

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Материаловедения и металлургических технологий»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

Совершенствование технологии сварки перехода технологического
трубопровода К720х18-952х18 из стали 17Г1С

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
15.03.01.2019.159.00. ПЗ

Руководитель,
ст. преподаватель
_____ /Данилкин П.А./
_____ 2019г.

Автор работы
Студент группы П-440
_____ /Федосов К.П./
_____ 2019г.

Нормоконтролер,
ст. преподаватель
_____ /Безганс Ю.В./
_____ 2019г.

Челябинск 2019г.

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	9
1.1 Анализ конструкции изделия.....	9
1.2 Материал изделия и его свариваемость	10
1.3 Условия эксплуатации изделия.....	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	12
2.1 Базовый вариант технологического процесса.....	12
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.....	14
2.3 Выбор способа сварки	16
2.4 Расчет режимов сварки.....	20
2.4.1 Расчет режимов сварки переходника и обечайки.....	20
2.4.2 Расчет режимов механизированной сварки переходника и обечайки	21
2.4.3 Расчет режимов автоматической сварки переходника и обечайки	24
2.4.4 Расчет режимов сварки обечайки и основания	25
2.4.5 Расчет режимов механизированной сварки обечайки и основания..	26
2.4.6 Расчет режимов автоматической сварки обечайки и основания....	29
2.5 Выбор сварочного и сборочного оборудования	30
2.5.1 Описание конструкции сборочной установки	33
2.5.2 Описание конструкции сварочной установки	34
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	36
3.1 Способы и средства контроля качества.....	36
3.2 Допустимые и недопустимые дефекты	38
3.3 Оборудование для контроля качества	39
3.4 Методы исправления дефектов сварных швов	40
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	41
4.1. Анализ основных вредных и опасных производственных факторов	41
4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ	42
4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда	44

4.2.2 Обеспечение электрической безопасности.....	44
4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности.....	46
4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами	48
4.4 Планировка оборудования и рабочих мест участка	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	53

ВВЕДЕНИЕ

АО ГРЦ Макеева стратегический холдинг оборонно-промышленного комплекса страны и ракетно-космической отрасли, головной разработчик жидкостных и твёрдотопливных ракетных комплексов стратегического назначения с баллистическими ракетами, один из крупнейших научно-конструкторских центров России по разработке ракетно-космической техники. Предприятие было создано правительственным решением от 16 декабря 1947 г. как Специальное конструкторское бюро по ракетам дальнего действия с лабораториями и опытным цехом, с 1948 г. – Специальное конструкторское бюро № 385 (СКБ-385), с 1966г. – Конструкторское бюро машиностроения (КБМ), с 1993 г. – Государственный ракетный центр (ГРЦ) «КБ им.академика В.П. Макеева». В 2008 г. предприятие преобразовано в Открытое акционерное общество «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» (ОАО «ГРЦ Макеева»), с 2015 г. – Акционерное общество «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» (АО «ГРЦ Макеева»),

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.159.00 ПЗ				

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия

Переход технологического трубопровода показан на рисунке 1.1 и на рисунке 1.2, является конструкцией, состоящей из основания, обечайки и переходника. Данная деталь является герметичным изделием. Используется в трубопроводах нефти и газа большого сечения. Длина изделия составляет 752 мм, его диаметр 952 мм, толщина стенки 18 мм. При сварке изделия выполняется два кольцевых шва: при сварке переходника с обечайкой и обечайки с основанием.

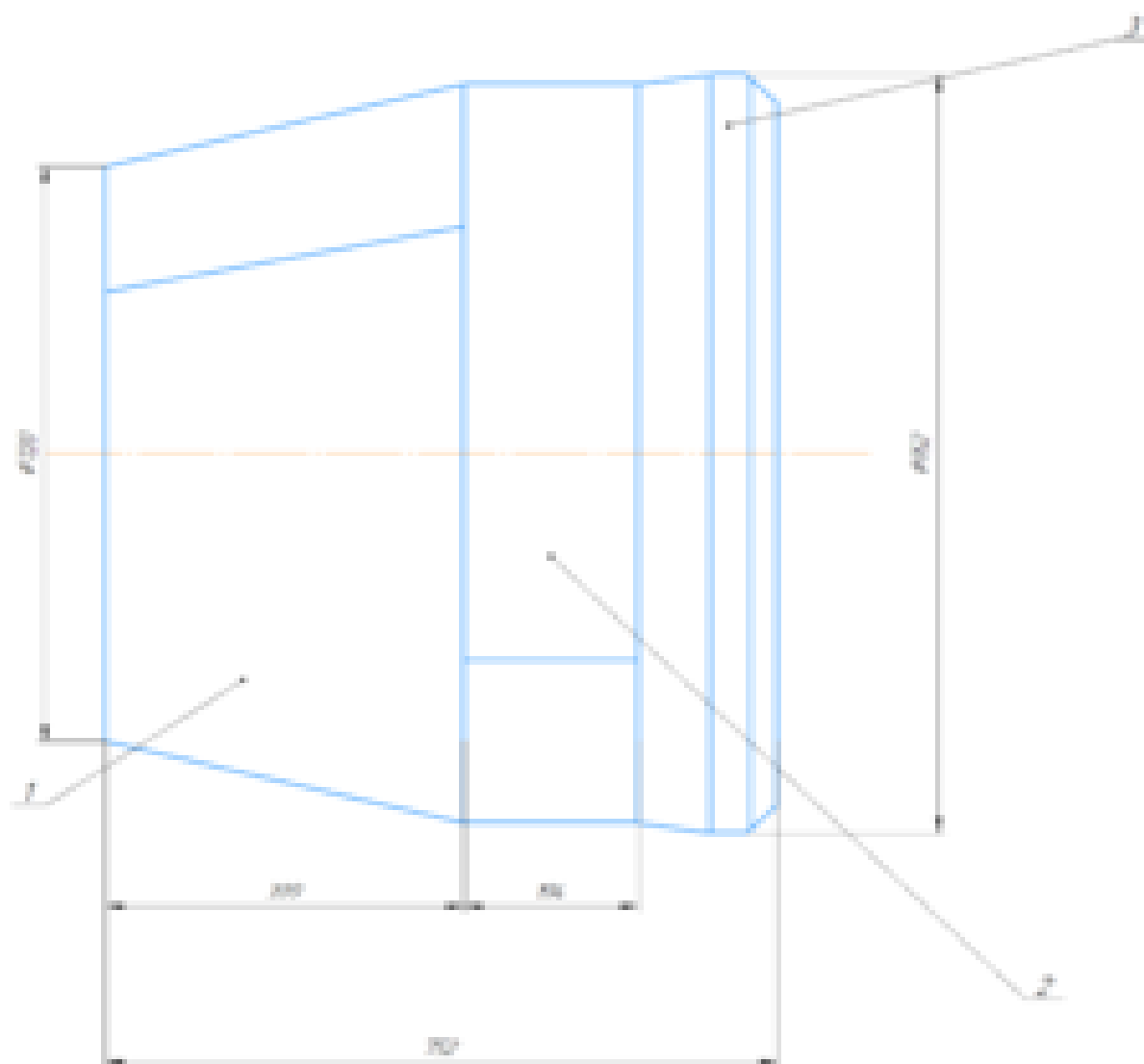


Рисунок 1.1 – Технологический переход (1 – Переходник, 2 – Обечайка, 3 – Основание)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

Лист

9

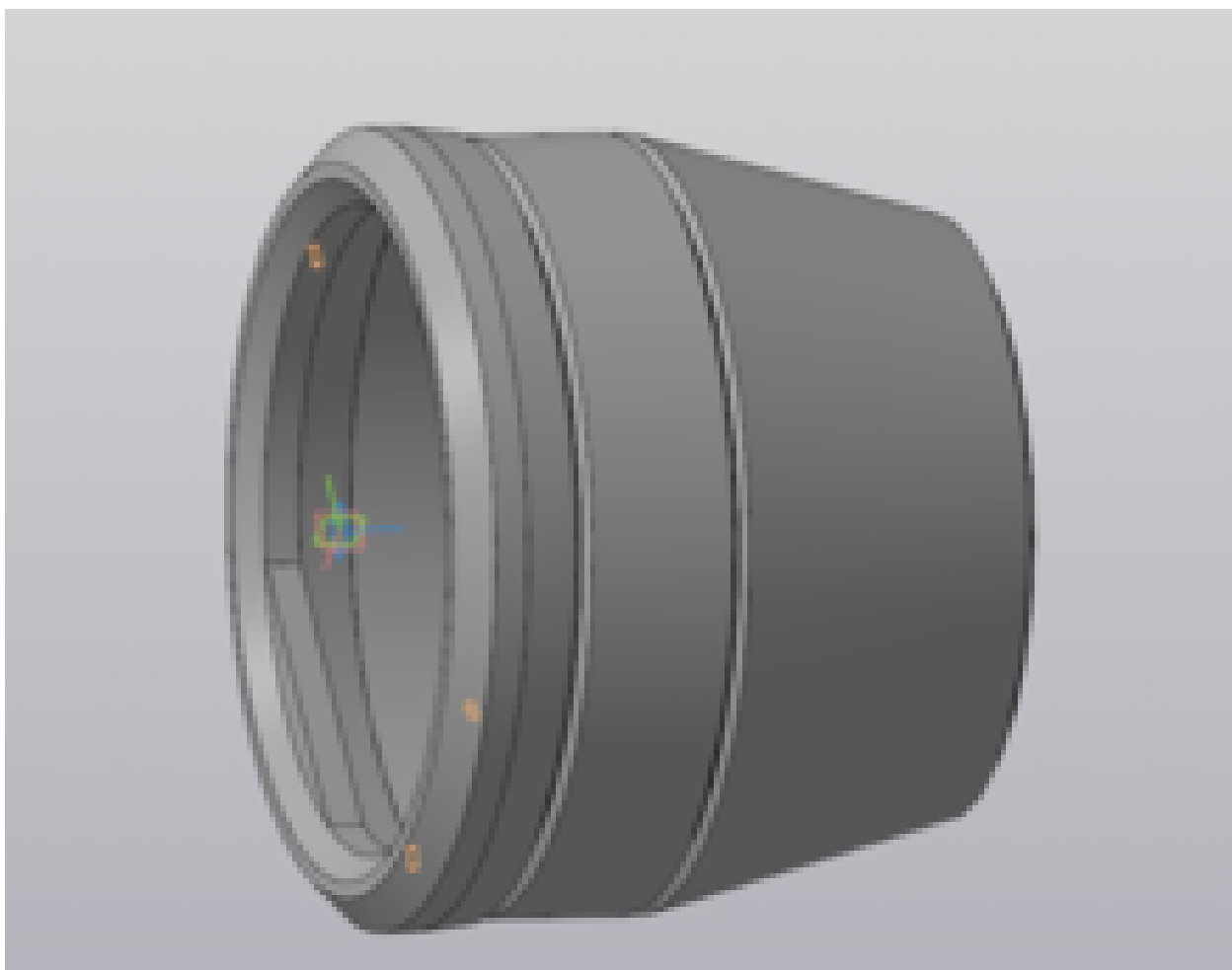


Рисунок 1.2 – 3D модель технологического перехода

1.2 Материал изделия и его свариваемость

Материалом изделия является сталь 17Г1С по ГОСТ - 20295-85. Сталь конструкционная для сварных конструкций. Нелегированная, качественная, кремнемарганцовистая. Химический состав приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 17Г1С по ГОСТ 5520 – 79

в процентах

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V	N	Al	Cu	As
0.15- 0.2	0.4- 0.6	1.15- 1.6	<0.3	<0.035	<0.03	<0.3	<0.12	<0.008	0.02-0.05	0.03	0.08

Согласно таблице 1.1, определим общий эквивалент углерода по формуле (1)

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr+V}{5} + \frac{Ni}{10} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \quad (1)$$

$$C_{э\text{кв}} = 0,57\%$$

Если $C < 0,4\%$, то сварка стали не вызывает затруднений, при $0,46\% < C < 0,55\%$ - сварка возможна, но требует принятия специальных мер по предотвращению возникновения трещины. А при $C > 0,55\%$ опасность появления трещин резко возрастает. Сталь 17Г1С имеет $C_s = 0,57\%$, следовательно, опасность появления трещин резко возрастает, подогрев перед сваркой обязателен.

$C_{об}$ - общий углеродный эквивалент рассчитаем путем использования формулы (2):

$$C_{об} = C_s \cdot (1 + 0,005 \cdot \delta), \text{ где } \delta - \text{толщина металла} \quad (2)$$

$$C_{об} = 0,62$$

Температуру подогрева рассчитаем с помощью формулы (3):

$$T = 350 \cdot (C_{об} - 0,25)^{0,5} = 212C^* \quad (3)$$

$$T = 212C^*$$

Подогрев производить сварочной горелкой марки «StarLight».

Для оценки склонности металла к образованию горячих трещин воспользуемся формулой (4):

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + 0,04 \cdot Si + 0,01 \cdot Ni) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} \quad (4)$$

$$HCS = 2,99$$

Полученное значение $HCS < 4$, поэтому вероятность возникновения горячих трещин маловероятно.

Повышенное содержание углерода в стали способствует склонности к перегреву и закалке, образованию горячих и холодных трещин в сварном соединении и пор в шве и зоне термического влияния (ЗТВ), создающих опасность хрупкого разрушения.

Для предотвращения образования трещин после сварки следует применять – высокотемпературный отпуск для восстановления пластичности сварного соединения и снятия внутренних напряжений. Детали изделий предпочтительно сваривать в отожжённом состоянии, а механические свойства сварных соединений обеспечивать упрочняющей термообработкой.

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.3 Условия эксплуатации изделия

Технологический переход является герметичным изделием, предназначенным для магистральных газонефтепроводов. Сварная деталь, работает под давлением при температуре от - 40 до +475 °С.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

В настоящее время изготовление технологического перехода на сборочно-сварочном участке представляет собой следующие технологические операции:

- Зачистка и подготовка кромок к сварке обечайки и переходника;
- Сборка обечайки и переходника;
- Первый сварочный проход;
- Промежуточная термообработка;
- Контроль качества;
- Зачистка шва и подготовка ко второму проходу обечайки и переходника;
- Второй сварочный проход;
- Промежуточная термообработка;
- Контроль качества;
- Зачистка и подготовка кромок к сварке обечайки и основания;
- Сборка обечайки и основания;
- Первый сварочный проход;
- Промежуточная термообработка;
- Контроль качества;
- Зачистка шва и подготовка ко второму проходу обечайки и переходника;
- Второй сварочный проход;
- Окончательная термообработка;
- Контроль качества.

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.159.00 ПЗ					

Все сварные швы выполняются ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80 электродом УОНИ-13/55, химические свойства указаны в таблице 2.2, механические свойства указаны в таблице 2.3, тип Э50А, по ГОСТ 9467-75.

Особо ответственные сварные швы подвергаются радиографическому контролю по ГОСТ 7512-82. Сварочные работы проводятся сварочным инвертором FoxWeld Varteg 180 DC, параметры приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические параметры сварочного инвертора

Диапазон сварочного тока, А	Напряжение питания, В	КПД (%) / коэффициент мощности	Род тока
160-180	220	85/0,7	Постоянный

Таблица 2.2 – Химический состав электрода марки УОНИ-13/55

в процентах

С	Р	Mn	Si	S
0.09	0,024	0,83	0.42	0,022

Таблица 2.3 – Механические свойства электрода марки УОНИ-13/55

Временное сопротивление электродов , МПа	Предел текучести УОНИ 13/55 , МПа	Относительное удлинение электродов , %	Ударная вязкость УОНИ 13/55 , Дж/см ²
540	410	29	260

Для сварки переходника с обечайкой и обечайки с основанием применяется сварочный вращатель (рисунок 2.1). Вращатель предназначен для вращения свариваемого изделия со сварочной или маршевой скоростью.

Вращатель состоит из корпуса - 1, планшайбы - 2, подвижных кулачков - 3, привода вращения - 4 и привода наклона - 5.

Для центрирования кулачки предварительно устанавливают по шаблону. Затем ползун одного из кулачков отводят, собранное изделие устанавливают и прижимают отведенным кулачком к двум остальным. После выполнения сварного шва ползун одного из кулачков отводят и снимают изделие.

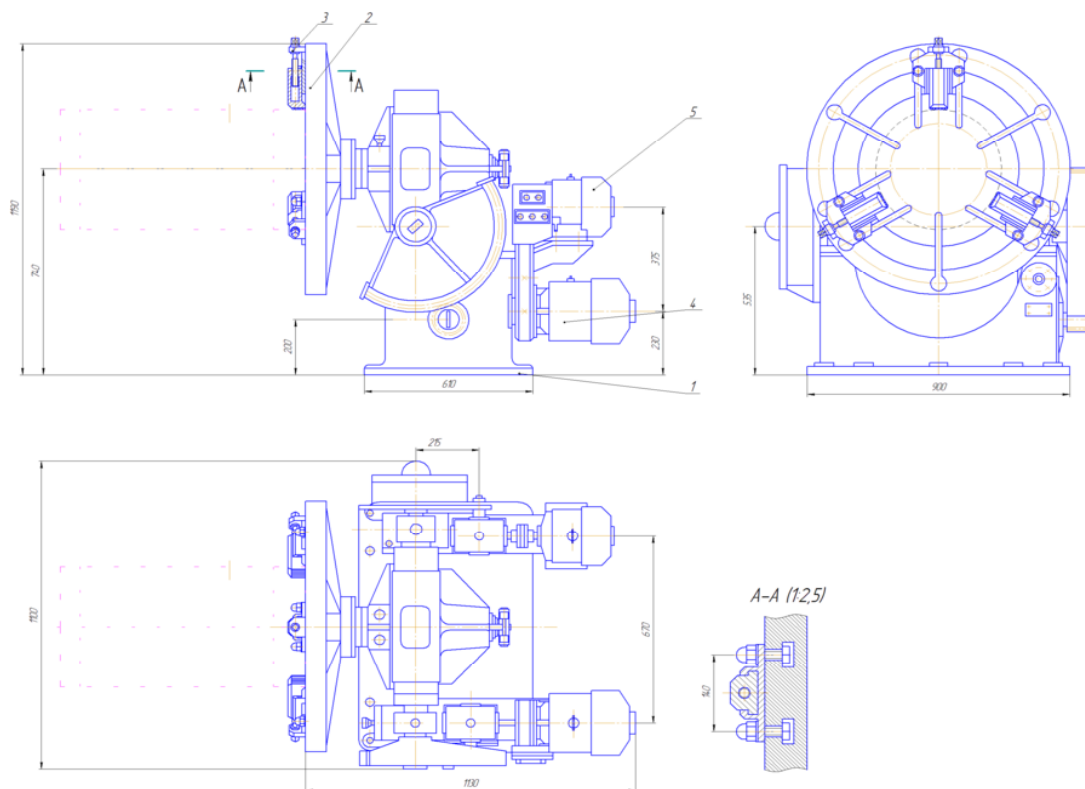


Рисунок 2.1 – Вращатель сварочный

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

Для снижения трудоемкости изготовления конструкции, ускорения рабочего процесса, а также повышения качества сварных швов был рассмотрен вариант применить автоматическую сварку в среде защитного газа путем использования сварочной колонны и сварочного вращателя для выполнения заполняющих швов и облицовочного шва, а механизированную сварку для выполнения корневого и подварочного швов. Основание, обечайка и переходник доставляется заводом изготовителем.

Предлагаемая технология сборки и сварки технологического перехода выглядит следующим образом:

- Зачистка и подготовка кромок к сварке обечайки и переходника;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

Лист

14

- Сборка обечайки и переходника;
- Выполнение корневого прохода;
- Промежуточная термообработка;
- Контроль качества
- Зачистка околошовной зоны от брызг металла и подготовка к первому проходу обечайки и основания;
- Выполнение первого сварочного прохода;
- Зачистка околошовной зоны от брызг металла и подготовка ко второму проходу обечайки и переходника;
- Второй сварочный проход;
- Зачистка околошовной зоны от брызг металла;
- Контроль качества;
- Зачистка и подготовка кромок к сварке подварочного шва;
- Выполнение подварочного шва;
- Зачистка околошовной зоны от брызг металла;
- Полный визуальный контроль качества;
- Окончательная термообработка;
- Зачистка и подготовка кромок к сварке обечайки и основания;
- Сборка обечайки и основания;
- Выполнение корневого прохода;
- Промежуточная термообработка;
- Контроль качества
- Зачистка околошовной зоны от брызг металла и подготовка к первому проходу обечайки и основания;
- Выполнение первого сварочного прохода;
- Зачистка околошовной зоны от брызг металла и подготовка ко второму проходу обечайки и переходника;
- Второй сварочный проход;
- Промежуточная термообработка;
- Контроль качества;

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- Зачистка околошовной зоны от брызг металла и подготовка к выполнению подварочного шва обечайки и переходника;
- Выполнение подварочного шва;
- Выполнение всех оставшихся швов;
- Окончательная термообработка;
- Контроль качества.

2.3 Выбор способа сварки

Для автоматизации производства и уменьшения влияния человеческого фактора на количество и качество производимых изделий необходимо выбрать способ, который будет отвечать следующим требованиям:

- ✓ Качество сварного соединения
- ✓ Производительность
- ✓ Гибкость производственной линии

Рассмотрим следующие варианты сварки:

- Автоматическая сварка под слоем флюса
- Автоматическая сварка в среде защитного газа

Изучив существующие аналоги производства технологических переходов, пришли к выводу о преимуществах и недостатках представленных методов:

Преимущества автоматической сварки под слоем флюса:

1. Повышенная производительность;
2. Возможность резкого увеличения силы сварочного тока. Лучшее использование тока заметно экономит расход электроэнергии;
3. Заключение дуги в газовый пузырь со стенками из жидкого флюса практически сводит к нулю потери металла на угар и разбрызгивание, суммарная величина которых не превышает 2% веса расплавленного электродного металла. Отсутствие потерь на угар и разбрызгивание, и уменьшение доли электродного металла в образовании шва позволяют весьма значительно экономить расход электродной проволоки;
4. Максимально надёжная защита зоны сварки;
5. Минимальная чувствительность к образованию оксидов;

6. Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
7. Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
8. Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
9. Малые затраты на подготовку кадров;
10. Сварные швы получаются равномерно и очень высокого качества;

Недостатки автоматической сварки под слоем флюса:

1. Трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
2. Расход флюса по весу в среднем равняется весу израсходованной проволоки, и стоимость его оказывает существенное влияние на общую стоимость сварки;
3. Невидимость места сварки, закрытого толстым слоем флюса. Невидимость места сварки повышает требования к точности подготовки и сборки изделия под сварку, затрудняет сварку швов сложной конфигурации;

Преимущества автоматической сварки в среде защитного газа:

1. Высокое качество сварных соединений разнообразных металлов и их сплавов разной толщины, особенно при сварке в инертных газах из-за малого угара легирующих элементов;
2. Возможность сварки в различных пространственных положениях;
3. Отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
4. Возможность наблюдения за образованием шва, что особенно важно при механизированной сварке;
5. Высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;
6. Низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

Недостатки автоматической сварки в среде защитного газа:

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги; возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха или при забрызгивании сопла;
2. Потери металла на разбрызгивание, при котором брызги прочно соединяются с поверхностями шва и изделия;
3. Наличие газовой аппаратуры и в некоторых случаях необходимость водяного охлаждения горелок.

Проанализировав оба метода (их достоинства и недостатки), выбор сделан в пользу автоматической сварки в среде защитного газа, так как технологический переход имеет склонность к образованию пластических деформаций, и для уменьшения вероятности их появления необходимо было выбрать тот способ, где скорость охлаждения металла шва и околошовной зоны после сварки имеет допустимые значения для выбранной марки стали.

Для стали 17Г1С подходит сварочная проволока марки СВ-08Г2С, химический состав указан в таблице 2.4, физические свойства указаны в таблице 2.5, по ГОСТ-2246-70,

Таблица 2.4 – Химический состав СВ-08Г2С

в процентах

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.05 - 0.15	0.7 - 1	1.5 - 2.3	до 0.3	до 0.025	до 0.03	до 0.3	до 0.3

Таблица 2.5 – Физические свойства СВ-08Г2С

Предел текучести и кг/мм ²	Предел прочности кг/мм ²	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость металла шва (кг*м/см ²) при температуре, °С			Ударная вязкость металла шва при 20 °С после механического старения кг*м/см ²
				+20	-20	-40	
44	57	22	51	13	9	5	6

Для стали 17Г1С и проволоки СВ-08Г2С был выбран газ CO₂, так как можно работать при толщине стенки 18 мм по ГОСТ 14771-76 С21, а так же CO₂ имеет ряд полезных факторов:

- Видимость процесса сварки и горения дуги для сварщика.
- Отсутствие необходимости в приспособлениях для подачи и отвода флюса.
- Хорошее качество швов. Сварные швы не требуют последующей очистки от остатков флюсов и шлака.
- Увеличенная производительность сварки в CO₂, вследствие качественного использования тепла дуги.
- Возможность проведения работ в разных пространственных положениях в режимах автоматической и полуавтоматической сварки.
- Низкая цена на рынке
- Доступность сварочных работ на весу без использования подкладки.

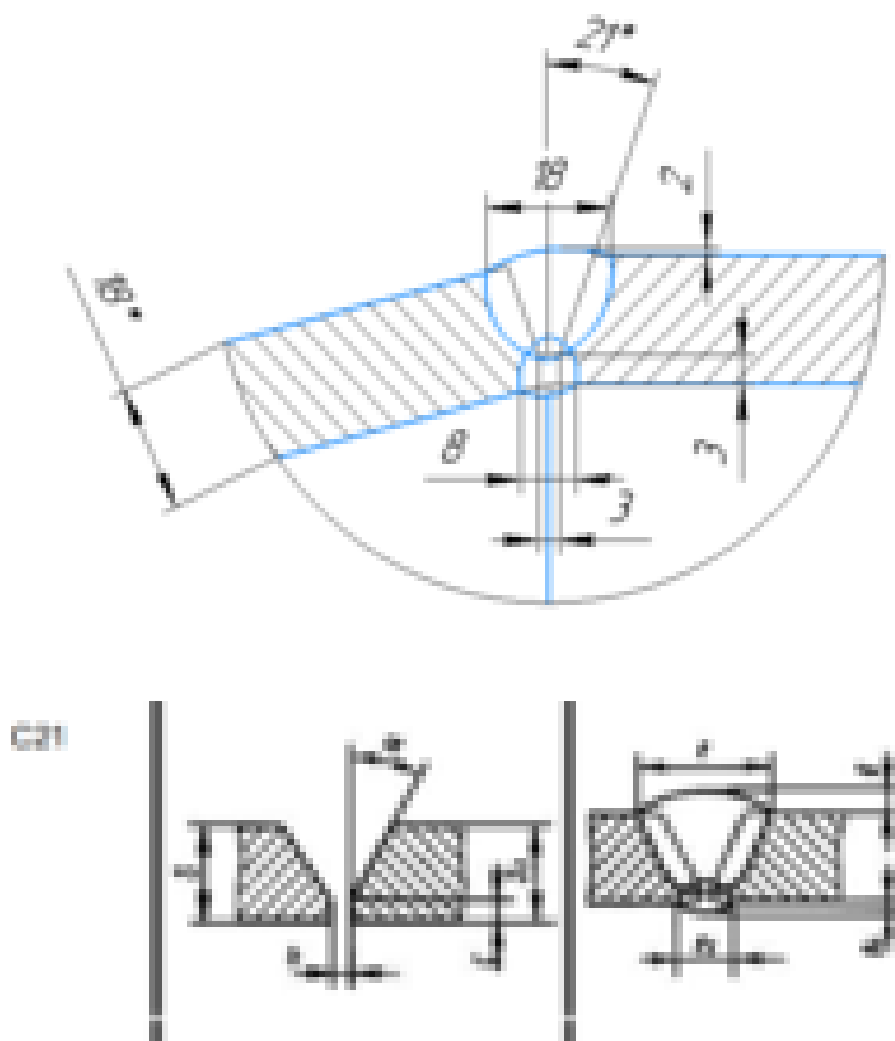
					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

2.4 Расчет режимов сварки

2.4.1 Расчет режимов сварки переходника и обечайки

Сварку переходника с обечайкой выполняем кольцевым соединением по ГОСТ 14771-76-С21-УП в среде газа CO₂ на постоянном токе обратной полярности сварочной проволокой Св-08Г2С с помощью сварочной колонны, V-образной разделкой кромок, и многопроходной сваркой. Сварное соединение представлено на рисунке 2.2.

Рисунок 2.2 – Схема сварного шва для механизированной сварки в среде защитного газа CO₂ по ГОСТ 14771-76-С21-УП



Так как толщина стенки 18 мм, для выполнения корневого шва, было выбрано использование механизированной сварки в среде защитного газа CO₂, диаметр проволоки Св-08Г2С – 1,6мм. Для выполнения заполняющего

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

Лист

20

и облицовочного швов, был выбран вариант использования автоматической сварки в среде защитного газа CO₂, диаметр проволоки – 3мм.

2.4.2 Расчет режимов механизированной сварки переходника и обечайки в среде защитного газа

Определяем площадь минимального наплавленного металла корневого шва и минимальная глубина проплавления:

$$F_{Н1} = c \cdot b = 3 \times 3 = 9 \text{ (мм}^2\text{)} = 0,09\text{(см}^2\text{)}$$

$$h_{пр1} = c + 1 = 3 + 1 = 4 \text{ (мм)}$$

Расчёт параметров произведём в программе Excel согласно алгоритму расчётов, представленному в источнике:

1. Рассчитаем силу сварочного тока, А, с помощью формулы (5):

$$I_{св} = h_{пр1} * (80 \dots 90) \quad (5)$$

$$I_{св} = 320$$

2. Рассчитаем диаметр электродной проволоки , мм, с помощью формулы (6):

$$d_{э1} = 1,13 \sqrt{\frac{I_{св}}{i_1}} \quad (6)$$

$$d_{э1} = 1,6$$

3. Посчитаем скорость сварки, $\frac{\text{м}}{\text{ч}}$, с помощью формулы (7):

$$V_{св1} = \frac{P}{I_{св}} \quad (7)$$

$$V_{св1} = 1,9 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 69 \text{ м/ч}$$

4. Рассчитаем скорость подачи проволоки $\frac{\text{см}}{\text{с}}$, путем использования формулы (8):

$$V_{под1} = \frac{\alpha_p * I_{св1}}{3600 * F_{э1} * \gamma} \quad (8)$$

$$V_{под1} = 6,58 \text{ см/с}$$

5. Рассчитаем вылет электрода, мм, с помощью формулы (9):

$$l_{в1} = 10 \cdot d_{э1} \quad (9)$$

$$l_{в1} = 1.6 \text{ см}$$

6. Посчитаем напряжение дуги, В, с помощью формулы (10):

$$U_{д} = 20 + \frac{0,05I_{св1}}{\sqrt{d_э}} \quad (10)$$

$$U_{д} = 30 \text{ В}$$

7. Коэффициент формы провара рассчитаем, с помощью формулы (11):

$$\varphi_{пр} = k'(19 - 0,01I_{св1}) \frac{d_э * U_{д}}{I_{св1}} \quad (11)$$

$$\varphi_{пр} = 2,31$$

8. Погонная энергия, необходимая для выполнения корневого шва, кДж/см, рассчитаем с помощью формулы (12):

$$q_{п} = \frac{0,24 * I_{св1} * U_{д} * \eta}{V_{св1}} \quad (12)$$

$$q_{п} = 5,7$$

9. Фактическая глубина проплавления, мм, посчитаем с помощью формулы (13):

$$H_{пр1} = 0,0165 * \sqrt{\frac{q_{п}}{\varphi_{пр}}} \quad (13)$$

$$H_{пр1} = 4,68 \text{ мм}$$

10. Ширина шва, мм:

$$B = 10,79$$

11. Площадь проплавления металла при выполнении первого шва, см², мм²:

$$F_{пр1} = 0,15 = 15 \text{ мм}^2:$$

12. Усиление валика, мм:

$$C = 2 \text{ мм}$$

13. Общая высота шва, мм, посчитаем с помощью (14):

$$D = H_{пр1} + C \quad (14)$$

$$D = 4,68 + 1,96 = 6,64$$

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Проводим расчет с обязательной разделкой при первоначальных параметрах, мм, используя формулу (15):

$$H_1 = D - C_1 \quad (15)$$

$$H_1 = 6,64 - 0,35 = 6,29$$

Посчитаем C_1 , с помощью формулы (16):

$$C_1 = \frac{F_{пр1} - D * p}{0,73 * B - p} \quad (16)$$

$$C_1 = \frac{15 - 6,64 * 2}{0,73 * 10,79 - 2} = 0,35$$

$$H_1 = 6,64 - 0,35 = 6,29$$

Рассчитаем высоту, которую заполнил расплавленный металл в разделке кромок, мм, с помощью формулы (17):

$$H_2 = D - (C_1 + c) \quad (17)$$

$$H_2 = 6,64 - (0,35 + 2) = 4,29$$

Посчитаем занимаемый объём в разделке кромок, с помощью формулы (18):

$$F_{вытека} = 4,29^2 * tg21^0 + 2 * 3 \quad (18)$$

$$F_{вытека} = 15,99 \text{ мм}^2$$

Таким расчетом будем выполнять корневой шов, путем использования механизированной сварки в среде защитного газа.

2.4.3 Расчет режимов автоматической сварки переходника и обечайки в среде защитного газа

Для выполнения заполняющего проходов №1 и 2 - были выбраны режимы, указанные в таблице 2.6, чтобы заполнить разделку по ГОСТ 14771-76 С21.

Таблица 2.6 – режимы для выполнения заполняющих швов переходника с обечайкой

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{св}$	450
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_э$	3
Вылет электрода, см	$l_п$	3
Напряжение на дуге, В	$U_д$	27
Скорость сварки, см/с	$V_{св}$	0,4
Скорость подачи проволоки, см/с	$V_э$	2,63
Погонная энергия сварки, кДж/см	$q_п$	27,4
Глубина проплавления, мм	$h_{пр}$	8,66
Ширина шва, мм	b	18,45
Высота усиления, мм	c	3,79
Коэффициент формы провара	$\Psi_{пр}$	2,13
Коэффициент формы усиления	$\Psi_в$	4,86
Площадь наплавленного металла, мм ²	$F_н$	51

Для выполнения облицовочного шва по ГОСТ 14771-76 С21, был выбран следующий режим, указанный в таблице 2.7:

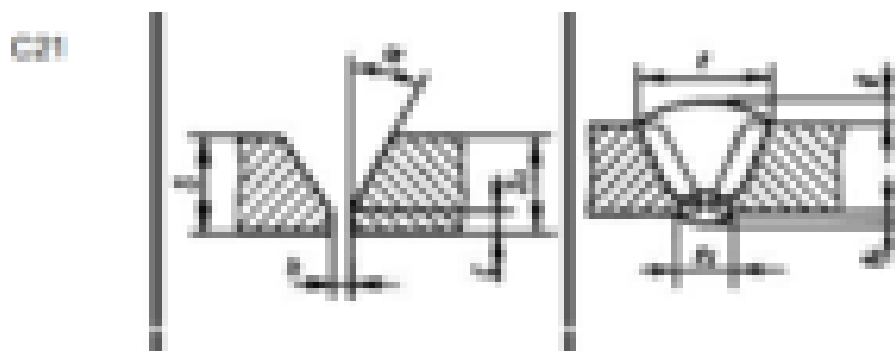
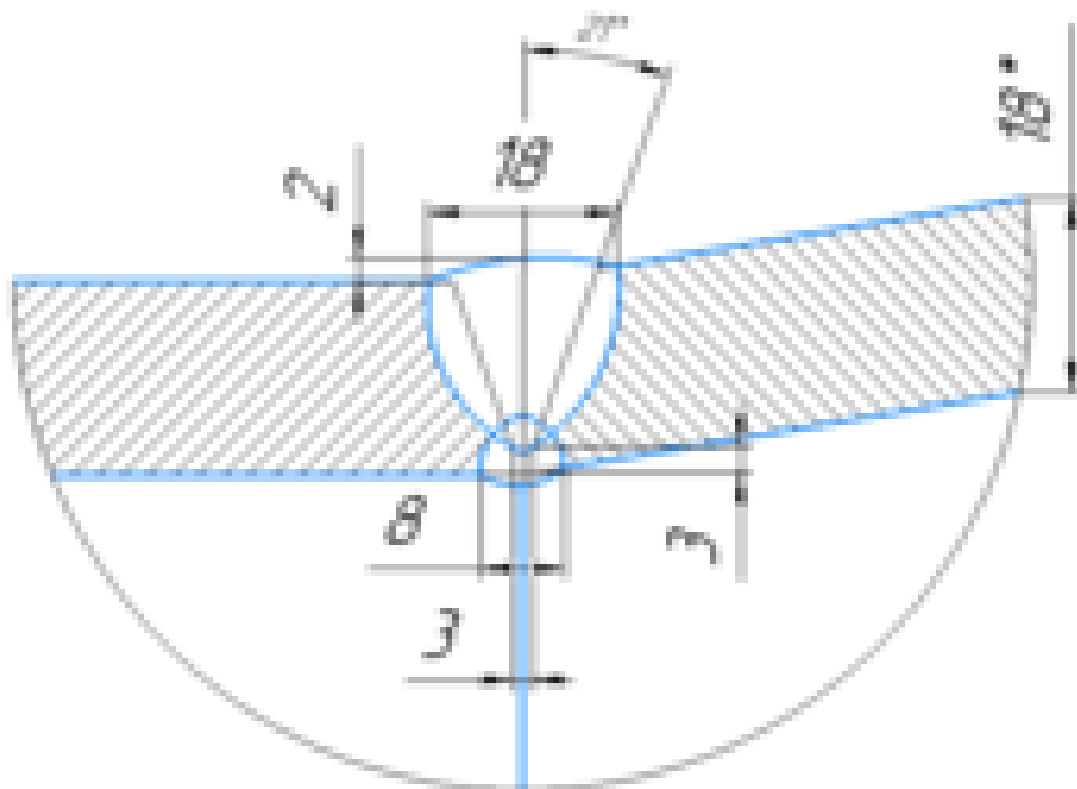
Таблица 2.7 – режимы для выполнения облицовочного шва переходника с обечайкой

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{св}$	500
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_э$	3
Вылет электрода, см	$l_п$	3
Напряжение на дуге, В	$U_д$	27
Скорость сварки, см/с	$V_{св}$	0,4
Скорость подачи электродной проволоки, см/с	$V_э$	2,92
Погонная энергия сварки, кДж/см	$q_п$	30,5
Глубина проплавления, мм	$h_{пр}$	9,69
Ширина шва, мм	b	18,31
Высота усиления, мм	c	4,32
Коэффициент формы провара	$\Psi_{пр}$	1,89
Коэффициент формы усиления	$\Psi_в$	4,23
Площадь наплавленного металла, мм ²	$F_н$	58

2.4.4 Расчет режимов сварки обечайки и основания

Сварку обечайки и основания выполняем кольцевым соединением по ГОСТ 14771-76-С21-УП в среде газа CO₂ на постоянном токе обратной полярности сварочной проволокой Св-08Г2С с помощью сварочной колонны, V-образной разделкой кромок и многопроходной сваркой. Сварное соединение представлено на рисунке 2.3

Рисунок 2.3 – Схема сварного шва для механизированной сварки в среде защитного газа CO₂ по ГОСТ 14771-76-С21-УП



Так как толщина стенки 18 мм, для выполнения корневого шва, мною было выбрано использование механизированной сварки в среде защитного газа CO₂, диаметр проволоки СВ-08Г2С – 1,6мм. Для выполнения заполняющего и облицовочного швов, мною был выбран вариант использования автоматической сварки в среде защитного газа CO₂, диаметр проволоки – 3мм.

2.4.5 Расчет режимов механизированной сварки в среде защитного газа обечайки и основания

Определяем площадь минимального наплавленного металла корневого шва и минимальная глубина проплавления:

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.159.00 ПЗ					

$$F_{Н1} = c \cdot b = 3 \times 3 = 9 \text{ (мм}^2\text{)} = 0,09 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$h_{пр1} = c + 1 = 3 + 1 = 4 \text{ (мм)}$$

Расчёт параметров произведём в программе Excel согласно алгоритму расчётов, представленному в источнике:

Силу сварочного тока, А, рассчитываем путем использования формулы (5):

$$I_{св} = h_{пр1} * (80 \dots 90) = 4 * 80 = 320$$

Диаметра электродной проволоки, мм, рассчитываем путем использования формулы (6):

$$d_{э1} = 1,13 \sqrt{\frac{I_{св}}{i_1}} = 1,6$$

Скорость сварки, $\frac{\text{м}}{\text{ч}}$, рассчитываем путем использования формулы (7):

$$V_{св1} = \frac{P}{I_{св}} = 1,4 = 1,9 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 69 \text{ м/ч}$$

Скорость подачи проволоки $\frac{\text{см}}{\text{с}}$, рассчитываем путем использования формулы (8):

$$V_{под1} = \frac{\alpha_p * I_{св1}}{3600 * F_{э1} * \gamma} = 6,58 \text{ см/с}$$

Вылет электрода, мм, рассчитываем путем использования формулы (9):

$$l_{в1} = 10 \cdot d_{э1} = 10 * 1,6 = 1,6 \text{ см}$$

Напряжение дуги, В, рассчитываем путем использования формулы (10):

$$U_{д} = 20 + \frac{0,05 I_{св1}}{\sqrt{d_{э}}} = 30 \text{ В}$$

Коэффициент формы провара, рассчитываем путем использования формулы (11):

$$\varphi_{пр} = k'(19 - 0,01 I_{св1}) \frac{d_{э} * U_{д}}{I_{св1}} = 2,31$$

Погонная энергия, необходимая для выполнения корневого шва, $\frac{\text{кДж}}{\text{см}}$, рассчитываем путем использования формулы (12):

$$q_{п} = \frac{0,24 * I_{св1} * U_{д} * \eta}{V_{св1}} = 5,7$$

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Фактическая глубина проплавления, мм, рассчитываем путем использования формулы (13):

$$H_{\text{пр1}} = 0,0165 * \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\varphi_{\text{пр}}}} = 4,68 \text{ мм}$$

Ширина шва, мм:

$$B = 10,79$$

Площадь проплавления металла при выполнении первого шва, см², мм²:

$$F_{\text{пр1}} = 0,15 = 15 \text{ мм}^2:$$

Усиление валика, мм:

$$C = 2 \text{ мм}$$

Общая высота шва, мм, рассчитываем путем использования формулы (14):

$$D = H_{\text{пр1}} + C = 4,68 + 1,96 = 6,64$$

Проводим расчет с обязательной разделкой при первоначальных параметрах, рассчитываем путем использования формулы (15) мм:

$$H_1 = D - C_1$$

Рассчитаем C₁, мм, с помощью формулы (16):

$$C_1 = \frac{F_{\text{пр1}} - D * p}{0,73 * B - p} = \frac{15 - 6,64 * 2}{0,73 * 10,79 - 2} = 0,35$$

$$H_1 = 6,64 - 0,35 = 6,29$$

Высота которую заполнил расплавленный металл в разделке кромок, мм, рассчитываем путем использования формулы (17):

$$H_2 = D - (C_1 + c) = 6,64 - (0,35 + 2) = 4,29$$

Занимаемый объём в разделке кромок, рассчитываем с помощью формулы (18):

$$F_{\text{вытека}} = 4,29^2 * \text{tg}21^\circ + 2 * 3 = 15,99 \text{ мм}^2$$

2.4.6 Расчет режимов автоматической сварки обечайки и основания в среде защитного газа

Для выполнения заполняющего проходов № 1 и 2 - были выбраны режимы, указанные в таблице 2.8, чтобы заполнить разделку по ГОСТ 14771-76 С21.

Таблица 2.8 – режимы для выполнения заполняющих швов обечайки и основания

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{св}$	450
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_э$	3
Вылет электрода, см	$l_{п}$	3
Напряжение на дуге, В	$U_{д}$	27
Скорость сварки, см/с	$V_{св}$	0,4
Скорость подачи проволоки электродной проволоки, см/с	$V_э$	2,63
Погонная энергия сварки, кДж/см	$q_{п}$	27,4
Глубина проплавления, мм	$h_{пр}$	8,66
Ширина шва, мм	b	18,45
Высота усиления, мм	c	3,79
Коэффициент формы провара	$\Psi_{пр}$	2,13
Коэффициент формы усиления	$\Psi_{в}$	4,86
Площадь наплавленного металла, мм ²	$F_{н}$	51

Для выполнения облицовочного шва по ГОСТ 14771-76 С21, был выбран следующий режим, указанный в таблице 2.9:

Таблица 2.9 – режимы для выполнения облицовочного шва обечайки и основания

Параметры	Обозначение	Величина
Сварочный ток, А	$I_{св}$	500
Диаметр электродной проволоки, мм	$d_э$	3
Вылет электрода, см	$l_п$	3
Напряжение на дуге, В	$U_д$	27
Скорость сварки, см/с	$V_{св}$	0,4
Скорость подачи электродной проволоки, см/с	$V_э$	2,92
Погонная энергия сварки, кДж/см	$q_п$	30,5
Глубина проплавления, мм	$h_{пр}$	9,69
Ширина шва, мм	b	18,31
Высота усиления, мм	c	4,32
Коэффициент формы провара	$\Psi_{пр}$	1,89
Коэффициент формы усиления	$\Psi_в$	4,23
Площадь наплавленного металла, мм ²	$F_н$	58

2.5 Выбор сварочного и сборочного оборудования

На участке сварки, для выполнения сварочных работ, необходимо расположение следующего оборудования:

Для выполнения предварительного подогрева зоны сварки до температуры 212°C применим пропано–кислородную горелку и бесконтактный термометр «ТЕРМОPOINT».

Для автоматической сварки в среде защитного газа кольцевых швов обечайки с основанием и переходника с обечайкой будет использоваться сварочная колонна, на которую в качестве источника питания установлен

выпрямитель ВДУ-1001. Техническая характеристика выпрямителя ВДУ-ВДУ-1001 приведена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Техническая характеристика выпрямителя ВДУ-1001

Параметр	Величина
Номинальный сварочный ток , А	100
Пределы регулирования сварочного тока, А	100-1000
Сетевое напряжение, В	380
КПД, %	0,79
Габариты аппарата Д×Ш×В, мм	790x600x1410
Вес сварочного аппарата, кг	500



Рисунок 2.4 – ВДУ-1001

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. Техническая характеристика полуавтомата приведена в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Техническая характеристика полуавтомата сварочного PHOENIX 351 PULS

Параметр	Величина
Номинальный сварочный ток , А	350
Скорость подачи проволоки, м/мин	1-24
Сетевое напряжение, В	400
Частота тока в сети, Гц	50
Габариты аппарата Д×Ш×В, мм	1100×455×950
Габариты устройства подачи проволоки Д×Ш×В, мм	690×300×410
Вес сварочного аппарата, кг	108



Рисунок 2.5 – PHOENIX 351 PULS EWM

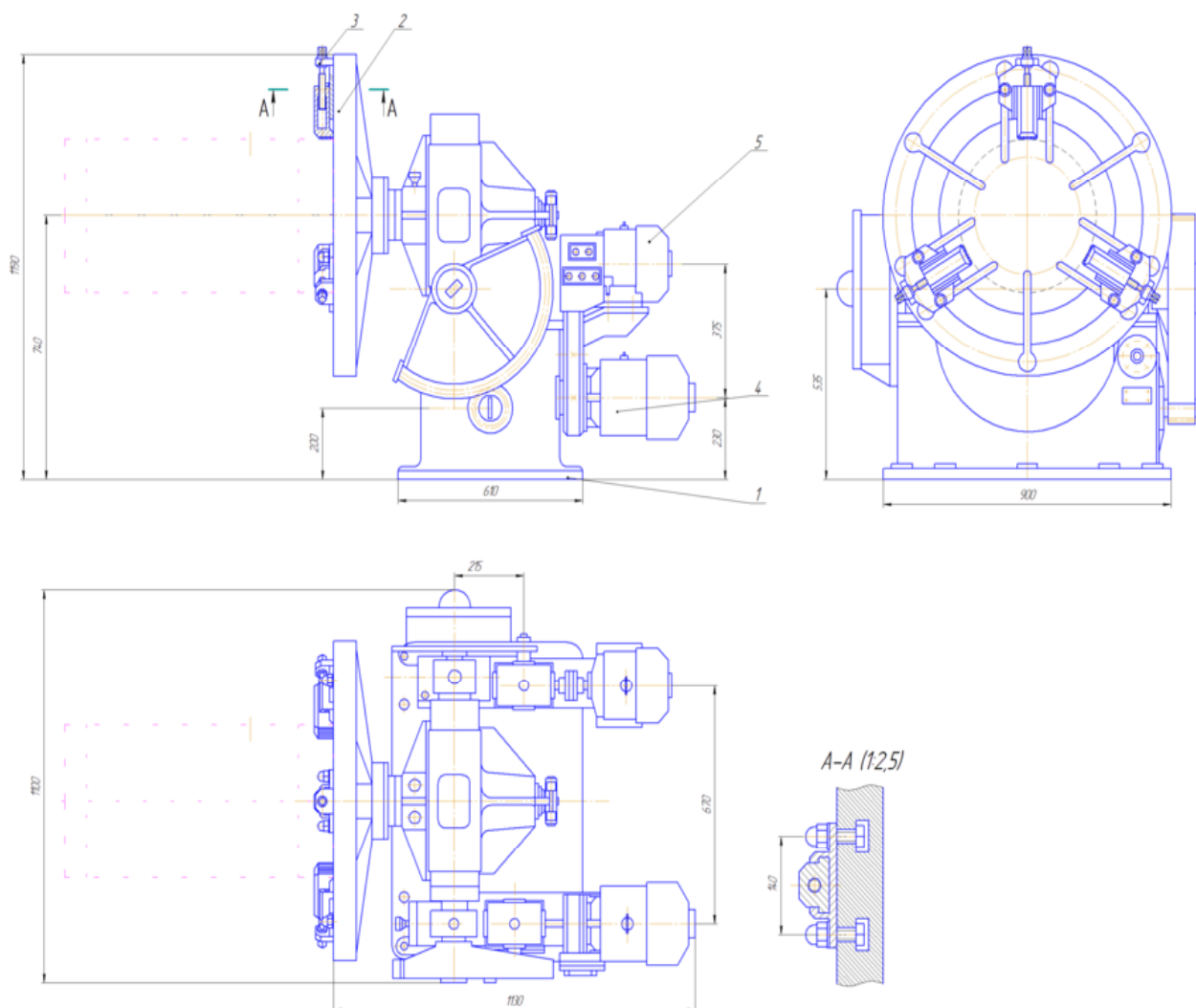
2.5.1 Описание конструкции сборочной установки

Для сборки переходника с обечайкой и обечайки с основанием применяется сварочный вращатель (рисунок 2.5). Вращатель предназначен для вращения свариваемого изделия со сварочной или маршевой скоростью.

Сварочный вращатель состоит из корпуса - 1, планшайбы - 2, подвижных кулачков - 3, привода вращения - 4 и привода наклона - 5.

Для центрирования кулачки предварительно устанавливаются по шаблону. Затем ползун одного из кулачков отводят, собранное изделие устанавливают и прижимают отведенным кулачком к двум остальным. После выполнения сварного шва ползун одного из кулачков отводят и снимают изделие.

Рисунок 2.5 – Сварочный вращатель



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

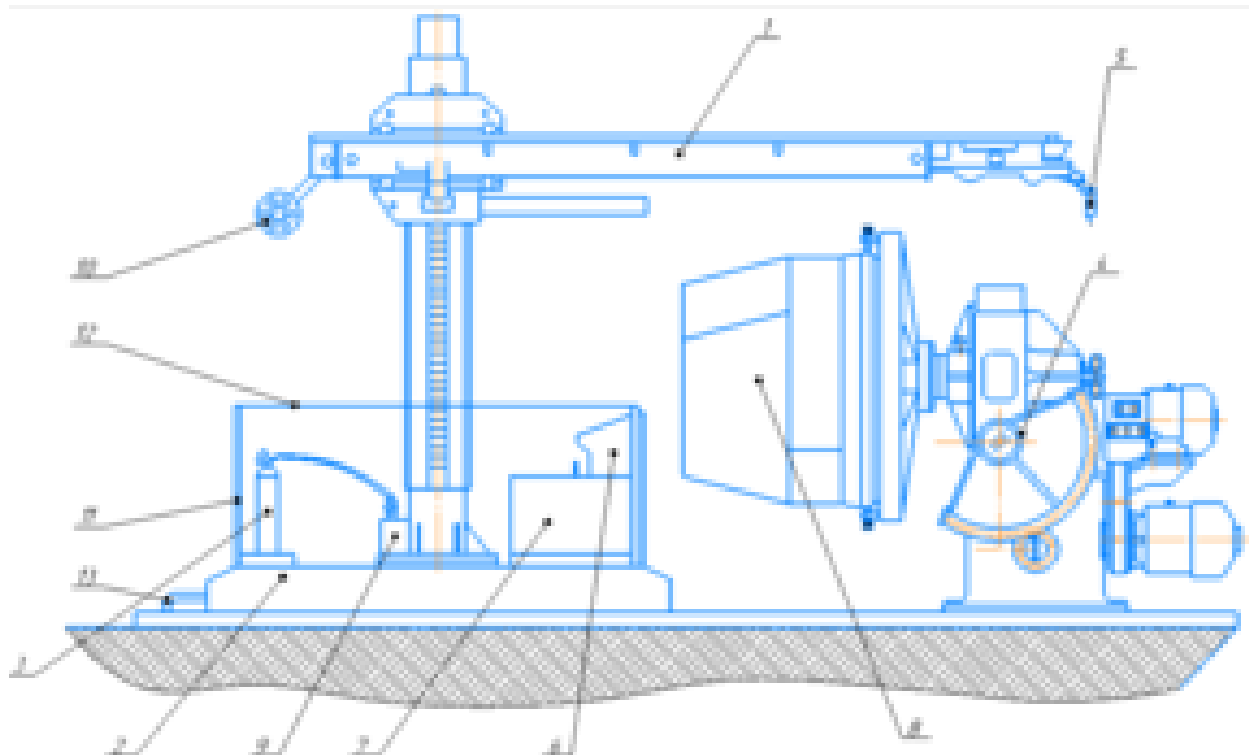
Лист

33

2.5.2 Описание конструкции сварочной установки

Для выполнения автоматической сварки в среде защитного газа CO₂ применим сварочную колонну, показана на рисунке 2.6.

Рисунок 2.6 – Сварочная колонна



Данная установка состоит из деталей, указанных в таблице 2.12

Таблица 2.12 – детали, составляющие сварочную колонну:

№ поз.	Наименование	Кол.
1	Колонна сварочная	1
2	Платформа самоходная ПС-2	1
3	Баллон с газом CO ₂	1
4	Сварочный вращатель	1
5	Головка сварочная	1
6	Система управления	1
7	Местный выключатель сварочной дуги	1
8	Многофункциональное изделие	1
9	Система очистки газа	1
10	Кронштейн крепления катушки	1
11	Стойка ограждения	1
12	Ограждение	1
13	Ограничитель хода платформы	2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

Лист

34

Данная установка позволяет выполнять сварку кольцевых швов, платформа самоходная и сама колонна устанавливается в нужной системе координат, сварка происходит в вертикальном положении. Планшайба сварочного вращателя устанавливается так же в вертикальном положении и задается такая скорость вращения, при которой сварка происходит в соблюдении всех режимов.

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Способы и средства контроля качества

Контроль качества является одним из самых главных аспектов, при разработке герметичных изделий. По этому к нему нужно относиться с большим вниманием.

Контроль качества сварных соединений включает проверку:

- наличия разрешения на применении технологии сварки (наплавки);
- аттестации сварщиков;
- выполнения производственных сварных соединений;
- аттестации работников, выполняющих контроль и оценку качества сварных соединений;
- аттестации инженерно-технических работников (ИТР), руководящих работами по сборке, сварке и контролю;
- состояния оборудования для сварки, термообработки и контроля;
- качества основных и сварочных материалов, материалов для дефектоскопии;
- качества подготовки деталей и сборочных единиц под сварку;
- операционный контроль;
- неразрушающий контроль;
- разрушающий контроль;
- контроль качества исправления дефектов;
- гидравлические (пневматические) испытания.

Производственные контрольные сварные соединения выполняются с целью проверки соответствия характеристик металла производственных сварных соединений. Производственные контрольные сварные соединения должны быть однотипны контролируемым сварным соединениям оборудования и завариваться по аттестованной технологии сварки в условиях, идентичных условиям сварки оборудования.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.159.00 ПЗ					

Производственные контрольные сварные соединения заваривает каждый сварщик, участвующий в сварке оборудования.

Производственные контрольные сварные соединения контролируются неразрушающими методами контроля, предусмотренные для производственного сварного соединения, в объеме 100% и должны удовлетворять нормам для сварного соединения более высокой категории изделия. Контроль качества производственных контрольных сварных соединений предусматривает:

- определение механических свойств;
- металлографические исследования;
- испытания на стойкость против МКК.

При проверке сварочного и термического оборудования проверяется их соответствие паспортным данным, а также пригодность измерительного инструмента, приборов и кабелей.

Проверка проводится службами главного механика, главного энергетика, главного метролога по графику, составленному в соответствии с требованиями эксплуатационных документов.

Контроль качества сварочных материалов описан ранее.

Контроль качества подготовки деталей под сварку:

До начала сварочных работ проверяют:

- чистоту и состояние помещения в соответствии с требованиями стандартов;
- отсутствие дефектов на свариваемых кромках;
- правильность разделки кромок под сварку;
- размеры внутренних диаметров стыкуемых труб;
- чистоту поверхности кромок стыка.

После сборки стыков под сварку проверяют:

- зазоры в соединениях и размеры изделий;
- соосность, отсутствие переломов осей и смещения кромок;

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.159.00 ПЗ					

- правильность сборки деталей и их крепления в приспособлениях;
- качество прихваток при визуальном контроле и правильность их выполнения;
- наличия защитного покрытия от брызг.

Операционный контроль охватывает проверку соблюдения требований ПТД при подготовке и сборке под сварку, сварке и термической обработке.

Неразрушающий контроль включает следующие методы:

- визуальный;
- измерительный;
- капиллярный;
- радиографический;
- ультразвуковой;
- контроль герметичности.

При разрушающем контроле проводят механические испытания (испытание на растяжение при нормальной температуре, испытание на статический изгиб, испытание на сплющивание труб), испытание на МКК, металлографические испытания.

Сварные соединения в составе конструкций подвергаются гидравлическим (пневматическим) испытаниям в соответствии с указаниями в КД.

3.2 Допустимые и недопустимые дефекты

На переходе технологического трубопровода не допускаются следующие видимые невооруженным глазом дефекты наружной поверхности: трещины любой глубины и прожатынности, рванины, морщины (зажимы металла), расслоения и закаты.

На всех поверхностях допускаются вмятины, отпечатки, раковины – вдавы, раковины от окалины, рябизна глубиной не более 0.8мм, риски и царапины глубиной не более 0,4 мм и длиной не более 150мм.

Эти же дефекты глубиной более указанных выше должны быть зачищены с плавным переходом к поверхности детали, при этом толщина стенки в зачищенном месте должна быть не менее допустимой. Измерение толщины должно выполняться ультразвуковым толщиномером.

3.3 Оборудование для контроля качества

Качество сварных соединений проверить визуально-измерительным и радиографическим методами неразрушающего контроля в объеме 100% в соответствии с пунктом 1.11 требований ГазТУ 104-488/1-05

Визуально-измерительный контроль

Для выявления дефектов при сборке используется визуально-измерительный контроль (ВИК). С помощью ВИК выявляют: прожоги, грубую чешуйчатость, наплывы металла, подрезы, непровары, трещины, поры, раковин, отступления от проектных размеров сварного шва. Для проведения ВИК применяются: сварочные шаблоны для проверки правильности геометрии шва, увеличительные лупы, угольники, линейки, рулетки, штангенциркуль по ГОСТ 23479-79.

Радиографический контроль

Радиографический контроль проводят с целью выявления в сварных соединениях (шве и околошовной зоне):

- Трещин;
- Непроваров;
- Пор;
- Металлических и неметаллических включений, плотность которых отличается от плотности металла сварного соединения (вольфрамовых, шлаковых, окисных и т.д.);
- Недоступных для внешнего осмотра подрезов, прожогов и т.д.

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Объем контроля и нормы оценки качества сварных соединений по результатам контроля устанавливаются НТД.

Подлежащие контролю сварные соединения должны быть очищены от окалины, шлака, брызг металла и других загрязнений. При этом должны быть устранены все обнаруженные при внешнем осмотре наружные дефекты.

В качестве источника излучения использовать прибор, называемый переносной рентгеновский аппарат Eresco 32 MF4-C (таблица 3.1) и кроулер «Арго 3». Кроулер «Арго 3» работает в трубопроводах диаметром 530 – 1420 мм. Оснащён подогревом блоков аккумуляторов и блока электроники для работы при -40 °С. Таблица 3.1 – Технические данные переносного рентгеновского аппарата «Eresco 32 MF4-C»:

Направления излучения	Панорамное
Просвет по стали за 10 мин	32 мм
Диапазон высокого напряжения	5 ÷ 200 кВ
Диапазон тока	0,5 ÷ 10 мА
Ток при максимальном напряжении	3,0 мА / 200 кВ
Постоянный режим работы	600 Вт
Номинальное значение фокусного пятна	0,4x4 мм (EN12543)
Материал анода	30
Фильтр рентгеновского излучения	(W) Вольфрам
Стабильность тока и напряжения	±1%
Требования к электропитанию	160 ÷ 253 В АС, 80 ÷ 127 В АС, 50 ÷ 60 Гц
Вес блока излучения	31 кг

3.4 Методы исправления дефектов сварных швов

Все выявленные в процессе неразрушающего контроля дефекты подлежат исправлению. Удаление дефектов сварных соединений производится только

механическим способом (фрезерованием, абразивным инструментом и др.).
Заварка дефектов производится ручной аргонодуговой сваркой.

Форма и размеры подготовленных выборок дефектов должны обеспечивать возможность их качественной заварки по всему объему.

Исправление дефектов с помощью сварки на одном и том же участке шва допускается не более двух-трех раз в зависимости от категории сварного шва по степени ответственности.

Исправление дефектов производится до окончательной механической обработки.

Методы контроля и нормы оценки качества после исправления дефектов должны соответствовать методам контроля и нормам оценки качества для данного сварного соединения.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1. Анализ основных вредных и опасных производственных факторов

На здоровье и работоспособность человека во время труда влияет совокупность факторов производства и трудового процесса.

Вредный производственный фактор - фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который является причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменением №1)» опасные и вредные производственные факторы подразделяются на: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим опасным и вредным производственным факторам на СТО относятся:

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

- Подвижные части оборудования, механизмы, машины;
- Повышенная или пониженная температура воздуха; поверхности оборудования;
- Повышенная запыленность и загазованность воздуха;
- Повышенный уровень статического электричества; электромагнитные излучения
- Повышенный уровень шума, вибрации, ультразвука и инфразвука;
- Отсутствие или недостаток естественного и искусственного освещения;
- Острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхностях заготовок инструментов и оборудования.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

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

- 1) высокий уровень напряжение электросети;
- 2) световое и ультрафиолетовое излучение сварочной дуги;
- 3) вероятность появления искры и брызг;
- 4) высокая температура сварочной дуги и материалов;
- 5) давление газов, находящихся в баллонах.

Исходя из этого, техника безопасности при выполнении сварочных работ является очень актуальной темой. Ведь ее нарушение влечет за собой самые серьезные последствия. Среди самых частых травм, которые фигурируют в статистике, преобладают поражение электрическим током, ожоги глаз и незащищенных участков кожи и травмы механического свойства.

Для обеспечения электробезопасности на сборочно-сварочном участке в соответствии с требованиями ПОТ Р М-020-2001 приняты следующие меры:

- Провода и кабели для питания электрооборудования машин и установок имеют надежную изоляцию и защиту от механических повреждений;

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

- Электрооборудование машин термической резки должно иметь заземление. Заземлению подлежат у стационарных машин станина или рельсовый путь, у переносных машин - корпус машины;
- Заземлены все цеховые газопроводы. Электрическое сопротивление между заземляющим устройством и любой точкой газопровода не превышает 100 Ом;
- Запрещается производить ремонт машин термической резки под напряжением. Переносные машины термической резки во время их передвижения необходимо отключать от электрической сети;
- Применяемое оборудование и приспособления удовлетворяют требованиям действующих стандартов и нормалей на соответствующее сварочное оборудование. Напряжение холостого хода источников сварочного тока не превышает максимальных значений, указанных в стандартах на соответствующее оборудование;
- Соединение сварочных кабелей производят опрессовкой, сваркой или пайкой с последующей изоляцией мест соединения;
- В электросварочных аппаратах и источниках их питания элементы, находящиеся под напряжением закрыты оградительными устройствами;
- Электросварочные установки присоединяются к источнику питания через рубильник и предохранитель или автоматический выключатель.

Основные меры безопасности технологических процессов принятые на сборочно-сварочном участке в соответствии с требованиями ПОТ Р М-020-2001:

- Стационарное рабочее место имеет устройства для отсоса вредных веществ;
- Для защиты от искр и брызг расплавленного металла сварщик пользуется защитными очками или защитным щитком, спецодеждой и перчатками;

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

- При перерывах в работе (обеденный перерыв и пр.) выключить рубильник электрической станции, закрыть вентили воды, охлаждающей системы воздуха. В зимнее время необходимо сохранять циркуляцию воды;
- При прекращении подачи электроэнергии выключить рубильник сварочной машины;
- Сварочное оборудование, предназначенное для сварки под флюсом на стационарных постах имеет, приспособление для механизированной засыпки флюса в сварочную ванну и флюсоотсос с бункером и фильтром;
- Пустые баллоны хранятся отдельно от баллонов, наполненных газом;
- Газовые баллоны предохранены от ударов и действия прямых солнечных лучей. От отопительных приборов баллоны устанавливаются на расстоянии не менее 1 м;
- По окончании работы баллоны с газом размещаются в специально отведенном для хранения баллонов месте, исключая доступ посторонних лиц;
- На рабочем месте под ногами рабочих расположен резиновый ковер диэлектрический.

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

											Лист
											44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

при длительном воздействии может привести к тяжелым профессиональным заболеваниям.

Допускаемые в производственных помещениях метеорологические условия — температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, а также предельно допустимые концентрации содержания в воздухе вредных паров, газов на постоянных рабочих местах и в рабочей зоне производственных помещений — нормируются «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» и «Строительными нормами и правилами» и табл.

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.

4.2.2 Обеспечение электрической безопасности

Основными причинами поражения электрическим током являются воздействие электрического тока, проходящего в сварочной цепи, соприкосновение с открытыми токоведущими частями и проводами (случайное, не вызванное производственной необходимостью, или вследствие ошибочной подачи напряжения во время ремонтов и осмотров); прикосновение к токоведущим частям, изоляция которых повреждена, касание токоведущих частей через предметы с низким сопротивлением изоляции, прикосновение к металлическим частям оборудования, случайно оказавшимся под напряжением (в результате отсутствия или повреждения

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

защитных устройств), соприкосновение со строительными деталями конструкций, случайно оказавшимися под напряжением, и др. Опасность поражения электрическим током создают источники сварочного тока, электрический привод (включая пускорегулирующую аппаратуру), электрооборудование подъемно-транспортных устройств, электрифицированный транспорт, высокочастотные и осветительные установки, электрические ручные машины и т.д.

В процессе эксплуатации электросварочных установок требуется применение специальных средств защиты, которые делятся на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства защиты делятся на основные и дополнительные

Основные изолирующие средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением, к таким средствам относятся: диэлектрические резиновые перчатки, инструмент с изолированными рукоятками и токоискателями.

Дополнительные изолирующие средства обладают недостаточной электрической прочностью и поэтому не могут самостоятельно защитить человека от напряжения током. К таким средствам относятся: резиновая обувь, коврики и изолирующие подставки.

Резиновую обувь и коврики как дополнительные средства защиты применяют при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств.

Ограждающие средства защиты предназначены: для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения-щиты, ограждения-клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки); для предупреждения ошибочных операций (предупредительные плакаты); для

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

временного заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности поражения работающих током при случайном появлении напряжения (временные защитные заземления).

Вспомогательные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий (защитные очки, специальные рукавицы и т. п.).

Защитное заземление, зануление и отключение электросварочных установок и постов. Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением .

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности

Проектируемый участок по классификации производств по пожарной безопасности относится к категории Г – пожароопасное производство, использующее горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие материалы и вещества, процесс обработки которых сопровождается выделением искр, пламени.

Источниками пожара в цехе могут служить источники питания сварочной дуги, газовые баллоны, технические масла и жидкости обрабатывающих станков, поврежденные электропровода оборудования.

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

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

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.159.00 ПЗ					

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.

Запрещается загромождать и закрывать проходы к пожарному инвентарю. Курить необходимо в специально отведенных местах, оборудованных средствами пожаротушения.

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.

В соответствии с выбранной категорией помещения по пожарной опасности на участке предусмотрены следующие средства пожаротушения:

- а) два порошковых огнетушителя массой 4 кг каждый;
- б) два ящика с песком;
- в) щит пожарный ЩПП оборудованный ломом, багром, двумя ведрами, совковой и штыковой лопатой, тележкой для перевозки оборудования.

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.

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.159.00 ПЗ				

Требования безопасности перед началом работ:

- Проверить и надеть специальную одежду, средства 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;
- Проверить оборудование подъемника,
- Перед началом работ необходимо подать предупреждающий сигнал

Требования безопасности во время работы:

- При нормальной работе подъемника не должен наблюдаться повышенный шум механизма подъемника, повышенный нагрев винтовой пары;
- Запрещается проводить какие-либо работы с подъемником и его пультом управления при поднятом грузе
- Перед подъемом груза убедиться в правильном положении зацепных устройств
- Во время работы на подъёмнике необходимо использовать средства индивидуальной защиты, спецодежда должна быть застегнута.

Требования безопасности в аварийной ситуации:

- Немедленно прекратить работы и известить руководителя работ;
- Под руководством руководителя работ оперативно принять меры по устранению причин аварий или ситуаций, которые могут привести к авариям или несчастным случаям;

4.4 Планировка оборудования и рабочих мест участка

Данный раздел посвящен описанию организационно-технических мероприятий и средств, примененных на спроектированном участке. Расчеты

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

режимов сварки, выбора оснастки и оборудования выявили необходимость использования и размещения на участке сварки сварочной колонны. В дипломном проекте была разработана планировка участка сборки и сварки технологического трубопровода. Принятые меры направлены на предотвращение и снижение опасных производственных факторов, связанных с освещенностью, микроклиматом, шумом, вредными веществами, ультрафиолетовым излучением, пожарной и электро-безопасностью, а также безопасностью технологических процессов. Планировка участка приведена на рисунке 4.1.

На планировке участка показаны основные размеры цехов в масштабе 1:100, высота, длина, ширина цеха, расстояние между опорными колоннами цеха. Указана высота на которой расположена кран балка. Указан пожарный проезд в соответствие с нормами пожарной безопасности. Так же на участке показано расположение средств пожаротушения. Рабочие места, где производится сварка, огорожены специальной ширмой, для предотвращения поражения сварочным излучением незащищенных работников цеха. Помимо этого на планировке указан склад металла, где хранятся заготовки. Рабочее место сварщика, печи в которых производится термообработка изделий, консольный кран, производящий перемещение изделия по рабочим местам, кран расположены так, чтобы изделие перемещалось от промежуточного склада к печи, месту ремонта и сварки. На планировке указана сварочная колонна и сварочный вращатель для выполнения кольцевых швов. Так же на планировке указан рольганг между промежуточным складом и ремонтным столом. Перемещение изделия по всей территории цеха производится с помощью мостового крана грузоподъемность которого составляет 3 тонны.

Радиографический контроль проводится в другой части цеха. На складе готовой продукции хранятся изделия, прошедшие все проверки НК и отвечающие соответствующим требованиям.

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

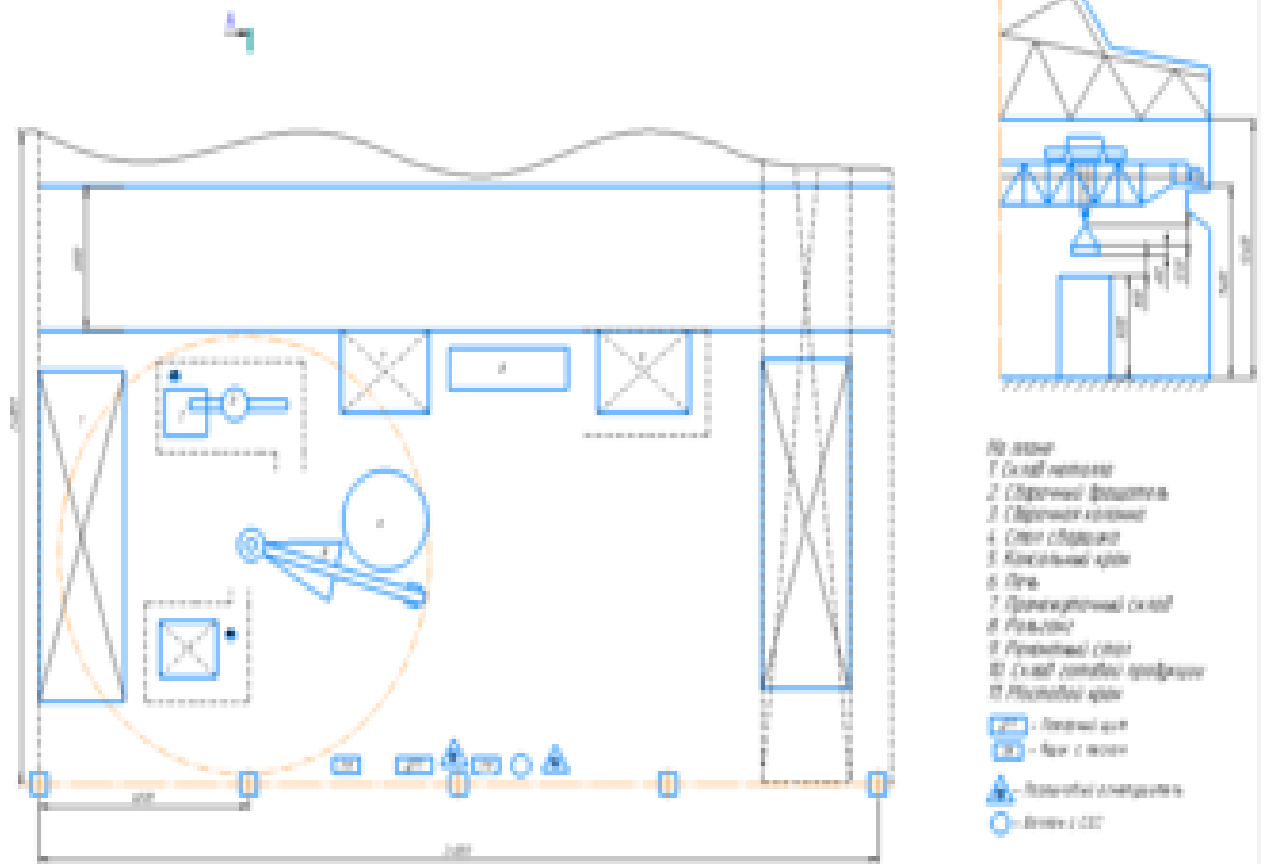


Рисунок 4.1 – Планировка участка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.159.00 ПЗ

Лист

51

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав существующую технологию производства технологического перехода из стали 17Г1С, были разработаны предложения по ее совершенствованию: замена ручной дуговой сварки кольцевых швов большой протяженности на автоматическую сварку в среде защитного газа CO₂, а так же механизированную сварку в среде защитного газа CO₂. В результате предложенных улучшений базового технологического процесса повышается качество сварных соединений, заметно снижается трудоемкость изготовления изделия, а так же при замене ручной дуговой сварки на автоматическую и механизированную в среде защитного газа CO₂ увеличилась количество изготавливаемой продукции в определенный срок.

Учитывая, что технологический переход изготавливается из стали 17Г1С, подобраны сварочные материалы: защитный газ CO₂ по ГОСТ Р ИСО 14175-2010, сварочная проволока Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Посчитаны режимы автоматической сварки и механизированной сварки в среде защитного газа CO₂. Описаны методы неразрушимого контроля сварного соединения. Так же была спроектирована оснастка для выполнения сборочно-сварочных работ.

Произведена планировка участка сборки и сварки технологического перехода.

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сорокин, В.Г. Стали и сплавы. Марочник: справочное издание / В.Г. Сорокин. – М.: «Интернет Инжиниринг», 2001. – 608 с.
2. Шахматов, М.В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек: учебник / М.В. Шахматов, В.В. Ерофеев, В.В. Коваленко. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.
3. Лазько, В.Е. Свойства сварных соединений выполненных сварочными проволоками Св-18ХМС и Св-12Х2НМА / Э.Л. Макаров, В.П. Никулин, А.А. Ковалев. – М.: ФГУП «ВИАМ»ГНЦ, 1985. – 13с.
4. Сварка в машиностроении: справочник в 4 т./ под ред Г.А. Николаева.
5. Сварка в машиностроении: справочник / под. ред. А.И. Акулова. – М.: Машиностроение, 1972 – 462 с.
6. Сварка в машиностроении: справочник: в 4 т. / под. ред. В.А. Винокурова. – М.: Машиностроение, 1979. – Т.3. – 468 с.
7. Сварка и свариваемые материалы: справочник: в 3 т. / под. ред. В.Н. Волченко. – М.: Изд-во МГТУ, 1998. – Т.2. – 574 с.
8. Технология и оборудование контактной сварки: учебник /. Б.Д. Орлова. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
9. Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства: учебник / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. – М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
10. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов: учебник / А.И. Красовский. – М.: Машиностроение, 1980. – 387 с.
11. ООО «ТД ЭЛЕК ТПФ» производство и поставка сварочных материалов– <http://elec-tpf.ru/prays-list/hj-431-analog-an-348a>
12. Компания «ГНД» партнер-дистрибьютер производителя сварочных материалов и оборудования ООО «ЭСАБ»
<https://www.ventsvar.ru/catalog.html>
13. Предприятие «АНК», оборудование для неразрушающего контроля
<http://chelyabinsk.ank-ndt.ru/produkcziya/ultrazvukovoj-kontrol/html>

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

ПРИЛОЖЕНИЕ

					15.03.01.2019.159.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54