

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Разработка технологии сборки и сварки корпуса ресивера для водорода

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ-15.03.01.2017. . ПЗ ВКР**

Руководитель работы

Айметов Ф.Г.,  
ст. преподаватель каф. ОиТСП

\_\_\_\_\_

Подпись

И.О., Фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор работы  
студент группы П-440  
Кривощёков Алексей Михайлович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролёр  
преподаватель

\_\_\_\_\_ Ю.В. Безганс

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ.....	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	12
2.1 Оценка свариваемости стали.....	12
2.2 Выбор способа сварки .....	16
2.2.1 Выбор сварочных материалов .....	18
2.3 Расчет и выбор режимов сварки .....	21
2.3.1 Расчет режимов автоматической сварки под флюсом для стыковых соединений толщиной $S = 12$ мм .....	21
2.3.2 Расчет режимов автоматической сварки под флюсом для кольцевых соединений толщиной $S = 12$ мм .....	25
2.4 Выбор сварочного оборудования.....	29
2.4.1 Источник питания.....	29
2.4.2 Сварочная головка .....	35
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	39
3.1 Выбор сварочной колонны .....	39
3.2 Выбор роликовых опор и манипулятора .....	46
4 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРКИ.....	53
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	60
5.1 Анализ технологического процесса по опасным и вредным факторам....	60
5.2 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда на участке .....	62
5.2.1 Вентиляция .....	62
5.2.2 Освещение.....	63
5.2.3 Излучение.....	63
5.2.4 Шум.....	64
5.2.5 Микроклимат .....	64
5.3 Обеспечение безопасности жизнедеятельности на участке .....	65
5.3.1 Электробезопасность .....	65

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

5.3.2 <i>Безопасность при работе с подъемно - транспортными устройствами</i> .....	66
5.3.3 <i>Обеспечение пожарной безопасности</i> .....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	71

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сварка является наиболее высокопроизводительным процессом получения неразъемных соединений и находит широкое применение при изготовлении оборудования и конструкций для всех областей промышленности, таких как металлургия, энергетика, химическая промышленность, строительство и т.д.

Конструкции, изготавливаемые с помощью сварки, являются более экономичными, обладают меньшим весом и большей прочностью по отношению к другим методам изготовления (литье, клепка и др.). Современное развитие сварочного производства позволяет с помощью сварки получать неразъемные соединения металлов и сплавов различной толщины от сотых долей миллиметра до нескольких метров.

Основными задачами развития сварочного производства являются: снижение количества наплавленного металла; повышение уровня механизации по всем технологическим операциям; повышение качества и экономичности сварных конструкций.

Целью данной работы является разработка технологии сборки и сварки корпуса ресивера водорода.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

## 1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ

Ресивер (англ. receiver - приёмник, от англ. receive - получать, принимать, вмещать) - технический сосуд под давлением, может принимать как жидкие, так и газообразные среды. Используется в качестве накопителя для хранения сжатого газа или жидкости под давлением и для сглаживания перепадов давления газа.

Общие положения для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуда в зависимости от назначения должны быть оснащены: запорной или запорно-регулирующей арматурой; приборами для измерения давления; приборами для измерения температуры; предохранительными устройствами; указателями уровня жидкости.

Водородный ресивер - это особый тип емкостного оборудования, предназначенный для хранения технического водорода. Конструкция и характеристики ресивера водорода адаптированы именно для хранения этого газа в наиболее оптимальных для этого условиях. Размещение штуцеров и люка, материал стенки и другие параметры создают оптимальные условия для хранения водорода.

Ресивер сжатого водорода позволяет хранить газ под избыточным давлением, что является необходимым условием для целого ряда технологических линий.

Основное назначение ресиверов водорода - хранить газ и подавать его по требованию. Ресивер может быть конечным хранилищем (например, если водород является конечным продуктом химического производства) или промежуточным резервуаром. Области применения ресиверов водорода чрезвычайно разнообразны. Они используются в целом ряде химических производств, как тех, где водород является основным или побочным продуктом, так и тех, в которых водород используется в качестве реагента. Также ресиверы для хранения технического водорода применяются в других производствах: в металлургии, нефте- и газодобывающей промышленности, в сельскохозяйственном комплексе. Ресивер для хранения водорода является обычным аппаратом на производствах, где требуется создание восстановительной атмосферы небольшой силы.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Описание водородного ресивера можно свести к описанию параметров резервуара и типов поддерживающих конструкций. Важнейшими техническими характеристиками водородного ресивера являются объем, толщина стенки и предельное давление, на которое рассчитан агрегат. Описание ресивера для хранения технического водорода содержит основные технические характеристики аппарата, а также условия его эксплуатации.

Существуют различные типы и виды ресиверов водорода. Прежде всего, выделяют горизонтальные и вертикальные ресиверы водорода. Эти аппараты отличаются положением резервуара, что обуславливает некоторые отличия в условиях эксплуатации.

Существуют также различные виды ресиверов водорода, выделяемые по положению люка, наличию дополнительных штуцеров и других параметров.

Описание водородного ресивера содержит информацию о том, к какому типу относится данный аппарат.

Чертеж ресивера водорода представлен на рисунке 1.1.

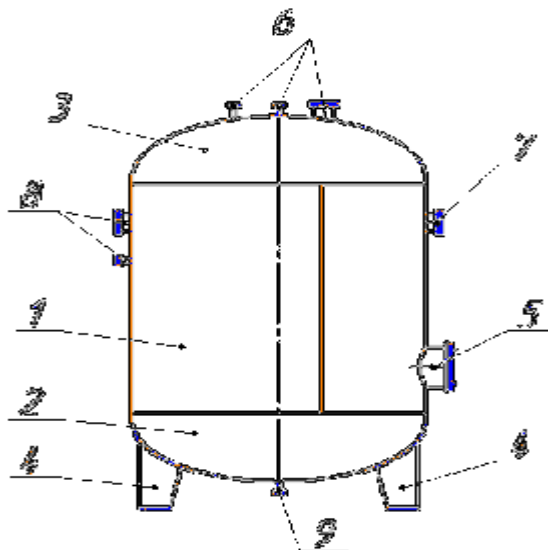


Рисунок 1.1 – Чертеж ресивера водорода

1- Обечайка; 2,3 - днища; 4 - опоры; 5 - люк; 6,7,8,9 - штуцера.

Технические характеристики ресивера водорода представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики ресиверов водорода

Назначение ресивера водорода	Характеристики рабочей среды
Рабочий объём, м <sup>3</sup> :	10
Рабочее давление, Мпа:	до 1,6
Материальное исполнение:	Сталь 09Г2С-12
Тип днищ аппарата:	Эллиптические
Минимальная температура рабочей среды:	-40°С
Максимальная температура рабочей среды:	+100°С
Минимальная температура окружающей среды:	-40°С

Для изготовления корпуса ресивера используется низколегированная сталь, которая имеет повышенную механическую прочность, стойкость к температурным воздействиям.

Учитывая эти свойства конструкции, выбираем сталь 09Г2С-12. Рассматривая основные преимущества стали этой марки, необходимо выделить следующие:

- способность переносить воздействие отрицательных температур, а также сохранять свои эксплуатационные характеристики в условиях Крайнего Севера;
- высокие прочностные характеристики, за счет чего сталь можно применять при изготовлении мостов, машин и иных ответственных конструкций;
- низкие затраты на выполнение монтажных работ. Подобный эффект обеспечивается за счет отсутствия необходимости в предварительном под-

греве материала и его дальнейшей термической обработке, включающей за-  
калку, отпуск и отжиг.

Диапазон ее температурного использования значителен: -70 – +450°С.

По ГОСТУ19281-89 к марке, равно как и к другим низколегированным сталям,  
добавляется категория металлопроката. Например, 09Г2С -12 будет обозначать,  
что стальной лист из 09Г2С испытывался на ударную вязкость при температуре -  
40°С.

Химический состав в % стали 09Г2С представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89

Элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
Количество содержания, %	До 0,12	0,5- 0,8	1,3- 1,7	До 0,3	До 0,04	До 0,035	До 0,3	До 0,008	До 0,3	До 0,08	96- 97

Механические свойства стали 09Г2С при T=20°С представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Механические свойства стали 09Г2С при T=20°С

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)
19282-73	Листы	12	325	470

Ударная вязкость КСУ (Дж/см<sup>3</sup>) при низких температурах °С представлены в  
таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Ударная вязкость КСУ (Дж/см<sup>3</sup>) при низких температурах °С

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	КСУ при +20	КСУ при -40
19282-73	Листы	12	59	34

Свариваемость: сваривается без ограничений, способы сварки: РДС, АДС под  
слоем флюса и газовой защитой, ЭШС.

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.132.00 ПЗ						12



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Оценка свариваемости стали

Одним из важнейших свойств материалов является их свариваемость.

Свариваемость - это комплексная характеристика, определяемая химическими и физическими свойствами стали, способами и режимами сварки, применяемой технологией, а также оценивающая способность стали образовывать сварное соединение отвечающие заданным эксплуатационным свойствам.

Удовлетворительная свариваемость должна обеспечивать соответствие сварного соединения определенным техническим требованиям. Поскольку такие требования весьма разнообразны, различными могут быть и показатели, принимаемые для оценки свариваемости. В связи с этим существует ряд испытаний для оценки свариваемости. Из них наиболее часто применяются такие как:

1. определение стойкости металла шва к образованию кристаллизационных (горячих) трещин;
2. определение стойкости металла околошовной зоны и сварного соединения к образованию холодных трещин;

Выбор вида испытаний для оценки свариваемости того или иного металла зависит от свойств этого металла и условий работы сварного изделия.

Для оценки свариваемости наряду с комплексом различных испытаний специальных образцов можно воспользоваться несколькими косвенными способами оценки свариваемости, выработанными по накопленным практикой изготовления сварных конструкций статистическим данным.

Рассчитаем  $C_3$  для 09Г2С по следующей формуле (1).

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{\text{Mn}}{20} + \frac{\text{Ni}}{15} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{10}$$
$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + \frac{1,5}{20} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} = 0,245$$

09Г2С попадает в первую группу свариваемости  $C_3 < 0,25$ , следовательно подогрев перед сваркой не нужен.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Горячие трещины относятся к сварочным трещинам, которые могут возникать как в металле сварного шва, так и в зоне термического влияния. Главной причиной возникновения горячих трещин является снижение деформационной способности металла при высоких температурах.

Для повышения стойкости металла против горячих трещин необходимо прежде всего, снизить темп его деформации в температурном интервале хрупкости или улучшить его пластические свойства в этом интервале температур.

Каждое сварное соединение в процессе сварки проходит прежде всего, через температурную область склонности к горячим трещинам. Поэтому необходимо считаться с возможностью образования этих дефектов при сварке всех без исключения сталей.

Оценка свариваемости по горячим трещинам производим по формуле (2).

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + Si/25 + Ni/100) \cdot 1000}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V}$$
$$HCS = \frac{0,12 \cdot (0,04 + 0,035 + 0,8/25 + 0,3/100) \cdot 1000}{3 \cdot 1,7 + 0,3} = 2,4$$

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

Особенности сварки низколегированных сталей.

Низколегированная сталь более чувствительна к тепловым воздействиям при сварке. В зависимости от марки низколегированной стали при сварке могут образоваться закалочные структуры или перегрев в зоне термического влияния сварного соединения.

Структура околосшовного металла зависит от его химического состава, скорости охлаждения и длительности пребывания металла при соответствующих температурах, при которых происходит изменение микроструктуры и размера зерен. Если в доэвтектоидной стали получить нагревом аустенит рисунок 2.1, а затем сталь охлаждать с различной скоростью, то критические точки стали снижаются.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

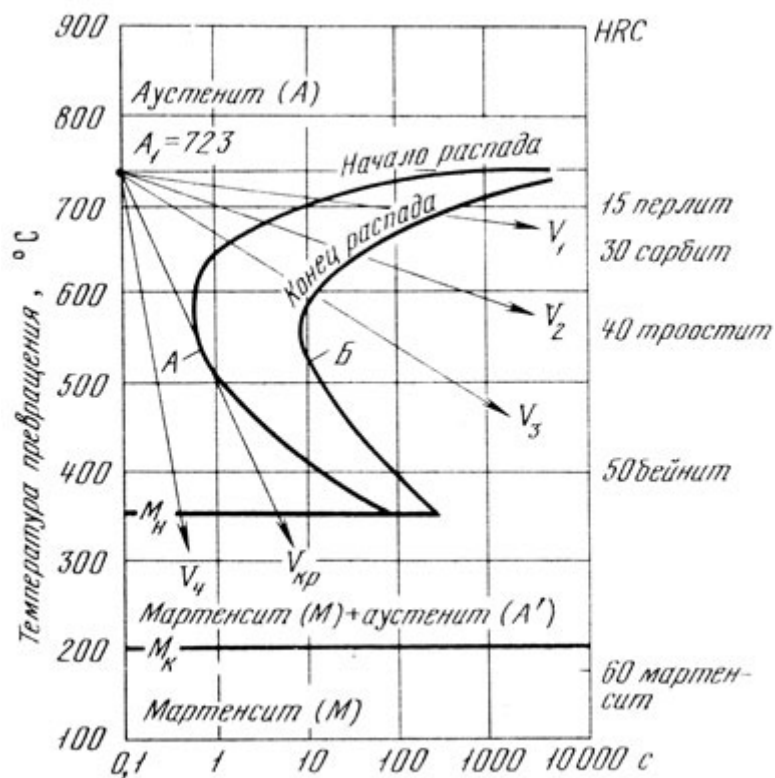


Рисунок 2.1 – Диаграмма изотермического (при постоянной температуре) распада аустенита низкоуглеродистой стали: А - начало распада, Б - конец распада,  $A_1$  - критическая точка стали,  $M_H$  и  $M_K$  - начало и конец превращения аустенита в мартенсит; 1, 2, 3 и 4 - скорости охлаждения с образованием различных структур

При малой скорости охлаждения получают структуру перлит (механическая смесь феррита и цементита). При большой скорости охлаждения аустенит распадается на составляющие структуры при относительно низких температурах и образуются структуры - сорбит, троостит, бейнит и при очень высокой скорости охлаждения - мартенсит. Наиболее хрупкой структурой является мартенситная, поэтому не следует при охлаждении допускать превращения аустенита в мартенсит при сварке низколегированных сталей.

Скорость охлаждения стали, особенно большой толщины, при сварке всегда значительно превышает обычную скорость охлаждения металла на воздухе, вследствие чего при сварке легированных сталей возможно образование мартенсита.

Для предупреждения образования при сварке закалочной мартенситной структуры необходимо применять меры, замедляющие охлаждение зоны термического влияния, - подогрев изделия и применение многослойной сварки.

В некоторых случаях в зависимости от условий эксплуатации изделий допускают перегрев, т. е. укрупнение зерен в металле зоны термического влияния сварных соединений, выполненных из низколегированных сталей.

При высоких температурах эксплуатации изделий для повышения сопротивления ползучести (деформирование изделия при высоких температурах с течением времени) необходимо иметь крупнозернистую структуру и в сварном соединении. Но металл с очень крупным зерном обладает пониженной пластичностью и поэтому размер зерен допускается до известного предела.

При эксплуатации изделий в условиях низких температур ползучесть исключается и необходима мелкозернистая структура металла, обеспечивающая увеличенную прочность и пластичность.

Покрытые электроды и другие сварочные материалы, при сварке низколегированных сталей, подбираются такими, чтобы содержание углерода, серы, фосфора и других вредных элементов в них было ниже, по сравнению с материалами для сварки низкоуглеродистых конструкционных сталей. Этим удается увеличить стойкость металла шва против кристаллизационных трещин, так как низколегированные стали в значительной степени склонны к их образованию.

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.132.00 ПЗ					

## 2.2 Выбор способа сварки

Способ сварки в значительной мере определяет не только качество и трудоемкость изготовления изделия, но и весь технологический процесс в целом. Выбор сварки осуществляют, прежде всего, из условия обеспечения требуемого качества свариваемого изделия, чтобы обеспечивалась прочность, надёжность, точность, неизменность свойств металла в зоне термического влияния. Рассмотрим несколько равноценных способов сварки и выберем наиболее подходящий способ по таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Выбор способа сварки по показателям технологичности

Показатель технологичности	Сварка под флюсом	Сварка в среде защитных газов
1. Получение сварных швов с заданным химическим составом и структурой	Легирование через флюс и электродную проволоку	Легирование только через электродную проволоку
2. Выгорание легирующих элементов	Минимальное	Повышенное
3. Потери электродного металла	Отсутствуют	Повышенные
4. Внешний вид шва	Хороший с плавным переходом от шва к основному металлу	Поверхность шва бугристая, с более резким переходом от шва к основному металлу
5. Проплавливающая способность дуги	При одинаковом режиме глубина проплавления ниже на 5 - 8%	Соответственно больше на 5 - 8%

Продолжение таблицы

6. Производительность расплавления электродного металла	В среднем меньше на 10%	Соответственно больше на 10%
7. Производительность наплавки	Одинаковая	Одинаковая
8. Зачистка швов	Необходимо полное удаление шлаковой корки перед каждым проходом	Не требуется
9. Зачистка ЗТВ от разбрызгивания металла	Не требуется	Необходима
10. Сварка в разных пространственных положениях	Затруднена в потолочном. В вертикальном и горизонтальном возможна с применением флюсоподдерживающих устройств	В любом
11. Наблюдение за сварочной дугой, ванной и направлением по стыку	Затруднено	Не затруднено
12. Санитарно-гигиенические требования	Выделение токсических веществ, необходима вентиляция	Повышенная загазованность, излучение, необходима вентиляция и защита от излучения

Из выше перечисленных способов сварки для данного корпуса ресивера предпочтительна автоматическая сварка под флюсом.

По сравнению с другими способами сварка под флюсом обладает рядом преимуществ: минимальное выгорание легирующих элементов, отсутствие потери

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

электродного металла, хороший внешний вид шва с плавным переходом от шва к основному материалу, не требуется зачистка ЗТВ от разбрызгивания металла.

С обратной стороны шва для подварки использовать полуавтоматическую сварку в среде защитных газов.

### 2.2.1 Выбор сварочных материалов

Выбираем сварочную проволоку Св-08ГА (проволока стальная сварочная).

Диаметр выбранной проволоки равен 2 мм.

Химический состав проволоки Св-08ГА в % (ГОСТ 2246-70) представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Химический состав проволоки Св-08ГА в % (ГОСТ 2246-70)

Элемент	C	Si	Mn	Cr	Ni	N	S	P
Кол-во содержания, %	До 0,1	До 0,06	0,8 - 1,1	До 0,1	До 0,25	До 0,01	До 0,025	До 0,03

Механические свойства наплавленного металла представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Механические свойства наплавленного металла

Временное сопротивление разрыву, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	КCU, кДж/см <sup>2</sup>	
			20°С	-20°С
540	340	23	100	60

Для защиты зоны сварки применяем флюс АН-348-А.

Химический состав флюса АН-348-А в % представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Химический состав флюса АН-348-А в %

Элемент	SiO <sub>2</sub>	MnO	MgO	CaF <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Кол-во содержания, %	40-44	31-38	<7	3-6	<12	0,5-2	<0,12	<0,12	<6

Применения: Постоянный или переменный ток до 1100А, V<sub>св</sub> до 120 м/ч; U<sub>хх</sub> источника питания не ограничено; сушка при T= 400 0С, 2 ч. Рекомендуемые проволоки: Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2. Технология производства: Плавлением в пламенных или дуговых печах, грануляцией мокрым способом. АН-348-А: р-р зерна 0,25-1,6 мм

Для подварки с обратной стороны шва использовать проволоку Св-08ГА, защитный газ К-18 на основе аргона который позволяет:

1. Лучшее качество

- Уменьшает количество оксидных включений и измельчает зерно, улучшая микроструктуру металла

- Увеличивает глубину провара шва, повышает его плотность, что в конечном итоге увеличивает прочность свариваемых конструкций

На рисунке 2.2 изображено уменьшение количества крупных брызг в %.



Рисунок 2.2 – Уменьшение количества крупных брызг, %

2. Более высокая производительность

- Производительность сварки по сравнению с традиционной (в защитной среде СО) увеличивается в два раза. Это происходит из-за меньшего поверхностного натяжения расплавленного металла, вследствие чего на 70-80% снижается разбрызгивание и набрызгивание электродного металла. Незначительное количество



брызг и поверхностного шлака во многих случаях исключает работы по зачистке свариваемых элементов.

На рисунке 2.3 изображена скорость сварки.

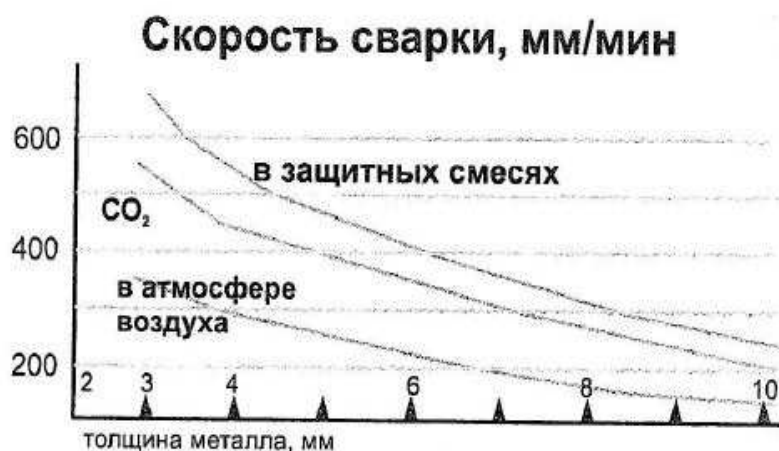


Рисунок 2.3 – Скорость сварки

Использование защитных газовых смесей уменьшает расход электроэнергии и материалов на 10-15%.

### 2.3 Расчет и выбор режимов сварки

Основными параметрами данного способа сварки являются: диаметр электрода и марка электродной проволоки; сварочный ток; напряжение на дуге; скорость сварки; скорость подачи электродной проволоки; вылет электрода; площадь проплавления металла; погонная энергия сварки.

В данном изделии все кольцевые и продольные швы будут выполняться автоматической сваркой под флюсом АН-348-А, сварочной проволокой Св-08ГА диаметром 2 мм.

Расчет будем вести по пособию [1].

#### 2.3.1 Расчет режимов автоматической сварки под флюсом для стыковых соединений толщиной $S = 12$ мм

Конструктивные элементы и размеры берем по ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные».

Конструктивные размеры сварного шва представлены на рисунке 2.4.

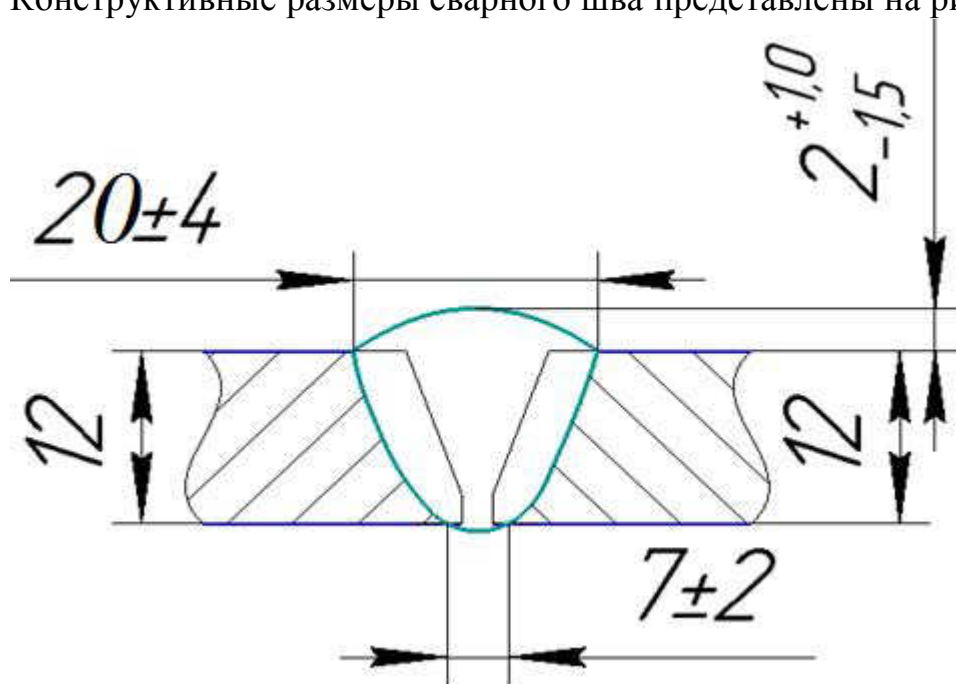


Рисунок 2.4 – Конструктивные размеры сварного шва

Конструктивные размеры кромок разделки представлены на рисунке 2.5.

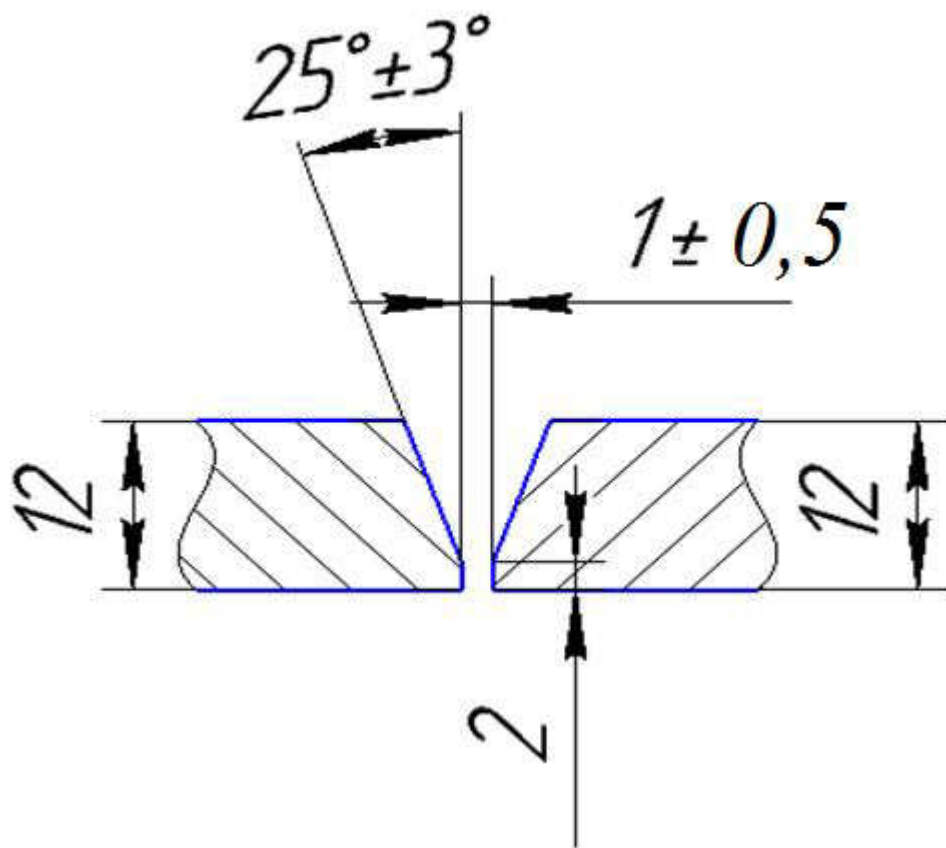


Рисунок 2.5 – Конструктивные размеры кромок разделки

Если будем сваривать изделия за один проход, для требуемой глубины проплавления понадобится повышенная сила сварочного тока и высокое напряжение. При повышенной силе сварочного тока увеличивается погонная энергия, что приводит к перегреву металла околошовной зоны, что вызывает рост зерна, снижение пластичности стали с одновременным ростом термических напряжений, и как следствие, к склонности к хрупкому разрушению – образованию горячих трещин при сварке, локальному разрушению при эксплуатации.

Вывод, свариваем изделия в несколько проходов.

## Расчет режима сварки стыковых соединений.

На рисунке 2.6 изображены основные геометрические размеры формы шва.

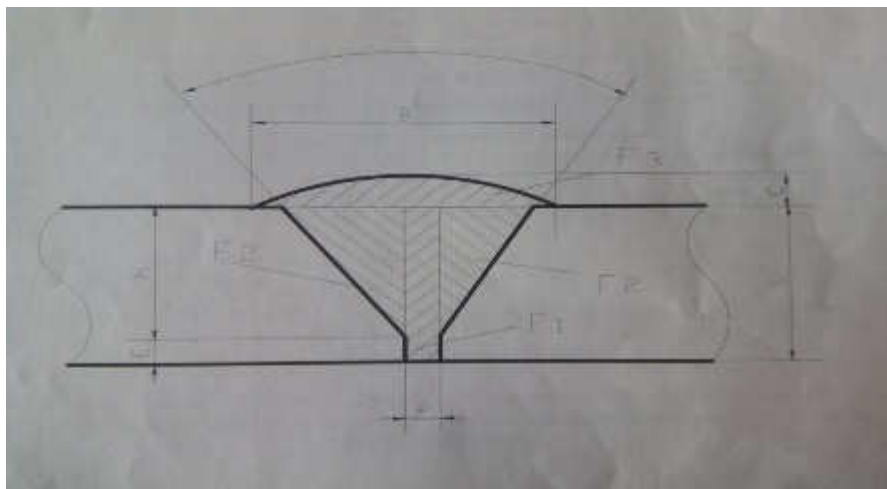


Рисунок 2.6 – Основные геометрические размеры формы шва  
Площадь наплавленного металла определим по формуле (3).

$$F_{\text{общ}} = F_1 + F_2 + F_3 = p \cdot S + h^2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) + 0,75 \cdot B \cdot C$$

$$F_{\text{общ}} = 1 \cdot 12 + 10^2 \cdot 0,46 + 0,75 \cdot 20 \cdot 2 = 88 \text{ мм}^2$$

Выбираем диаметр электродной проволоки равный 2 мм.

Задаем силу сварочного тока, обеспечивающую требуемую глубину провара притупления.

$$H_{np} = 3 \text{ мм}$$

Сварочный ток определим по формуле (4).

$$I_{св} = (70 \div 90) \cdot H_{np}$$

$$I_{св} = 80 \cdot 3 = 240 \text{ А}$$

$$j = 77 \text{ А/мм}^2$$

Скорость сварки найдем по следующей формуле (5).

$$V_{св} = P / I_{св}$$

$$V_{св} = 8000 / 240 = 33 \text{ м/ч} = 0,92 \text{ см/с}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Ориентировочно определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле (6).

$$V_{\text{шт}} = \frac{4 \cdot \alpha \rho \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot \rho}$$

$$V_{\text{шт}} = 324 \text{ м/ч} = 9 \text{ см/с}$$

Где  $\alpha \rho$  – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч,

$\rho$  – плотность металла электродной проволоки, г/см<sup>3</sup>,

(для стали  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ )

Значение  $\alpha \rho$  рассчитывается по формуле (7).

$$\alpha \rho = 3,0 + 0,08 \cdot I_{\text{св}} / d_{\text{э}} = 12,6$$

$F_n$  – площадь сечения металла, наплавленного на выбранном режиме, мм<sup>2</sup>,

$\psi$  – коэффициент потерь металла, %,

$V_{\text{св}}$  – скорость сварки, м/ч,

$d_{\text{э}}$  – диаметр электродной проволоки, мм.

Вылет электрода посчитаем по формуле (8):

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot d_{\text{э}} = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ см}$$

Рассчитаем напряжение дуги по формуле (9):

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{\text{св}}}{d_{\text{э}}^{0,5}} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 \cdot 240}{2^{0,5}} \pm 1 = 30 \text{ В}$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле (10).

$$q_n = \frac{0,24 \cdot I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_n}{V_{\text{св}}} = \frac{0,24 \cdot 240 \cdot 30 \cdot 0,9}{0,92} = 1690 \text{ ккал/см}$$

Определим коэффициент формы шва по формуле (11).

$$\psi_{\text{ш}} = \frac{k' (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} = \frac{1,23 \cdot (19 - 0,01 \cdot 240) \cdot 2 \cdot 30}{240} = 5,1$$

где  $k' = 2,82/j^{0,1925} = 1,23$  – безразмерный коэффициент при сварке постоянным током прямой полярности.

Площадь наплавленного металла найдем по формуле (12).

$$F_n = \frac{V_{\text{шт}} n (1 - \psi_n) \cdot \pi d_{\text{э}}^2}{4 V_{\text{св}}} = \frac{9 \cdot 3,14 \cdot 0,04}{4 \cdot 0,92} = 0,3 \text{ см}^2 = 30 \text{ мм}^2$$

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Где  $d_3$  - диаметр электродной проволоки, см;

$V_{\text{шт}}$  - скорость подачи проволоки, см/с;

$V_{\text{св}}$  - скорость сварки, см/с.

Определим число проходов по формуле (13):

$F_{\text{общ}}=88 \text{ мм}^2$  – общая площадь поперечного сечения наплавленного металла,

$F_{\text{н}}=30 \text{ мм}^2$  – площадь сечения одного прохода,

$$n = F_{\text{общ}} / F_{\text{н}} = 3 \text{ прохода.}$$

Последующие проходы будут выполняться на тех же режимах сварки.

2.3.2 Расчет режим автоматической сварки под флюсом для кольцевых соединений толщиной  $S = 12 \text{ мм}$ .

Конструктивные элементы и размеры берем по ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные».

Конструктивные размеры сварного шва представлены на рисунке 2.7.

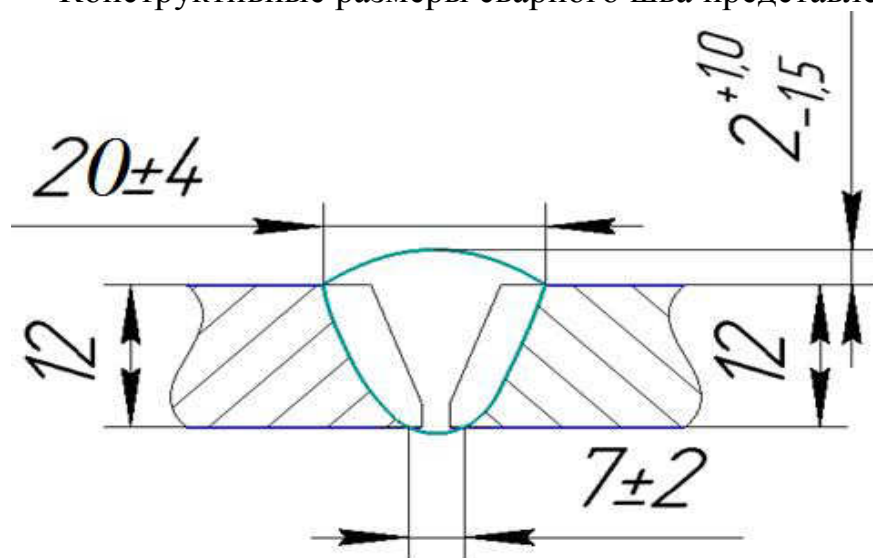


Рисунок 2.7 – Конструктивные размеры сварного шва

Конструктивные размеры кромок разделки представлены на рисунке 2.8.

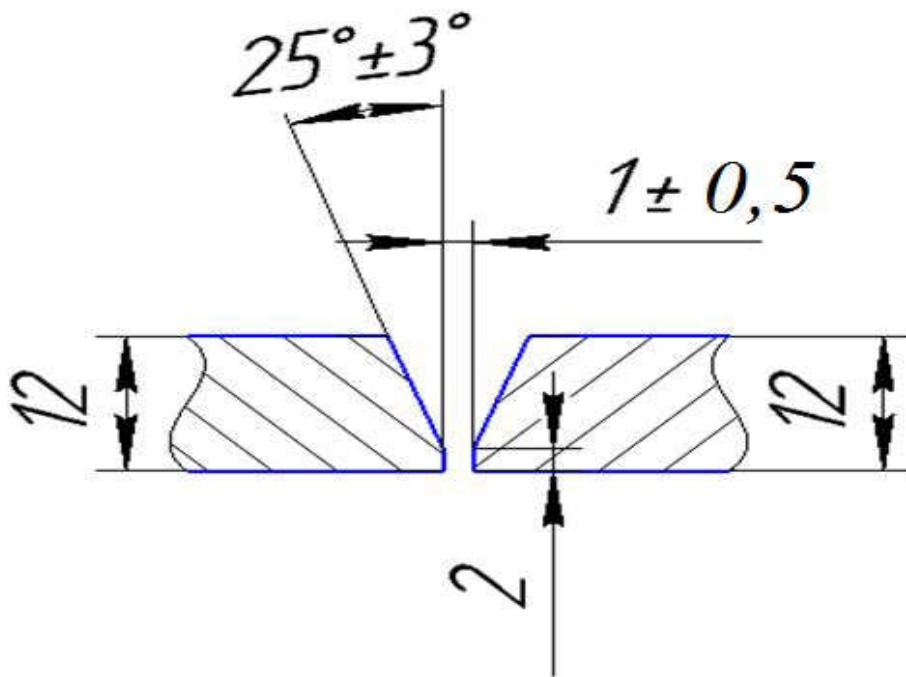


Рисунок 2.8 – Конструктивные размеры кромок разделки

Смещение электрода от зенита обечайки, в сторону, противоположную направлению вращения изделия на 30мм.

Выбираем диаметр электродной проволоки равный 2 мм.

Задаем силу сварочного тока, обеспечивающую требуемую глубину провара притупления.

$$H_{np} = 3 \text{ мм}$$

Сварочный ток определим по формуле (4).

$$I_{св} = 80 \cdot 3 = 240 \text{ А}$$

$$j = 77 \text{ А/мм}^2$$

Скорость сварки найдем по следующей формуле (5).

$$V_{св} = 8000 / 240 = 33 \text{ м/ч} = 0,92 \text{ см/с}$$

Ориентировочно определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле (6).

$$V_{пш} = 324 \text{ м/ч} = 9 \text{ см/с}$$

Где  $\alpha\rho$  – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч,

$\rho$  – плотность металла электродной проволоки, г/см<sup>3</sup>,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

(для стали  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ )

Значение  $\alpha_p$  рассчитывается по формуле (7).

$$\alpha_p = 12,6$$

$F_n$  – площадь сечения металла, наплавленного на выбранном режиме,  $\text{мм}^2$ ,

$\psi$  – коэффициент потерь металла, %,

$V_{\text{св}}$  – скорость сварки, м/ч,

$d_3$  – диаметр электродной проволоки, мм.

Вылет электрода посчитаем по формуле (8).

$$l_3 = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ см}$$

Рассчитаем напряжение дуги по формуле (9)

$$U_d = 20 + \frac{0,05 \cdot 240}{2^{0,5}} \pm 1 = 30 \text{ В}$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле (10).

$$q_n = \frac{0,24 \cdot 240 \cdot 30 \cdot 0,9}{0,92} = 1690 \text{ кал/см}$$

Определим коэффициент формы шва по формуле (11).

$$\psi_{np} = \frac{1,23 \cdot (19 - 0,01 \cdot 240) \cdot 2 \cdot 30}{240} = 5,1$$

где  $k' = 2,82/j^{0,1925} = 1,23$  – безразмерный коэффициент при сварке постоянным током прямой полярности.

Площадь наплавленного металла найдем по формуле (12)

$$F_n = \frac{9 \cdot 3,14 \cdot 0,04}{4 \cdot 0,92} = 0,3 \text{ см}^2 = 30 \text{ мм}^2$$

Где  $d_3$  - диаметр электродной проволоки, см;

$V_{\text{пп}}$  - скорость подачи проволоки, см/с;

$V_{\text{св}}$  - скорость сварки, см/с.

Определим число проходов:



На рисунке 2.9 изображены основные геометрические размеры формы шва.

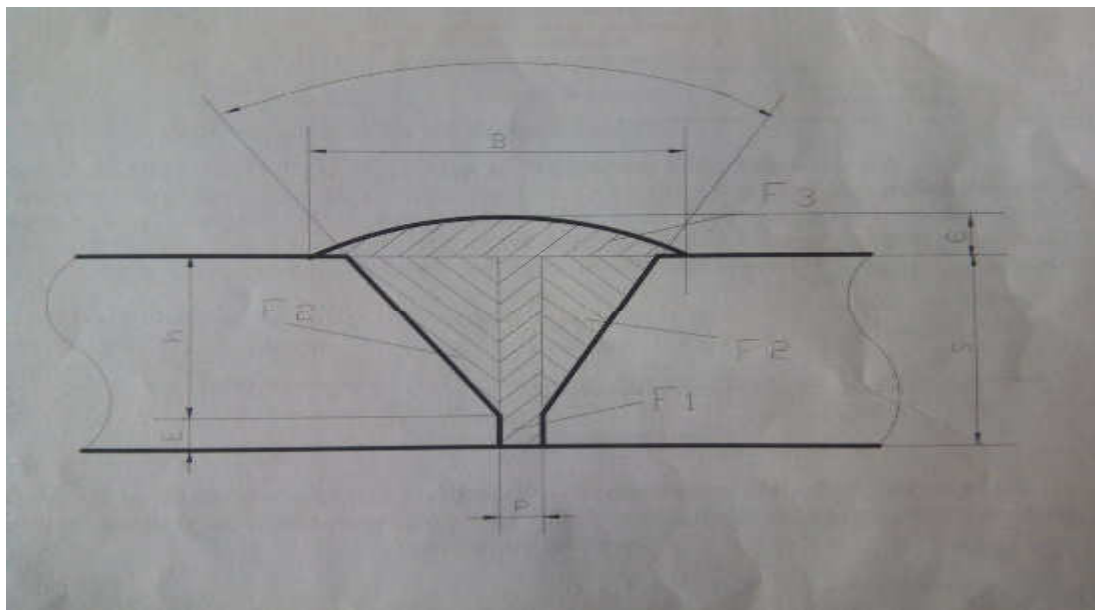


Рисунок 2.9 – Изображены основные геометрические размеры формы шва

Площадь наплавленного металла определим по формуле (13)

$$F_{\text{общ}} = 1 \cdot 12 + 10^2 \cdot 0,46 + 0,75 \cdot 20 \cdot 2 = 88 \text{ мм}^2$$

$F_{\text{общ}}=88 \text{ мм}^2$  – общая площадь поперечного сечения наплавленного металла,

$F_{\text{н}}=30 \text{ мм}^2$  – площадь сечения одного прохода,

$$n = F_{\text{общ}} / F_{\text{н}}=3 \text{ прохода.}$$

Последующие проходы будут выполняться на тех же режимах сварки.

## 2.4 Выбор сварочного оборудования

### 2.4.1 Источник питания

Источник питания LincolnElectricIdealarcDC-655 указан на рисунке 2.10.

Технические характеристики источника питания LincolnElectricIdealarcDC-655 приведены в таблице 2.5.



Рисунок 2.10 – Источник питания LincolnElectricIdealarcDC-655

Таблица 2.5 – Технические характеристики источника питания LincolnElectricIdealarcDC-655

Модель	Сеть питания	Сварочный ток/ Напряжение/ПВ	Диапазон регулировки сварочного тока	Габариты, мм	Вес, кг
Idealarc DC-655	230/400/3/50/60	650A/44V/100% 815A/44V/60%	13-44V 50- 815A Max. OCV: 46(CV) 68V(CC)	699 x 564 x 965	327

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.132.00 ПЗ						30

Современный универсальный источник сварочного тока, обеспечивающий исключительную эффективность сварочного процесса Idealarc DC-655 – позволяет осуществлять сварку постоянным током на жесткой или падающей вольтамперной характеристике, обеспечивая 650А при 100%ПВ. Благодаря отличным сварочно-технологическим свойствам и низкой потребляемой мощности источник подходит для работы как в цеховых, так и в монтажных условиях.

Преимущества:

- Встроенная функция “HotStart” – “Горячий старт” для легкого зажигания дуги.
- Функция включения вентилятора при необходимости – снижает потребление электроэнергии, уровня шума и попадание пыли внутрь источника.
- Отдельные выходные терминалы для выбора низкой или высокой индуктивности.
- Редко используемые элементы управления расположены в отдельном закрытом отсеке передней панели.
- Высокоэффективный источник для организации многопостовых сварочных систем в комбинации с Multi-Weld 350.
- Электронная и термостатическая защита от перегрева и электрической перегрузки источника.
- Соответствуют требованиям стандартов IEC974-1, ROHS, CE и ГОСТ-Р.
- Гарантия 3 года на качество сборки и комплектующие.

Сварочные процессы: MMA, TIG, MIG/MAG, FCAW, SAW, CAG-A

Рекомендуемые механизмы подачи: NA-3, NA-5, LT-7

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Источник питания ESAB LAF 631 представлен на рисунке 2.11. Технические характеристики источника питания ESAB LAF 631 представлены в таблице 2.6.



Рисунок 2.11 – Источник питания ESAB LAF 631

Таблица 2.6 – Технические характеристики источника питания ESAB LAF 631

Питающее напряжение, В 3ф 50 Гц	120
Потребляемый ток, А при ПВ 100%	52
Сечение питающего кабеля мм <sup>2</sup>	4×6
Плавкий предохранитель, А	63
Максимальный ток/напряжение, А/В: При ПВ 100%	630/44
При ПВ 60%	800/44
Диапазон регулирования при MIG/MAG, А/В	50/17-630/44
Диапазон регулирования под флюсом, А/В	30/21-800/44
Напряжение XX, В	54
Мощность XX, Вт	150
КПД	0,84
Коэффициент мощности	0,90
Класс пыли/влаги защиты	IP23
Габариты ДхШхВ, мм	670×490×930
Масса, кг	260
Класс электробезопасности	S
Рекомендуемое сечение сварочного кабеля, мм	1×120

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.132.00 ПЗ

Лист

32

Трехфазные тиристорные источники серии LAF(ЛАФ) с принудительным воздушным охлаждением предназначены для высокопроизводительных механизированных способов сварки: под слоем флюса или плавящимся электродом в среде защитных газов (MIG/MAG). Источники предназначены для совместной работы с головами производства компании ESAB A2, A6 совместно с блоками управления сваркой РЕК(ПЕК) или РЕИ(ПЕИ) (только с А2). Источники серии LAF обладают отличными сварочными характеристиками во всем диапазоне регулировок тока и напряжения, что особенно важно при поджиге дуги или её повторном возбуждении. Источники демонстрируют хорошую стабильность дуги как на высоких, так на низких токах. При необходимости получить большой сварочный ток, источники можно подключить параллельно используя дополнительный блок. Источники не имеют свою собственную панель управления сварочными параметрами, поэтому для управления необходимо использовать сварочные головы с полностью цифровыми блоками управления сваркой РЕК - контроллер с максимальными возможностями управления или РЕИ - с базовыми функциями для менее требовательных областей применения.

Интеграция современные технологии обмена данными играют важную роль в построении автоматизированных комплексов. Поэтому источники LAF последнего поколения имеют возможность обмена данными с использованием большинства стандартных протоколов, таких как TCP / IP (LAN), Anybus, Profibus, CAN или даже прямая связь с контроллером ЧПУ. В зависимости от типа используемого протокола связи могут потребоваться дополнительные модули.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.132.00 ПЗ

Источник питания Kjellberg GTH 1002 представлен на рисунке 2.12. Технические характеристики источника питания Kjellberg GTH 1002 представлены в таблице 2.7.



Рисунок 2.12 – Источник питания Kjellberg GTH 1002

Таблица 2.7 – Технические характеристики источника питания Kjellberg GTH 1002

Диапазон сварочного тока	ПВ 100% при	Размеры (Д x Ш x В)	Вес
100А/19В- 1000А/44В	1000А/44В	1100×820×100 мм	440кг

Сварочный выпрямитель Kjellberg GTH 1002 предназначен для сварки под флюсом током до 1000 А.

Выпрямитель состоит из силового трехфазного трансформатора, подключенного к входам вторичной обмотки тиристорного (полупроводникового) трехфазного выпрямителя, сглаживающего дросселя, подключенного к одному из выходов трехфазного выпрямителя, схемы управления тиристорами трехфазного выпрямителя. Этот источник питания дуги относится к тиристорным выпрямителям.

Их отличительным элементом является наличие тиристорного выпрямительного блока, который может использоваться в качестве регулятора силы тока.

Выпрямитель имеет жесткую вольт-амперную характеристику. Вольт-амперная характеристика формируется за счет управляющих импульсов, подаваемых на тиристорный блок, а также осуществляет настройку на заданный режим непрерывной работы. Для этой цели в источниках предусмотрен специальный блок управления. Источник питания обладает отличными параметрами, которые легко меняются в соответствии с оптимальными режимами сварки, путем изменения величин сварочного тока и напряжения горения дуги (от 19 В до 44 В). Так же с помощью предварительно заданных значений можно успешно осуществлять регулирование и подстраиваться под любые технологические процессы сварочного производства.

Сварочный выпрямитель Kjellberg GTN 1002 выполнен как передвижной, для этого он оснащен четырьмя проушинами, с помощью которых источник питания легко транспортируется в любое место производственного помещения, несмотря на его достаточно большой вес. Всё оборудование источника питания находится в надежном пыленепроницаемом корпусе.

В данной работе на основе анализа технических характеристик оборудования, предлагается использовать источник питания ESAB LAF 631, который имеет возможность обмена данными с использованием большинства стандартных протоколов, таких как TCP/IP (LAN), Anybus, Profibus, CAN и прямая связь с контроллером ЧПУ.

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.132.00 ПЗ				

#### 2.4.2. Сварочная головка.

Сварочная головка Lincolnelectric NA-3 представлена на рисунке 2.13. Технические характеристики сварочной головки LincolnelectricNA-3 представлены в таблице 2.8.



Рисунок 2.13 – Сварочная головка LincolnelectricNA-3

Таблица 2.8 – Технические характеристики сварочной головки Lincolnelectric-NA-3

Наименование	Диапазон рег. скорости подачи (м/мин)	Диаметр проволоки (мм) Сплошная	Диаметр проволоки (мм) Порошковая
NA-3	0.6-16.5	1.6-5.6	0.9-4.0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.132.00 ПЗ

Лист

36



Преимущества:

- Система управления позволяет точно контролировать сварочный процесс, характеристики дуги, также как размер и внешний вид шва.
- Быстрая настройка под широкий диапазон сварочных процессов, скоростей подачи и диаметров проволоки.
- Компактные элементы с отличной возможностью компоноваться в простые комбинации наиболее сложных автоматизированных производственных линий.
- Прочная надежная конструкция минимизирует простои и издержки на ремонт.
- Соответствует требованиям стандартов IEC974-1, CE и ГОСТ-Р.

Автоматические системы

Повысить производительность можно при помощи автоматических механизмов подачи NA-3.

Данные системы специально разработаны для увеличения наплавки при повышенных скоростях сварки, что повышает производительность и сокращает издержки.

Комплект состоит из блока управления и механизма подачи проволоки.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Сварочная головка ESAB A6 представлена на рисунке 2.14. Технические характеристики сварочной головки ESAB A6 представлены в таблице 2.9.



Рисунок 2.14 – Сварочная головка ESAB A6

Таблица 2.9 – Технические характеристики сварочной головки ESAB A6

Мак сварочный ток, А	1500
Диаметр проволоки, мм	1,6-4,0
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,4-8
Напряжение питания трактора, В	42
Угол наклона и поворота, °	180
Объем флюсового бункера, л	6
ПВ на max токе, %	100

A6 – комплектная система, предназначенная для высокопроизводительной сварки. Она универсальна, прочна и надежна в работе. A6 S ArcMaster является базой программы автоматизации сварки ESAB и может быть доукомплектована дополнительными модулями и компонентами системы.

Поставляется в виде различных стандартных моделей, отвечающих конкретным требованиям заказчика. Из стандартной базовой модели A6, добавляя необходимые модули (систему позиционирования, систему слежения по стыку, систему подачи флюса и т.п.), можно собрать сварочную систему для выполнения конкретных работ с заданной степенью автоматизации.

Преимущества:

- Гибкость, надежность и превосходная работоспособность.
- Модульная конструкция позволяет пользователю расширить, интегрировать или внести изменения в систему быстро и легко.
- А6 VEC двигатель для надежной и последовательной подачи проволоки.

В данной работе на основе анализа технических возможностей оборудования, предлагается использовать сварочную головку ESAB А6, и выбранный источник питания ESAB LAF 631 предназначен для совместной работы с этой головкой.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

### 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Выбор сварочной колонны.

При планировании сварки для той или иной группы изделий всегда закладывается та или иная технология сварки. Определяющим является не то, при помощи какого сварочного оборудования она будет проводиться, а то, какими способами будет выполняться сварка и какие рабочие движения головки, относительно свариваемого стыка для этого необходимы. Речь идет о сварке продольных, или кольцевых швов обечаек, то существует всего несколько технологических схем со сварочными колоннами в комбинации со сварочными вращателями, или роlikоопорами. Обычно после выбора основной схемы расположения оборудования и приступают к выбору колонны, роlikоопор, сварочного вращателя и оборудования.

На наш взгляд это решение не всегда верно, так как вопросы непосредственно предполагаемых режимов сварки швов остаются не проработаны – и подбор сварочной колонны и остального оборудования приходится вести со значительными допущениями (с запасом). А ведь именно точное соответствие необходимым функциям и достаточный эксплуатационный ресурс влияют и на цену сварочной колонны, и обеспечивает эффективность ее эксплуатации, а часто – и на размеры, грузоподъемность колонны и стоимость всего сварочного центра на базе сварочной колонны.

#### Функции сварочной колонны.

Колонна должна обеспечивать движение и удержание всей сварочной оснастки, сварочной проволоки а иногда и сварщика с необходимой точностью в направлении рабочих сварочных движений и достаточным для выполнения работы ходом. Классически сварочная колонна дает только одно точное движение – сварка при выкате консоли колонны. Остальные движения обеспечиваются за счет вращения детали или являются вспомогательными. Использование сварочной колонны в передвижном варианте для сварки при движении колонны по путям вдоль изделия возможно далеко не всегда – и дело здесь в качестве путей.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

При этом чем тяжелее сварочная колонна – тем труднее обеспечить плавность хода. Для легких колонн с малым весом и инерцией это решается применением точных путей. Существуют похожие решения для такой работы с тяжелой сварочной оснасткой – но это уже не классическая сварочная колонна а одноопорный портал. Коррекция положению горелки по стыку при работе сварочной колонны выполняется при помощи моторизованных или механизированных суппортов – либо оператором, либо автоматической системой слежения. Чем тяжелее сварочная головка и чем больше необходимы ход суппортов системы слежения – тем больше требуемая грузоподъемность колонны. Скажем так – что суппорт для одной оси для сварки под флюсом может весить 30-50 кг

Нагрузка на колонну оснащенную оборудованием для сварки под флюсом получается – 40 кг сварочная головка, 6-40 кг на флюс (в зависимости от типа системы рециркуляции флюса), 30 кг на проволоку , 60 кг на суппорта системы слежения – итого уже 110 без дополнительных деталей крепления, системы поворота головки, системы слежения и прочих.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

На рисунке 3.1 изображена сварочная колонна.

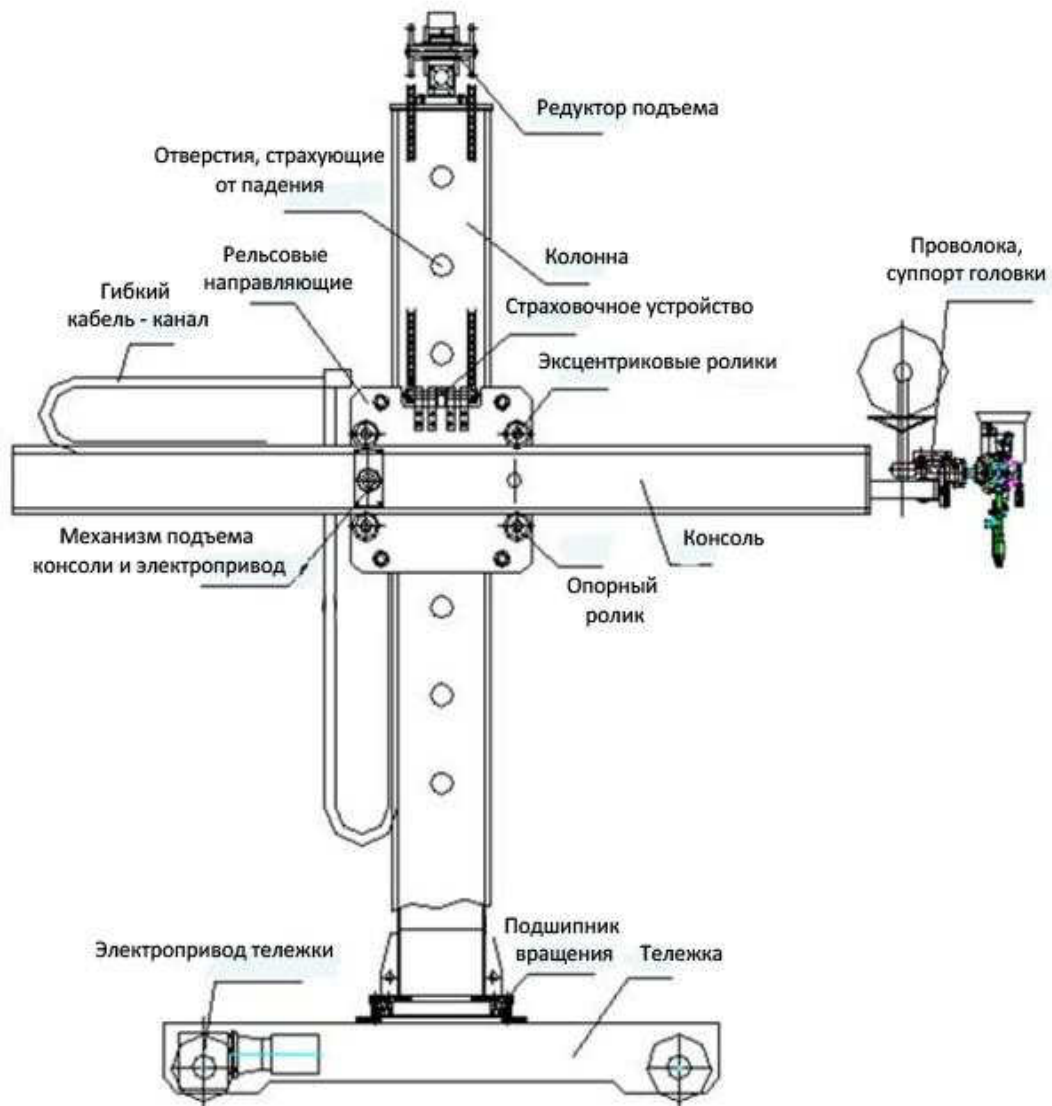


Рисунок 3.1 – Сварочная колонна

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2017.132.00 ПЗ

Лист

42

Сварочная колонна Kistler, серии 3/RMB 3.0×3.0 изображена на рисунке 3.2. Технические характеристики сварочной колонны Kistler, серии 3/RMB 3.0×3.0 приведены в таблице 3.1.



Рисунок 3.2 – Сварочная колонна Kistler, серии 3/RMB 3.0×3.0

Таблица 3.1 – Технические характеристики сварочной колонны Kistler, серии 3/RMB 3.0×3.0

Высота консоли, мм		Длина консоли, мм.	Вылет консоли, мм.	Скорость, мм/мин.		Грузоподъемность, кг.	Общая высота консоли, мм.
Мин.	Макс.			Вылета консоли	Подъема консоли		
680	3000	4300	3000	100-2000	1800	370	4190

Сварочные колонны или как их еще называют консольные манипуляторы, являются неотъемлемой частью при автоматизированной сварке емкостей и крупно-

габаритных конструкций. Сварочная колонна может быть укомплектована автоматической сварочной головкой любой сложности, а так же системой слежения за сварочным стыком и другими полезными опциями для автоматической сварки.

Управление сварочными колоннами осуществляется с панели изображенной на рисунке 3.3, расположенной непосредственно на сварочной колонне, либо с выносного блока управления. С выносного блока управления возможно управление сварочным вращателем, будь то роликовый вращатель или универсальный сварочный вращатель. Также возможно управление сварочным источником.



Рисунок 3.3 – Блок управления сварочной колонной

Сварочные колонны KISTLER имеют ряд преимуществ, которые позволяют рационально использовать сварочную колонну, увеличить срок эксплуатации и другие, перечисленные ниже:

1. Вращение сварочной колонны (вручную или с помощью электропривода) на  $360^\circ$  с блокировкой в любом положении
2. Регулируемая скорость перемещения консольной балки. Это дает возможность использовать скорость перемещение консольной балки как сварочную скорость перемещения.
3. Подъем консольной балки осуществляется при помощи электропривода и имеет электромагнитный тормоз.
4. Установленный на седле двигатель обеспечивает свободный подход и удобное обслуживание сварочной колонны.
5. Уравновешенная собственным весом колонна связана с седлом прочным тросом, что предотвращает падение и гарантирует полную безопасность при эксплуатации.



6. Дополнительные широкие ролики и уникальный направляющие пути гарантируют минимальные отклонения перемещения.

7. Инновационные механизированные V-образные пути на колонне гарантируют, что седло консольной балки перемещается гладко без вибрации. Это уменьшает износ.

8. Свободно устанавливаемая или перемещающаяся с переменной скоростью каретка.

Сварочная колонна ЛНЖ (средняя) изображена на рисунке 3.4. Технические характеристики сварочной колонны ЛНЖ (средняя) представлены в таблице 3.2.



Рисунок 3.4 – Сварочная колонна ЛНЖ (средняя)

Таблица 3.2 – Технические характеристики сварочной колонны ЛНЖ (средняя)

Рабочая зона по вертикале, м	Рабочая зона по гориз, м	Скор.перемещение колонны, мм/мин	Скорость подъема гориз консоли, мм/мин	Min высота под гориз-консолю, мм	Скор перемещгориз консоли, мм/мин	Угол поворота, °
2-5	2-5	2000	600	400	100-1500	±180

Сварочная колонна ЛНЖ (средняя) - сварочная консольная установка с рабочей зоной до 5 x 5 м с нагрузкой на конце горизонтальной консоли до 300 кг. Также может устанавливаться телескопическая горизонтальная консоль.

Для удобства сварочные колонны могут интегрироваться с роликовыми вращателями в единый сварочный комплекс. При этом управление всеми компонентами сварочного комплекса (сварочная головка с источником, колонна, роликовые вращатели, система отслеживания шва, система видеонаблюдения) выводится на один пульт.

Сварочные колонны могут оснащаться:

- механизмом поворота колонны на 180 градусов с ручным или электрическим приводом;
- колесной тележкой с ручным или электрическим приводом для перемещения сварочной колонны по рельсам;
- навесной системой рециркуляции флюса (только тяжелые колонны);
- отслеживателем шва джойстикового типа;
- лазерным отслеживателем шва;
- колебательной системой (осцилятором) при использовании MIG/MAG сварки салазками (суппортами, слайдерами) с ручным или электрическим приводом для точного позиционирования сварочной головки (горелки);
- системой видеонаблюдения;

В данной работе на основе анализа технических возможностей оборудования предлагается использовать сварочную колонну Kistler, серии 3/RMB 3.0×3.0, которая вращается на 360° с блокировкой в любом положении.

### 3.2 Выбор роликовых опор и манипулятора.

Для вращения обечаек при сварке чаще всего применяются роликовые опоры, на которые укладывается обечайки при сварке кольцевых швов и для поворота при сварке продольных швов.

Роликовые опоры имеют ролики с плавной регулировкой расстояния между ними – это позволяет при установке устройства антидрейфа избежать одностороннего смещения обечаек во время сварки. Преднамеренная установка разного расстояния между роликами приводит к направленному дрейфу обечайки в стороны упорного устройства “антидрейфа”.

Роликовые опоры КТ-5 представлены на рисунке 3.5. Технические характеристики роликовых опор КТ-5 представлены в таблице 3.3.



Рисунок 3.5 – Роликовые опоры КТ-5

Таблица 3.3 – Технические характеристики роликовых опор КТ-5

Модель	Нагр, Т	Линейная скорость, мм/мин	Мощность двигателя, кВт	Диаметр заготовки, мм	Диаметр и ширина колес		Питание, V/Hz
					Диам	Шир	
КТ-5	5	100-1200	2×0,25	300-2000	280	100	3-х фаз- ный 380В/50Гц

Серия КТ регулируемых роликовых вращателей – разновидность специальных сварочных вспомогательных машин, используемых для сварки труб, контейнеров, топливных баков, и других цилиндрических заготовок, он широко используется при производстве труб, сосудов давления, металлоконструкций, производстве изделий тяжёлого машиностроения и в других отраслях. Возможно применение оборудования совместно с манипуляторами и порталными машинами. Это повышает скорость сварки, стабильность качества, значительно сокращает затраты времени на вспомогательные операции, улучшает условия и снижает интенсивность, а также повышает производительность труда рабочих.

Для управления вращением деталей используется трение между приводным роликом и деталью, расстояние между центрами двух роликов может быть установлено вручную в соответствии с диаметром детали. Возможна компоновка под любую длину заготовки. Возможно изменение положения ведущего и ведомого роликов для удовлетворения требованиям сварки и сборки конических деталей.

Эта серия позиционеров регулирует расстояние между центрами роликов путём передвижения роликов вдоль рамы навстречу друг другу. Ролики крепятся на раме с помощью установочных болтов. Таким образом осуществляется настройка на различные диаметры заготовок. При правильной установке высоты ведущих и ведомых роликов конусная деталь или деталь, имеющая по длине различные диаметры, может быть успешно установлена и сварена. Данные ролики могут быть

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

использованы для сварки некоторых не цилиндрических сварных конструкций, при условии использования специальных приспособлений (например, специального кольцевого зажима). Данная серия позиционеров состоит из ведущих и ведомых роликов, где ведущий и ведомый ролики полностью независимы, но должны использоваться вместе. Они могут легко комбинироваться в зависимости от веса и длины заготовки, возможны комбинации с одним ведущим и одним ведомым роликом, одним ведущим и тремя ведомыми и т.д. Они удобны и гибки в применении и легко применимы для сварки.

Основные характеристики роликовых вращателей серии КТ:

1. Имеется возможность регулирования расстояния между опорами для использования заготовок разного диаметра.
2. Стальные ролики прорезинены посредством горячего пресса, что обеспечивает хорошую износостойкость, высокую грузоподъемность и движущую силу.
3. Приводная секция оснащена двумя двигателями с червячными редукторами.
4. Движение регулируется частотным контроллером с широким диапазоном настроек и высокой точностью.

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.132.00 ПЗ				

Самоподстраивающиеся роликовые опоры (ОВС-5) представлены на рисунке 3.6. Технические характеристики самоподстраивающихся роликовых опор (ОВС-5) представлены в таблице 3.4.



Рисунок 3.6 – Самоподстраивающиеся роликовые опоры (ОВС-5)

Таблица 3.4 – Технические характеристики самоподстраивающихся роликовых опор (ОВС-5)

Модель	Нагр, Т	Линейная скорость, мм/мин	Мощность двигателя, кВт	Диаметр заготовки, мм	Диаметр и ширина колес		Питание, V/Hz
					Диам	Шир	
ОВС-5	5	100-1000	2×0,18	250-3000	250	110	3-х фаз- ный 380В/50Гц

Самонастраивающиеся роликовые опоры ОВС различной грузоподъемности предназначены для установки и вращения цилиндрических изделий (нефтяные резервуары, цистерны, котлы) различных диаметров со сварочной скоростью при автоматической, полуавтоматической и ручной электродуговой сварке. Установка расстояния между роликами ОВС под требуемый диаметр свариваемого изделия происходит автоматически (в соответствии с техническими параметрами).

С помощью роликовых опор марки ОВС можно производить автоматическую сварку внешних и внутренних кольцевых швов изделий, а также наплавку внешних и внутренних поверхностей, дополнительно используя сварочные колонны или другие механические приспособления.

Комплекс ОВС состоит из двух роликовых опор: приводной и неприводной. ОВС обязательно поставляется в комплекте со шкафом управления. Кабель управления, соединяющий шкаф управления и ОВС, является неотъемлемой частью ОВС. Настоятельно рекомендуется использовать промышленно изготовленный кабель управления.

По заказу потребителя, опоры комплектуются дополнительными запасными, монтажными частями и принадлежностями. Опорный вращатель ОВС может комплектоваться роликами с различным типами покрытий.

- Угол наклона роликовых пар автоматически подстраивается под диаметр обрабатываемого изделия.
- Все 4 ролика являются приводными.
- Материал роликов (полностью резиновые, обрешиненные, полностью металлические, каучуковые, металлические с резиновым покрытием).
- Плавная регулировка встроенным преобразователем обеспечивает широкий диапазон скоростей вращения, высокую точность и большой стартовый момент.
- Пульт управления прост и надежен. Специальные интерфейсы расположены в электрическом шкафу, который осуществляет связь с управлением сварочной колонны.
- Существует возможность включения нескольких приводных опор от одного пульта д/у. Количество включаемых опор определяет Заказчик.
- Применяются для сварки сосудов переменного диаметра или в тех случаях, когда нужна быстрая перенастройка.

В данной работе на основе анализа технических возможностей оборудования предлагается использоватьсамоподстраивающиеся роликовые опоры (ОВС-5), так как настройка роликов под деталь производится автоматически.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Манипуляторы.

Выбираем наименее затратный по финансам и чтобы подходил под наши параметры.

Назначение: для установки изделий в удобное для сварки положение и вращение их со сварочной скоростью при автоматической сварке кольцевых швов.

Сварочные манипуляторы Серия МС:

- Предназначены для кольцевых и продольных швов изделий любой конфигурации

- Имеют литую планшайбу, на которую может устанавливаться 3-х кулачковый быстрозажимной патрон (опция)

- Плавная регулировка скорости вращения в широком диапазоне

- Цифровая индикация скорости вращения с предварительной установкой

- Опорная конструкция манипулятора устойчива, не требует дополнительного крепления

- Возможно дистанционное управление

Сварочный манипулятор МС- 80 представлен на рисунке 3.7. Технические характеристики сварочного манипулятора МС- 80 представлены в таблице 3.5.



Рисунок 3.7 – Сварочный манипулятор МС- 80

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



Таблица 3.5 – Технические характеристики сварочного манипулятора МС- 80

Параметры	МС-80
Грузоподъёмность, кг	8000
Смещение центра тяжести изделия, мм, не более	400
Эксцентриситет, мм	250
Скорость вращения планшайбы, об/мин	0,05-0,5
Скорость наклона планшайбы, об/мин	0,23
Максимальный угол наклона планшайбы, град	120
Диаметр планшайбы, мм	1600
Напряжение питания, В	3×380
Потребляемая мощность, кВт	8
Габаритные размеры, мм длина	3000
Ширина	1930
Высота	1850
масса, кг, не более	7500

#### 4 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРКИ

Для контроля качества сварных соединений ресивера водорода, для выявления наружных дефектов используется визуально-измерительный контроль, объем контроля 100%. Основные параметры визуально-измерительного контроля определены в РД 03-606-03.

Визуально — измерительный контроль (ВИК) сварных швов — это внешний осмотр сварных конструкций, как невооруженным глазом, так и при помощи различных технических приспособлений для выявления более мелких дефектов.

Специалисты, осуществляющие визуальный и измерительный контроль, должны быть аттестованы в соответствии с Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля (ПБ 03-440-02), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 № 3, зарегистрированным Минюстом России 17.04.02 г., регистрационный № 3378.

При визуальном и измерительном контроле применяют: лупы, в том числе измерительные, линейки измерительные металлические, угольники поверочные 90° лекальные, штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры, щупы, угломеры с нониусом, стенкомеры и толщиномеры индикаторные, микрометры, нутромеры микрометрические и индикаторные, калибры, эндоскопы, шаблоны в том числе специальные и универсальные (например, типа УШС), радиусные, резьбовые и др, поверочные плиты, плоскопараллельные концевые меры длины с набором специальных принадлежностей, штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки). Допускается применение других средств визуального и измерительного контроля при условии наличия соответствующих инструкций, методик их применения.

Набор для ВИК изображен на рисунке 4.1.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54



Рисунок 4.1 – Набор для ВИК

При визуально-измерительном контроле выявляются следующие дефекты:

- Трещины всех видов и направлений;
- Свищи и пористость наружной поверхности шва;
- Подрезы;
- Наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры;
- Смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов свыше предусмотренных норм;
- Отклонение от геометрии шва;
- Поры, выходящие за пределы норм;
- Чешуйчатость поверхности и глубина впадин между валиками шва, превышающие допуск на усиление шва по высоте.

Не допускаются трещины любых направлений, подрезы более 0,5 мм, нарушение геометрии шва и т.д.

Для выявления внутренних дефектов предлагается использовать радиографический контроль. Для проведения радиографического контроля используется импульсный рентгеновский аппарат Арина-9 изображенный на рисунке 4.2. Технические характеристики аппарата Арина-9 представлены в таблице 4.1.



Рисунок 4.2 – Импульсный радиографический аппарат АРИНА-9

Таблица 4.1 – Технические характеристики аппарата АРИНА-9

Напряжение кВ	300
Фокусное пятно, мм	2,5
Толщина стали доступная для рентгенографирования, мм	45
С использованием усиливающих экранов, мм	90
Доза за импульс на дистанции 0,5 м от фокуса, мР	2
Частота рентгеновских импульсов, Гц	10
Мощность, Вт	300
Масса, кг	9
Габаритные размеры	520-215-135

Контроль осуществляется по ГОСТ 7512-82 "Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод"

### Общие положения:

Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях трещине непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых, окисных и других включений.

Радиографический контроль применяют так же для выявления подрезов, оценки величины выпуклости и вогнутости корня шва, недоступных для внешнего осмотра.

При радиографическом контроле не выявляют:

- Любые несплошности и включения с размером в направлении просвечивания менее удвоенной чувствительности контроля;
- Любые несплошности и включения, если их изображения на снимках совпадают с изображением посторонних деталей, острых углов или резких перепадов трещин просвечиваемого металла.

Радиографическому контролю подвергают сварные соединения с отношением радиационной толщины толщины наплавленного металла шва к общей радиационной толщине не менее 0,2, имеющие двусторонний доступ, обеспечивающий возможность установки кассеты с радиографической пленкой и источника излучения в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82.

### Требования к принадлежностям для контроля:

При радиографическом контроле следует использовать маркировочные знаки, изготовленные из материала, обеспечивающего получение их четких изображений на радиографических снимках.

Следует использовать маркировочные знаки размеров, установленных ГОСТ 15843-79.

При радиографическом контроле следует использовать радиографические пленки соответствующие требованиям технических условий на них. Тип радиографической пленки должен устанавливаться технической документацией на контроль или приемку сварных соединений.

При радиографическом контроле следует использовать источники излучения,

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

предусмотренные ГОСТ 20426-82. Тип радиоактивного источника, напряжение на рентгеновской трубке и энергия ускоренных электронов должны устанавливаться в зависимости от толщины просвечиваемого материала технической документацией на контроль и приемку сварных соединений.

В качестве усиливающих экранов при радиографическом контроле должны использоваться металлические и флуоресцирующие экраны. Тип усиливающего экрана должен устанавливаться технической документацией на контроль или приемку сварных соединений.

Экраны должны иметь чистую гладкую поверхность. Наличие на экранах складок, царапин, трещин, надрывов и прочих дефектов недопускается.

Кассеты для зарядки пленки должны быть светонепроницаемыми и обеспечивать плотный прижим усиливающих экранов к пленке.

Для защиты пленки от рассеянного излучения рекомендуется экранировать кассету с пленкой со стороны, противоположной источнику излучения, свинцовыми экранами.

Для определения чувствительности контроля следует применять проволочные, канавочные или пластинчатые эталоны чувствительности.

Эталон чувствительности контроля следует изготавливать из металла или сплава, основа которого по химическому составу аналогична основе контролируемого сварного соединения.

#### Требования безопасности:

Основным видом опасности для персонала при радиографическом контроле являются воздействие на организм ионизирующего излучения и вредных газов, образующихся в воздухе под воздействием излучения, поражение электрическим током.

Радиографический контроль и перезарядка радиоактивных источников должны проводиться только с использованием специально предназначенной и находящейся в исправном состоянии аппаратуры, документация на изготовление и эксплуатацию которой при выпуске в количестве более трех экземпляров должна быть согласована с государственным комитетом РФ по использованию атомной

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

энергии и главным санитарно-эпидемиологическим управления министерства здравоохранения РФ; до трех экземпляров - местными органами санитарно-эпидемиологической службы.

Электрическое оборудование действующих стационарных и переносных установок для радиографического контроля должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 и "Правил устройства электроустановок", утвержденных главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем и Госэнергонадзором Министерства энергетики РФ.

Условная запись дефектов при расшифровке снимков, и документальном оформлении результатов радиографического контроля представлены в таблицах 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2 – Условная запись дефектов при расшифровке снимков, и документальном оформлении результатов радиографического контроля

Вид дефекта	Условное обозначение	
	Русский алфавит	Латинский алфавит
Трещины	Т	Е
Непровары	Н	Д
Поры	П	А
Шлаковые включения	Ш	В
Вольфрамовые включения	В	С
Окисные включения	О	О
Вогнутость корня шва	Вгк	Fa
Выпуклость корня шва	Впк	Fb
Подрезы	Пдр	Fc

Таблица 4.3 – Условная запись дефектов при расшифровке снимков, и документальном оформлении результатов радиографического контроля

Характер дефекта	Условное обозначение	
	Русский алфавит	Латинский алфавит
Трещины вдоль шва	Тв	Еа
Трещины поперек шва	Тп	Еb
Трещины разветвления	Тр	Ес
Непровар в корне шва	Нк	Da
Непровар между валиками	Нв	Db
Непровар по разделке	Нр	Dc
Отдельная пора	П	Aa
Цепочка пор	ЦП	Ab
Скопление пор	СП	Ac
Отдельные шлаковые включения	Ш	Va
Цепочка шлаковых включений	ЦШ	Vb
Скопление шлаковых включений	СШ	Vc
Отдельные вольфрамовые включения	В	Ca
Цепочка вольфрамовых включений	ЦВ	Cb
Скопление вольфрамовых включений	СВ	Cc



## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1. Анализ технологического процесса по опасным и вредным факторам

Технология сварки непрерывно развивается и совершенствуется. В производство внедряются новые механизированные и автоматизированные технологические процессы, но помимо высоких технико–экономических показателей, сварка обладает рядом серьезных опасных факторов. Поэтому при проектировании участка сварки одной из главных задач является создание здоровых и безопасных условий труда.

В разработанном технологическом процессе применяется электродуговая сварка под слоем флюса. При данных способах сварки и спроектированном технологическом процессе к вредным производственным факторам относятся:

1.Повышенная запыленность. Серьезным потенциально опасным фактором является загрязнение воздушной среды в цехе пылью (сварочным аэрозолем). При сварке нагретые до высокой температуры и поэтому более легкие, чем окружающий воздух, пары металла, компонентов электродного покрытия или других сварочных материалов поднимаются над местом сварки и попадают в зону температур одного порядка с окружающим воздухом, поэтому быстро конденсируются и затвердевают. Образуется твердая фаза частиц сварочной пыли – аэрозоль конденсации (сварочный аэрозоль), состоящий из окислов железа, марганца, хрома, двуокиси кремния и других токсичных веществ, входящих в состав свариваемых изделий и сварочных материалов. Систематическое воздействие сварочного аэрозоля при отсутствии необходимых средств и мероприятий охраны труда может вызвать у рабочих профессиональные заболевания – силикоз, интоксикация марганцем. Это приводит к тяжелым поражениям органов дыхания и нервной системы. Можно отметить, что концентрация аэрозоля, окислов марганца и других токсичных веществ в зоне дыхания сварщиков-автоматчиков зависят от состава и степени измельчения флюса, конфигурации свариваемых изделий, направления воздушных потоков в здании. Исследования показали большую эффективность применения флюсоотсосов при автоматической сварке.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

2. Опасные уровни напряжения в электрических цепях. При эксплуатации электрического оборудования возникает опасность поражения электрическим током. Это могут быть ожоги, металлизация, электроудар при прикосновении к токоведущим частям, остановка сердца. Вследствие больших величин сварочного тока дуговой разряд является источником мощного электромагнитного поля, которое может привести к нарушениям функционирования внутренних органов и головного мозга;

3. Наличие предметов с высокой температурой поверхности. Нагретые до высокой температуры поверхности изделия или оборудования, шлаковая корка, брызги и выбросы расплавленного металла могут привести к ожогам различной степени тяжести, также создают опасность возникновения пожара;

4. Движущиеся машины и механизмы, перемещающие грузы и изделие, незащищенные подвижные элементы сварочного оборудования и оснастки могут привести к ушибам, увечьям людей, вывести из строя установки.

5. Излучение:

– сварочная дуга: видимые лучи ослепляют, так как их яркость превышает физиологически допустимую дозу; ультрафиолетовые лучи могут вызвать электрофтальмию; инфракрасные лучи, обладая главным образом тепловым эффектом, могут вызвать перегрев организма;

6. Наличие источников повышенной яркости вызывает необходимость частой переадаптации зрения, недостаточное освещение рабочего места может вызвать утомление глаз, снижение внимания, работоспособности;

7. Неблагоприятный микроклимат может вызвать перегрев или переохлаждение организма рабочего, влиять на самочувствие, функциональное состояние, здоровье человека;

8. Высока вероятность возникновения пожаров, ожогов, так как на участке находится много нагретых до высокой температуры предметов;

9. Нерациональная планировка участка может вызвать опасность столкновений грузовых тележек с рабочими или оборудованием, вызвать трудности при эвакуации, передвижении по участку.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

## 5.2. Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда на участке

### 5.2.1 Вентиляция

Системы вентиляции должны обеспечить в сборочно-сварочных цехах и на участках микроклимат (температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха) в соответствии с СНИП 2.04.05-86, а также содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с ГОСТ 12.1.005-91.

Участки сварки следует снабжать местными и общеобменными механическими вентиляционными установками. Наиболее эффективным средством вентиляции являются местные отсосы, обладающие по сравнению с общеобменной вентиляцией следующими преимуществами:

- локализуя вредные вещества непосредственно в зоне их образования, они предотвращают распространение их по всему объему производственного помещения;

- благодаря близкому расположению к источнику вредных выделений местные отсосы могут удалять их с помощью минимальных объемов воздуха, что имеет большое экономическое преимущество по сравнению с общеобменной вентиляцией.

В данном проекте предлагается используется местные отсосы закрепленные на головках сварочных установок. При сварке под слоем флюса вредные компоненты выделяются с некоторым запаздыванием, что объясняется постепенной фильтрацией вредных веществ через слой нерасплавленного флюса. Практически выделение вредных веществ имеет место, пока температура остывающего металла выше 300С°. кроме выделения аэрозоля и газов непосредственно от наплавленного металла, процесс наплавки под флюсом сопровождается поступлением в атмосферу цеха флюсовой пыли (аэрозоля дезинтеграции), образующейся путем истирания частиц флюса при транспортировках и пересыпках. Уборка неиспользованного флюса производится флюсоотсосом.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

### 5.2.2 Освещение

Освещение является одним из важнейших условий нормальной жизнедеятельности. Правильно устроенное освещение обеспечивает хорошую видимость и создает благоприятные условия труда. Неудовлетворительное освещение вызывает преждевременное утомление, притупляет внимание работающего, снижает производительность труда, ухудшает качественные показатели и может оказаться причиной несчастного случая. Неудовлетворительное освещение в течении длительного времени может также привести в ухудшению зрения .

Проектирование искусственного освещения ставит целью решение следующих задач: выбор системы освещения, типа источника света, светильника, расположение светильников, выполнение светотехнического расчета и определения мощности осветительной установки .

### 5.2.3 Излучение

Автоматическая сварка под слоем флюса характеризуется меньшей опасностью поражения глаз, так как электрическая дуга при этих способах закрыта слоем флюса. Однако и при наплавке под слоем флюса возможно появление открытой дуги, например, при полном или частичном прекращении подачи флюса в сварочную ванну, что возможно при засыпке в бункер отсыревшего флюса, который высыхая превращается в комки, перекрывающие горловину бункера.

Для обеспечения безопасности при радиографической дефектоскопии контроль производят в специальных помещениях, которые могут быть двух типов:

- окружены радиационной защитой со всех сторон;
- типа «выгородок», у которых отсутствует, например, потолочное перекрытие, боковая стена и т.п. или имеется люк для подачи крупногабаритных изделий на просвечивание.

### 5.2.4 Шум

Источниками шума в сборочно-сварочных цехах могут быть работающие сварочные преобразователи, трансформаторы, выпрямители, сварочная дуга, венти-

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

ляционные установки. Для рабочих мест производственных помещений уровень звука не должен превышать 80 дБА.

Для снижения шума технологическое и вентиляционное оборудование предусмотрено устанавливаться на виброизолирующие основания. Присоединение воздуховодов к вентиляторам следует выполнять с помощью виброизолирующих брезентовых вставок.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется пользоваться индивидуальными средствами защиты — противοшумными наушниками или вкладышами по ГОСТ 15762 – 70.

#### 5.2.5 Микроклимат

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой, и поддержание оптимального и допустимого состояния организма.

Для предотвращения неблагоприятных воздействий микроклимата рабочего места производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние и здоровье человека устанавливаются санитарно-гигиенические требования к параметрам микроклимата.

Оптимальные нормы обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течении рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. Наплавка под слоем флюса относится к категории энергозатрат 2а.

Оптимальные величины параметров микроклимата приведены в таблице 5.1.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Таблица 5.1 – Оптимальные величины параметров микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура по-верхностей, °С	Относительная оптимальная влажность воздуха, %	Относительная допустимая влажность воздуха, %	Скорость оптимальная движения воздуха, м/с
Холодный ≤ 10°С	2б	17-19	16-20	40-60	15-75	0,2
Теплый > 10°С	2б	19-21	18-22	40-60	15-70	0,2

### 5.3 Обеспечение безопасности жизнедеятельности на участке

#### 5.3.1 Электробезопасность

Все электрооборудование участка должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» и действующим ГОСТ12.2.007.8-75 и ГОСТ 12.2.007.0-75, а его эксплуатация - «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Применяемое электрооборудование, подключения, устройство заземления на проектируемом участке, осуществляется в соответствии с правилами по технике безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Для предупреждения поражения сварщика электрическим током предусмотрены следующие требования:

— при сварке под флюсом каждый сварочный аппарат имеет отдельный заземляющий провод, подсоединяемый непосредственно к заземляющей магистрали. Не допускается использование контура заземления в качестве обратного провода. Кроме того, напряжение в цепях автоматической аппаратуры выше, чем при ручной дуговой сварке, поэтому все неподвижные провода заключают в металлические трубки, а подвижные – в резиновые рукава, обшитые брезентом или обмотанные в два слоя киперной (прорезиненной) лентой. Все части автоматов, которые в случае повреждения изоляции могут оказаться под напряжением, должны

быть надежно заземлены. Номинальный ток плавких предохранителей не должен быть выше предельного тока, указанного в паспорте установки.

— переключательное устройство снабжают защитным кожухом во избежание случайных прикосновений. Во время снятия или установки наплавляемой детали, смены кассеты с электродной лентой и при других подготовительных работах наплавочную установку следует отключать от питающей сети.

— наружные клеммы электрооборудования защитить кожухами. Не допускается прикасаться голыми руками к токоведущим частям включенного сварочного оборудования.

— шкаф управления постоянно закрыт на замок. Доступ в шкаф управления разрешается только специально назначенному лицу. При осмотрах и ремонте шкафа управления необходимо схему полностью отключить на цеховом щите.

— при обнаружении повреждений электрических цепей в источнике питания, автомате, полуавтомате необходимо отключить оборудование и сообщить мастеру.

### 5.3.2 Безопасность при работе с подъемно-транспортными устройствами

Безопасность труда при подъеме и перемещении грузов зависит от конструкции подъемно - транспортных устройств и соответствия их правилам и нормам Госгортехнадзора.

В связи с работой в цехе мостового крана следует принимать меры безопасности при работе. Закрывать все доступы для людей на необорудованные проходными галереями крановые пути работающего мостового крана.

Вседвигающиеся и вращающиеся части механизмов ограждаются.

Предусмотрено обеспечить надежную прочность механизмов вспомогательных и грузозахватных приспособлений, а также исключить непредусмотренные контакты рабочих с перемещаемыми грузами и движущимися механизмами. Стропальщики должны быть обеспечены исправными и промаркированными вспомогательными и грузозахватными приспособлениями.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Все работы с краном, связанные по перемещению груза, выполняет аттестованный стропальщик. Работы, предусмотренные технологическим процессом по погрузке сборочных и сварочных приспособлений с помощью подъемно-транспортных устройств, выполняют сварщики. Для всех сварщиков, работающих на участке, предусмотрены удостоверения стропальщиков.

Инспекция Госгортехнадзора РФ и администрация устанавливают постоянный надзор за состоянием канатов, строп и тары.

Капитальный ремонт производится каждые 7 лет, средний - каждые 2-3 года, текущий - каждый год. Осмотр проводят 2 раза в месяц.

### 5.3.3 Обеспечение пожарной безопасности

По классификации производств по пожарной безопасности, приведенной в НПБ 105—95, проектируемый участок относится к категории «Г» - пожароопасного производства, в котором обращаются негорючие вещества и материалы в горячем состоянии.

Пожароопасны различные виды сварки и наплавки не только из-за отлетающих раскаленных металлических частиц, но и по причине возможности возникновения пожара из-за неисправности сварочного оборудования. Так, при неправильном устройстве обратного провода, соединяющего аппарат с изделием, его сопротивление прохождению тока может оказаться выше, чем сопротивление других обходных путей, и тогда часть сварочного тока (так называемый блуждающий ток) протекает по этим новым путям, что приводит к искрению и нагреву мест со значительным переходным сопротивлением. В результате этого может произойти воспламенение горючих материалов, расположенных в зоне прохождения обратного провода.

Предусмотрено, что места, отведенные для проведения сварочных работ и установки сварочных агрегатов и трансформаторов, должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе не менее 5 м.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68



При проведении сварочных работ запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел и жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей.

Перед началом работы сварщик проверяет исправность сварочной аппаратуры, подготовленность рабочего места в противопожарном отношении: наличие средств пожаротушения, внутренних пожарных кранов, песка, огнетушителей. Если рабочее место не подготовлено, к работам приступать нельзя. Во время работы не допускается попадание искр расплавленного металла и разбрасывание электродных огарков на горючие конструкции и материалы, а после работы рабочее место тщательно осматривается.

Нельзя загромождать и закрывать пожарные проходы к пожарному инвентарю.

Курить необходимо в специально отведенных местах, оборудованных средствами пожаротушения.

Лица не сдавшие испытания по сварочным работам, а также не прошедшие предварительную проверку знаний ими правил пожарной безопасности, к выполнению сварочных работ, даже временных, не допускаются.

При возникновении пожара или загорания необходимо немедленно отключить сварочную установку. Подать сигнал пожарной тревоги и сообщить о пожаре мастеру, руководителем, позвонить в пожарную охрану. До прибытия пожарной охраны необходимо приступить к ликвидации пожара наиболее целесообразными для данной ситуации способами.

На проектируемом участке предусматривается:

- а) пожарный щит, в комплект которого входят огнетушитель пенный ОВП-10, огнетушитель углекислотный ОУ-8, два ящика с песком;
- б) стены и здания, перекрытия и полы изготавливаются из негорючего материала;
- в) эвакуация людей на случай пожара производится согласно плану эвакуации.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пояснительной записке был произведен анализ конструкции. Исходя из функций данной сварной конструкции, была выбрана сталь 09Г2С-12. Оценены свариваемость и склонность к образованию кристаллизационных трещин выбранной стали.

В данной работе были произведены расчеты режимов сварки, для стыковых и кольцевых соединений данной конструкции.

Выбрано сварочное оборудование.

Описан контроль качества сварки.

Провели анализ технологического процесса по опасным и вредным факторам.

					15.03.01.2017.132.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.
2. Зайцев Н. Л. Технологические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев, А.М. Осипов – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 89 с.
3. 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.
4. Маслов, Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Издательский центр "Академия", 2008. -272с.
5. [www.lincoln-electric.ru](http://www.lincoln-electric.ru)
6. [www.esab.ru](http://www.esab.ru)

									Лист
									71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2017.132.00 ПЗ				