

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2019 г.

Модернизация технологии сборки и сварки рамы
транспортировочной в условиях АО «ЧРЗ ПОЛЁТ»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2019.154 ПЗ ВКР**

Руководитель работы

_____ ст. преподаватель
Должность

_____ Айметов Ф.Г.
Подпись И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы
студент группы П-440

_____ Рыбаков П.Н.

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролёр
старший преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск, 2019

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Предприятие «ЧРЗ ПОЛЕТ» входит в состав концерна «ВЕГА».

Головное предприятие концерна – научная и конструкторская организация со славной семидесятилетней историей.

Создание концерна лежит в русле формирования оборонно-промышленного комплекса страны, предусматривающего формирование крупных структур, отвечающих современным требованиям рынка авиационного и космического приборостроения, стабильному обеспечению производства заказами.

Основные направления деятельности АО ЧРЗ Полёт.

Разработка и серийное производство радиотехнических систем радиолокации, в том числе главного средства управления воздушным движением в современном аэропорту.

Разработка и серийное производство наземных навигационно-посадочных комплексов.

АО ЧРЗ Полёт является единственным производителем посадочных радиомаячных групп ПРМГ-76УМ и радиотехнических систем ближней навигации РСБН-4НМ, которые не имеют российских и зарубежных аналогов.

На предприятии АО ЧРЗ «Полет» используются следующие передовые технологии в сфере производства:

1. компьютерный раскрой и лазерная резка металла;
2. сварка рам в среде аргона;
3. дробеструйная обработка в специализированных дробеструйных комплексах
4. современные окрасочные комплексы европейского производства (Италия-Норвегия) с применением российских лакокрасочных материалов.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.154.00 ПЗ				

5. Современные станки для механической обработки материалов.

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия

Рама транспортировочная – сборочная единица, входящая в состав изделия РСБН – 4НМ Радиотехническая система ближней навигации дециметрового диапазона. Данная рама является несущей конструкцией для шкафа с электроникой, а так же предназначена для перемещения и установки шкафа, указанного выше.

Конструктивно рама состоит из 6 швеллеров, рисунок 1.1, которые между собой свариваются. Общее количество швов: 20шт, из них 11шт. – С8, 4шт. – ТЗ 4, 1 шт. – Н1 2, 4шт. – Т1 4.

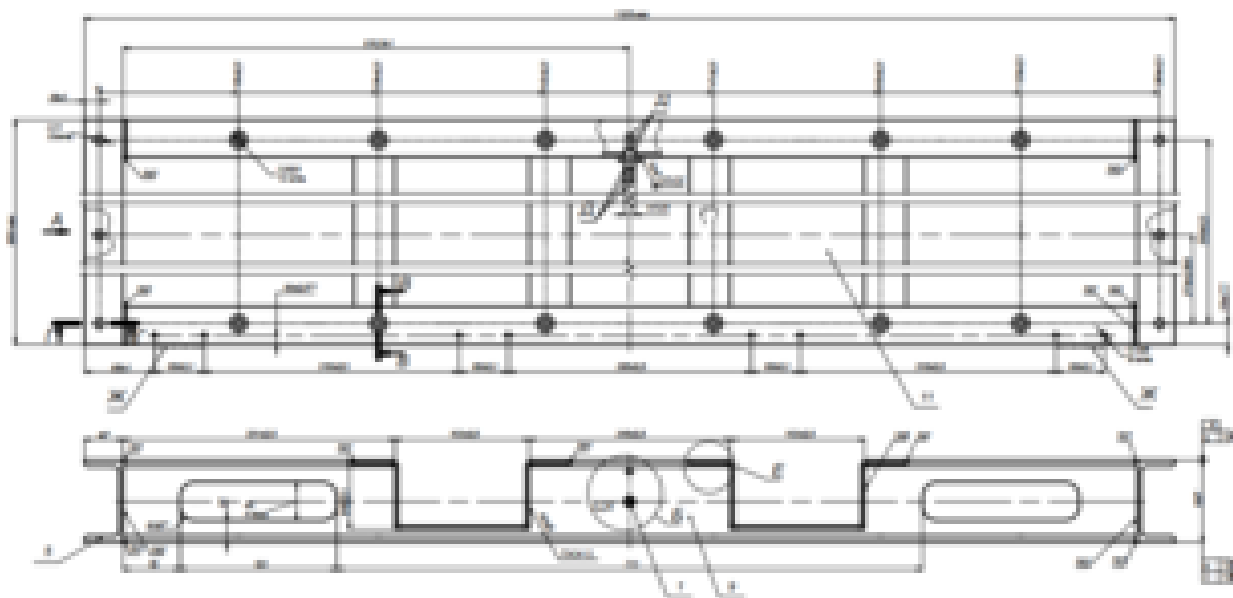


Рисунок 1.1 – Сборочный чертеж транспортировочной рамы

1.2 Материал изделия и его свариваемость

Сталь, используемая для изготовления рамы.

СтЗсп. Описание

СтЗсп - сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества.

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Применение:

Несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат (5-й категории) - для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках: при толщине проката до 25 мм в интервале температур от -40 до +425 °С; при толщине проката свыше 25 мм в интервале от -20 до +425 °С при условии поставки с гарантируемой свариваемостью.

Изготовление элементов несущих конструкций, сварных и не сварных деталей и изделий, эксплуатируемых при положительных температурных режимах. А также листовой и фасонный прокат, эксплуатация которого производится при условиях температур -40°С - +425°С, и/или нагрузок с переменными значениями (статических, динамических).

Поставляется данная сталь в различных формах - поковки и отливки, сортовая сталь – листы, трубы квадратные и круглые, прокат фасонный (двутавры, тавры, швеллеры, уголки), слитки, слябы и блюмы, сутунки, заготовки, метизы, проволока, ленты, штамповки и пр.

Описание:

СтЗсп характеризуется уникальной свариваемостью, что обеспечивает большой диапазон технических характеристик, которые можно улучшить при помощи легирующих добавок. Свойства стали дают возможность применять дуговую сварку – автоматическую и ручную, сварку по контактно-точечной и электрошлаковой технологии. Важно для проведения всех сварочных работ, что сталь данной марки легко сваривается без подготовительных мероприятий – специальной подготовки, и изделия не требуют обработки после сварки. Хотя это касается только сварки изделий с толщиной менее 3,6 см. Стальные изделия с большей толщиной рекомендовано предварительно разогреть (100 °С) и выполнить термообработку после сварки. Для сварки изделий из СтЗсп

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Оценка свариваемости

Рассчитаем C_3 , для СтЗсп по формуле (1):

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{5} + \frac{\text{Cu} + \text{Ni}}{15} \quad (1)$$

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0.14 + \frac{0.3}{5} + \frac{0.3}{15} = 0,22$$

СтЗсп попадает в первую группу свариваемости $C_3 = 0,22$, следовательно, подогрев перед сваркой не нужен.

Оценка свариваемости по горячим трещинам производим по формуле (2), а необходимая информация по химическому составу указана в таблице 1.3:

Таблица 1.3 – Химический состав проволоки СВ-08ГСв%

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N
до 0.1	до 0.06	1,4	до 0.25	до 0.025	до 0.03	до 0.2	до 0.01

$$HCS = \frac{C \cdot \frac{S+P+\frac{Si}{25}+\frac{Ni}{100}}{1000}}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} \quad (2)$$

$$HCS = \frac{0,1 \cdot \left(\left(0,025 + 0,03 + \left(\frac{0,06}{25} \right) + \left(\frac{0,25}{100} \right) \right) * 1000 \right)}{3 * 1,4 + 0,2} = 1,36$$

Так как $HCS < 4$, то риск образования горячих трещин не возникает, следовательно, предварительный подогрев не нужен.

1.3 Условия эксплуатации изделия

Рама транспортировочная предназначена для обеспечения жесткости шкафа с радиоэлектронной аппаратурой, несущая постоянные статические нагрузки и временные динамические. Данная конструкция находится внутри короба и жестко крепится к раме изделия на болты. Температура эксплуатации: -25 до +35. Изделие РСБН-4НМ может транспортироваться совместно с автомобилем (на прицепе) со скоростью до 75 км/ч, внешний вид изделия показан на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Радиотехническая система ближней навигации дециметрового диапазона РСБН-4НМ

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

Для изготовления рамы на склад приходят заготовки (швеллера), их отправляют на пескоочистку. После пескоструйной операции их отправляют в цех механической обработки для получения заданных конструктором пазов и отверстий. Пазы предназначены для непосредственно транспортирования, в них заходят вилки погрузчика. Отверстия предназначены для крепления рамы к основной раме изделия. Пазы и отверстия указаны на рисунках 2.1 и 2.2 соответственно.



Рисунок 2.1 – Пазы в швеллерах для вилок погрузчика



Рисунок 2.2 – Отверстия для крепления рамы

После механической обработки заготовки отправляют на сварочно – сборочный участок. На участке сборки швеллера жестко зажимают в УСП (универсальное сварочное приспособление) согласно чертежу и спецификации. После выполнения необходимых манипуляций раму перемещают в участок сварки и выполняют сварку согласно чертежу.

Последовательность наложения сварных швов: первыми накладывают швы С8 и Т1 для соединения швеллеров поз.9 и поз.5; далее накладывают швы Т3 4 и С8 для соединения швеллеров поз.9 и поз.11. После того, как собрана основная конструкция приваривают клемму заземления поз.6 к раме (шов Н1). Сварные швы С8, Т1, Т3 отображены на рисунках 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 соответственно.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2019.154.00 ПЗ

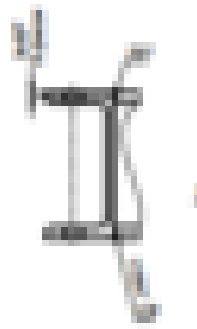


Рисунок 2.3 – Сварной шов С8

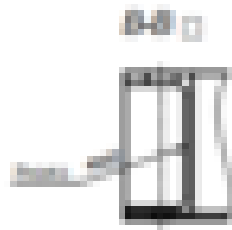


Рисунок 2.4 – Сварной шов Т1

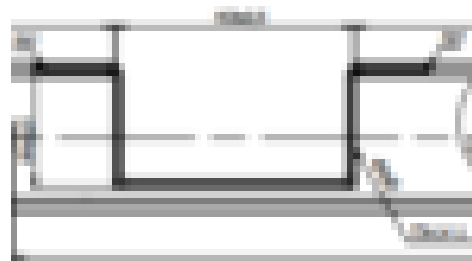


Рисунок 2.5 – Сварной шов Т3

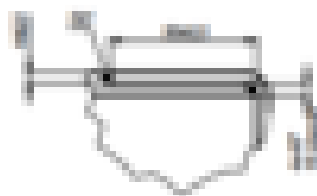


Рисунок 2.6 – Сварной шов С8

После выполнения всех сварочных работ раму снова отправляют на механическую обработку для обеспечения заданной конструктором плоскостности.

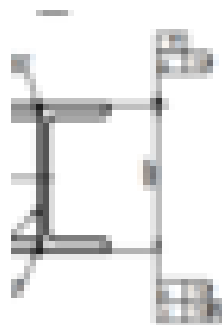


Рисунок 2.7 – Плоскостность, заданная конструктором

Завершающим этапом технологического процесса по изготовлению рамы транспортировочной является нанесение гравировки и окрашивание Эмалью ПФ – 115.

После выполнения всех операций закладывается транспортная операция для перемещения рамы в цех финишной сборки изделия.

Все операции по перемещению внутри участков выполняют 2 рабочих.

Сварочные работы выполняются полуавтоматом LincolnElectricPowertec425C Pro в защитном газе CO₂ на вращающемся сварочном столе рисунок 2.8.

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

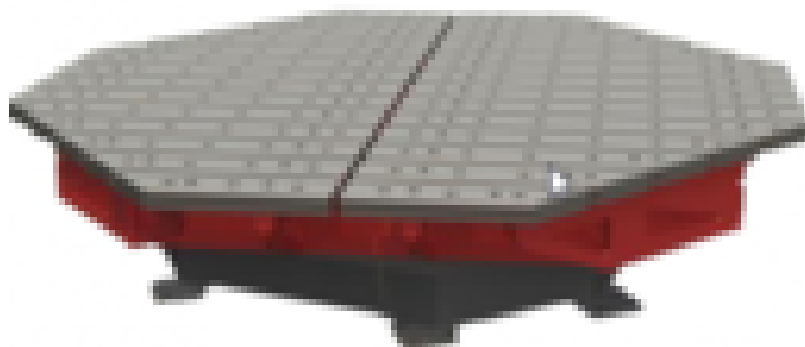


Рисунок 2.8 – Вращающийся сварочный стол

Недостатки базового техпроцесса.

По имеющемуся технологическому процессу сборка и сварка выполняется рабочими вручную в УСП (универсальное сварочное приспособление). Сварка выполняется сварщиком в среде CO₂ полуавтоматом.

Проблемами при сварке можно выделить:

1. Качество сварного шва напрямую зависит от квалификации и умений сварщика.
2. Применение чистого CO₂ приводит к увеличению разбрызгивания, увеличению задымленности.

В данной работе предлагается роботизировать процесс сварки, увеличив производительность. Улучшить качество сварного соединения путем замены полуавтоматической сварки на роботизированную, а так же замены CO₂ на смесь К18 (82% Ar + 18% CO₂).

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

Заменяв CO₂ на К18 мы получим следующие положительные эффекты:

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- Уменьшение количества оксидных включений и измельчению зерна, улучшив микроструктуру металла.
- Увеличивает глубину проплавления, повышает его плотность, что в конечном итоге увеличивает прочность свариваемой конструкции.
- Минимальное разбрызгивание, уменьшающее последующую очистку шва и потери сварочной проволоки.
- Большой рабочий диапазон. Меньше чувствительность к колебаниям напряжения и скорости подачи проволоки.

А применение роботизированной сварки приведет к:

- Увеличенная производительность и скорость сварки (фактор времени дуги достигает 60-80%)
- Уменьшение числа рабочих мест (один оператор работа вместо 2-4 сварщиков)
- Более предсказуемое и высокое качество сварки
- Улучшение условий труда (оператору не нужно стоять в непосредственной близости от дуги)
- Благоприятное влияние на общую эффективность производства.

Таким образом все работы по подготовке материала к сварке, разделка кромок и сборка в УСП выполняются по имеющемуся технологическому процессу, а непосредственно сварка будет выполняться роботом, совместно сращателем.

2.3 Расчёт режимов сварки

2.3.1 Расчет режима сварки соединения С8

Сварка швеллеров поз.2, 4 выполняется роботизированной сваркой в защитном газе К18 по ГОСТ 14771-76 в виде соединения С8 с односторонней разделкой кромок на постоянном токе обратной полярности.

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

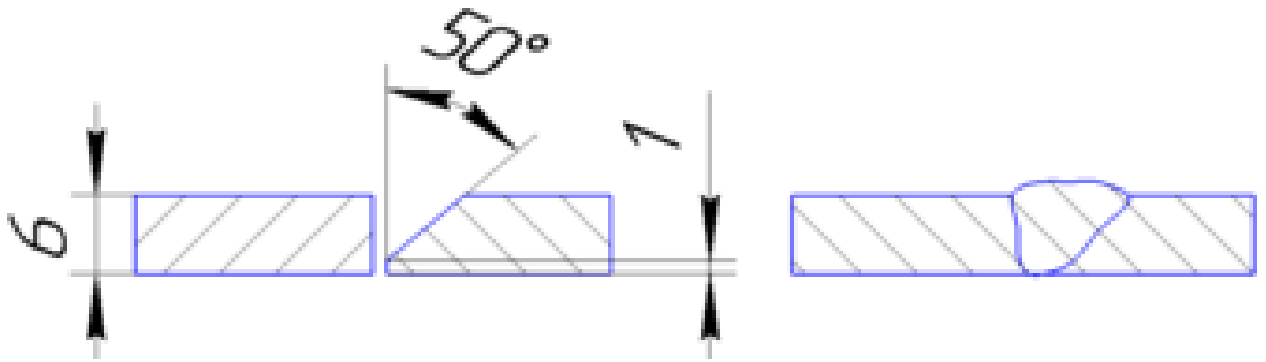


Рисунок 2.9 – Общий вид соединения С8, сборка и сварка



Рисунок 2.10 – Площадь наплавленного металла шва

Выбираем диаметр проволоки:

$$d_3 = 1.6 \text{ мм}$$

Назначаем ток сварки: $I_{\text{св}}=260 \text{ А}$.

Назначим напряжение на дуге $U_{\text{д}}=28 \text{ В}$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Рассчитаем скорость сварки по формуле 4:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n I_{св}}{3600 \gamma F_H} \quad (4)$$

$$V_{св} = \frac{10 \cdot 260}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,21} = 0,55 \text{ см/с}$$

Рассчитаем погонную энергию для заданных параметров по формуле 5:

$$q_{п} = \frac{0,24 U_d I_{св} \eta_{и}}{V_{св}} \quad (5)$$

$$q_{п} = \frac{0,24 \cdot 31 \cdot 260 \cdot 0,7}{0,55} = 2530 \frac{\text{кал}}{\text{см}}$$

Назначим вылет электродной проволоки $l_э=1,6$ см

Найдем скорость подачи электродной проволоки по формуле 7:

$$V_э = \frac{4 \cdot a_p^1 \cdot I_{св}}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot d_э \cdot 10^{-2}} \quad (7)$$

$$V_э = \frac{4 \cdot 12,6 \cdot 205}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}} = 4,21 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Таблица 2.1 – Параметры режима сварки стыкового соединения механизированной сваркой в среде защитных газов

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{св}$	260
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_э$	1.6
Вылет электрода, мм	$l_э$	16
Напряжение на дуге, В	U_d	28
Скорость сварки, см/с	$V_{св}$	0.55
Скорость подачи проволоки, см/с	$V_э$	4.21
Погонная энергия сварки, Дж/см	$q_{поз}$	2246

2.3.2 Выбор параметров режима сварки соединения Т1

Сварка швеллеров поз.2, 4 выполняется роботизированной сваркой в защитном газе по ГОСТ 14771-76 в виде соединения Т1 без разделки кромок. Общий вид сборки и сварки соединения Т1 показан на рисунке 2.16.

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

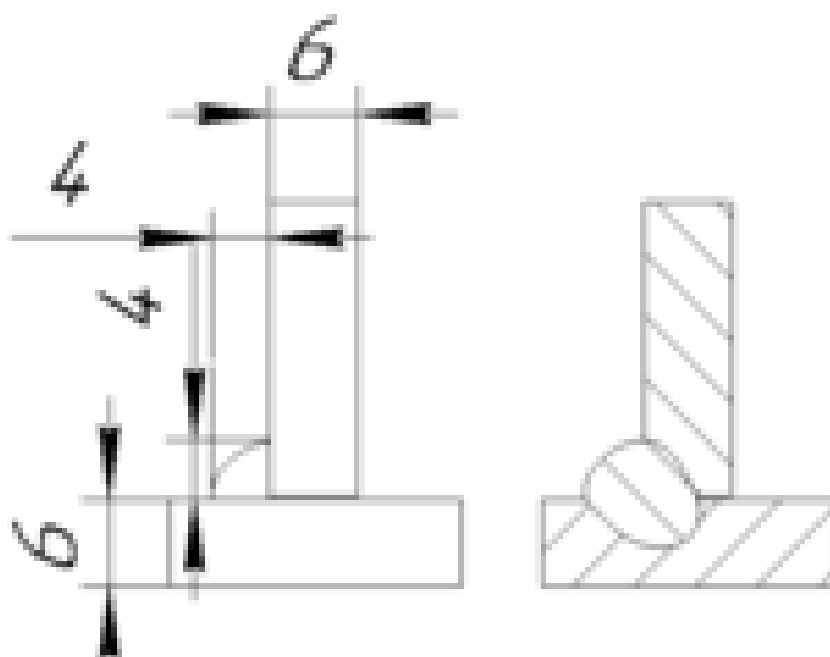


Рисунок 2.11 – Общий вид сборки и сварки шва Т1

Рассчитаем площадь наплавленного металла для шва Т1 по формуле 8:

$$F_H = \frac{K^2}{2} (8)$$

$$F_H = 8,5 \text{ мм}^2$$

Примем, что сила сварочного тока составляет 260А.

Плотность тока при диаметре электродной проволоки 1,6 мм рассчитаем по формуле 9:

$$j = \frac{4I_{св}}{\pi d_э^2} (9)$$

$$j = \frac{4 * 260}{3,14 * 1,6} = 230 \text{ А/мм}^2$$

Примем напряжение на дуге 25В

Рассчитаем скорость сварки по формуле 10:

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H I_{CB}}{3600 \gamma F_H} \quad (10)$$

$$V_{CB} = \frac{10 * 260}{3600 * 7,8 * 0,21} = 1,5 \text{ см/с}$$

Рассчитаем погонную энергию по формуле 5:

$$q_{п} = \frac{0,24 U_d I_{CB} \eta_{и}}{V_{CB}} \quad (5)$$

$$q_{п} = \frac{0,24 \cdot 24 \cdot 260 \cdot 0,7}{0,9} = 1538 \frac{\text{кал}}{\text{см}}$$

$$V_{э} = \frac{4 \cdot 12,6 \cdot 205}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}} = 5,34 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Выбранные режимы сварки обеспечивают необходимую площадь расплавленного металла

Табл. 2.2 – Параметры режима сварки прихваток механизированной сваркой в среде защитных газов шва Г1

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{св}$	260
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_{э}$	1.6
Вылет электрода, мм	$l_{э}$	12
Напряжение на дуге, В	$U_{д}$	25
Скорость сварки, см/с	$V_{св}$	1,5
Скорость подачи проволоки, см/с	$V_{э}$	5,34
Погонная энергия сварки, Дж/см	$q_{поз}$	1538

2.4. Оборудование, применяемое для сборки– сварки

Для выполнения сварки выбираем робота YaskawaMotomanMA1440, так как он сможет обеспечить выполнение сварки во всех необходимых положениях, по причине того, что он имеет 6 степеней свободы, а радиус действия 1440 мм. Основные технические характеристики указаны в таблице 2.1.



Рисунок 2.12 – Робот YaskawaMotomanMA1440, совместно с контролером Yaskava YRC1000

Таблица 2.3 – Технические сведения робота YaskawaMotomanMA 1440

Контролируемые оси	6
Полезная нагрузка	6 кг
Максимальный рабочий диапазон	1440 мм
Точность и повторяемость при позиционировании	0.08 мм
Вес	130 кг
Источник питания	6кВа
Ось S	230 °/сек

Продолжение таблицы

Ось L	200 %/сек
Ось U	230 %/сек
Ось R	430 %/сек
Ось В	430 %/сек
Ось Т	630 %/сек
Диапазон скорости подачи проволоки	1-20 м/мин.

Совместно с роботом предлагается применять позиционер Yaskawa НТС-500D, для выполнения всех сварочных швов в нижнем положении. Основные технические характеристики указаны в таблице 2.2.

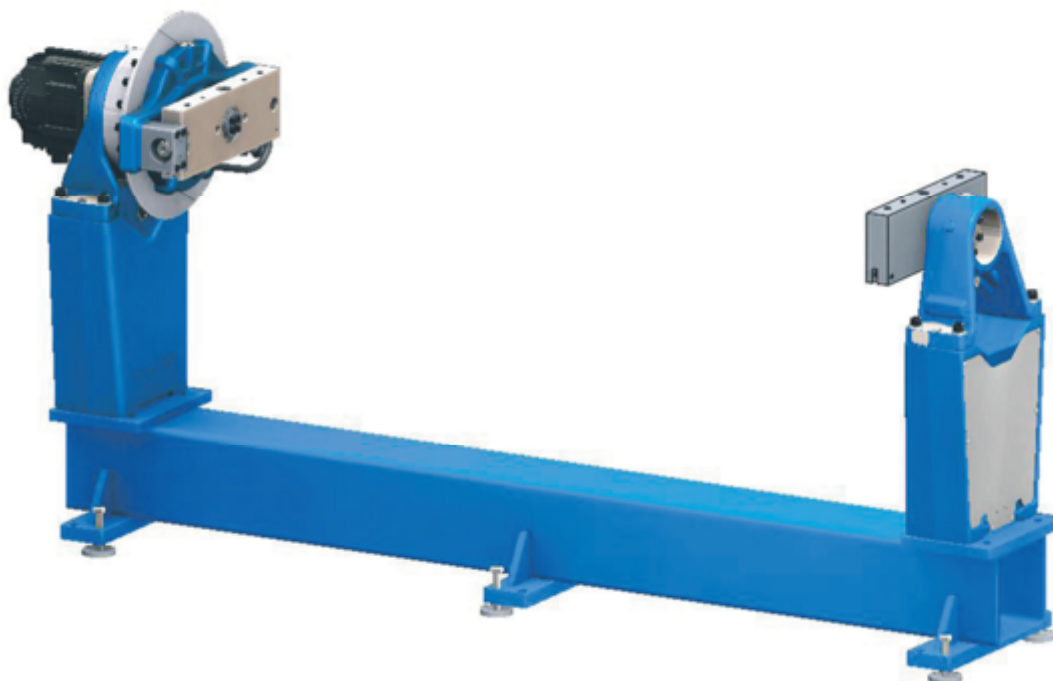


Рисунок 2.13 – Позиционер Yaskawa НТС-500D

Таблица 2.4 – Технические сведения позиционера Yaskawa TR-1000

Нагрузка [кг]	500
Мощность двигателя [кВт]	1,3
Передаточное число редуктора	165:1
Скорость вращения [об/мин]	23
Момент затяжки [Нм]	1177
Максимальная ширина профиля [мм]	1250

Применение робота и позиционера с единой базой управления положительно влияет на качество сварки, так позиционирование держака и положения детали согласованно.

Для применения единой базы управления выбираем контроллер Yaskawa DX-2000.

Основные характеристики:

- Постоянное совершенствование контроллеров поколения DX
- Запатентованная система управления несколькими роботами (до 8 роботов или до 72 осей)
 - Возможность совместного управления роботом и позиционером.
 - Функциональные пакеты для конкретных условий эксплуатации и свыше 120 функций
 - Интегрированная многоступенчатая логика, вкл. 4096 адресов входов/выходов
 - Энергосберегающая функция отключения отдельного серводвигателя для использования во время перерывов на производстве

- Интегрированный контроллер безопасности для настройки до 32 зон безопасности и 16 инструментов (кат. X/PLX по EN ISO 13849-1, SILX по EN62061/IEC61508)
- Связь посредством цифровых/аналоговых входов/выходов, Ethernet, веб-сервера (FTP, OPC) и поддержка распространенных интерфейсов промышленных шин.
- Подвесной пульт обучения робота (PHG) отличается крайне малой массой, работает под управлением Windows CE и оснащен сенсорным экраном и многооконным цветным дисплеем.
- Программирование системы осуществляется посредством пульта PHG, а также внешних автономных систем моделирования через ПК (API), таких как MotoVRC, Robcad, Labview и пользовательского ЧМИ.
- IP54 Корпус блока управления со степенью защиты.

Внешний вид контроллера представлен на рисунке 2.12.



Рисунок 2.15 – Контроллер Yaskawa DX-2000

Для выполнения сварочных работ необходим источник питания. По имеющемуся технологическому процессу используется источник LincolnElectricPowertec425c Pro Рисунок 13. Он полностью соответствует

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.154.00 ПЗ

диапазонам токов, так же имеется возможность сварки в чистом CO₂ и смесях. Так же плюсом является воздушное охлаждение, значит нет необходимости в подводе дополнительного охлаждения. Внешний вид источника представлен на рисунке 2.13.



Рисунок 2.16 – Источник питания для полуавтоматической сварки LincolnElectricPowertec 425C Pro

Powertec® 425C Pro отличается высокими характеристиками во многих аспектах работы. Стабильная дуга с низким уровнем разбрызгивания как в 100% CO₂, так в смесях аргона. Внушительный список функций Powertec® Pro включает 2/4-тактный режим работы, мягкий старт, холодную подачу, продувку газа и подачу газа до зажигания дуги. В стандартную комплектацию также входит цифровой вольтметр и амперметр для измерения параметров сварочного тока. Основные технические характеристики указаны в таблице 2.3.

- Легкое зажигание дуги.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.154.00 ПЗ				

- Переключатели регулировки напряжения позволяют точно контролировать мощность на дуге.
- Надежная система подачи проволоки с приводными роликами большого диаметра.
- Электронная система обратной связи гарантирует постоянную скорость подачи проволоки.
- Колеса большого диаметра, ручка и подъемные проушины обеспечивают мобильность устройства.
- Соответствие стандартам безопасности и надежности IEC974-1, ROHS и CE.
- Цифровой вольтметр и амперметр с ярким экраном.
 - Колеса большого диаметра, ручка и подъемные проушины обеспечивают мобильность устройства.

Таблица 2.5 – Технические характеристики источника питания

LincolnElectricPowertec 425C Pro

Сеть питания	230/400/3/50/60
Номинальная мощность	420А/35В / 40% 345А/31.5В / 60%
Потребляемый ток	50/32А
Диапазон сварочного тока	30-420А
Габаритные размеры (ВХШХГ)	890 мм х 690 мм х 1060 мм
Вес нетто	162 кг

3. Контроль качества сварных соединений.

3.1. Способы и средства контроля качества.

В данной дипломной работе используется стыковой шов С8 и Т1

Виды дефектов в стыковом сварном шве:

1)Трещины в сварном шве и около шовной зоне

2)Непровары кромок по сечению

3)Подрезы

4)Газовые поры, шлаковые включения

5)Прожоги основного металла – сквозное проплавление с образованием отверстия

6)Не заваренные кратеры

7)Несплавление кромок

8)Неравномерное заполнение шва (незаполненная разделка)

9)Большой проплав (выше допустимого)

10)Свищи и раковины в сварном шве

После сварки производится контроль сварного шва двумя методами:

1)ВИК - 100%,

2)Магнитопорошковый

3.2Визуально-измерительный контроль сварных швов

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Визуально измерительный контроль сварных соединений помогает определить качество сборки заготовок. Это самый распространенный метод, с которого начинается практически любой другой контроль. Его редко используют, как основной способ в профессиональной сфере, но им никогда не пренебрегают. Он весьма информативен и помогает сразу определить, имеются ли явные дефекты в исследуемом месте. Невооруженный глаз специалиста способен обнаружить оплошность размером около 0,1 мм. При использовании оптических приборов точность контроля становится намного выше. Как правило, максимальное увеличение приборов составляет 20 крат.

Во время исследования осмотру подвергается не только сам шов, но и область основного металла возле него, так как температурное воздействие, которое на нее оказывалось, может вызвать различные виды брака. Некоторые из разновидностей обнаруженных дефектов могут быть исправлены и тогда заготовка подвергается другим видам неразрушимого контроля сварных соединений. Иногда требуется переделывать все заново.

Преимущества визуально-измерительного контроля

Визуальный контроль сварных швов является самым дешевым методом;

Здесь не требуются реактивы и прочие расходные материалы;

Возможно определить основную массу бракованных соединений;

Стал отличным предварительным методом, предшествующим практически любому другому;

Скорость проведения является достаточно высокой;

Здесь не требуется обладать специальными навыками.

Недостатки

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Визуальный контроль сварных соединений помогает обнаружить только наружные дефекты, тогда как внутренние могут оставаться скрытыми;

Результаты фиксируются исключительно вручную, и то при условии использования измерительных приборов.

Нормативные документы

Существует ряд нормативных документов, по которым проводится визуальный контроль качества сварных швов. Это не только ГОСТ 23479-79, в котором указаны требования к методам оптического неразрушающего контроля. Это может быть еще РД 03-606-03 и инструкция по измерительному и визуальному контролю, РБ 089-14 – руководство безопасности во время проведения контроля сварных соединений и так далее.

Инструменты для проведения проверки

При проведении визуального и измерительного контроля, то для этого инструменты, которые помогут зафиксировать точное положение и размеры обнаруженных дефектов, а также определить параметры шва. Ведь неровность его поверхности, а также слишком большая или малая высота также могут относиться к дефектам. Среди используемых инструментов можно отметить Рисунок 3.1:

УШС - предназначается для контроля измеряемых параметров, контроля состояния стыковых соединений торцов труб и трубопроводов, а также визуального контроля качества сварного шва при проведении сварочных работ.

Щуп – безшкальный измерительный инструмент, который имеет ряд пластин определенного размера, по которым и можно определить соответствие заготовки заданным параметрам;

Штангенциркуль – инструмент с тремя видами измерения, который может помочь измерить внешние и внутренние размеры, в том числе и диаметр, а также глубину пор и трещин;

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Существуют различные виды сварных швов и соединений, но практически ко всем из них применяется визуальный осмотр. В профессиональной сфере он не используется как основной, за счет невозможности определить внутреннее состояние шва, но все равно всегда используется, чтобы не подвергать дорогостоящим методам контроля явно бракованные изделия. После того, как будет пройдена профессиональная проверка, составляется акт визуально – измерительного контроля сварных швов. Проводить осмотр имеет право только аттестованный специалист, подписывать акт имеет право только специалист II, III уровня.

Требования к сварным швам

Акт визуально – измерительного осмотра сварных швов, образец которого выдается специалисту проводящему данный осмотр, должен содержать все важные данные о конкретном исследуемом объекте. Это очень важно, когда контролю поддается один или несколько образцов из серии. Он должен соответствовать основным требованиям, выдвигаемым к такому типу соединений. Высота валика и ширина должна быть в заданных пределах, он должен быть равномерным, без различных впадин и выпирающих частей. Структура шва должна выглядеть однородной, а в зависимости от типа определяется наличие или отсутствие чешуек. Должны отсутствовать поры, раковины, трещины, сколы, не проваренные места и так далее.

Поэтапный порядок

Первым делом, шов подготавливается к осмотру. С него очищается шлак, стираются брызги металла, а также зачищается поверхность.

Далее следует осмотр невооруженным взглядом, который помогает бегло проверить качество соединения. В таком случае можно обнаружить только наиболее явные дефекты.

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Далее проводится осмотр при помощи дополнительных инструментов, которые могут дать точные данные о полученном соединении.

Если параметры соответствуют требованиям, то изделие допускается к работе, если нет, то обнаруженные дефекты фиксируются и вносятся в акт.

Возможности метода

Естественно, что это не идеальный способ и прежде всего нужно разобраться, что определяет выбор визуального метода контроля. Сразу следует отметить, что это исключительно поверхностные недостатки. Среди них:

Поры;

Трещины и микротрещины;

Раковины;

Сколы;

Недостаточный уровень провара.

Прибором УШС можно измерять зазоры Рисунок 3.2, смещения Рисунок 3.3, углы скоса кромок и диаметр электрода.

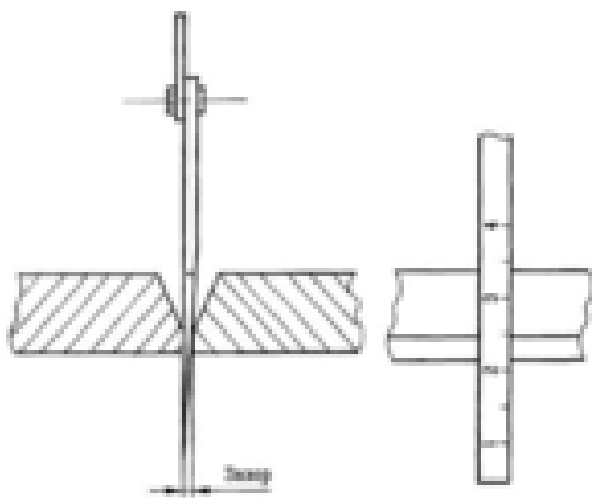


Рисунок 3.2 – Схема измерения зазора сварного шва

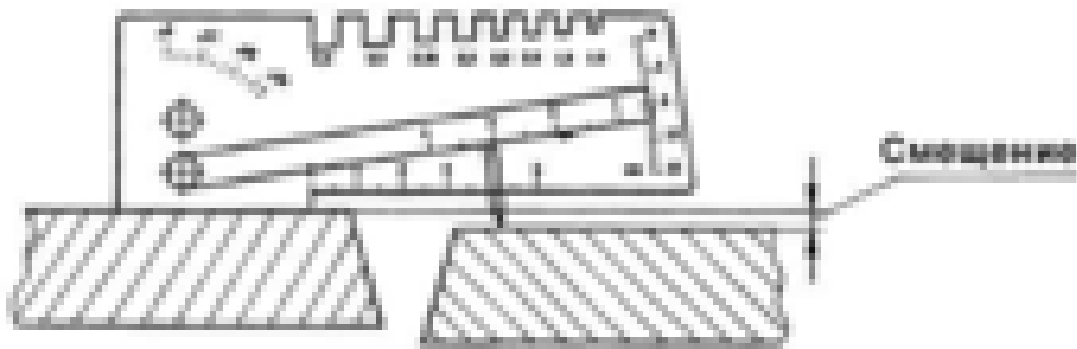


Рисунок 3.3 – Схема измерения смещений при сварке швов

Несмотря на свою простоту и ограниченность в определении дефектов этот метод стал самым распространенным и часто используемым во всей области. Его, с различной степенью сложности, применяют как на производстве, так и в частной сфере. Благодаря ему можно выявить недостатки соединений намного раньше, чем другими способами.

3.3 Метод магнитопорошкового контроля

Сущность магнитных методов контроля сварных соединений заключается в выявлении рассеянных магнитных потоков, которые появляются в намагниченных изделиях в случае присутствия в них различных дефектов. Намагниченными материалами могут служить железо, никель, кобальт и некоторые сплавы на их основе.

Намагничивание изделия можно добиться, если, пропуская ток по нему, создать вокруг изделия магнитное или электромагнитное поле. Наиболее простым способом получения магнитного потока является пропускание тока плотностью 15-20 А/мм по виткам сварочной провода, намотанного витками на изделие. Количество витков обычно составляет 3-6. Для намагничивания соединения рекомендуется применять постоянный ток.

Принцип выявления дефекта в сварном шве состоит в следующем. Магнитный поток, проходя по сварному соединению и встречая на своём пути дефект, начинает обходить его из-за того, что магнитная проницаемость дефекта

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

значительно ниже, чем магнитная проницаемость основного металла, а электрический ток, как известно, идёт по пути наименьшего сопротивления.

В результате этого, часть силовых линий магнитного потока вытесняется дефектом на поверхность, образуя местный рассеянный магнитный поток, см.

Рисунок:

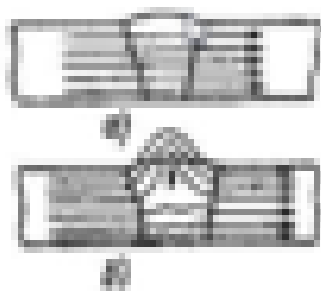


Рисунок 3.4 – Рассеивание магнитных потоков. А) без дефекта. Б) с дефектом

Суть магнитопорошкового контроля:

1. Подготовка поверхности сварного соединения к проверке. Поверхности необходимо очистить от загрязнений, окалины, сварочных брызг, наплывов и шлака после сварки.
2. Подготовка суспензии, заключающаяся в динамичном перемешивании магнитного порошка с транспортируемой жидкостью
3. Намагничивание контролируемого изделия
4. Нанесение суспензии или магнитного порошка на контролируемую поверхность
5. Осмотр контролируемой поверхности сварного соединения и определение участков, на которых присутствуют отложения порошка
6. Размагничивание сварного соединения.

Эффективность магнитопорошковой дефектоскопии

Метод магнитопорошковой дефектоскопии обладает хорошей чувствительностью к тонким и мельчайшим сварным трещинам. Он прост в исполнении, даёт наглядные результаты, и не растянут по времени.

Чувствительность магнитопорошкового метода может различаться в каждом отдельном случае. Зависит это от следующих причин:

1. Величины частиц порошка и от метода его нанесения
2. Напряжения магнитного поля, воздействующего на сварное соединение.
3. Рода применяемого тока (переменный или постоянный).
4. От формы и величины дефекта, от глубины его расположения, а также от того, как дефект ориентирован в пространстве.
5. От способа и направления намагничивания соединения.
6. От качества и формы контролируемой поверхности

С помощью магнитных методов контроля лучше всего обнаруживаются плоскостные дефекты: сварочные трещины, несплавления и непровары, если наибольший их габарит ориентирован под прямым углом (или близким к прямому) относительно направления магнитного потока.

Дефекты округлой формы (поры, раковины, неметаллические включения) могут не создать достаточного рассеянного потока и при контроле обнаруживаются хуже всего.

МДМ-2 - дефектоскоп для магнитопорошкового контроля, внешний вид дефектоскопа представлен на рисунке 3.5.

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

4 Безопасность жизнедеятельности

Работая, сварщик подвергает себя сразу нескольким потенциальным опасностям, избежать которых можно, только строго соблюдая при сварке технику безопасности. Основными из них являются:

- угроза поражения электротоком;
- вредное воздействие излучения дуги на глаза и кожу;
- ожоги от брызг расплавленного металла и шлака;
- ядовитые газы, исходящие иногда от зоны сварки;
- пожары от брызг металла и шлаков, раскаленных конструкций;
- взрывы при сварке емкостей, или при работе вблизи легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ.

4.1 Меры против поражения электротоком

Сварочный аппарат имеет два значения напряжения: сетевое (380В) и напряжение сварки (холостого хода, до 80-90В). Наиболее опасно сетевое напряжение, способное при определенных условиях привести даже к смертельному исходу. Чтобы этого не произошло, сварочный аппарат должен быть исправным и заземленным. Исправность в данном случае предполагает, прежде всего, надежную изоляцию всех токопроводящих частей аппарата.

Напряжения холостого хода сварочного аппарата достаточно для удара током, если работа происходит в сыром помещении и в сырой спецодежде. Совершенно безопасным считается напряжение 36В в сухих помещениях и 12В - во всех прочих. Большинство сварщиков хоть раз да испытывали удар током, взявшись одновременно руками в мокрых перчатках за держатель с нарушенной изоляцией и свариваемый металл.

Заземление аппарата, надежная изоляция всех его токопроводящих частей (кабелей, рукоятки электрододержателя), сухая и неповрежденная спецодежда, ботинки без металлических предметов в подошве и исключение работы под

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.154.00 ПЗ

Лист
40

дождем или мокрым снегом - вот основные меры безопасности, которые предохранят от поражения током при электросварке.

4.2 Защита зрения

Электрическая сварочная дуга испускает три вида излучений: световое (видимое), инфракрасное и ультрафиолетовое.

Инфракрасное излучение способно вызвать повреждение глаз и стать причиной катаракты лишь при длительном воздействии. Статистика свидетельствует, что подобное со сварщиками случается редко.

Наибольшую опасность представляет ультрафиолетовое излучение, способное даже при кратковременном воздействии вызвать электроофтальмию (светобоязнь), проявляющуюся резью в глазах, слезотечением и временным ослаблением зрения.

Чтобы не получить поражения всеми видами излучения, особенно ультрафиолетового, сварщик должен работать в защитной маске с исправными светофильтрами, задерживающими вредное излучение.

С увеличением тока сварки увеличивается яркость дуги, для токов разной величины используются разные светофильтры.

Светофильтры могут быть постоянного и автоматического действия. К последним относятся очень удобные маски "хамелеон" Рисунок 4.1, в которых жидкие кристаллы, располагающийся между поляризационными пленками, меняют свою пространственную ориентацию под воздействием напряжения и автоматически блокируют вредное излучение.



Рисунок 4.1 – Маска сварщика "Хамелеон"

К основным параметрам светофильтра маски "хамелеон" относятся четыре характеристики:

Время срабатывания, достигающее у современных масок 1-й миллисекунды. Такая скорость является надежной гарантией того, что светофильтр не запоздает включиться при поджоге дуги.

Степень затемнения, устанавливаемая обычно в зависимости от яркости дуги (силы тока) в пределах 9-13 DIN (С4-С8 по российским стандартам). В незатемненном состоянии светофильтр имеет степень затемнения 3-4 DIN.

Чувствительность светофильтра, определяющая порог срабатывания маски. Ее нужно настроить таким образом, чтобы фильтр не включался, например, от искр от наждачного круга или от слишком яркого солнца.

Время задержки открытия, которое необходимо, чтобы исключить слишком раннее открытие фильтра по окончании сварки, когда раскаленный металл еще ярко светится, или его открывание при кратковременных паузах во время сварки.



Рисунок 4.2 – Вид на дугу через разные фильтры

Вид на дугу через разные фильтры Рисунок 4.2: а - фильтр 8 DIN (С 2) (слишком слабо), б - фильтр 10 DIN (С 4) (слишком сильно), в - фильтр 9 DIN (С 3) (в самый раз).

4.3 Защиты от ожогов, пожаров и взрывов

При выполнении сварочных работ расплавленные металл и шлак разбрызгиваются, при этом брызги могут попасть на незащищенную кожу и вызвать ожог. Сварщик должен быть экипирован в спецодежду, которая не прогорает и надежно закрывает тело от попадания брызг. Брюки должны опускаться на обувь. Нельзя работать с расстегнутым воротом или закатанными рукавами. Большое значение имеет качество рукавиц Рисунок 4.3, которые должны быть изготовлены из плотного материала - спилка (вид натуральной кожи) или брезента. Лучше всего пользоваться крагами, плотно прикрывающими рукава куртки.



Рисунок 4.3 – Краги сварщика

При проведении сварочных работ, по понятным причинам велика опасность возникновения пожара. Перед тем как начинать работать сварочным аппаратом, необходимо убедиться, что рядом нет горючих и легковоспламеняющихся веществ. На месте сварки обязательно должны находиться средства пожаротушения - вода, ящик с песком, огнетушитель. После окончания сварочных работ необходимо некоторое время (до остывания сваренной конструкции) контролировать место сварки.

Особой осторожности требует работа с емкостями, содержащими горючие и взрывоопасные вещества, или в замкнутом пространстве (металлических цистернах и т.п.). Для работы в таких условиях существуют специальные правила, которые необходимо знать и соблюдать. Например, нельзя варить, без предварительной пропарки, пустые, но когда-то содержавшие горячие жидкости, например бензин, резервуары: баки, канистры, бочки и т.п.

4.4 Меры предосторожности против отравления ядовитыми газами

Многие металлы имеют в своем составе вещества, которые во время сварки образуют ядовитые газы (соединения марганца, цинка, хрома и пр.). В этом случае техника безопасности при сварке требует использования респиратора. Необходима также организация эффективной вентиляции в помещении. Существуют специальные маски с особым механизмом фильтрации, конструктивно схожие с противогазами. Есть также сварочные шлемы с подачей воздуха извне, пригодные для выполнения работ даже под водой.

4.5 Проектируемый участок сборки и сварки

На проектируемом участке сборки и сварки имеются:

- Склад заготовок – предназначен для промежуточного хранения заготовок перед сборкой / сваркой.
- Участок сборки – предназначен для установки заготовок в сварочный кондуктор, а так же для выполнения прихваток.

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.01.2019.154.00 ПЗ

- Участок сварки – предназначен для непосредственного выполнения процесса сварки.
- Контрольный пункт – предназначен для выполнения контрольной операции.
- Склад готовой продукции – предназначен для промежуточного хранения готовой детали.
- Кран мостовой – предназначен для транспортирования внутри цеха тяжелых деталей.
- Пульт управления роботизированным участком сварки.
- Рубильники для экстренного отключения питания.
- Средства пожаротушения.
- Местная вытяжная вентиляция, установлена на участках сборки и сварки, для выведения опасных для здоровья газов.

На участке предлагается установить местную вытяжную вентиляцию, которая устанавливается на участке, где есть необходимость отвода вредных веществ. Для примера указан местный отсос вытяжной вентиляции Рисунок 4.4.



Рисунок 4.4 – Отсос местной вытяжной вентиляции

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав существующую технологию сборки и сварки рамы транспортировочной несущей конструкции шкафа электроники и стали СтЗсп, было разработано предложение по ее совершенствованию: замена полуавтоматической сварки на роботизированную, а так же замену сварки в среде углекислого газа на сварку в защитном газе К18. В результате предложенных улучшений базового технологического процесса повышается качество сварных соединений, заметно снижается трудоемкость изготовления изделия. Также увеличилась экономия сварочных материалов.

Учитывая, что короб изготавливается из стали СтЗсп, подобраны сварочные материалы: сварочная проволока СВ-08ГС (диам. 1,6 мм), защитная газовая смесь К18 Ar (18%) и CO₂ (82%).

Посчитаны режимы механизированной сварки в среде защитных газов. Для сварки подобрано соответствующее сварочное оборудование, описаны методы НК сварного соединения. Так же была выбрана оснастка для выполнения сборочно-сварочных работ.

Произведена планировка участка сборки и сварки короба.

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Библиографический список.

1. Виноградов, А.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении / А.С. Виноградов. – М.: Машиностроение, 1981.– 295 с.
2. <https://weldexpert.ru/tovary/poluavtomat-svarochnyj-lincoln-electric-powertec-365s/?yclid=2724907422147444394>
3. Сварка в машиностроении: Справочник / Под ред. Н.А. Ольшанского.– М.: Машиностроение, 1978. –Т.1. –501 с.
4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. акад. Б. Е. Патона. –М.: Машиностроение, 1974. –768 с.
5. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В. В. Смирнова.– М.: Энергоатомиздат, 1986.– 656 с.
6. Стихии, В.А. Источники питания сварочной дуги: Учебное пособие / В.А. Стихин. –Челябинск: Изд-во ЧПИ, 1990. –138 с.
7. Акулов, А.И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.:Машиностроение. –1977. – 432 с. ил.
8. РД 03 - 606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
9. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3)
10. <http://taina-svarki.ru/kachestvo-i-kontrol-svarki/kontrol-svarnyh-soedineniy/magnitnye-metody-kontrol-svarnyh-shvov-magnitnaya-defektoskopiya.php>
11. www.splav-kharkov.com
12. https://www.expertnk.ru/catalog/magnetic_testing/flaw/mdm-2.html
13. <https://www.yaskawa.eu.com/ru/produkcija/robototekhnika/periferiinoe-oborudovanie/pozicionery/informacija-o-produkte/product/dk/>

ПРИЛОЖЕНИЕ

					15.03.01.2019.154.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48