

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.

Совершенствование технологии сварки элементов пояса башни
дымовой трубы в условиях ООО «Челябинский опытно-
механический завод»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2019.163. ПЗ ВКР

Руководитель работы

_____ Должность

_____ Подпись И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы
студент группы П-440

_____ А.А.Щербатенко

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролёр
старший преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск, 2019

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.163.00 ПЗ				

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1 Анализ конструкции изделия.....	7
1.2 Материал изделия и его свариваемость	7
1.3 Условия эксплуатации изделия	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	10
2.1 Базовый вариант технологического процесса.....	10
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.....	17
2.3 Выбор способа сварки.....	18
2.4 Выбор сварочных материалов	21
2.5 Расчет режимов сварки	23
2.6 Выбор оборудования для сборки и сварки.....	33
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	38
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	44
4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов.....	44
4.2 Техническая безопасность при производстве сварочных работ	45
4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда	486
4.2.2 Обеспечение электрической безопасности.....	48
4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности	50
4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами	51
4.4 Планировка оборудования и рабочих мест цеха (участка)	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	555
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	566
ПРИЛОЖЕНИЯ	

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших отраслей промышленности является топливная энергетика. Она почти всегда связана с высокотемпературными производственными процессами, влекущими за собой выделение в атмосферу значительного количества вредных (загрязняющих) веществ. Это приводит к необходимости применения промышленных дымовых труб.

Проектирование и производство дымовых труб ведется строго в соответствии с техническим регламентом. Недочёты, допущенные при изготовлении труб промышленного назначения, могут привести к разрушению как самой дымовой трубы, так и неконтролируемым выбросам вредных (загрязняющих) веществ в атмосферу, значительно превышающих предельно-допустимые концентрации.

Принцип работы дымовых труб связан с естественной конвекцией, возникающей за счет разности температур (и плотностей) газов и окружающего воздуха. Это позволяет всей системе очистки работать на естественной тяге выхлопных или дымовых газов. В тех случаях, когда перепад давления на трубе недостаточен для преодоления внутреннего газодинамического сопротивления всех газоходов и устройств возникает необходимость использования специальных газодувных машин (вентиляторов или дымоотсосов).

Так как дымовые трубы зачастую устанавливают на открытом воздухе, то они должны выдерживать ветровое, температурное воздействия, которые оказывают влияние как на саму башню дымовой трубы, так и на ее опору.

В выпускной квалификационной работе рассматривается технология изготовления пояса А-5 опорной части башни дымовой трубы. Новая технология спроектирована таким образом, что имеет ряд преимуществ перед базовой технологией сборки изделия.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 1.1 – Химический состав стали С345-3

процентах

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Al
До 0,15	До 0,8	1,3- 1,7	До 0,3	До 0,04	До 0,035	До 0,3	До 0,3	0,015- 0,06

Таблица 1.2 – Механические Свойства изделия из стали С345-3

Параметр	σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ_5 , %	KCU , Дж/см ²	HB
Значение	325	470	21	39(при -40 С)	255

На оценку Свариваемости изделий влияет стойкость металла околошовной зоны против образования трещин. Для оценки возможности возникновения холодных трещин вычисляется углеродный эквивалент C_{Σ} по формуле Сеффериан(1):

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

где C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P - химические элементы в составе стали в массовом отношении.

Для стали С345:

$$C_{\Sigma} = 0,15 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{40} + \frac{0,3}{13} + \frac{0}{14} + \frac{0,035}{2} = 0,574\%$$

Если $C_{\Sigma} < 0,4\%$, то Сварка стали не вызывает затруднений, при $0,4\% < C_{\Sigma} < 0,55\%$ - Сварка возможна, но требует принятия специальных мер по предотвращению возникновения трещины. А при $C_{\Sigma} > 0,55\%$ опасность появления трещин резко возрастает.

Согласно производственным данным [2] реальные значения параметров значительно ниже и в перерасчете по данным параметрам для стали С-345-3 получим:

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.163.00 ПЗ				

$$C_{\Sigma} = 0,12 + \frac{1,37}{6} + \frac{0,7}{24} + \frac{0,04}{5} + \frac{0,02}{40} + \frac{0,02}{13} + \frac{0,004}{14} + \frac{0,013}{2} = 0,39\%$$

Из полученного значения видно, что Сварка стали С345-3 не вызывает затруднений и не требует подогрева.

Для оценки возможности образования горячих трещин используем формулу(2):

$$HCS = \frac{C \times (S+P+Si/25+Ni/100)}{3Mn+Cr+V+Mo} 10^3 \leq 4 \quad (2)$$

$$HCS = \frac{0,15 \times (0,04 + 0,035 + 0,8/25 + 0,3/100)}{3 * 1,7 + 0,3} 10^3 = 3,056$$

Полученное значение $HSC < 4$, поэтому горячие трещины не образуются, сопутствующий подогрев не требуется.

1.3 Условия эксплуатации изделия

Данная конструкция применяется в газоочистных установках №1 и служит опорной частью газоочистной трубы. Сталь С345-3. Цифра «3» нормируемый показатель ударной вязкости для стали С345, указывающий также на зону использования конструкции, она может использоваться в районах со средней температурой не ниже -40°С. Общий вид изделия представлен на рисунке 1.2.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.163.00 ПЗ					

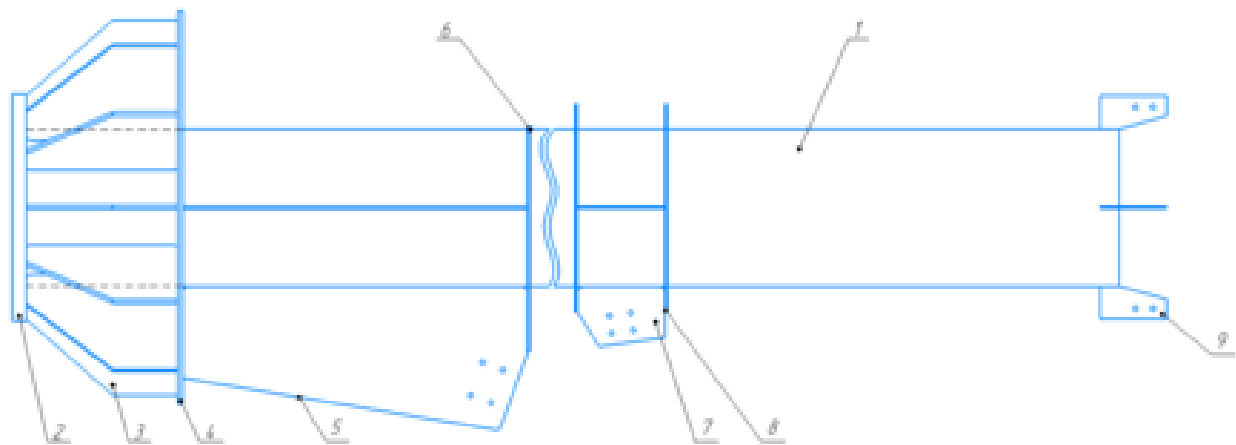


Рисунок 1.2 – Общий вид конструкции

Пояс состоит из: 1- труба 720x9,0; 2 – лист 1040x60; 3 – лист 500x20; 4 – лист 1800x20; 5 – лист 661x12; 6 – лист 660x12; 7 – лист 277x8; 8 – лист 520x8; 9 – лист 150x10.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

Рассмотрим процесс сборки конструкции на основе укрупненных узлов:

Нижний узел состоит из деталей: 1, 2, 3, 4, 5, 6;

Средний узел состоит из деталей: 1, 7, 8;

Верхний узел состоит из деталей: 1, 9;

Вся сборка изделия осуществляется полуавтоматической Сваркой в среде защитных газов при использовании проволоки Св-08Г2С, в качестве защитного газа используется CO₂.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.163.00 ПЗ

Лист

10

При сборке пояса А-5 используют следующие технологические операции:

1) Вырезается заготовка из Трубы 720x9,0 в размер 11980 мм, что представлено на рисунке 2.1.

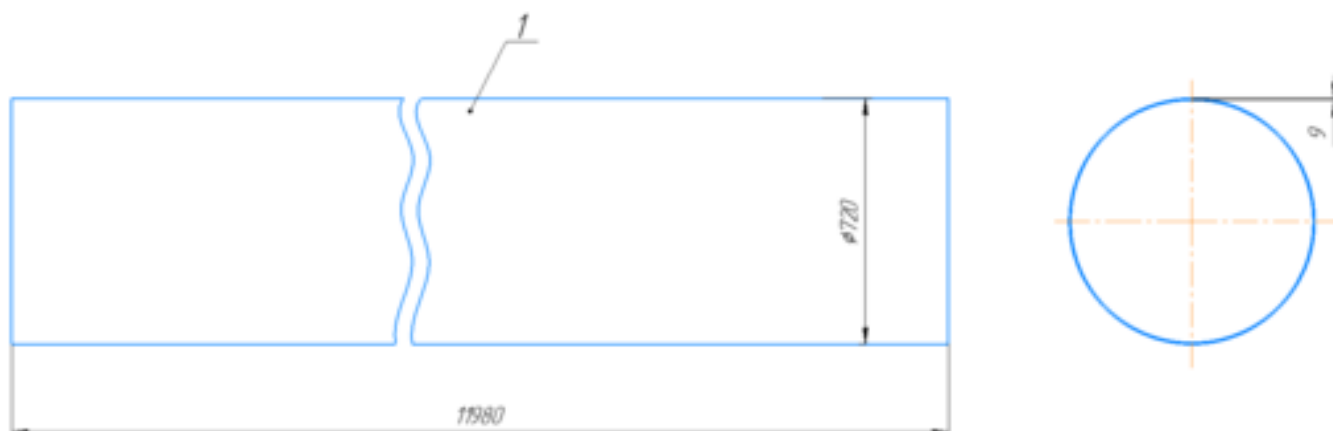


Рисунок 2.1 – Заготовка трубы

2) Из заготовок вырезаются листы:

1) 2 листа профилем 277x8; 2) 8 листов профилем 520x8; 3) 1 лист профилем 660x12; 4) 2 листа профилем 661x12; 5) 1 лист профилем 1800x20; 6) 12 листов профилем 500x20; 7) 4 листа профилем 150x10; 8) 1 лист 1040x65. Процесс резки показан на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Резка листов с помощью термическим способом

2) После нарезки у листа профилем 1040x65мм стачивается левый торец до размера 1040x60 мм с допуском ± 2 под зачитку, это делается для того, чтобы зачистить лист от неровностей и погрешностей и в дальнейшем применять его, как нулевую базу.

3) Далее в листах №4,5,7,9 высверливаются отверстия на радиально-Сверлильном станке. Все высверливаемые отверстия имеют диаметр $d=22$ мм.

4) Рассмотрим сборку узла нижнего узла, общий вид которого показан на рисунке 2.3.

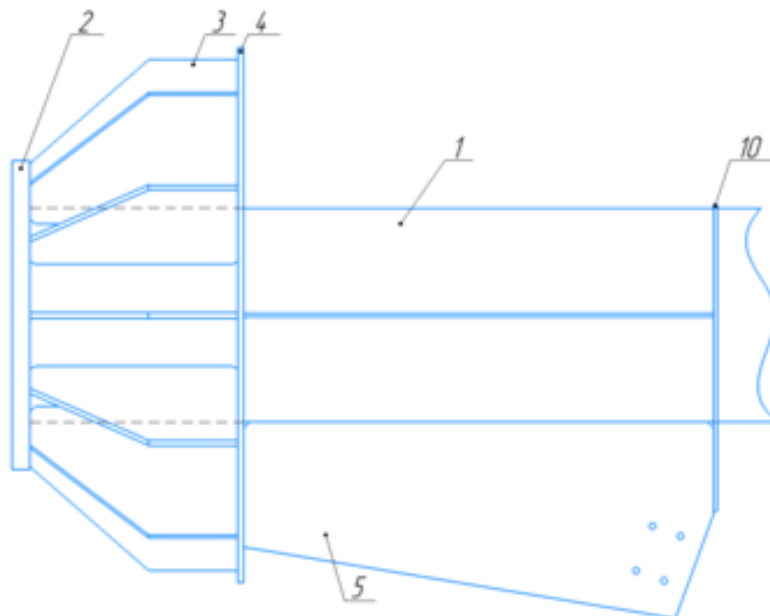


Рисунок 2.3 – общий вид нижнего узла

4.1 Лист 1040x60 приваривается к трубе 720x9,0. Данный процесс проиллюстрирован на рисунке 2.4.

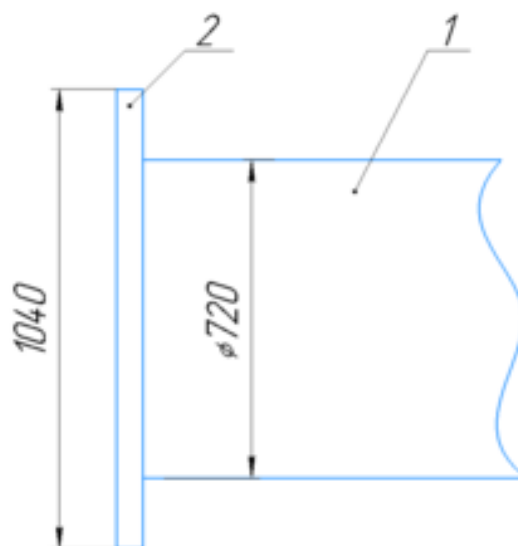


Рисунок 2.4 – Присоединение листа 2 профилем 1040x60 к трубе 1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.163.00 ПЗ

Лист

12

4.2 Листы 500x20 привариваются к трубе 720x9,0 и к листу 1040x60. Данный этап продемонстрирован на рисунке 2.5

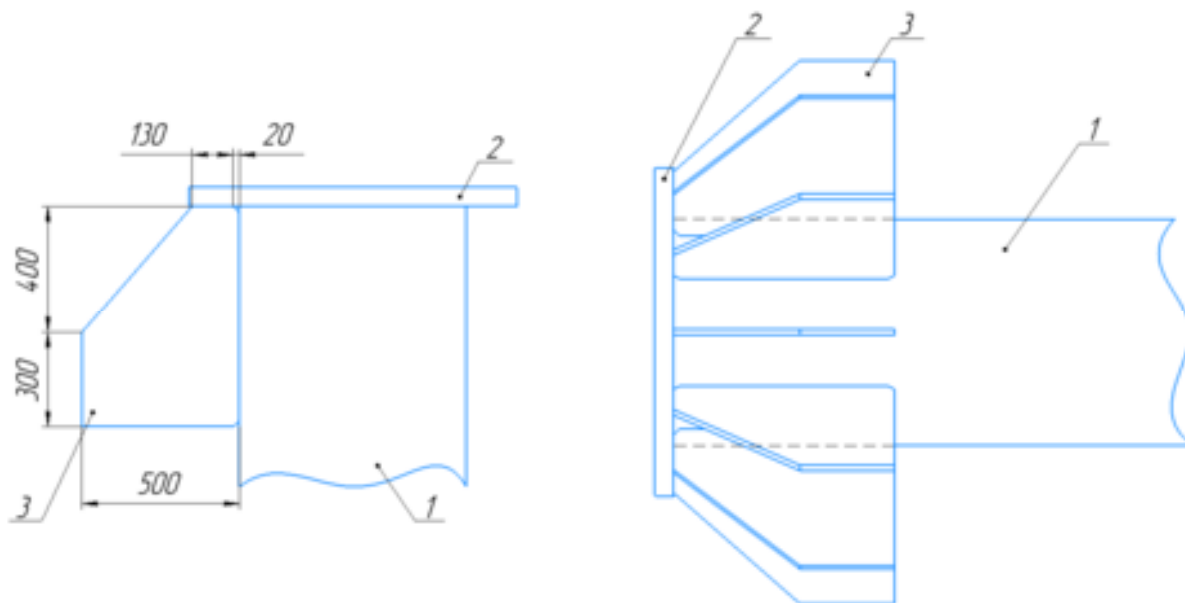


Рисунок 2.5 – Сварка 12 листов 3 с листом профилем 1040x60 и трубой 1

4.3 Листы 1800x20 привариваются к трубе 720x9,0 и к листам 500x20. Рисунок 2.6 иллюстрирует данный процесс.

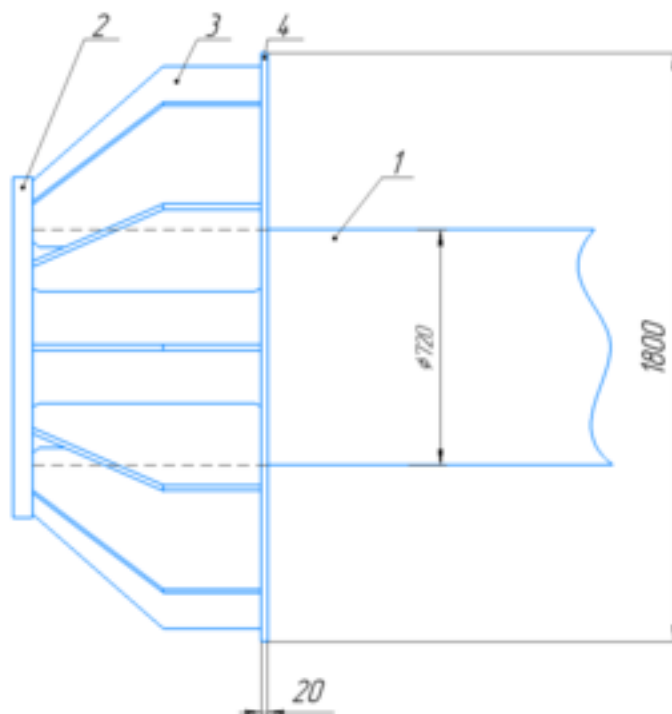


Рисунок 2.6 – Сборка листов 4 с листами 3 профилем 500x20 и трубой 1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.163.00 ПЗ

Лист

13

4.4 Два листа 661x12 приваривается к трубе 720x9,0 и к листу 1800x20 под углом 90°, как представлено на рисунке 2.7.

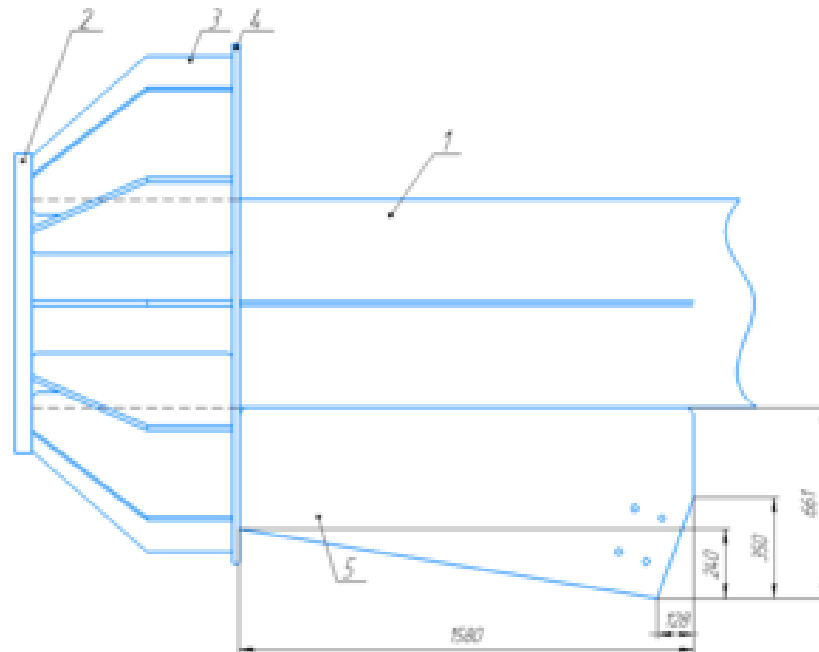


Рисунок 2.7 – Сварка двух листов 5 профилем 661x12 с конструкцией

4.5 Лист 660x12 приваривается к трубе 720x9,0 и к двум листам 661x12, это демонстрирует рисунок 2.8.

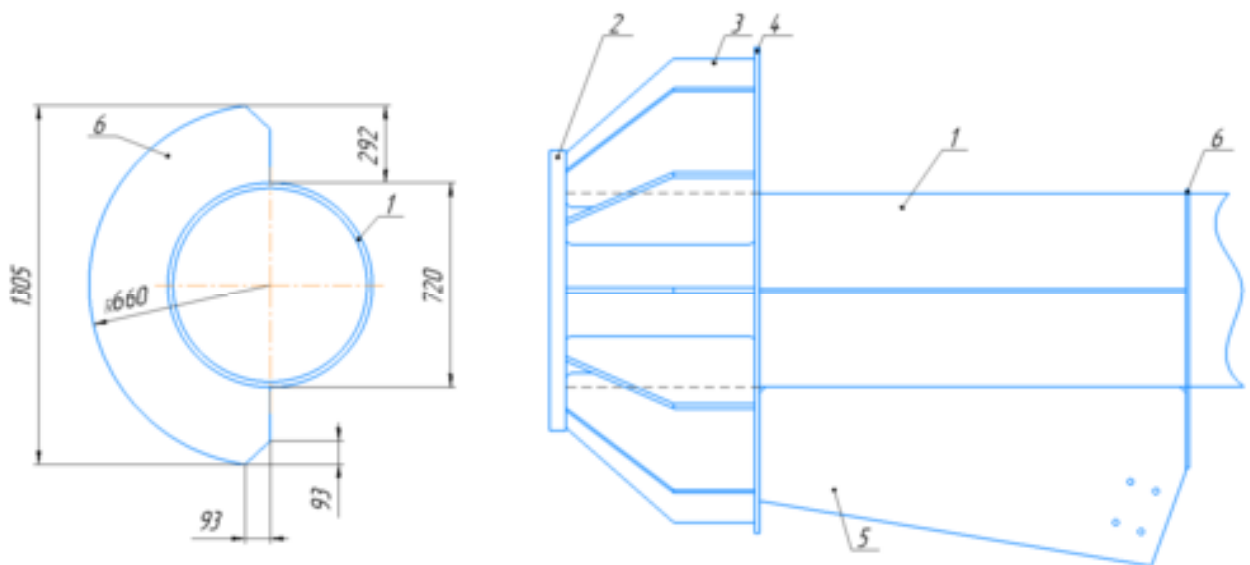


Рисунок 2.8 – Сварка листа 6 профилем 660x12 с трубой 1 и двумя листами 5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

гаться с двух сторон, а другие два листа строгаются с одной стороны для обеспечения нужного размера – 249x8 и 253x8 с допусками ± 1 соответственно.

5.3 Восемь листов 520x8 привариваются к трубе 720x9,0 и двум листам 277x8, как показано на рисунке 2.11.

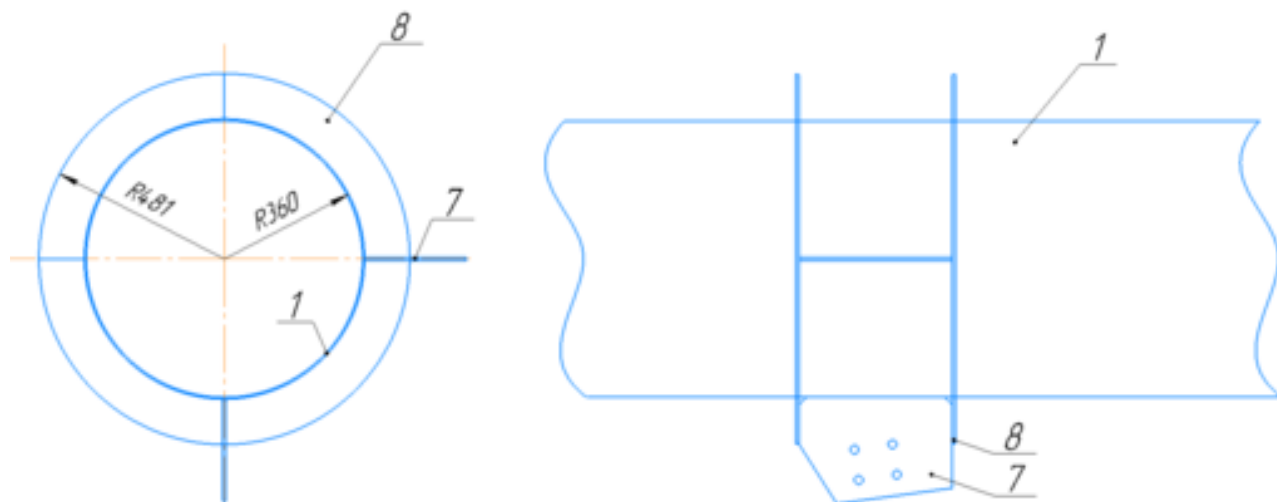


Рисунок 2.11 – Сварка листов 8 профилем 520x8 с трубой 1 и двумя листами 7

б) Рассмотрим сборку верхнего узла, показанного на рисунке 2.12.

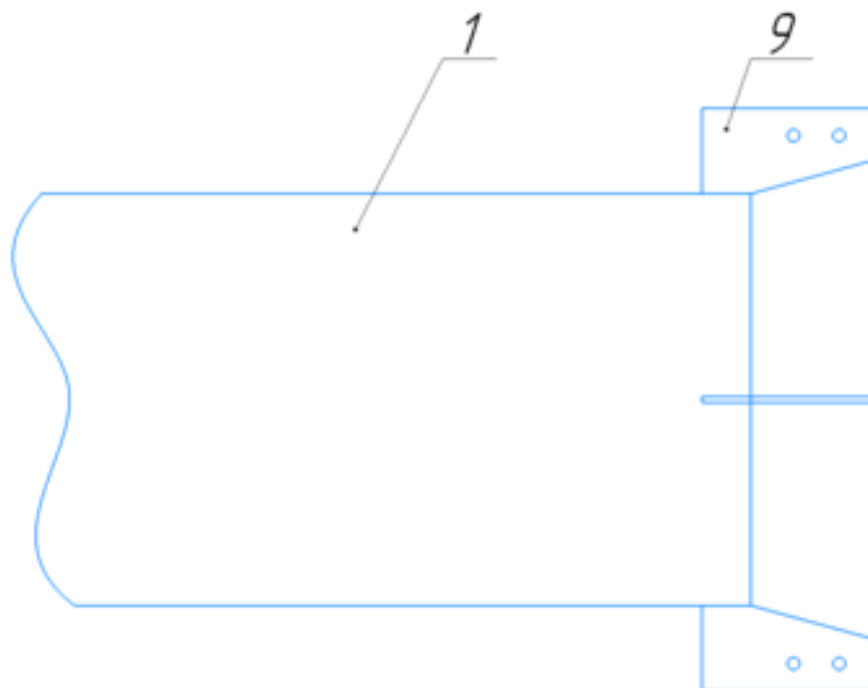


Рисунок 2.12 - Общий вид верхнего узла

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6.1 Четыре листа 150x10 привариваются к трубе $\varnothing 720 \times 9,0$. Данный этап демонстрирует рисунок 2.13.

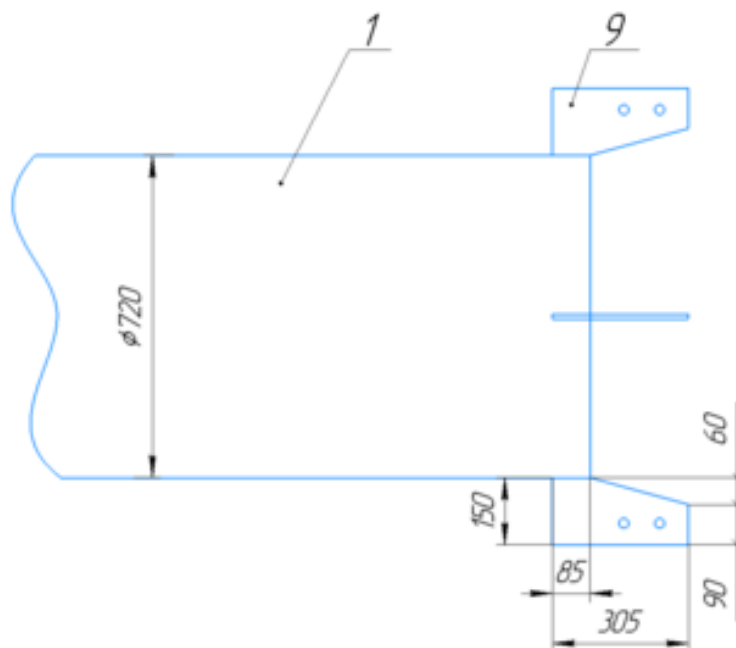


Рисунок 2.13 – Листы 9 профилем 150x10 привариваются к трубе 1

7) Все стыковые соединения подвергаются визуально-измерительному контролю (ВИК) для выявления внешних дефектов. Данным способом проверяются 100% швов. Для выявления внутренних дефектов применяется ультразвуковой контроль (УЗК), проверке УЗК также подвергается 100% швов.

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

Предлагаемый проектируемый вариант направлен на снижение трудоемкости изготовления конструкции, расширение номенклатуры выпускаемых изделий, например, трубы, балки, фермы и т.д., которые имеют схожий технологический процесс, как и у изготавливаемого изделия, а также увеличение качества Сварных швов. Указанные улучшения могут быть достигнуты за счет автоматизации способа Сварки, установки кольцевого кантователя. Преимущества проектируемого процесса будут рассмотрены на примере изготовления пояса А-5.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

2.3 Выбор способа Сварки

В целях автоматизации производства и уменьшения влияния человеческого фактора на выполнение производственных операций целесообразно выбрать такой способ Сварки, который будет отвечать следующим требованиям:

- качество Сварного соединения
- производительность
- гибкость производственной линии

Рассмотрим следующие варианты Сварки:

- Механизированная Сварка под слоем флюса
- Механизированная Сварка в среде защитного газа

Механизированная Сварка под слоем флюса:

Является разновидностью дуговой Сварки, при которой электрическая дуга горит под слоем Сварочного флюса, который препятствует проникновению атмосферного воздуха в зону Сварки. Флюс не только защищает зону Сварки от окружающей среды, он также способствует стабилизации электрической дуги, раскислению металла, обеспечивает легирование Свариваемого металла нужными химическими элементами, улучшая Свариваемость и обеспечивая высокие механические Свойства Сварного шва. Общий вид Сварки под флюсом представлен на рисунке 2.14.



Рисунок 2.14 – Пример Сварки под флюсом

Преимущества механизированной Сварки под слоем флюса:

- 1) Высокая производительность;
- 2) Возможность резкого увеличения силы Сварочного тока. Лучшее использование тока заметно экономит расход электроэнергии;

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

использовании флюса запыленность воздушной среды выше в 2 раза, чем при Сварке под Свежим флюсом.

Механизированная дуговая Сварка плавящимся электродом в среде защитных газах:

Разновидность электрической дуговой Сварки, при которой электродная проволока подается автоматически с постоянной скоростью, а Сварочная горелка перемещается вдоль шва вручную. При этом дуга, вылет электродной проволоки, ванна расплавленного металла и ее застывающая часть защищены от воздействия окружающего воздуха защитным газом, подаваемым в зону Сварки.

Преимущества механизированной Сварки в защитных газах:

1. Применяя различные режимы работы, можно соединять практически любые металлы.
2. Высокое качество соединений в широком спектре толщин металлов.
3. Визуальный контроль за течением процесса.
4. Нет зависимости от положения деталей в пространстве.
5. Температурное воздействие производится на узкий участок деталей.
6. Высокая скорость работы, с легкостью процесс можно механизировать и автоматизировать
7. Не нужно удалять флюсы и шлаки.

Недостатки механизированной Сварки в защитных газах:

1. Необходима защита от вредного Светового и термического воздействия Сварки.
2. Необходимость закупки дорогостоящих защитных газов.
3. Возможность их негативного воздействия на организм человека.
4. Дороговизна оборудования.

Учитывая все достоинства и недостатки данных методов сделаем выбор в пользу Сварки в среде защитных газов, так как в нашей конструкция требует наложения большого количества швов в разных пространственных положениях Роботизация Сварки в защитных газах выглядит более гибким процессом, по сравнению со Сваркой под слоем флюса, так как позволит варить не только в

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.163.00 ПЗ					

нижнем положении. Также при Сварке под слоем флюса дополнительной проблемой является отсос и сбор флюса, что ведет к установке дополнительного оборудования в рабочей зоне.

2.4 Выбор Сварочных материалов

После выбора способа Сварки необходимо выбрать марку проволоки и защитных газ.

В нашем случае мы оставляем ту же проволоку, что и в базовой технологии процесса: Сварочную проволоку Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70, чей химический состав представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав проволоки Св-08Г2С

в процентах

С	S	P	Mn	Cr	Si	Ni
0.05- 0.11	До 0.025	До 0.030	1.8- 2.1	До 0.20	0.7- 0.95	До 0.25

Механические характеристики проволоки Св-08Г2С:

- 1) Изделия после изготовления обязательно проходят проверку на разрыв
Допускаются следующие показатели сопротивления разрыва (S_b кгс/мм²):
 - для \varnothing до 1,5 мм значение S_b должно быть в интервале от 90 до 135;
 - для \varnothing 1,6 мм — в интервале 90-130(для наплавки) и 70-100 (для электродов);
 - для \varnothing 2,0 мм — в интервале 80-120 (для наплавки), 70-100 (для электродов);
 - для \varnothing больше 2,0 мм в интервале 70-105 (для наплавки), 65-95 (для электродов).
- 2) Показатель относительного удлинения не менее 30%.
- 3) Значение предела текучести в МПа — в интервале от 415 до 440.
- 4) Показатель ударной вязкости, (Дж/см²): при 20 °С— 69.

Проволока Св-08Г2С отличается от других расходных продуктов Сварки Своими преимуществами:

- она обеспечивает устойчивость Сварочной дуги и исключает возможность «залипания» электрода;

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.163.00 ПЗ					

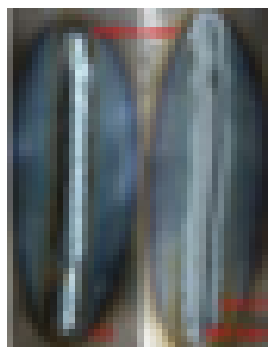


Рисунок 2.15 - Швы выполненные CO₂(слева) и Ar+CO₂(справа)

Результаты использования Ar+CO₂:

- 1) увеличение производительности Сварки за единицу времени;
- 2) снижение потерь на разбрызгивание металла на 80%;
- 3) заметное снижение количества брызг в районе шва для Сварки (это очень важно, так как удаление брызг –трудоемкая операция);
- 4) увеличение глубины провара шва, снижение пористости металла;
- 5) отсутствие пор в Сварочном шве и, как следствие, повышение прочности конструкций.
- 6) Улучшение условий труда и существенное снижение неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Таким образом, Сварка в среде K18 хоть и дороже, но имеет ряд значительный преимуществ перед Сваркой в среде CO₂: с помощью Сварки в смеси Ar+CO₂ шов получается более качественным, сама среда более безопасна для человека и применение данной смеси увеличивает производительность Сварки за единицу времени. Поэтому стоит выбрать именно ее.

2.5 Расчет режимов Сварки

Сварка листов швов № 1, 2, 3, 4 производится автоматической Сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов по ГОСТ 14771-76 в виде соединения ТЗ без разделки кромок на постоянном токе обратной полярности, так как постоянный ток обратной полярности обеспечивает большую глубину проплавления, чем постоянный ток прямой полярности примерно на 40-45%. Сборка и Сварка шва представлена на рисунке 2.16.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

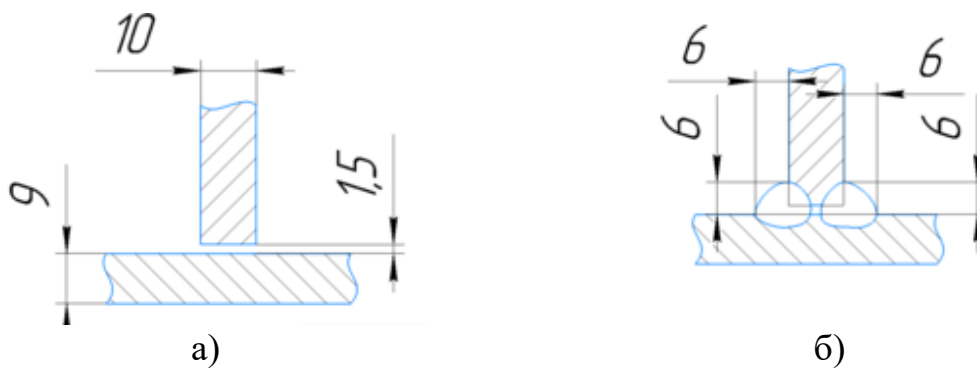


Рисунок 2.16– Сборка(а) и Сварка(б) соединения №1

Проведем расчет площади поперечного сечения Сварного шва по формуле(3):

$$F_H = k_y K^2 \quad (3)$$

где k_y – коэффициент увеличения, учитывающий наличие зазоров и выпуклость шва.

Для катета углового шва $K=6$ мм принимаем, что $k_y = 1,35$. Коэффициент подобран из таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – зависимость коэффициента k_y от катета шва

Катет шва, мм	3-4	5-6	7-10	12-20	20-30	>30
k_y	1,5-2	1,35	1,25	1,15	1,1	1,05

Тогда, по формуле(3):

$$F_H = 1,35 * 6^2 = 48,6 \text{ мм}^2$$

Диаметр электродной проволоки назначают в зависимости от толщины Свариваемого материала и положения шва в пространстве. Зависимость диаметра электрода от толщины металла приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – зависимость диаметра электрода от толщины детали

Толщина металла, мм	1-2	3-6	6 и более
Диаметр электрода, мм	0,8-1,0	1,2-1,6	2

Назначим диаметр проволоки:

$$d_э = 2 \text{ мм}$$

Далее определим количество проходов определим по формуле (4):

$$n = \frac{F_{об} - F_1}{F_{п.п}} + 1 = \frac{48,6 - 16}{24} + 1 = 2 \quad (4)$$

где $F_1 = (6 - 8)d_3 = * 2 = 16\text{мм}^2$;

$F_{\text{пп}} = (8 - 12)d_3 = 12 * 2 = 24\text{мм}^2$;

Примем силу Сварочного тока $I_{\text{СВ}}=400$ А. Тогда найдем плотность тока по формуле (5):

$$j = \frac{4I_{\text{СВ}}}{\pi d_3^2} = \frac{4*400}{3,14*2^2} = 127,39 \text{ А/мм}^2 \quad (5)$$

Далее определим напряжение на дуге по формуле (6):

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,02I_{\text{СВ}} = 20 + 0,02 * 400 = 29\text{В} \quad (6)$$

Определим скорость Сварки из формулы (7):

$$V_{\text{СВ}} = \frac{\alpha_{\text{н}}I_{\text{СВ}}}{3600\gamma F_{\text{н}}} = \frac{10*400}{3600*7,8*0,486} = 0,32 \text{ см/с} \quad (7)$$

Рассчитаем погонную энергию по формуле(8):

$$q_{\text{п}} = \frac{0,24U_{\text{д}}I_{\text{СВ}}\eta_{\text{и}}}{V_{\text{СВ}}} = \frac{0,24*29*400*0,7}{0,32} = 7170 \frac{\text{кал}}{\text{см}} \quad (8)$$

где $\eta_{\text{и}}=0,7$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой

Определим вылет электрода последующей формуле(9):

$$l_3 = 10 * 2 = 20 \text{ мм.} \quad (9)$$

Коэффициент наплавки $\alpha_{\text{н}}$ находится по формуле(10)

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} \cdot \left(1 - \frac{\psi_{\text{п}}}{100}\right) \quad (10)$$

где $\alpha_{\text{р}}$ – коэффициент расплавления, $\frac{\text{г}}{\text{А}\cdot\text{ч}}$. Коэффициент определим по графику:

$$\alpha_{\text{р}} \approx 13 \frac{\text{г}}{\text{А}\cdot\text{ч}}.$$

Определим коэффициент потерь $\psi_{\text{п}}$ по формуле (11):

$$\psi_{\text{п}} = -4,72 + 0,176j - 0,000448j^2 = 1,99\% \quad (11)$$

Тогда получим:

$$\alpha_{\text{н}} = 13 \cdot \left(1 - \frac{1,99}{100}\right) = 12,74 \frac{\text{г}}{\text{А}\cdot\text{ч}}$$

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Найдем скорость подачи Сварочной проволоки по формуле(12):

$$V_э = \frac{4 \cdot a_p^1 \cdot I_{св}}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot d_э \cdot 10^{-2}} = \frac{4 \cdot 12,6 \cdot 400}{3600 \cdot 7,8 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 5,72 \frac{\text{см}}{\text{с}} \quad (12)$$

Согласно полученным данным рассчитаем полученную ширину шва из формулы(13):

$$B = \sqrt{2} * K = \sqrt{2} * 6 = 8,5 \quad (13)$$

Для того, чтобы найти общую высоту шва D необходимо определить глубину провара H и усиление шва C для пластин, собранных встык без раздела кромок и зазора.

Тогда C найдем по формуле(14):

$$C = \frac{F_H}{0,73 * B} = \frac{0,49}{0,73 * 22,84} = 2,72 \text{мм} \quad (14)$$

Дальше определим глубину провара H по формуле(15):

$$H = A \sqrt{\frac{q_{п}}{\psi_{пр}}} = 0,0165 * \sqrt{\frac{6699}{2,99}} = 0,763 \text{см} = 7,63 \text{мм} \quad (15)$$

где A – коэффициент, зависящий от теплофизических Свойств Сварочной проволоки и Свариваемой детали, данное значение приведено для случая Сварки в защитных газах.

$\psi_{пр}$ - коэффициент формы провара, который находится по формуле(16):

$$\psi_{пр} = \frac{k'(19 - 0,01 I_{св}) d_э U_d}{I_{св}} = \frac{0,81 * (19 - 0,01 * 440) * 4 * 29}{440} = 2,99 \quad (16)$$

где k=0,81-безразмерный коэффициент при Сварке постоянным током обратной полярности.

Теперь можем найти D по формуле (17):

$$D = H + C = 2,72 + 7,63 = 10,35 \text{мм} \quad (17)$$

Зная D и B найдем значение коэффициента формы шва $\psi_{пр4}$ по формуле(18):

$$\psi_{пр4} = \frac{B}{D} = \frac{8,5}{10,35} = 0,82 \quad (18)$$

Итоговые параметры режима Сварки соединения ТЗ приведены в таблице 2.4.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Таблица 2.4 – Параметры режима автоматической Сварки

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{СВ}$	400
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_э$	2
Вылет электрода, мм	$l_э$	20
Напряжение на дуге, В	$U_д$	29
Скорость Сварки, см/с	$V_{св}$	0,32
Скорость подачи электродной проволоки, см/с	$V_{пн}$	5,72
Погонная энергия Сварки, Дж/см	$q_{поз}$	7170
Коэффициент наплавки, г/А*ч	α_H	12,74
Плотность тока, А/мм ²	j	127,4
Количество проходов	n	2

Таким образом, мы рассчитали режимы для соединения №1 и пришли к заключению, что требования по глубине провара, высоте усиления шва, также по катету углового шва удовлетворяют принятые стандарты для угловых соединений.

Для соединений №2, №3, №4, выполненных также в виде соединения ТЗ мы принимаем решение, что Сварка будет производиться на тех же режимах, что и для соединения №1, но с изменением количества проходов.

Рассчитаем количество проходов для соединений №2:

Проведем расчет площади поперечного сечения Сварного шва №2 с катетом 8 по формуле(3):

$$F_H = k_y K^2 = 1,25 * 8^2 = 80 \text{ мм}^2$$

k_y - данное значение принимаем равное $k_y = 1,25$, руководствуясь таблицей 3.1.

Далее определим количество проходов по формуле (4):

$$n = \frac{F_{об} - F_1}{F_{п. п}} + 1 = \frac{80 - 16}{24} + 1 = 3$$

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.163.00 ПЗ					

$$\text{где } F_1 = (6 - 8)d_3 = 8 * 2 = 16 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{пп}} = (8 - 12)d_3 = 12 * 2 = 24 \text{ мм}^2;$$

Рассчитаем количество проходов для соединений №3:

Проведем расчет площади поперечного сечения Сварного шва №3 с катетом 10 по формуле(3):

$$F_H = k_y K^2 = 1,25 * 10^2 = 125 \text{ мм}^2$$

k_y - данное значение принимаем равное $k_y = 1,25$, руководствуясь таблицей 3.1.

Далее определим количество проходов по формуле (4):

$$n = \frac{F_{\text{об}} - F_1}{F_{\text{п. п}}} + 1 = \frac{125 - 16}{24} + 1 = 5$$

$$\text{где } F_1 = (6 - 8)d_3 = 8 * 2 = 16 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{пп}} = (8 - 12)d_3 = 12 * 2 = 24 \text{ мм}^2;$$

Рассчитаем количество проходов для соединений №4:

Проведем расчет площади поперечного сечения Сварного шва №4 с катетом 12 по формуле(3):

$$F_H = k_y K^2 = 1,15 * 12^2 = 166 \text{ мм}^2$$

k_y - данное значение принимаем равное $k_y = 1,15$, руководствуясь таблицей 3.1.

Далее определим количество проходов по формуле (4):

$$n = \frac{F_{\text{об}} - F_1}{F_{\text{п. п}}} + 1 = \frac{166 - 16}{24} + 1 = 6$$

$$\text{где } F_1 = (6 - 8)d_3 = 8 * 4 = 16 \text{ мм}^2;$$

$$F_{\text{пп}} = (8 - 12)d_3 = 12 * 4 = 24 \text{ мм}^2;$$

Расчетное количество проходов представлено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Количество проходов для швов №1, №2, №3, №4

Номер соединения	Обозначение	Количество проходов
№1	n	2
№2		3
№3		5
№4		6

Шов №5 Сваривается автоматической Сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов постоянным током обратной полярности по ГОСТ 14771-76 в виде соединения С8 с разделкой кромок (см. рисунок 2.17.).

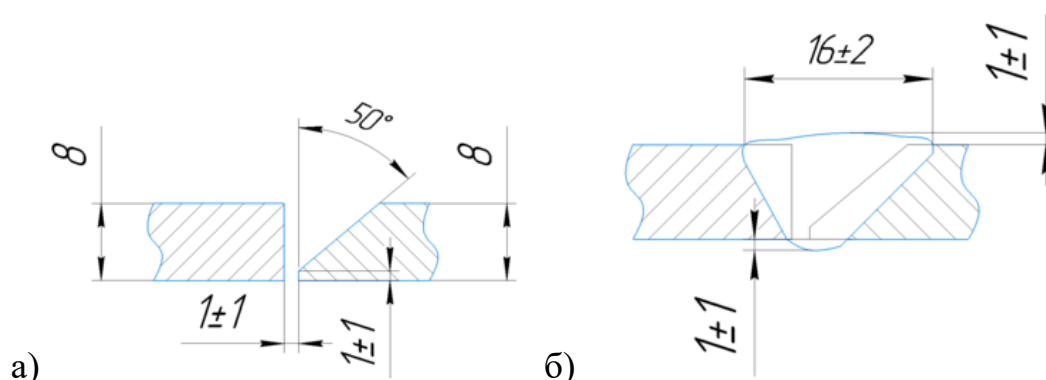


Рисунок 2.17 – Сборка(а) и Сварка(б) соединения №5

Площадь разделки составляет $0,5 \text{ см}^2$, следовательно, Сварку будем выполнять в несколько проходов.

Примем, что площадь корневого слоя шва составляет $0,3 \text{ см}^2$. Тогда Площадь последующего прохода будет равна $0,2 \text{ см}^2$. Сварка будет выполняться в 2 прохода.

Рассчитаем режимы Сварки корневого прохода. Сварочный ток постоянный обратной полярности. В первую очередь, рассчитаем режимы Сварки корневого прохода при условии отсутствия зазора и разделок кромок.

При полуавтоматической Сварке диаметр электрода принимается в зависимости от толщины детали. Назначим диаметр проволоки:

$$d_э = 1,2 \text{ мм}$$

Также примем, что значение Сварочного тока составляет:

$$I_{СВ} = 180 \text{ А}$$

Плотность Сварочного тока определим по формуле (19):

$$j = \frac{4I_{СВ}}{\pi d_э^2} = \frac{4 \cdot 180}{3,14 \cdot 1,2^2} = 159,4 \text{ А/мм}^2 \quad (19)$$

При диаметре электродной проволоки 1,2 мм плотность Сварочного тока находится в интервале $60 \dots 270 \text{ А/мм}^2$. Полученное значение входит в указанный интервал.

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.163.00 ПЗ					

Рассчитаем общую высоту шва по формуле (17):

$$D = H + C = 6 + 2,3 = 8,3\text{мм}$$

Проведем расчет размеров шва для случая наличия зазора и разделки.

Высота шва при наличии разделки кромок и зазора при многопроходной Сварке определяется по формуле:

$$C_2 = \sqrt{\frac{F_H - Dp}{tg\alpha}} = \sqrt{\frac{0,3 - 0,83 * 0,1}{0,46}} = 6,4\text{мм} = 0,64\text{см} \quad (22)$$

где $p=1$ – величина зазора, мм

Рассчитаем полученную глубину проплавления:

$$H_2 = D - C_2 = 8,3 - 6,4 = 1,9\text{мм} \quad (23)$$

Условие выполняется.

Рассчитаем параметры процесса Сварки последующих слоев.

Сварочный ток постоянный обратной полярности. Диаметр электродной проволоки $d_3=1,2$. Примем, что вылет электродной проволоки 20мм.

Сварка полуавтоматическая в среде защитных газов. Площадь поперечного сечения наплавленного металла $F_H=0,2\text{см}^2$.

Примем, что значение Сварочного тока составляет 165А. Определим плотность Сварочного тока по формуле (19):

$$j = \frac{4I_{СВ}}{\pi d_3^2} = \frac{4 * 165}{3,14 * 1,2^2} = 145,5 \text{ А/мм}^2$$

При диаметре электродной проволоки 1,2мм плотность Сварочного тока находится в интервале 60-270 А/мм². Полученное значение входит в указанный интервал.

Для получения нужной ширина шва назначим напряжение:

$$U_d = 30\text{В}$$

Тогда при данных значениях ширина шва $B = 15,9\text{мм}$ при коэффициенте формы провара $\psi_{пр} = 2,41$. Скорость подачи проволоки $V_{под} = 6,55 \text{ см/с}$. Высота валика $C=1,9\text{мм}$.

Расчетная скорость Сварки по формуле (7):

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H I_{CB}}{3600 \gamma F_H} = \frac{10 * 165}{3600 * 7,8 * 0,2} = 0,29 \text{ см/с}$$

Величина погонной энергии по формуле (8):

$$q_{п} = \frac{0,24 U_{д} I_{CB} \eta_{и}}{V_{CB}} = \frac{0,24 * 33 * 165 * 0,7}{0,29} = 3823 \text{ кал/см}$$

Полученные значения геометрических параметров шва удовлетворяют требованиям. Значения приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Параметры режимов для соединения С8

Параметры	Обозначение	Величина	
		1 проход	последующий
Сварочный ток, А	$I_{св}$	180	160
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_{э}$	1,2	1,2
Вылет электрода, мм	$l_{э}$	12	12
Напряжение на дуге, В	$U_{д}$	29	30
Скорость Сварки, см/с	$V_{св}$	0,22	0,29
Скорость подачи электродной проволоки, см/с	$V_{пн}$	5,72	6,55
Погонная энергия Сварки, Дж/см	$q_{пog}$	3986	3823
Коэффициент наплавки, г/А*ч	α_H	12,74	12,74
Плотность тока, А/мм ²	j	127,4	145,5

Подберем режимы Сварки для прихваток.

Они должны удовлетворять следующим условиям:

- электрод берется аналогичный электроду, применяемого для Сварки;
- толщина должна быть примерно в 2 раза меньше Сварочного шва;
- Сварочный ток выбирается на 20% выше, чем при Сварке;
- прихватка по всей длине должна быть очищена от шлака и быть ровной;
- ставится с лицевой стороны изделия;
- в зависимости от толщины Свариваемого металла длина прихваток составляет от 20 до 80 мм;
- расстояние между прихватками должно быть не больше 500 мм;
- высота усиления прихватки не должны превышать 3 мм.

Параметры режима Сварки прихваток приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Параметры режима Сварки прихваток механизированной Сваркой в среде защитных газов

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{св}$	360
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_{э}$	2
Вылет электрода, мм	$l_{э}$	20
Напряжение на дуге, В	$U_{д}$	32
Скорость Сварки, см/с	$V_{св}$	1,0
Погонная энергия Сварки, Дж/см	$q_{пог}$	1979
Глубина проплавления, мм	h	4,3

2.6 Выбор оборудования для сборки и Сварки

При применении комплекса мероприятий по улучшению качества Сварных соединений швов требуется выбрать оборудование.

Для автоматической Сварки продольных швов будет использоваться портал, имеющий площадку для установки пульта управления и источника питания. Па-

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



Рисунок 2.19 – робот KUKA KR-5

Таблица 2.9 – Характеристики робота KUKA KR-5

Номер модели	KUKA KR-5
Номинальная грузоподъемность	6 кг
Максимальный вылет по горизонтали	1423 мм
Степень Свободы	6
Вес	143 кг
Точность повторяемости	$\pm 0,04$ мм
Температура окружающей среды	10-55 °C
Площадь установки робота	324 мм x 324 мм
Максимальная грузоподъемность	37 кг
Вес робота	126 кг

Для механизированной Сварки в среде защитного газа, используя параметры режимов Сварки, выбираем полуавтомат Сварочный для импульсной Сварки

Mig/Mag с плавной регулировкой PHOENIX 351 PULS немецкой фирмы EWM, представленный на рисунке 2.20. Техническая характеристика полуавтомата приведена в таблице 2.10.



Рисунок 2.20 – Сварочный полуавтомат PHOENIX 351 PULS

Таблица 2.10 – Техническая характеристика полуавтомата Сварочного PHOENIX 351 PULS

Параметр	Величина
Номинальный Сварочный ток при ПВ-60%, А	350
Номинальный Сварочный ток при ПВ-100%, А	300
Сетевое напряжение, В	3×400 (±20 %)
Частота тока в сети, Гц	50/60
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,5-24
Габариты аппарата Д×Ш×В, мм	1100×455×1000
Габариты устройства подачи проволоки Д×Ш×В, мм	690×300×410
Вес Сварочного аппарата, кг	125
Диапазон регулирования Сварочного тока, А	5-450

В качестве приспособления для сборки и Сварки пояса А-5 будем использовать кольцевой кантователь, которое будет обеспечивать нужное положение нашему изделию. Общий вид кантователя приведен на рисунке 2.21.

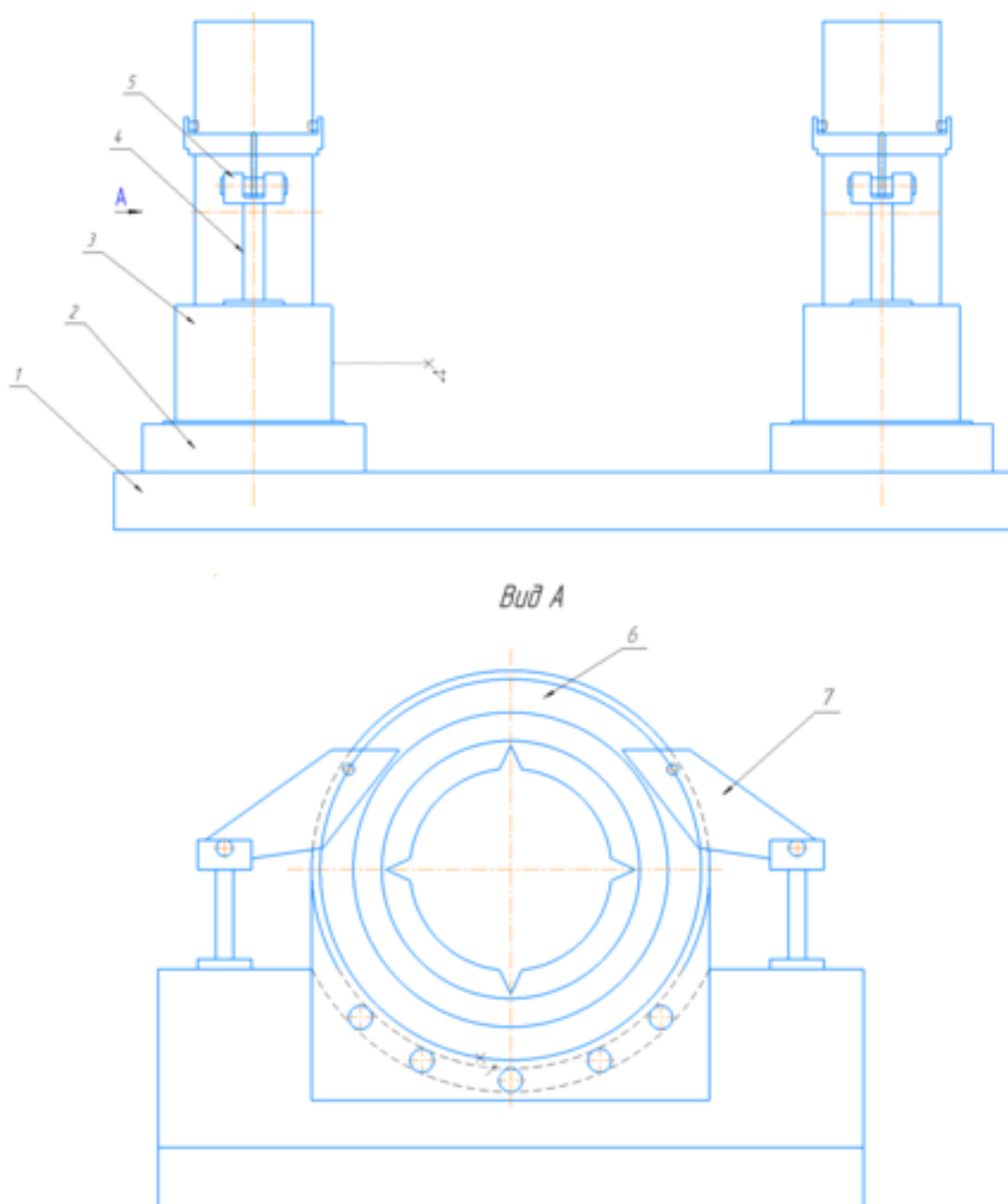


Рисунок 2.21 – Общий вид кольцевого кантователя. Состоящего из: 1- плита опорная; 2 – основание; 3 – гидроцилиндр; 4 – шток гидроцилиндра; 5 – вилка; 6 – Прижим подвижный; 7 – кулак

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.163.00 ПЗ

Лист

37

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

К изделию предъявляются высокие требования по качеству Сварных швов. Все дефекты Сварных соединений делятся на внутренние и внешние. Внешние дефекты возникают при формировании Сварного шва. К ним относятся нарушение формы Сварного шва, подрезы, горячие и холодные трещины. К внутренним дефектам относят трещины, поры, несплавления и непровары. Качество сборки оказывает существенную роль на качество соединения. В процессе сборки изделия осуществляется контроль расположения деталей друг относительно друга, отсутствия внешних дефектов шва (например: трещины, подрезы). Для выявления данных дефектов в процессе сборки используется визуально-измерительный контроль (ВИК).

ВИК — это процедура осмотра места соединения на стадии подготовки к Сварке, так и после выполнения шва. Целью проверки является удостоверение в том, что все этапы работы выполнены в соответствии с ГОСТ 14771-76. Несоблюдение стандартов может привести к разрушению конструкции. ВИК помогает выявить ряд дефектов: недостаточную или избыточную величину катета шва, ошибочные пропорции относительно ширины и высоты наплавленного металла, прожоги, превышенную чешуйчатость, открытые кратеры Сварочной ванны, наплывы металла, подрезы, непроваренные участки. Данный вид контроля проводится согласно ГОСТ 23479-79.

Базовый набор комплекта для ВИК:

- Линейка стальная
- Штангенциркуль
- Угольник проверочный
- Шаблон радиусный
- Набор щупов
- Универсальный шаблон Сварщика УШС-3
- Лупа измерительная x10
- Просмотровые лупы x2, x7

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

- Не нужна особая лицензия на использование.

В данной конструкции УЗК подвергаются все Сварные швы. Для проведения ультразвукового будем использовать ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 (НПК «Луч») (см. рисунок 3.2).

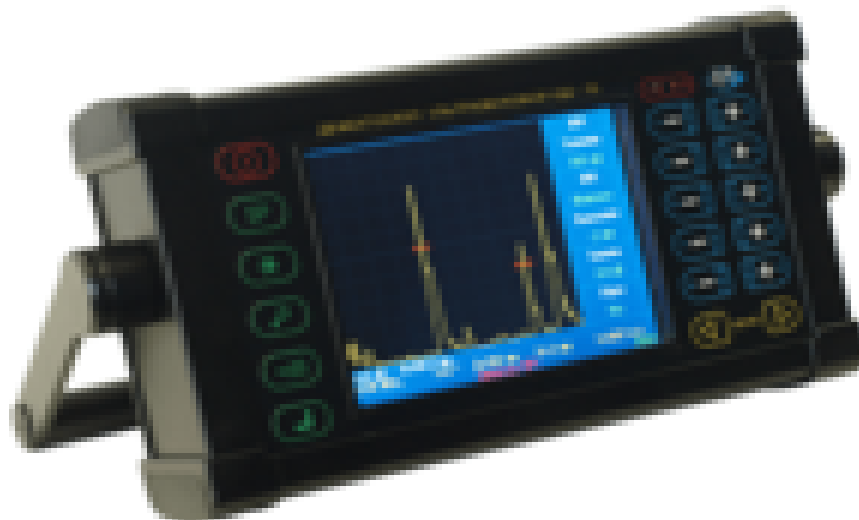


Рисунок 3.2 – УД2-70 (НПК «Луч»)

Особенности модели:

Прибор разработан для НК металлических, полимерных и композитных изделий на предмет отклонения в однородности структуры материала, нарушения его сплошности. Модель позволяет определить расположение дефекта, подходит для исследования готовой продукции и Сварных швов.

Устройство легкое – всего 2,2 кг. При этом поставляется в прочном корпусе со степенью защиты IP64. Время непрерывной работы составляет 14 часов. Есть подключение к сети. Встроенная память позволяет сохранять 400 настроек и изображений развертки типа А, а также 4000 значений глубиномера. Основные технические характеристики УД2-70 представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технические характеристики УД2-70

Параметр	Значение
Рабочие частоты, МГц	0,4; 1,25; 1,8; 2,5; 5; 10
Глубина контроля по стали, мм	1-7500

Продолжение таблицы 3.1

Скорость УЗ колебаний, м/с	100-15000
Регулировка усиления, дБ	0-100 с шагом 0,5 и 1
Временная регулировка чувствительности, дБ	0-80
Функция отсечки	Линейная до 100% высоты дисплея
Тип развертки	А, В
Точность измерения расстояния, мм	0,1
Размер экрана, мм	111,4x83,5
Рабочие температуры, °С	-10...+50
Размеры, мм	245x77x145
Масса, кг	2,2

УЗК тавровых Сварных соединений выполняют по наружной или внутренней поверхностям стенки соединения прямым или однократно отраженным лучом. (см. Рисунок 3.3).

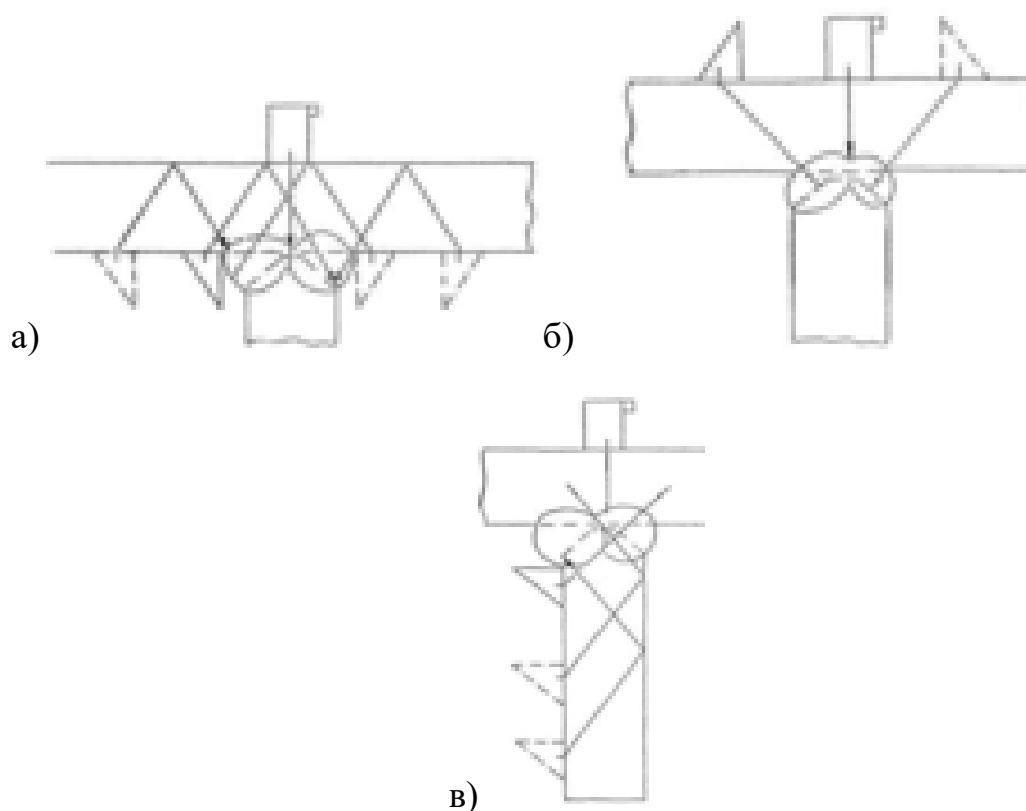


Рисунок 3.3 – Схема контроля таврового соединения прямым лучом(а), однократно отраженным лучом по полке(б), однократно отраженным лучом(в)

УЗК стыковых соединений выполняют прямым лучом, однократно отраженным лучом и двукратно отраженным лучом (см. Рисунок 3.4).

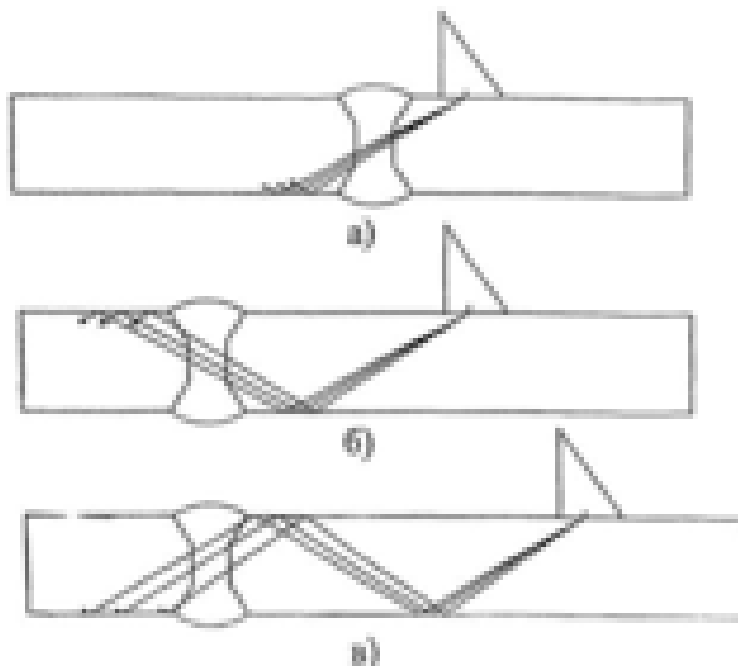


Рисунок 3.4 – Контроль стыкового соединения прямым лучом(а), однократно отраженным лучом(б), двукратно отраженным лучом(в).

По результатам неразрушающего контроля швы Сварных соединений должны удовлетворять требованиям согласно СТО 02494680-0046-2005 (см. таблицу 3.2).

Таблица 3.2 – Требования по результатам неразрушающего контроля

Наименование дефекта	Группа шва
	I
	Допустимые дефекты и расположение дефекта
Трещины	Не допускаются трещины любой длины и ориентации
Поры и шлаковые включения	Не допускаются скопления и цепочки дефектов. Допускаются единичные дефекты максимального размера: Стыковой шов $d \leq 0,2S$ Угловой шов $d \leq 0,2K$ но не более 3 мм

Продолжение таблицы 3.2

Скопление пор	Максимальная суммарная площадь дефектного участка шва не более 4% от толщины проката при толщине свыше 25мм. При этом количество дефектов не должно превышать 4-ех на участке 400мм, а расстояние между ними должно быть не менее 50мм. Максимальный размер одной поры не более 2мм.
Подрезы. Несплавления по кромкам	Не допускаются, за исключением дефектов глубиной не более 0,5мм, расположенных вдоль усилий
Непровары в корне шва	Не допускаются, кроме угловых нахлесточных и тавровых соединений, в которых полный провар не предусмотрен в проектной документации
Межваликовые впадины в многопроходных швах	Допускаются глубиной не более 0,5мм
Линейное смещение кромок (депланация)	$h \leq 0,1t$ максимум 3 мм
Больше стандартной толщины углового шва $a=0,7s$ (высокий шов)	Допускается, если $b \leq 0,4a$, но максимум 6мм
Требуемое поперечное сечение не получено, например из-за: 1) недостатка или усадки расплава; 2) несоответствующей формы присадочного прутка (низкий шов)	Не допускается
Геометрия шва не соответствует стандарту (неравномерный шов)	Не допускается

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов

Согласно Статье 209 Трудового кодекса РФ:

Вредный производственный фактор – это производственный фактор, воздействие которого на работника может привести его к заболеванию.

Опасный производственный фактор – это производственный фактор, воздействие которого на работника может привести его к травме.

В зависимости от количественной характеристики, продолжительности и условий действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

Вредные физические факторы производственной среды:

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная влажность и скорость движения воздуха;
- электростатическое поле;
- постоянное магнитное поле (в том числе гипогеомагнитное);
- электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Гц);
- электромагнитные излучения радиочастотного диапазона;
- широкополосные электромагнитные импульсы;
- электромагнитные излучения оптического диапазона (в том числе лазерное и ультрафиолетовое);
- ионизирующие излучения; производственный шум;
- ультразвук и инфразвук;
- вибрация (локальная, общая);
- освещение естественное (отсутствие или недостаточность);
- освещение искусственное (недостаточная освещенность, пульсация светового потока, избыточная яркость, высокая неравномерность распределения яркости, прямая и отраженная слепящая блескость);

Опасные физические факторы производственной среды:

- движущиеся машины и механизмы;

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

- подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы;
- подвижные элементы производственного оборудования;
- электрический ток;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- расположение рабочего места на высоте и т.д.

4.2 Техническая безопасность при производстве Сварочных работ

Сварочные работы относятся к виду работ с повышенным показателем опасности. Среди небезопасных производственных факторов выделяются:

- Высокий уровень напряжение электросети
- Световое и ультрафиолетовое излучение Сварочной дуги
- Вероятность появления искры и брызг
- Высокая температура Сварочной дуги и материалов
- Давление газов, находящихся в баллонах.

Меры предосторожности:

1.Создание необходимой изоляции проводов, питающихся от источника тока и специальное заземление аппаратов для Сварки.

2. Работа должна осуществляться в сухой спецодежде с дополнительными средствами защиты и рукавицами. Для замкнутых пространств необходимо применение прорезиненных ковриков и галош.

3. Применение по возможности выключателей автоматического режима, которые разрывают ток в цепи при условии холостого хода.

4. Тщательная защита глаз от Сварочного излучения. Световой луч представляет особую опасность для зрения. Поэтому защитные щитки и маски должны быть изготовлены только из высококачественных материалов и обладать прекрасными эксплуатационными характеристиками. Для защиты других участников процесса Сварки должны использоваться переносные щиты и ширмы.

5. Сварочные установки и комплектующие перед началом работ должны внимательно осматриваться на возможность появления неисправностей.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

6. Сварка объемных и крупных конструкций должна проходить только в специализированных помещениях, чтобы доступ и проход между конструкциями не был затруднен.

4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда

Метеорологические условия (микроклимат), чистота воздушной среды, производственные излучения, освещение, шум, вибрация — важные факторы производственной среды, оказывающие большое влияние на самочувствие и работоспособность человека.

Для создания благоприятных условий труда и жизнедеятельности работающих, все санитарно-гигиенические факторы производственной среды подлежат нормированию. Несоответствие их существующим нормам отрицательно влияет на работающих, понижает производительность труда, а при длительном воздействии может привести к тяжелым профессиональным заболеваниям.

Оздоровление воздушной среды достигается механизацией и автоматизацией производственных процессов, герметизацией оборудования и аппаратуры, изоляцией работ с пыле-газовыделением в особые помещения, применением агрегатов, улавливающих и удаляющих вредные вещества, дистанционным управлением процессами с выделением вредных веществ. Улучшить микроклимат можно также путем совершенствования приточно-вытяжной вентиляции, кондиционирования воздушной среды, устройства воздушных завес и душей (в горячих цехах), регулирования влажности воздуха, а также проведением ряда мероприятий, препятствующих распространению пыли, газов, излучений непосредственно на рабочих местах.

Уровень шума в помещениях и на территории промышленных предприятий нормируется документом «Гигиенические нормы допустимых уровней звукового давления и уровней звука на рабочих местах». Производственные условия считаются благоприятными при уровне громкости низкочастотных шумов до 90 дБ, среднечастотных 76 дБ, высокочастотных 65 дБ и недопустимыми, когда уровень низкочастотных шумов Свыше 115 дБ, среднечастотных Свыше 100 дБ, высокочастотных Свыше 90 дБ.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

вызывает мгновенное срабатывание токовой защиты и отключения всего повреждённого участка электрической цепи.

дополнительной и усиленной.

- Заземление. Оно гарантирует надёжную защиту людей от случайного поражения их током во время касания к участкам установки, которые могут оказаться под напряжением в результате нарушения изоляционной оболочки кабеля.

- Небольшое напряжение (порядка 12 и 42 Вольт). Его используют для того, чтобы снизить опасность поражения.

- Защитное отключение. Это очень быстродействующие устройства, которые гарантируют отключение оборудования в том случае, если его параметры будут превышены (возникновение напряжения на корпусе, снижение сопротивления фазного провода и т.п.).

Электрическое разделение сети. Осуществляется данный метод с применением специально предназначенных трансформаторов. Они гарантируют высокий уровень изоляции кабеля за самим трансформатором. И это независимо от величины активного сопротивления изоляции.

Применение различных устройств блокировки. Именно такое обеспечение электробезопасности не допускает ошибок работающего персонала во время проведения работ на электрических установках. К примеру, дверь, обеспечивающая доступ в распределительное оборудование более одного кВ, снабжается специальным электрическим замком. Её можно открыть лишь в том случае, если будет выключен выключатель.

Все эти методы гарантируют обеспечение электробезопасности человека при прикосновении к нетоковедущим металлическим частям, которые случайно могут оказаться под напряжением из-за аварийных ситуаций.

Применение предупредительных плакатов, находящихся на видном месте, позволяют предупредить человека об опасности. Это могут быть следующие надписи: «Стой, опасно для жизни», «Не включать – работают люди» и другие.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Для того чтобы максимально исключить вероятность допущения ошибки, провода и шины нужно промаркировать. Это может быть выполнено в виде цифр либо букв, а также применения отличительной окраски.

Специальные предохранительные и защитные приспособления позволяют обезопасить весь работающий персонал от поражения электрическим током. Это могут быть очки, диэлектрические перчатки, противогаз, щиты, временное ограждение, токоизмерительные клещи, изолирую

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности

Система обеспечения пожарной безопасности – это совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами. Каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя:

1. Систему предотвращения пожара;
2. Систему противопожарной защиты;
3. Комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

К основным функциям системы обеспечения пожарной безопасности относятся:

- нормативное правовое регулирование и осуществление государственных мер в области пожарной безопасности;
- создание пожарной охраны и организация ее деятельности;
- разработка, и осуществление мер пожарной безопасности;
- реализация прав, обязанностей и ответственности в области пожарной безопасности;
- проведение противопожарной пропаганды и обучение населения мерам пожарной безопасности;
- содействие деятельности добровольных пожарных, привлечение населения к обеспечению пожарной безопасности;

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- научно-техническое обеспечение пожарной безопасности;
- информационное обеспечение в области пожарной безопасности;
- осуществление федерального государственного пожарного надзора и других контрольных функций по обеспечению пожарной безопасности;
- производство пожарно-технической продукции;
- выполнение работ и оказание услуг в области пожарной безопасности;
- лицензирование деятельности в области пожарной безопасности и подтверждение соответствия продукции и услуг в области пожарной безопасности;
- тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ;
- учет пожаров и их последствий;
- установление особого противопожарного режима.

4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами

Подъемные устройства на производстве являются источником повышенной опасности, в работе с подъемными устройствами имеются специальные требования, невыполнение которых влечёт за собой тяжелые последствия различного рода.

Общие требования:

- К работе с применением подъемника допускаются лица не моложе 18 лет прошедшие медицинское освидетельствование, инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний охраны труда;

- имеющие группу по электробезопасности не ниже II группы;
- проверить и надеть специальную одежду индивидуальной защиты;

Требования безопасности перед началом работ

- проверить и надеть специальную одежду индивидуальной защиты
- осмотреть и подготовить Свое рабочее место
- подготовить необходимый для данной работы инструмент, проверить их внешним осмотром и убедиться в их исправности
- проверить состояние изоляционных проводов, при повреждении изоляции эксплуатировать подъемник запрещается

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

- 9) Консольный кран;
- 10) Промежуточный склад;
- 11) Стол Сварщика;
- 12) Место ремонта;
- 13) Передвижная платформа;
- 14) Кольцевой кантователь;
- 15) Заготовка;
- 16) Робот для Сварки;
- 17) Сварочный портал;
- 18) Мостовой кран.

Между оборудованием необходимо установить минимальный проход в 1 м. Места проведения Сварочных работ необходимо загородить защитной ширмой.

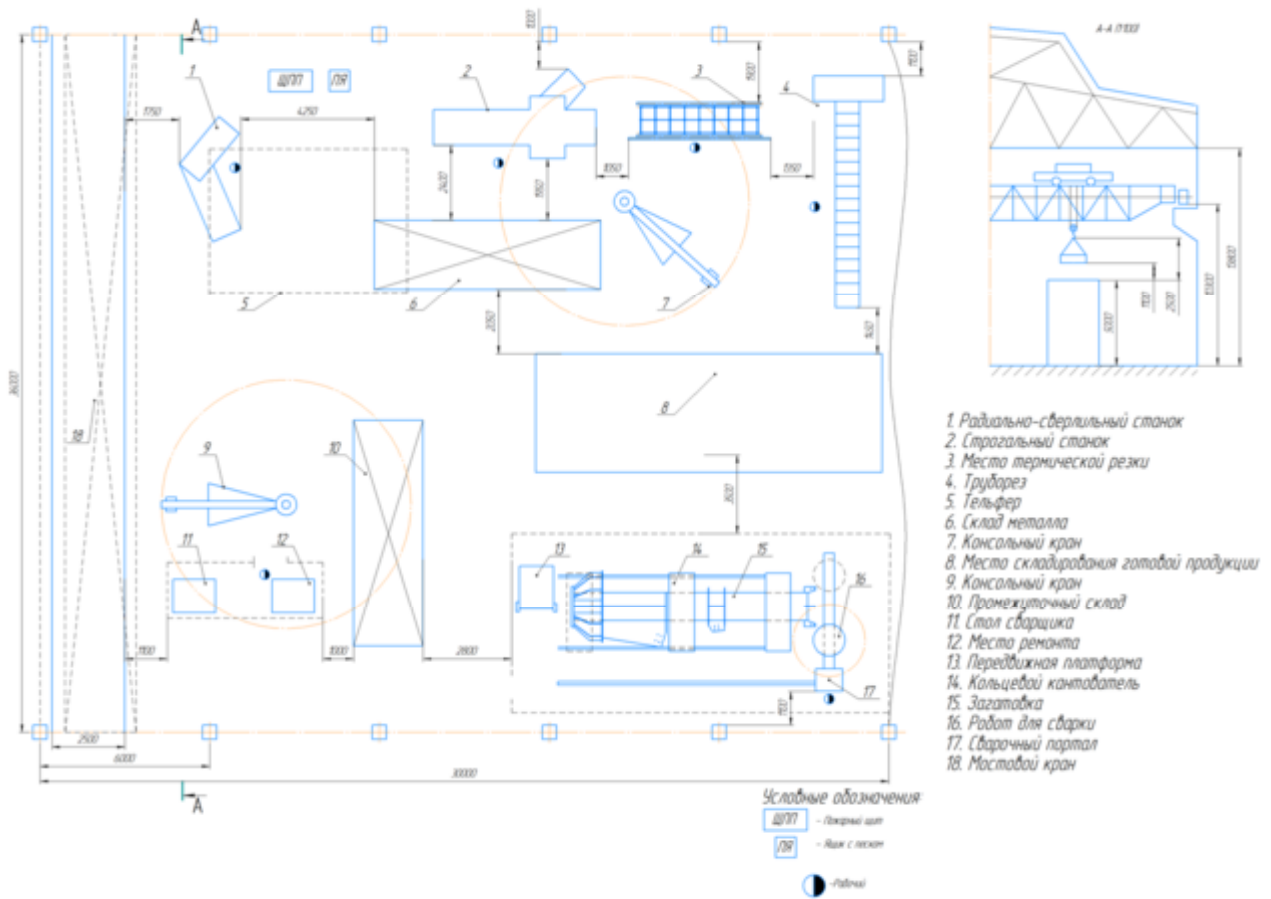
По технике пожарной безопасности установить пожарный проезд сквозь весь цех шириной не менее 2 м. Обязательным на планировке участка является наличие пожарного щита и ящика с песком.

Принять следующие размеры цеха:

- 1) Длина и ширина 36x30 м.
- 2) Расстояние между колоннами здания принять 6 м.

Общий вид планировки цеха представлен на рисунке 4.1.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53



1. Радиально-сверильный станок
2. Станок шлифовальный
3. Место термической резки
4. Труборез
5. Тельфер
6. Склад металла
7. Канальный кран
8. Место складирования готовой продукции
9. Канальный кран
10. Промежуточный склад
11. Стол сварщика
12. Место ремонта
13. Передвижная платформа
14. Кольцевой кантователь
15. Заготовка
16. Робот для сварки
17. Сварочный портал
18. Мостовой кран

Рисунок 4.1 – Общий вид цеха

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.163.00 ПЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав существующую технологию производства пояса А-5 с из стали С345-3, были разработаны предложения по ее совершенствованию: замена полуавтоматической сварки продольных швов большой протяженности на автоматическую сварку в среде защитных газов, а сварку стыковых соединений и прихваток – на механизированную сварку в среде защитных газов. В результате предложенных улучшений базового технологического процесса повышается качество сварных соединений, заметно снижается трудоемкость изготовления изделия. Также при замене ручной дуговой сварки на автоматическую сварку в среде защитных газов увеличилась экономия сварочных материалов.

Подобраны сварочные материалы: сварочная проволока Св08Г2С по ГОСТ 2246-70, защитная газовая смесь CO₂ + Ar.

Посчитаны режимы автоматической Сварки в среде защитных газов и механизированной сварки в среде защитных газов. Для всех способов Сварки подобрано соответствующее сварочное оборудование, описаны методы неразрушающего контроля (НК) сварного соединения. Так же была спроектирована оснастка для выполнения сборочно-сварочных работ.

Произведена планировка участка сборки и сварки резервуара.

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

14 EWM group, профессиональное Сварочное оборудование EWM

<http://ewm-welding.ru>

15 Соединения Сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры: ГОСТ 14771-76/ Межгосударственный стандарт

					15.03.01.2019.163.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57