназначены для защиты от воздействий световых, тепловых и механических. К ним относятся очки защитные, рукавицы и т.п.

Перед работой осматривается и проверяется надежность контакта и крепления заземляющих проводов с корпусами сварочных трансформаторов и сварочных машин, сварочных столов, исправность пусковых и отключающих устройств - рубильников, магнитных пускателей, включателей, изоляцию токоведущих проводников, наличие необходимого исправного инструмента, стеллажей, а также освещенность.

Переносной светильник должен иметь защитную сетку, изолированную рукоятку и провод.

При одновременном применении сварочных трансформаторов или аппаратов их располагают так, чтобы расстояние между ними было не менее 35-40см. сварочный провод можно прокладывать через дверные или оконные проемы. При этом провод заключают в металлическую трубу.

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами и перемещающимися деталями, а также между стационарными многопостовыми источниками питания должна быть не менее 1,5м; расстояние между автоматическими сварочными установками- не менее 2м.

Сечение питающих проводов должно строго соответствовать силе тока в сварочной цепи. Провода от чрезмерного превышения тока защищают предохранителями с плавкими ставками. Необходимо следить за их исправностью и не допускать применения самодельных вставок. Предохранители с такими вставками не защищают установку, а могут быть причиной аварии, повреждения

изоляции сварочного кабеля и пожара.

Все металлические части оборудования, питающиеся от электрической сети, а также зажим вторичной обмотки трансформатора, который идет к изделию, следует надежно заземлять. Это обеспечивает электробезопасность сварщика и подсобных рабочих в случае пробоя изоляции первичной обмотки трансформатора и перехода напряжения во вторичную обмотку.

Существенное значение имеют правильная проводка проводов к сварочным постам, сварочным машинам, трансформаторам и особенно к передвижным сварочным установкам. Провода подвешивают на высоте более 2,5м. В качестве проводов рекомендуется применять шланговый провод или специальный кабель.

Спуск к трансформатору или сварочной машине выполняют у стен и столбов так, чтобы исключить механическое воздействие на изоляцию проводов. Не рекомендуется применять провод длинной более 30м, так как это вызывает значительное падение напряжения в сварочной цепи.

Вероятность удара электротоком возникает при соприкосновении с металлическими частями установки, случайно оказавшимися под напряжением из-за повреждения изоляции.

Прежде чем перенести сварочную аппаратуру, ее отключают от питающей электроцепи. Провода следует переносить свернутыми в бухты, чтобы не повредить изоляцию.

Источники питания сварочные установки должны быть защищены предохранителями или автоматическими выключателями со стороны питающей сети.

Многопостовые сварочные агрегаты должны иметь также автоматический выключатель в общем проводе к сварочному посту.

Передвижные сварочные установки обязательно заземляют перед началом работ, до включения установки в цепь. Сначала заземляющий провод подсоединяют к магистрали, а затем к сварочному оборудованию. Снимают заземление только после окончания работ; конец заземляющего провода отсоединяют от корпуса сварочного агрегата или изделия, а затем от магистрали заземления (или от

заземлителя).

Рабочие место сварщика под открытым небом ограждают переносными ширмами, а сварочные машины устанавливают под навесом легкого типа.

При сварке тяжелых (более 20кг) и громоздких изделий рабочие место сварщика оборудуют грузоподъемными механизмами (краном, лебедкой и т.д.).

Нельзя использовать без изоляции провод, идущий от источника питания к сварочной детали, и подавать напряжение к сварочному изделию через систему последовательно соединенных металлических листов, рельсов и т.д.

Сварочные провода должны быть гибкими, с легкой и прочной изоляцией. Жесткие провода с тяжелой изоляцией утомляют сварщика и затрудняют процесс сварки. Обычно для сварочной цепи используют провода из тонких медных отоженных луженых проволок.

Подключают сварочное оборудование к силовой сети при помощи закрытого рубильника, контактора или специального включателя. При отсутствии заземления применяют кожухи из изолирующего материала.

Защитное заземление предназначено для устранения вероятности поражения электрическим током при появлении поражения на частях электрического оборудования.

5.2 Техника безопасности при сварочных работах

При электросварочных работах сварщики снабжаются спецодеждой, комбинезоном из плотной материи или брезентовой курткой и брюками, причем карманы у куртки закрываются клапанами. Заправлять куртку в брюки заправлять куртку в брюки запрещается. Брюки должны быть длинными, закрывающими ботинки, носить их нужно навыпуск.

Спецодежда пропитывается огнеупорной пропиткой. Обувь необходимо плотно зашнуровывать, чтобы в ботинки не попали брызги. Голову необходимо покрывать головным убором без козырька.

Наибольшую опасность для глаз представляют ультрафиолетовые лучи длинами

волн ниже 320мкмк и инфракрасные лучи 150-700мм, интенсивное и длительное воздействие которых может вызвать помутнение хрусталика глаза.

Для защиты глаз от ослепительного света и интенсивного ультрафиолетового и инфракрасного излучения служит светофильтры. Они применяются в очках, щитках, масках, без которых электросварочные работы запрещаются.

Электросварщик должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже второй.

Перед началом сварочных работ электросварщик проверяет:

– защитные приспособления,

– шлем;

– щиток;

– диэлектрический коврик или диэлектрические боты.

После проверки необходимо надеть костюм брезентовый с огнестойкой пропиткой, ботинки, головной убор, диэлектрические перчатки или брезентовые рукавицы.

Температура нагретой поверхности оборудования не должен превышать 45С.

Источники тока должны быть надежно заземлены (ГОСТ12.2.007.0). В процессе эксплуатации напряжение холостого хода источника питания не должен превышать 80в для источников переменного тока и 100в – постоянного. Источники питания должны быть оборудованы вольтметром и сигнальной лампочкой, указывающими на наличие или отсутствие напряжения в сварочной цепи, блоками ограничения холостого хода.

При сварке сварочная дуга и расплавленный металл могут быть источником травмирования электросварщика. Для защиты сварщика от излучения и брызг металла используются защитные щитки. Они также используются для защиты окружающего воздуха рабочей зоны.

Зачистку поверхности металла выполняют в защитных предохранительных очках с прозрачными небьющимися стеклами или в защитных очках.

Для защиты тела от искр и брызг расплавленного металла и шлака, повышенных температур материалов и оборудования предназначена спецодежда всесезонная и

летняя из брезента с термостойкой и огнестойкой пропиткой. Руки следует защищать рукавицами (ГОСТ12.4.010).

Спецодежда (куртки и брюки) изготавливаются из материала, защищающего сварщика от излучения дуги. Во время работы куртку необходимо застегнуть, карманы закрыть клапанами, ботинки плотно зашнуровать, брюки должны закрывать ботинки во избежание попадания брызг металла на ноги. Спецодежда, спецобувь и рукавицы должны быть сухими, без следов масла.

При сварочных работах на открытом воздухе в холодное время года спецодежда дополняется теплозащитными подстежками в соответствии с климатическими зонами.

5.3 Вентиляция

Вентиляция подразделяется на общую и местную.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимые концентрации, регламентированные ГОСТ 12.1.005. В случае превышения содержания этих веществ в воздухе рабочей зоны (если невозможно организовать эффективную вентиляцию) нужно применять защитную маску сварщика с принудительной подачей очищенного воздуха в зону дыхания «Шмель-40» или специально предназначенные для защиты от сварочных аэрозолей фильтрующие респираторы «Снежок».

5.4 Работа в особо опасных условиях

При сварке в особо опасных условиях (внутри металлической емкости, на открытом воздухе, а также в помещении с повышенной опасностью) при смене сварочной проволоки применяют блокирующие устройства.

При сварочных работах на высоте рабочий должен иметь предохранительный пояс и сумку для инструментов. Если сварщики одновременно работают на различной высоте по одной вертикале, должны быть предусмотрены средства,

защищающие людей находящихся внизу, от падающих капель расплавленного металла и шлака. Под местом сварки оборудуют плотный помост, покрытый листами кровельного железа или асбестом.

Сварщики, которые работают на строительных площадках, должны обязательно носить каски, защищающие голову от падающих предметов, поражения электротоком и воздействий окружающей среды. Под каску надевают подшлемник.

5.5 Пожарная безопасность

При сварочных работах источниками пожара являются:

–сварочная дуга;

– пламя газовой сварки и резки;

– искры и частицы расплавленного металла;

–повышенная температура изделий, подвергающихся сварке и резке.

Могут воспламенятся горючие материалы, находящиеся вбили мест производства сварочных работ, а также происходит взрывы при неправильном обращении баллонов для сжатых газов, ремонте (с применением сварки) тары, используемой для хранения горючих жидкостей и сосудов, находящихся под давлением.

В соответствии с НПБ все производство делят по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности на следующие категории. При ремонте сосуда взрывопожарная опасность соответствует категории В.

Категория В- это производство, в которой обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Пожарная безопасность при выполнении сварочных работ может быть обеспечена совокупностью мероприятий, направленных на предупреждение пожаров, предотвращение распространения огня в случае его возникновения и создание условий, способствующих быстрой ликвидации начавшегося пожара.

Мероприятия, устраняющие причины возникновения пожаров, подразделяются на организационные, эксплуатационные, технические и режимные.

Организация мероприятий- обучение сварщиков противопожарным правилам, беседы, инструктажи, организация добровольных дружин и т.д.

Эксплуатационные мероприятия - правильная эксплуатация, профилактические ремонты, осмотры и испытания сварочного оборудования и устройств и т.д.

Технические мероприятия - соблюдение противопожарных норм и правил при установке сварочного оборудования, устройств системы вентиляции, защитного заземления, зануления и отключения, подводе электропроводки.

Режимные мероприятия - запрещение сварочных и других работ в пожароопасных местах, а также курения в не установленных местах.

Запрещается одновременная работа в закрытых листовых конструкциях электро- и газосварщиков (газорезчиков). Рабочие места сварщиков должны ограждаться переносными ширмами или щитами из несгораемых материалов. Сварка во время дождя и грозы запрещается. Применение в местах производства сварочных работ огнеопасных материалов запрещается.

Не допускается производство работ на высоте при силе ветра 6 баллов, а при монтаже глухих понелей-5 баллов. На рабочих местах должно быть общее и местное освещение.

В местах, где возможно образование и скопление вредных газов, должна устанавливаться вентиляция, а рабочие должны снабжаться респираторами, противогазами, кислородными приборами или шланговыми противогазами.

Запрещается выполнять сварочные работы на сосудах, находящихся под давлением.

Сварщик должен знать, где расположены ближайший пожарный кран, рукава, стволы, огнетушители, песок и другие средства огнетушения, и уметь пользоваться первичными средствами огнетушения.

Пожарную технику, предназначенную для защиты строительно-монтажных объектов, подразделяют на следующие группы: пожарные машины (автомобили, мотопомпы и прицепы); установки пожаротушения; установки пожарной сигнализации; огнетушители; пожарное оборудование; пожарный ручной инвентарь; пожарные спасательные устройства.

В качестве пожарных извещателей используются тепловые датчики типа ДТП, а приемной станцией служит пульт пожарной сигнализации типа ППС-1, устанавливаемый в помещении щитов управления. При возникновении пожара в контролируемых помещениях котельной на пульте загорается соответствующая сигнальная лампа «Тревога» и подается звуковой сигнал. Сеть пожарной сигнализации выполняется проводом марки ТРП.

Для ликвидации очага загорания в электропроводке, электрических машинах и трансформаторах применяют углекислотные огнетушители, предварительно обесточив эти очаги. В случае возникновения пожара надо немедленно принять меры к его ликвидации имеющимися средствами и при необходимости вызвать пожарную команду.

Использовать инвентарь пожаротушения для других целей запрещается.

Выводы по разделу:

В разделе рассмотрены правила техники безопасности при проведении сварочных работ и поведению на участке. Рассмотрены вопросы по электробезопасности, безопасности при сварочных работах, воздействие шума, пожарная безопасность, требования к специально одежде и защитным приспособлениям при проведении работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте предложено усовершенствовать технологию изготовления муфты опорной магистрального нефтепровода. В частности, предложено заменить способ механизированной сварки полуавтоматом на сварку роботизированным сварочным комплексом. Это позволяет повысить качество сварного соединения, увеличить скорость сварки и уменьшить количество сварочных постов.

Сопутствующая замена сварочной проволоки иностранного производства на отечественную позволяет снизить лишние затраты при изготовлении изделия.

При замене контактных наконечников из медного сплава на керамические снизился износ рабочих частей наконечников, увеличился их срок службы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акулов, А. И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с. с ил.

2. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.

3. Шахматов, М. В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек/ М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. В. Коваленко – Уфа: Полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.

4. Климов, А. С., Машнин, Н. Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: Учебное пособие. 2-е издание, испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 240 с.: ил.

5. Куркин, С. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учебник для студентов вузов/ С. А. Куркин, Г. А. Николаев – М.: Высш. шк., 1991. – 398 с., ил.

6. Голиков, В. Н. Производственный менеджмент: Учебное пособие по курсовой работе. – Челябинск: Изд-во. ЮУрГУ, 1999. – 48с.

7. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: Учебное пособие/ В. Н. Бекасова, С. И. Боровик, Н. В. Глотова и др.: под ред. И. С. Окраинской. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 166 с.

8. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». – 4-е изд., перераб. – М.: «Машиностроение», 1980. – 319 с., ил.

9. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. Компьютерная версия. – 2-е изд. перераб./ Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

10. http://metallicheckiy-portal.ru

11. http://svarkainfo.ru

12. http://www.autowelding.ru

13. ГОСТ 19281-89* Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия, 1989. – 24 с.

14. ГОСТ 14792-80 Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза, 1980. – 5 с.

15. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры, 1976. – 20 с.

16. СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

17. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности»

18 НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»