

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

« ____ » _____ 2020 г.

Автоматизация сборки и сварки защитного кожуха,
измерительных датчиков

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2020.131 ПЗ ВКР**

Руководитель работы

_____ Должность

_____ А.М. Уланов

_____ Подпись

_____ И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2020 г.

Автор работы

студент группы П-440:

Лозовой Кирилл Вадимович

«01» июня 2020 г.

Нормоконтролёр

старший преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2020 г.

Челябинск, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
1 КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Анализ конструкции изделия	8
1.2 Материал изделия и его свариваемость	10
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	16
2.1 Базовый вариант технологического процесса	16
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.....	22
2.3 Выбор способа сварки.....	23
2.4 Выбор сварочных материалов.....	28
2.5 Расчет режимов сварки.....	32
2.6 Выбор защитного газа и электрода	38
2.7 Раскрой материала.....	40
2.8 Подготовка кромок под сварку	41
2.9 Описаний конструкций сварочной установки для автоматической сварки в аргоне	42
2.10 Установка для автоматической сварки кольцевых стыков обечаек ...	48
3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	51
3.1 Способы и средства для контроля качества сварных швов.....	51
3.2 Методы контроля	53
3.3 Методы исправления дефектов сварных швов.....	57
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	58
4.1 Анализ технологического процесса по опасным и вредным факторам	58
4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ.....	59
4.2.1 Санитарно-гигиенические мероприятия	60
4.2.2 Мероприятия по электробезопасности.....	61

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности.....	62
4.2.4 Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией	63
4.3 Проектирование планировки сборочно-сварочного участка.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:.....	66

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Введение

В связи с развитием технологий и усовершенствования оборудования, а также измерительных приборов в настоящее время становится востребованным изготовление корпусов кожухов, обладающих высокой прочностью в широком диапазоне температур, устойчивых к воздействию агрессивных сред, а также имеющие специальные механические, технологические и эксплуатационные свойства.

При этом корпус кожуха должен выполнять ряд требований: быть легким, прочным, иметь высокую технологичность при производстве.

Целью настоящего дипломного проекта является усовершенствование разработки участка сборки и сварки защитного кожуха для измерительных датчиков.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

1 КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия

Рассматриваемое изделие кожух сварной (рисунок 1.1) предназначен для защиты измерительных датчиков от воздействия внешней среды.

Кожух состоит из трех частей: оболочка, основание и крышка.

Габаритные размеры составляют 714 мм в высоту, в ширину по нижнему диаметру 678 мм и 487 мм по верхнему.

Поскольку функцией данного кожуха является защита измерительных датчиков, следовательно, использование этого изделия протекает в условиях агрессивных сред. С целью повышения коррозионной стойкости изделия на ремонтно-механическом заводе химического машиностроения для изготовления данных оболочковых конструкций используются специальные нержавеющие стали. Наиболее широко применяется сталь с содержанием 18% хрома и 8% никеля и с небольшим содержанием углерода (до 0,2%).

Для получения максимальной коррозионной стойкости нержавеющую хромоникелевую сталь 12Х18Н10Т закалывают при температуре 1050 - 1100 °С с охлаждением в воде.

К недостаткам хромоникелевых нержавеющих сталей можно отнести их склонность к межкристаллитной коррозии.

Межкристаллитная коррозия представляет собой такой вид коррозии, когда под воздействием определенной агрессивной среды коррозионный процесс протекает только по границам зерен. В результате этого связи между зернами ослабевают, они разобщаются между собой и возникают трещины, которые делают металл непригодным к эксплуатации.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

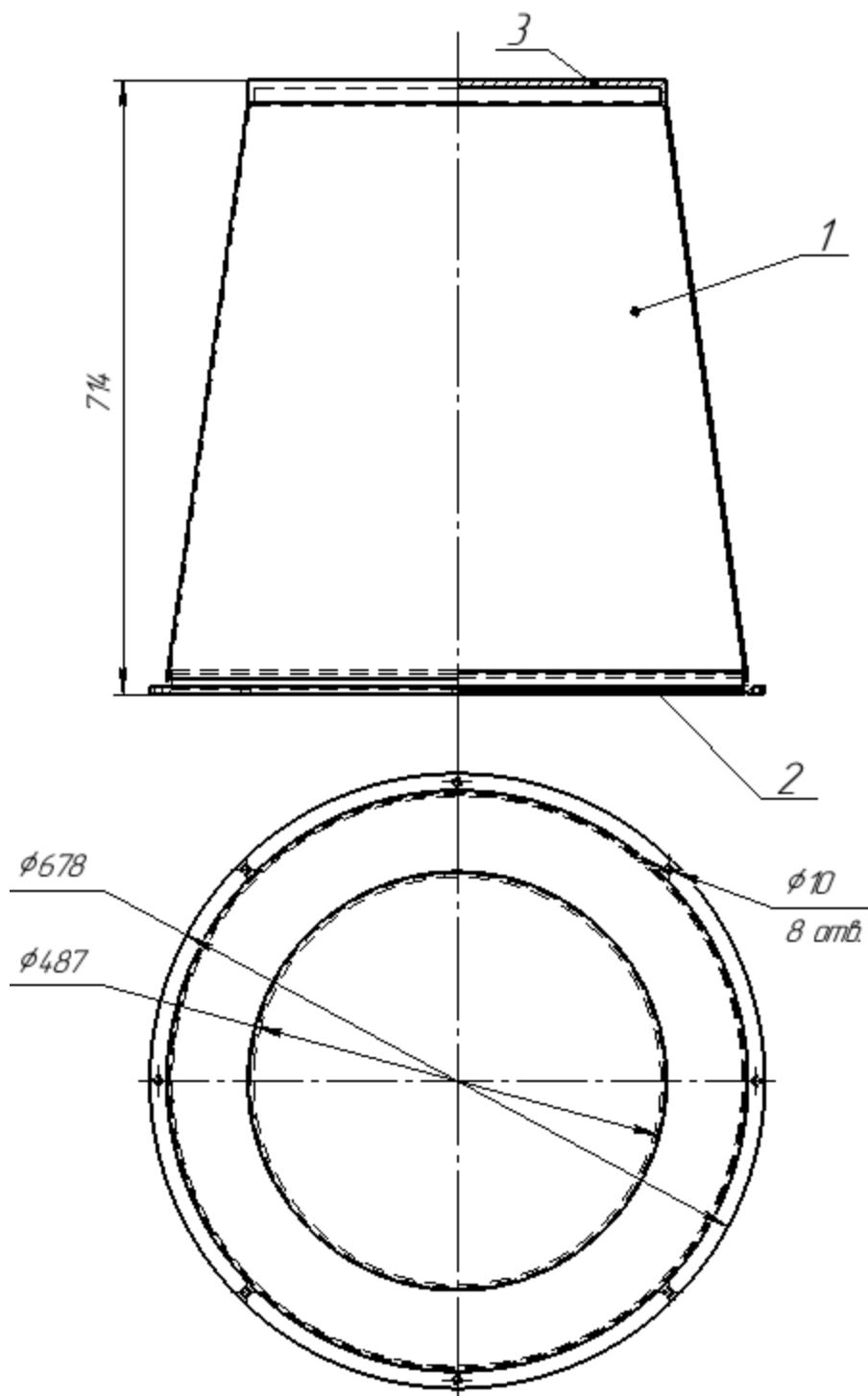


Рисунок 1.1 – Защитный кожух

Поз.1 – оболочка

Поз.2 – основание

Поз.3 – крышка

Как отмечалось ранее, межкристаллитную коррозию в аустенитной нержавеющей стали можно предотвратить различными методами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2020.131.00 ПЗ

Лист

9

На ремонтно-механическом заводе химического машиностроения в настоящее время для предотвращения межкристаллитной коррозии, горячих трещин в аустенитной нержавеющей стали после сварки применяют термическую обработку при температуре 1200-1300°C, обеспечивающей растворение карбидной фазы в твердом растворе с последующим быстрым охлаждением для фиксации гомогенного хромоникелевого аустенита.

1.2 Материал изделия и его свариваемость

В проектном варианте для изготовления кожуха используется нержавеющая сталь аустенитного класса 12X18H10T, которая хорошо зарекомендовала себя при изготовлении конструкций, работающих в условиях совместного действия коррозионных сред, повышенных температур и избыточного давления.

Основным легирующим элементом всех типов нержавеющей сталей является хром, повышающий сопротивление коррозии. Влияние хрома на коррозионную стойкость объясняется способностью образовывать на поверхности стали устойчивую защитную поверхностную пленку окислов. Эта пленка, несмотря на очень незначительную толщину, предохраняет металл от коррозии. Образование защитной пленки на поверхности стали сопровождается повышением электродного потенциала. Изменение электродного потенциала и следовательно, коррозионной стойкости стали происходит с увеличением содержания хрома не постоянно, а скачкообразно.

На рисунке 1.2 приведена кривая зависимости электродного потенциала от содержания хрома в стали. Как видно из рисунка, электродный потенциал резко повышается при содержании хрома более 12%. Поэтому минимальное содержание хрома в нержавеющей стали должно составлять примерно 12%. Дальнейшее повышение коррозионной стойкости хромистой нержавеющей стали может быть достигнуто введением в нее никеля. В настоящее время в промышленности применяется ряд марок хромоникелевой нержавеющей стали с содержанием от 18 до 25% хрома и от 8 до 20% никеля. Наиболее широко применяется сталь с содержанием 18% хрома и 8% никеля и с небольшим содержанием углерода (до 0,2%).

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

Эти стали имеют высокую коррозионную стойкость при повышении прочности и пластичности.

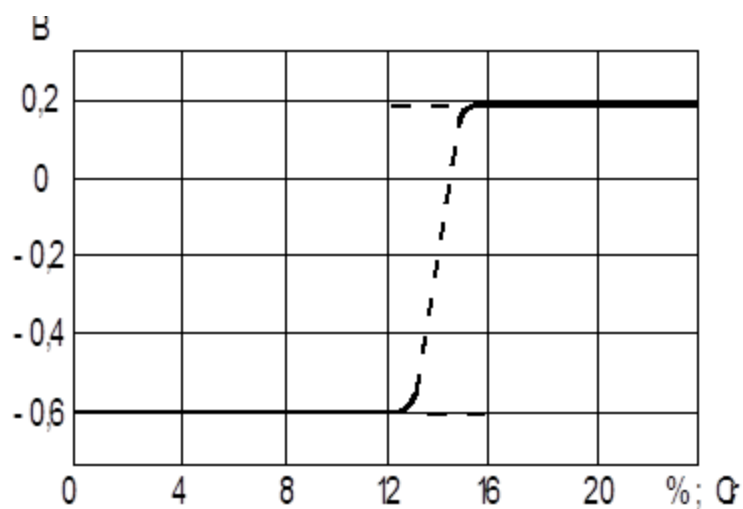


Рисунок 1.2 – Зависимость электродного потенциала от содержания хрома в стали

В таблицах 1.1 и 1.2 приведены химический состав и механические свойства стали 12X18H10T.

Таблица 1.1– Химический состав стали 12X18H10T (по ГОСТ 5632 – 2014)

Марка стали	C,%	Si,%	Mn,%	Cr,%	Ni,%	Ti,%	S,%	P,%
12X18H10T	Не более 0,12	Не более 0,8	Не более 2,0	17,0 – 19,0	9,0 – 11,0	5xC – 0,8	Не более 0,020	Не более 0,035

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 12X18H10T (по ГОСТ 5632 – 2014)

Марка стали	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
12X18H10T	236	530	38	–

К числу основных сложностей разработки технологических процессов сварки применяемой стали следует отнести трещинообразование (причем природа трещин может быть как кристаллизационной, так и «холодной»). Кристаллизационные горячие трещины, относятся к числу характерных и весьма опасных дефектов, возникающих в процессе затвердевания сварочной ванны. Следует отметить, что вероятность их возникновения в сварных соединениях из высоколегированных сталей значительно выше, чем в углеродистых сталях, в первую очередь это относится к аустенитным сталям. Из опыта эксплуатации, аустенитные стали в процессе нагрева и охлаждения не претерпевают фазовых превращений, что приводит к сохранению первичных аустенитных зерен в широком температурном интервале от кристаллизации до полного охлаждения. Этим объясняется образование постоянных протяжных трещин кристаллов, которые служат магистралью будущей транскристаллитной трещины. С другой стороны, при повышенных температурах ускоряются диффузионные процессы атомов различных элементов, в том числе и вредных примесей серы и фосфора, образующих легкоплавкие эвтектики в пограничных областях зерен – одна из существенных причин разветвления кристаллизационных трещин. Указанные две причины усугубляются возникновением крайне неблагоприятного напряженного состояния в кристаллизующей сварной ванне – следствие линейной усадки. Существенную роль в образовании кристаллизационных трещин играет режим сварки. Известно, что наибольшей стойкостью обладают швы, выполненные при минимальных значениях погонной энергии с использованием сварочных материалов повышенной чистоты, причем неизменным условием является минимальное проплавление основного металла.

Наряду с кристаллизационными трещинами существенные трудности при разработке сварочной технологии высоколегированных сталей вызывают околошовные горячие трещины. Причины их кроются в частичном расплавлении по границам кристаллов легкоплавких эвтектических прослоек.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Весьма показательно, что меры борьбы с горячими трещинами в значительной мере основаны на локализации кристаллизационных трещин, которая обеспечивается путем:

- получения в околошовной зоне двухфазной структуры, что не всегда возможно в связи с необходимостью изменения состава свариваемой стали;
- повышения чистоты стали и сварочных материалов; в первую очередь, уменьшения содержания вредных примесей серы и фосфора;
- применения для сварки мелкозернистых сталей, что может быть иногда подменено проковкой свариваемых кромок.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к качеству сварного соединения высоколегированных сталей, является идентичность специальных свойств металла шва и зоны термического влияния характеристикам основного металла, а именно: коррозионной стойкости, жаростойкости и т. д., что в полной мере отражает области применения этих сталей, а так же многообразие условий эксплуатации нефтяного и химического оборудования.

Одним из основных факторов, снижающих эксплуатационные свойства сварных соединений коррозионностойких сталей является межкристаллитная коррозия (МКК), причиной возникновения которой служит интенсивное карбидообразование на базе хрома, железа, следствием чего является обеднение хромом периферийных участков кристаллитов, что, в конечном итоге предопределяет резкое снижение коррозионной стойкости межзерных границ. Это явление усугубляется возникновением местных напряжений на границах зерен (причина – выпадение карбидов), что в еще большей степени способствует развитию коррозионных поражений в этих зонах.

Коррозия поражает так же участки сварных швов, подвергающихся повторным технологическим нагревам (например, участки пересечения швов, первый шов при двусторонней сварке и т. д.). В этом случае коррозия возникает на границе сварного шва и основного металла (ножевая коррозия). Для снижения ножевой коррозии, как правило, используются следующие технологические приемы, направленные на уменьшение перегрева

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

околошовной зоны, в частности: сварка короткой дугой на максимальных скоростях, выполнение очередного валика только при завершении предыдущего, охлаждение сварного соединения со стороны ранее сформированного слоя и т. д. Кроме того, высоколегированные стали и в первую очередь, стали аустенитного класса, подвергаются коррозионному растрескиванию, являющемуся следствием интегрального эффекта растягивающих напряжений и химически агрессивных сред. Устранение коррозионного растрескивания достигается путем повышения содержания никеля в сварных швах до 40%, создание двухфазной аустенитно-ферритной или аустенитно-боридной структуры.

Аустенитные стали подвергаются сварке в отожженном состоянии аустенитно-ферритными электродами. Для достижения заданных свойств и предотвращения межкристаллитной коррозии требуется термическая обработка:

- закалка на гомогенный твердый раствор, при которой карбиды, растворенные во время нагрева в аустените не успевают выпасть по границам зерен;
- стабилизирующий отжиг – нагрев до 850 ... 900 °С с выдержкой в течении 2...3 часов и последующим охлаждением на воздухе. Это приводит к выравниванию содержания хрома в объеме зерна и делает металл не чувствительным к коррозии, хотя на границах зерен выпавших карбидов очень много;
- сварка при малых погонных энергиях и интенсивное охлаждение металла в околошовной зоне.

По химическому составу металла, можно провести оценку его склонности к образованию горячих трещин на базе показателя HCS (hot cracking susceptibility, дословно –восприимчивость к горячим трещинам):

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

$$HCS = \frac{C[S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}] \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} \quad (1)$$

Горячие трещины не образуются, если $HCS < 2$. Величина данного показателя равна:

$$HCS = \frac{0,12 \left[0,02 + 0,035 + \frac{0,8}{25} + \frac{9}{100} \right] \cdot 10^3}{3 \cdot 2 + 17} = 0,923 < 2$$

Следовательно, металл не склонен к образованию трещин.

В проектном варианте сварку деталей металлоконструкции, изготавливаемых из нержавеющей стали аустенитного класса 12Х18Н10Т, предлагается производить автоматическим способом.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

Сварочные работы, выполняемые при сборке данного изделия, представляют собой следующие технологические операции:

1) Сварка оболочки (поз. 1) с крышкой (поз. 3). Показанные на рисунке 2.1. Используем автоматическую сварку. Сварку выполняем с использованием сварочного позиционера.

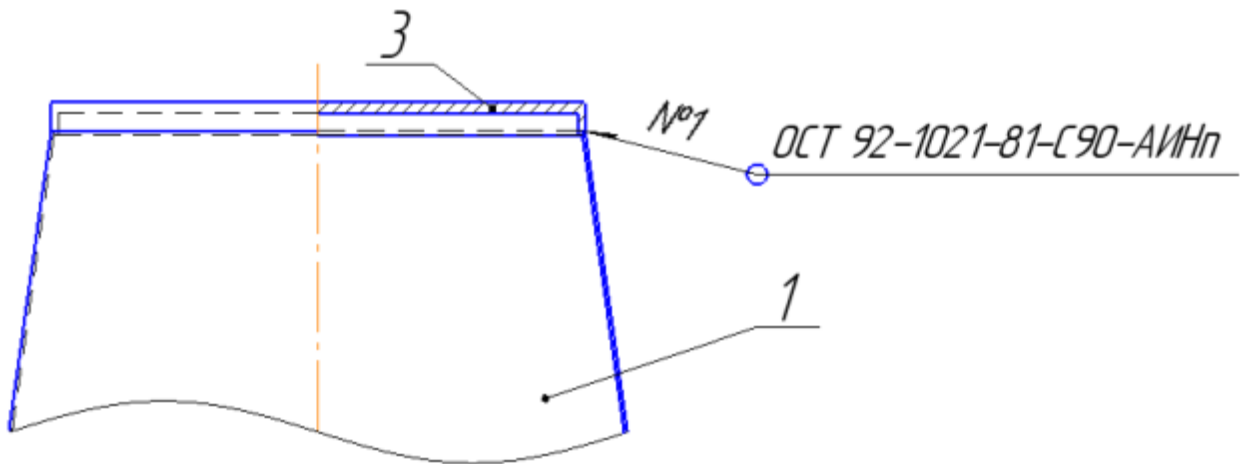


Рисунок 2.1 – Сборка оболочки с крышкой

Согласно ОСТ 92-1021-81, шов С90 таблица 2.1

Таблица 2.1 – Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Обоз.	Конструктивные элементы		S	S ₁	l	e	g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					Номин.	Пред. отк.
С90			1-4	<15	5	10	1	±0,5

Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-------	------	----------	-------	------

15.03.01.2020.131.00 ПЗ

Лист

16

2) Сварка оболочки (1) с основанием (2). Используем автоматическую сварку. Варим с помощью сварочного позиционера.

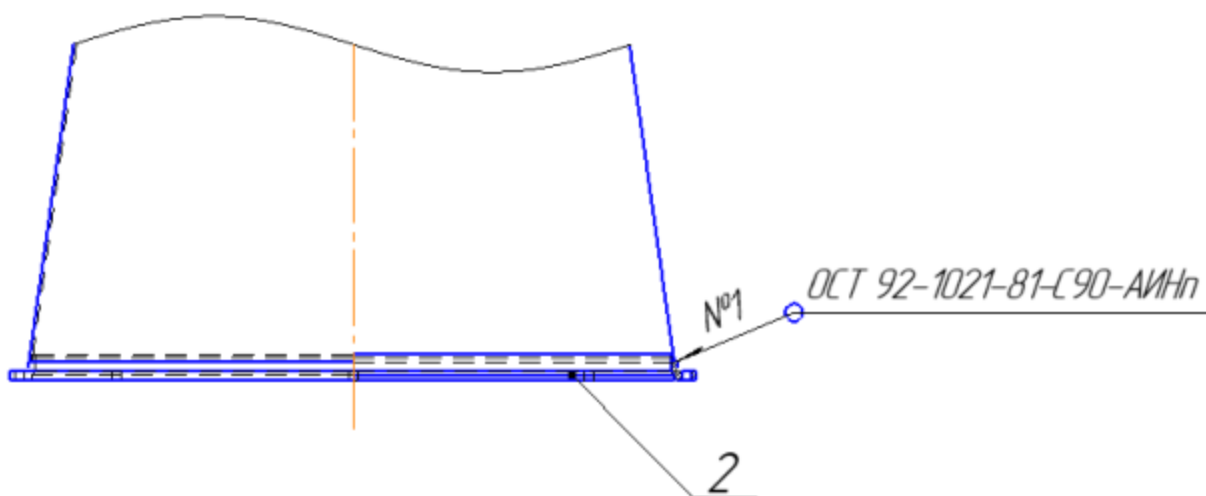


Рисунок 2.2 – Сборка оболочки с основанием

Согласно ОСТ 92-1021-81, шов С90. Таблица 2.1.

На предприятии для сварки стыковых швов обечаек корпуса кожуха применяется способ ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочным материалом. В качестве неплавящегося электрода применяются вольфрамовые прутки марки ЭВЛ ГОСТ 23949, в качестве защитного газа – аргон газообразный по ГОСТ 10157, в качестве присадочного материала используется сварочная проволока марки Св – 01Х19Н9 по ГОСТ 2246, которая обеспечивает равнопрочность сварного соединения основному металлу, высокую пластичность и ударную вязкость металла шва, а также высокую стойкость против коррозии.

Сварка осуществляется горелками «Агни - 07М».

Источником питания служит сварочный выпрямитель ВД – 306.

Прихватки выполняются тем же способом сварки и сварочной проволокой, что и основная сварка.

Ручная аргонодуговая сварка выполняется на постоянном токе прямой полярности.

Сварочный позиционер средней и большой грузоподъемности серии ГРП-ТИТАН

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17



Рисунок 2.3 – Сварочная горелка «Агни-07М»

Таблица 2.2 – Технические характеристики горелки.

Вид охлаждения	Жидкостное
Номинальный сварочный ток, А	315
Тип	Tig
Бренд	АГНИ
Вентиль газа	Есть
Вес, кг	1,65
Габариты, мм	120x75
Диаметр электродов, мм	3,0-5,0
Длина шлейфа, м	4
Кнопка	Есть
Максимальный сварочный ток, А	320

Продолжение таблицы 2.2

Ось поворота головки	2
Рабочий газ	Ar/He
Родина бренда	Россия



Рисунок 2.4 – Сварочный выпрямитель ВД-306

Основные особенности:

- Высокие сварочные свойства, не отличающиеся от лучших образцов зарубежных аналогов;
- Плавная регулировка сварочного тока;
- Обеспечивают точную установку и высокую стабильность сварочного тока;
- Обеспечивают сварку с низким разбрызгиванием и дымогазовыделением;
- Работают при температурах от -40 °С до +50 °С;
- Высокий уровень стабилизации сварочного тока при колебаниях питающей сети;
- Оснащены тепловой защитой трансформатора и выпрямительного блока;
- Оснащены тепловой защитой трансформатора и выпрямительного блока;

- Сниженные габаритные размеры и масса;
- Улучшенный дизайн и эргономика;
- Более простая конструкция обеспечивает высокую надежность и долговечность работы;
- Простота обслуживания;
- Возможность дистанционного регулирования сварочного тока с помощью пульта;
- Легкий поджиг дуги;
- Высокая стабильность горения дуги;
- Высокое качество формирования сварочного шва;
- Возможность выполнения работ неплавящимся электродом в среде защитных газов на постоянном токе при комплектации блоком БУСП-ТИГ.

Таблица 2.3 – Технические характеристики сварочного выпрямителя ВД-306

Напряжение питающей сети, В	3x380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	315
Пределы регулирования сварочного тока, А	40-350
Номинальное рабочее напряжение, В	32,6
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	20-34
Напряжение холостого хода, В	95
Масса, кг	150
Габаритные размеры, мм	780x400x680



Рисунок 2.5 – Сварочный позиционер ГРП-ТИТАН

Таблица 2.4 – Технические характеристики позиционера.

Максимальная грузоподъемность, кгс	250
Максимальная грузоподъемность на горизонтальный стол, кгс	500
Номинальный центр тяжести, мм	750
Номинальный эксцентриситет, мм	150
Скорость вращения стола, об/мин	0,07-1,4
Диаметр стола, мм	920
Мощность двигателя поворота стола, кВт	0,37
Мощность двигателя наклона стола, кВт	0,37
Масса, кг	490

Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2020.131.00 ПЗ

Лист

21

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

Предложенное к защите дипломного проекта изделие Кожух состоит из двух шпангоутов один из которых выполнен в виде крышки и вальцованной конической обечайки. Материал изделия сталь 12Х18Н10Т. Изделие в процессе эксплуатации испытывает серьезные вибродинамические нагрузки, при этом оно должно оставаться герметичным, так как является защитой для измерительных приборов, находящихся внутри кожуха.

Исходя из этого, к сварным швам предъявляются жесткие требования по прочности, соответствующие первой категории согласно ОСТ 92-1114-80.

Первая категория – сварные соединения, имеющие по временному сопротивлению (пределу прочности) коэффициент запаса прочности 2,5 и менее.

Временное сопротивление $\sigma_{\text{в}}$ (предел прочности) при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$ стыковых сварных соединений с полным проваром, выполненные способами сварки плавлением без присадки или с присадкой, аналогичной или близкой по составу к основному металлу, должно быть не менее $0,9 \sigma_{\text{в осн}}$ для соединений первой категории.

Где $\sigma_{\text{в осн}}$ – гарантируемое документацией на поставку нижнее значение временного сопротивления при испытании на растяжение основного металла в упрочненном (если после сварки материал подвергается полной упрочняющей термообработке) или неупрочненном (если после сварки материал не подвергается термической обработке) состоянии.

В дипломном проекте, для гарантированного получения качественных сварных швов, предложено заменить ручную аргодуговую сварку на автоматическую, что исключает влияние на качество сварного шва так называемого «человеческого» фактора.

Подведя итог, можно выделить основные недостатки базовой технологии:

- Низкая автоматизация процесса сварки изделия.
- Повышенная трудоемкость изготовления изделия.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

– Качество выполняемых швов.

2.3 Выбор способа сварки

Способ сварки в значительной мере определяет не только качество и трудоемкость изготовления сварочных конструкций, но и весь технологический процесс в целом.

Способ сварки назначают на стадии разработки проектно-технологической документации.

Выбор способов сварки определяется установленными техническими требованиями на изготовление конструкций, выбранного материала, программой выпуска, видом производства и производительностью процесса. При выборе способа сварки одним из основных показателей является качество сварных соединений.

Сварка высоколегированных коррозионностойких сталей типа 12X18H10T имеет ряд особенностей, которые определяют различную технологию сварки (сварочные материалы, режимы сварки и т. д.).

Одна из основных трудностей при сварке рассматриваемых сталей – предупреждение образования в швах и околошовной зоне трещин. Последнее достигается:

1) ограничением (особенно при сварке аустенитных сталей) в основном и наплавленном металлах содержания вредных (S,P) и легирующих (Pb, Sn, Vi) примесей, а также газов – O₂ и H₂.

Для этого следует применять режимы, уменьшающие долю основного металла в шве, использовать сварочные материалы с минимальным содержанием названных примесей. Техника сварки должна обеспечивать минимальное насыщение металла шва газами. Необходимо так же принимать меры к удалению влаги из покрытия электродов путем их прокалки. Это уменьшит вероятность образования пор, вызываемых водородом.

2) Получение такого химического состава металла шва, который обеспечил бы в нем двухфазную структуру. Для сталей с малым запасом

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

аустенитности и содержанием никеля до 15 % это достигается получением аустенитно-ферритной структуры с 3...5 % феррита. Большое количество феррита может привести к значительному высокотемпературному охрупчиванию швов в виду их сигматизации. Благоприятно и легирование швов повышенным количеством Mo, Mn, W, подавляющих процесс образования горячих трещин. Количество феррита в структуре швов из коррозионностойких сталей может быть повышено до 15 ... 25 %. Высоколегированные стали содержат в качестве легирующих присадок Al, Si, Ti, Nb, Cr и др. элементы, обладающие большим сродством к кислороду, чем железо. Поэтому при наличии в зоне сварки окислительной атмосферы возможен их значительный угар, что может привести к уменьшению содержания или полному исчезновению в структуре шва ферритной и карбидной фаз.

3) применением технологических приемов, направленных на изменение формы сварочной ванны и направление роста кристаллов аустенита. Действие растягивающих сил, перпендикулярное направлению роста столбчатых кристаллов, увеличивает вероятность образования горячих трещин. Изменяя схему кристаллизации металла шва можно уменьшить ее склонность к горячим трещинам.

4) уменьшением силового фактора, возникающего в результате термического цикла сварки. Снижение его действия достигается ограничением силы сварочного тока, заполнением разделки швами небольшого сечения и применением соответствующих разделок.

5) применением предварительного подогрева заготовок до 200-300°C с выдержкой в течении 30 минут с целью исключения образования холодных трещин.

При сварке коррозионностойких сталей для предупреждения межкристаллитной коррозии не следует допускать повышения в металле шва содержания углерода за счет загрязнения сварочных материалов (графитовой

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

смазки проволоки и т. д.), длительного и многократного пребывания металла сварного соединения в интервале критических температур.

В дипломном проекте предлагаются при сварке стыковых швов обечаек применять автоматическую сварку не плавящимся электродом. Для данного способа сварки использовать сварочную проволоку марки Св – 01Х19Н9.

Данное решение принимается в результате анализа свариваемости стали, применяемой при изготовлении рассматриваемого изделия, технических требований, предъявляемых к его изготовлению, а также сравнительного анализа различных способов сварки по показателям технологичности (табл.2.5).

Таблица 2.5 – Выбор способа сварки по показателям технологичности

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

Продолжение таблицы 2.5

Производительность расплавления электродного	В среднем меньше на 10 %	В среднем больше на 10 %
Производительность наплавки	Одинаковая	
Зачистка швов	Необходимо полное удаление	Необходимо полное удаление
Зачистка ЗТВ от набрызгивания металла	Не требуется	Необходима зачистка
Сварка в разных пространственных	Затруднена в потолочном, а	Возможна во всех пространственных
Наблюдение за сварочной дугой, ванной и направлением по стыку	Затруднено	Не затруднено
Вредные примеси; необходимость вентиляции, защита от излучения.	Выделение токсичных веществ; необходима вентиляция	Повышенная загазованность; излучение дуги; необходима вентиляция

Из этого мы можем сделать вывод, что по сравнению с другими способами сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ: высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины; возможность сварки в различных пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке; отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака; высокая скорость выполнения работ и легкость механизации и автоматизации; низкая стоимость при использовании активных защитных газов, возможность сварки цветных металлов, сплавов и разнородных металлов; хороший внешний вид сварного

шва и высокие механические свойства соединения; возможность качественной сварки труб без внутренних подкладных колец или ручной подварки.

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом наиболее благоприятна в гигиеническом отношении по сравнению со сваркой плавящимся электродом. При аргонодуговой сварке неплавящимся электродом, ручной и механизированной, содержание пыли в зоне сварки не превышает допустимых пределов, концентрация окислов марганца в 10 раз меньше допустимой, а окислы азота и окислов углерода вблизи сварочной дуги не обнаруживаются.

При сварке неплавящимся электродом в атмосфере защитного газа электрическая дуга зажигается между вольфрамовым электродом и свариваемыми материалами основания, либо сварочной ванны. Возникающее тепло расплавляет кромки свариваемых деталей материала основания и вместе с ними — присадочный материал.

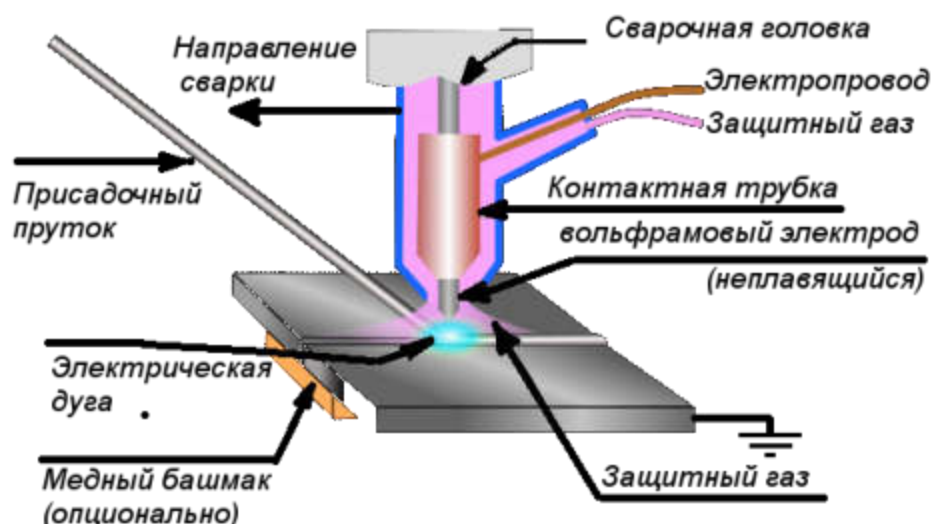


Рисунок 2.6 – Схема TIG процесса

TIG — Tungsten Inert Gas — ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в среде инертного защитного газа. Поскольку чаще всего в качестве материала для неплавящихся электродов используется вольфрам, в немецкоязычной литературе используют сокращение WIG (Wolfram Inert Gas);

Иногда встречается обозначение GTA (Gas Tungsten Arc). Может осуществляться с ручной или автоматической подачей присадочной проволоки или без нее. Так как наиболее распространено применение в качестве защитного газа аргона, за этим методом закрепилось название «аргонодуговая сварка», или АДС.

Следует, однако, заметить, что такое наименование не совсем правильно, потому что при сварке методом TIG в качестве защитного газа могут использоваться также гелий, азот или различные газовые смеси, существует также метод атомно-водородной сварки, схожий по своей физической сущности с методом TIG, кроме того, сварка с использованием аргона в качестве защитного газа может вестись и с применением плавящегося электрода.

При описании оборудования для сварки методом TIG упоминание самого метода сварки обычно дополняют упоминанием рода тока сварки: DC (Direct Current) — постоянный ток — или AC/DC (Alternating Current/Direct Current) — переменный/постоянный ток.

Сварочную дугу при методе, называемом TIG получают от источника, в качестве которого ныне почти всегда используется высокочастотный генератор, дающий электрическую искру. Эта искра является проводящей средой для протекания сварочного тока в среде защитного газа и позволяет дуге зажечься в то время, как электрод отделён от свариваемых деталей расстоянием 1,5...3 мм.

2.4 Выбор сварочных материалов

Материалы и полуфабрикаты для изготовления кожуха перед запуском в производство проходят входной контроль.

Входной контроль проводят с целью предотвращения запуска в производство продукции, не соответствующей требованиям конструкторской и нормативно-технической документации, договоров на поставку и протоколов разрешения по ГОСТ 2.124

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

При входном контроле основных и сварочных материалов, полуфабрикатов проверяется:

- Наличие сертификата завода-изготовителя, подтверждающего соответствие материалов и полуфабрикатов на соответствие ГОСТам и ТУ, а также полноту заполнения сертификата;
- Соответствие маркировки на материале тем, что стоят в сертификатах;
- Визуальный контроль основных материалов проводится с целью выявления поверхностных трещин, расслоений, закатов, недопустимых забоин, раковин, плен, шлаковых включений, и других несплошностей. Сварочная проволока проверяется на отсутствие ржавчины, задиров, вмятин, окалины. На электродах контролируется сплошность покрытия, разность толщины покрытия, размеры. На поверхности вольфрамовых электродов не должно быть раковин, расслоений, трещин, окислов, остатков технологической смазки, посторонних включений и загрязнений.
- Измерительный контроль основных и сварочных материалов, полуфабрикатов проводится с целью проверки соответствия их геометрических размеров (сортамента) требованиям стандартов, а также допустимых размеров выявленных дефектов при визуальном контроле;
- Контроль основного материала на отсутствие внутренних дефектов в соответствии с требованиями конструкторской документации (КД).

По требованию КД проводится дополнительный контроль основного материала в центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) химического состава и стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК) на образцах, вырезанных из основного материала. Данную проверку проводят на одном образце из каждой партии поставок.

При входном контроле защитного газа проверяется наличие сопроводительного документа о качестве газа – паспорта, в котором указывается: наименование, марка, сорт, стандарт, дата наполнения и производитель. Качество защитного газа в каждом баллоне проверяется

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

сварщиком непосредственно на рабочем месте путем пробы на «цветное пятно». При обнаружении пор, серого или черного налета на валике – газ в данном баллоне бракуется.

Сварочные материалы на предприятии хранятся по партиям в сухих отапливаемых помещениях, в условиях, исключающих их загрязнение или повреждение.

Сварочная проволока перед использованием должна быть очищена от следов смазки, окислов и других загрязнений.

Покрытые электроды после хранения следует хранить в закрытых мешках из водонепроницаемой ткани (полиэтиленовой пленки) или в закрытой таре с крышкой с резиновым уплотнением, или сушильных шкафах при температуре от 60° С до 80° С, или в кладовых при температуре не ниже 15° С и относительной влажности воздуха не более 50%.

Вольфрамовые электроды в силу своей высокой механической прочности и стойкости к различным видам коррозии не требуют особых предосторожностей при хранении. Основным вопросом является их рациональная подготовка к работе, заключающаяся в заточке. Обычно вольфрамовые электроды затачиваются в форме карандаша.

Каждая партия материалов для дефектоскопии (порошков, пенетрантов, пленок, реактивов и т.п.) контролируется на наличие документов (сертификатов и др.) с проверкой полноты данных по их свойствам, соответствие качества материалов требованиям НТД, отсутствие и повреждений упаковки и самих материалов, действия сроков годности.

Материалы для дефектоскопии должны быть использованы в течение гарантийного срока хранения.

Порядок хранения, выдачи в производство, возврат неиспользованных материалов определяется инструкцией предприятия, применяющего материалы.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

При положительных результатах входного контроля на материал дается разрешение на выдачу его в производство. Разрешение оформляется представителем ОТК в журнале предъявлений.

Для рассматриваемого кожуха техническими условиями предусмотрен контроль металла на отсутствие внутренних дефектов ультразвуковым методом.

Ультразвуковой метод контроля основан на пропускании сквозь контролируемый материал ультразвуковых волн, представляющих собой упругие механические колебания высокой частоты (0,2 – 10 МГц), и на последующем улавливании отраженного или прямого сигнала от поверхности дефекта.

Для данного метода контроля рекомендуется использовать малогабаритный ультразвуковой дефектоскоп марки «А1210» с цифровой индикацией результатов контроля (рисунок 2.7). Технические характеристики дефектоскопа «А1210» представлены в таблице 2.6



Рисунок 2.7 – Дефектоскоп А1210

Таблица 2.6 – Технические характеристики.

Толщина стенки контролируемого изделия, мм	0,8...300
Дискретность индикации толщины при толщине от 0,7 до 99,99 мм, мм	0,01...0,1
Погрешность измерения координат, мм	$\pm(0,01X+0,1)$
Напряжение питающей сети, В	220
Время непрерывной работы, ч	9
Допускаемая температура эксплуатации, °С	-10...+40
Габариты, мм	161x7x24
Масса, г	230

Комплектность поставки:

- электронный блок
- набор наклонных искателей
- документация
- чехол
- сумка
- Кабель USB A – Micro B
- Адаптер 220 В – USB
- Кабель LEMO 00 – LEMO 00 двойной 1,2 м
- А1210 – УЗ толщиномер с А-Сканом

2.5 Расчет режимов сварки

Данное сварные соединения выполняется в инертном газе неплавящимся электродом в один проход. (рисунок 2.8).

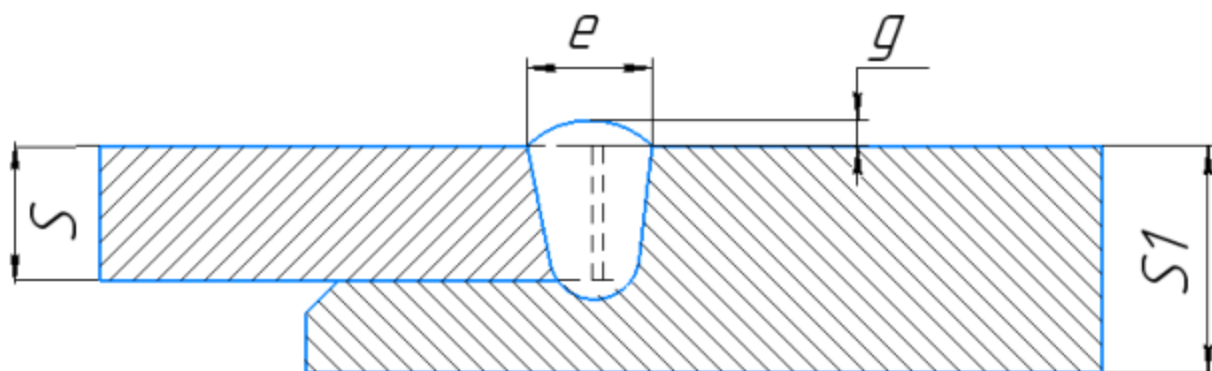


Рисунок 2.8 – Изображение сварного соединения

Рассматриваемое соединение относится к типу С90 (ОСТ 92 1021-81) и имеет размеры, приведенные в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Размеры соединения С90.

E, мм	10
g, мм	0,5+2
S, мм	3-6
S1, мм	S+i
l, мм	>1,5

Рассчитаем параметры режима сварки первого шва:

Параметрами режима сварки в смеси газов являются: диаметр и марка электродной проволоки d_3 , ток сварки $I_{св}$ (А), скорость сварки $V_{св}$ (см/с, м/ч), скорость подачи электродной проволоки V_3 (см/с), вылет электрода l_3 , расход защитного газа $Q_г$ (л/мин).

Расчёт параметров произведём согласно алгоритму расчётов, представленному в источнике [11]:

Требуется сварить с полным проваром две собранные встык без зазора и разделки кромок пластины из стали марки 12Х18Н10Т. Сварку будем выполнять постоянным током прямой полярности в среде защитных газов, неплавящимся электродом, электродной проволокой марки Св – 06Х19Н9.

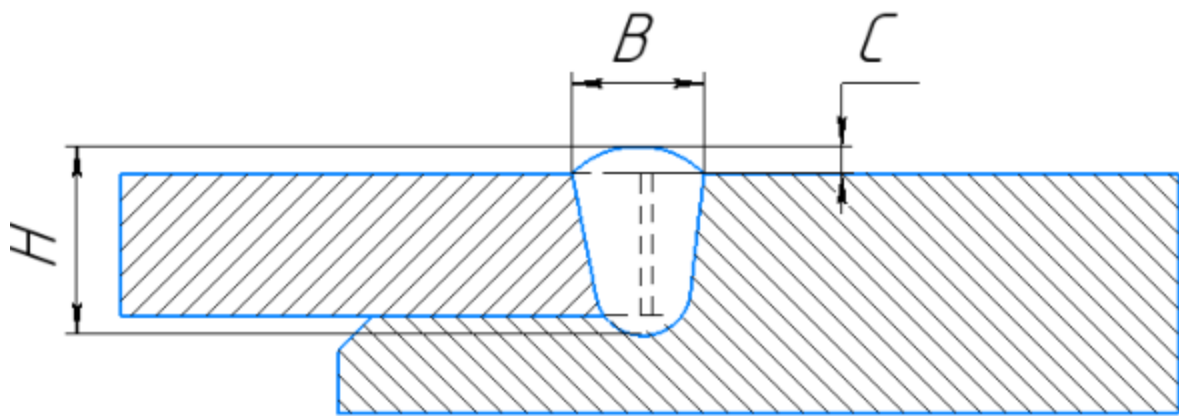


Рисунок 2.9 – Сварной шов

Исходя из чертежа требуемая глубина провара должна быть равна:

$$H_{\text{пр}} = 3 + 1,5 = 4,5 \text{ (мм)} = 0,45 \text{ (см)}$$

Силу сварочного тока задают исходя из условия, что каждые $(80 \div 90) \text{ A}$ обеспечивают глубину проплавления 1 мм:

$$I_{\text{св}} \approx (80 \div 90) H_{\text{пр}} = 360 \dots 405 \text{ A}$$

Примем $I_{\text{св}} = 360 \text{ A}$.

Выбираем диаметр присадочной проволоки 3 мм.

Напряжение дуги примем равным $U_{\text{д}} = 33 \text{ В}$.

Назначаем скорость сварки $v_{\text{св}} = 1,0 \text{ см/с}$.

Рассчитываем значение погонной энергии по формуле:

$$q_n = \frac{0,24 \cdot I_{\text{св}} \cdot \eta_{\text{и}} \cdot U_{\text{д}}}{v_{\text{св}}} \quad (2)$$

Для сварки в среде защитных газов постоянным током прямой полярности значение коэффициента $\eta_{\text{и}}$ примем равным 0,5.

Отсюда:

$$q_n = \frac{0,24 \cdot 360 \cdot 32,99 \cdot 0,5}{1} = 1781,46 \text{ (кал / см)}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2020.131.00 ПЗ

Лист

34

Определяем значение коэффициента формы шва по формуле:

$$\psi_{np} = k' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_{э} \cdot U_{Д}}{I_{св}} \quad (3)$$

Где для постоянного тока прямой полярности коэффициент $k' = 0,367j^{0,1925} = 0,82$

Отсюда:

$$\psi_{np} = 0,82 \cdot (19 - 0,01 \cdot 360) \cdot \frac{3 \cdot 32,99}{360} = 2,6$$

Глубину провара H_{np} определяют по формуле:

$$H_{np} = 2 \sqrt{\frac{q_n}{\pi \epsilon \gamma T_{пл} \psi_{np}}} = A \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}} \quad (4)$$

Где коэффициент $A = 2 \sqrt{\frac{1}{\pi \epsilon \gamma T_{пл}}}$ – зависит только от теплофизических свойств сварочной проволоки и свариваемых деталей. В рассматриваемом примере мы свариваем в среде защитных газов сталь 12Х18Н10Т проволокой СВ-06Х19Н9, поэтому взяли $A = 0,0165 \sqrt{\frac{\text{см}^3}{\text{кал}}}$.

Получаем:

$$H_{np} = 0,0165 \sqrt{\frac{1781,48}{2,6}} = 4,32(\text{мм}) = 0,432(\text{см})$$

Найденное нами значение глубины провара удовлетворяет заданным изначально требованиям.

Находим ширину шва по формуле:

$$B = H_{np} \cdot \psi_{np} \quad (5)$$

Отсюда:

$$B = 4,32 \cdot 2,6 = 11,232 (\text{мм}) = 1,12 (\text{см})$$

Назначаем величину усиления валика $C=0,2$ см.

Зная величину усиления валика находим F_H по формуле:

$$F_H = C \cdot B \cdot 0,73 \quad (6)$$

Получаем:

$$F_H = 0,2 \cdot 1,12 \cdot 0,73 = 0,16 (\text{см}^2)$$

Усиление шва в данном случае обеспечивается за счет подачи присадочного материала в зону сварки.

Для того что бы обеспечить заданное усиление площадью $0,16$ (см^2) нужно подавать присадочную проволоку с определенной скоростью.

$$F_H = \frac{\pi \cdot \frac{d_э^2}{4} \cdot v_{np}}{v_{св}} \quad (7)$$

Что бы найти скорость подачи проволоки выразим ее из формулы (7):

$$v_{np} = \frac{F_H \cdot v_{св} \cdot 4}{\pi \cdot d_э^2} \quad (8)$$

Из формулы (8) рассчитаем значение скорости подачи присадочной проволоки:

$$v_{nn} = \frac{0,16 \cdot 1 \cdot 4}{\pi \cdot 0,3^2} = 2,24(\text{см/с})$$

Находим значение коэффициента формы усиления по формуле:

$$\Psi_B = \frac{B}{C} \quad (9)$$

Вычисляем:

$$\Psi_B = \frac{1,12}{0,2} = 5,6$$

Расход защитного газа находим в соответствии с таблицей 2.8:

Таблица 2.8 – Расход защитного газа

Толщина свариваемого металла	Диаметр, мм		Расход аргона, л/мин	
	Вольфрамового электрода	Присадочной проволоки	В горелку	В насадку
0,5	1,5	1–1,5	6–8	2–4
1	1,5–2	1–1,5	6–8	2–4
1,5	1,5–2	1,5–2	8–10	2–4
2	2–2,5	1,5–2	10–12	4–6
3	2,5–3	2–3	12–14	6–8
4	2,5–3	2–3	12–14	6–8
6–10	3–4	2–3	12–14	6–8

$$Q_{\text{арг}} = 11 \text{ (л/мин)}$$

2.6 Выбор защитного газа и электрода

Инертные газы применяют для сварки химически активных металлов (титан, алюминий, магний и др.), а также во всех случаях, когда необходимо получать сварные швы, однородные по составу с основным и присадочным металлом (высоколегированные стали и др.). Инертные газы обеспечивают защиту дуги и свариваемого металла, не оказывая на него металлургического воздействия.

Аргон поставляется по ГОСТ 10157—79 «Аргон газообразный и жидкий» следующих сортов с содержанием аргона не менее (%) [7]:

- высшего сорта (99,99),
- 1-го сорта (99,98),
- 2-го сорта (99,95),
- остальное — кислород (0,005), азот (0,004), влага (0,03).

Гелий выпускают по МРТУ 51-04-23-64 составов (%):

- марка I (99,6—99,7),
- марка II (98,5—99,5),
- остальное — азот.

Аргон и гелий поставляют в баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа. Баллон для аргона окрашен в серый цвет, надпись зеленого цвета; баллон для гелия — коричневый, надпись белого цвета. В связи с тем, что гелий в 10 раз легче аргона, расход гелия при сварке увеличивается в 1,5—2 раза.

Гелий — практически инертный химический элемент.

Простое вещество гелий — нетоксичное, не имеет цвета, запаха и вкуса. При нормальных условиях представляет собой одноатомный газ. Его точка кипения ($T = 4,215 \text{ К}$ для 4 He) наименьшая среди всех веществ; твёрдый гелий получен лишь при давлениях выше 25 атмосфер — при атмосферном

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

давлении он не переходит в твёрдую фазу даже при абсолютном нуле. Экстремальные условия также необходимы для создания немногочисленных химических соединений гелия, все они нестабильны при нормальных условиях.

Для защиты сварочной ванны используем инертный газ гелий с поддувом аргона из-за особенности материала детали. Гелий даст достаточную защиту сварочной ванны и уменьшит нагрев детали, а поддув аргона увеличит глубину проплавления.

Вольфрам – самый тугоплавкий из металлов, его температура плавления 3422 °С. Они имеют превосходные механические качества: твердость, износоустойчивость при сильном нагреве и наименьший коэффициент температурного расширения среди металлов. У вольфрамовых электродов хорошая теплопроводность, очень высокое сопротивление температурной ползучести и очень высокий модуль упругости. В зависимости от условий использования, применяются различные добавки:

1. Вольфрамовые электроды без специальных добавок, вольфрама не менее 99,5%, остальное примеси. Маркировка WP (зеленый).

2. Чистый вольфрам характеризуется очень высокой энергией, необходимой для выхода электрона из атома, вследствие чего зажигать дугу сложнее, чем с легированными электродами. Кроме того, из-за высокой энергии выхода электрона, температура на кончике выше, что приводит к короткому сроку службы электрода. Эти электроды используются только для сварки переменным током, однако лучше их вообще не использовать.

3. Вольфрамовые электроды, легированные оксидом иттрия 1,8-2,2% Y₂O₃. Маркировка WY-20 (темно-синий). Стойко выдерживают большие токи не загрязняя металл шва вольфрамом. Иттрий повышает стабильность катодного пятна на конце электрода, вследствие чего улучшается устойчивость дуги в широком диапазоне рабочих токов. Используются для сварки особо ответственных соединений постоянным током [8].

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

В качестве неплавящегося электрода применяются вольфрамовые прутки марки ЭВЛ ГОСТ 23949, в качестве защитного газа – аргон газообразный по ГОСТ 10157, в качестве присадочного материала используется сварочная проволока марки Св – 01Х19Н9 по ГОСТ 2246, которая обеспечивает равнопрочность сварного соединения основному металлу, высокую пластичность и ударную вязкость металла шва, а также высокую стойкость против коррозии.

2.7 Раскрой материала

Карта раскроя сборочных единиц (обечайки, корпуса, днища) представляет собой чертеж развертки на плоскости, который определяет количество и габаритные размеры листов заготовок, расположение и протяженность продольных и поперечных швов.

От вида раскроя зависят основные технологические операции (особенно сборочно-сварочные и их последовательность), возможная точность изготовления изделия, необходимое оборудование, себестоимость изделия, а так же отходы металла.

Среди многочисленных разновидностей на практике имеют место две принципиально разные карты раскроя корпусов аппаратов.

Первый тип – метод обечаек, характеризуется тем, что продольная ось листа располагается перпендикулярно оси аппарата.

Второй тип – метод карт, характеризуется тем, что продольная ось листа располагается параллельно оси аппарата.

Для раскроя корпуса предлагается первый тип – метод обечаек. Последнее связано с тем, что листовой прокат обладает анизотропией механических свойств (механические характеристики – предел текучести, предел прочности в направлении проката несколько выше, чем в поперечном направлении) и наиболее рациональное расположение листа – когда направление проката совпадает с направлением действия кольцевых напряжений, действующих в стенке корпуса оболочки (последние в два раза превышают осевые напряжения).

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

2.8 Подготовка кромок под сварку

Для обеспечения высокого качества сварных швов необходимо выполнять требования технологического процесса на заготовку, обработку и все последующие операции, обеспечивающие качественную подготовку к сварке конструкций.

Для конструкций, выполненных из коррозионностойких сталей, особое внимание следует уделять тому, чтобы в области сварных швов отсутствовали: пыль, грязь, атмосферные осадки, масло и т. п. Вследствие этого металл следует хранить в закрытых складских помещениях. Обработка кромок под сварку является ответственной технологической и от ее качества зависит качество сварного шва и сварного узла изделия в целом.

Так как кромки заготовок при транспортировке могут загрязниться рекомендуется перед сваркой произвести механическую очистку от пыли и прочих загрязнений.

Для механической обработки кромок в проектом варианте рекомендуется применять машинку электрическую Rebir TSM 1-150(рисунок 2.10) (шлифовальный круг 150x20x32) технические характеристики которой приведены в таблице 2.9.



Рисунок 2.10 – Rebir TSM 1-150

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

Таблица 2.9 – Технические характеристики Rebir TSM 1-150

Частота вращения шпинделя, об/мин	6800
Комплектация	Коробка
Мощность, Вт	2000
Гибкий вал в комплекте	Нет
Электронная регулировка оборотов	Нет

После механической обработки и контроля качества кромок поверхности деталей подготавливают под сварку: кромки очищаются от смазки, краски, наждачной пыли и других загрязнений, после чего обезжириваются ацетоном высшего сорта согласно ГОСТ 2768-84.

2.9 Описание конструкций сварочной установки для автоматической сварки в аргоне

В сварочном производстве зачастую используются традиционные источники питания: трансформаторы, сварочные преобразователи, сварочные агрегаты, выпрямители. У них есть несколько общих недостатков: повышенная энергоемкость, увеличенные масса и габариты, недостаточное быстродействие, узкий диапазон регулирования режима сварки. И кроме того, низкая частота преобразования (50 Гц).

Инверторные источники - новое поколение источников питания сварочной дуги, которые обеспечивают высокое быстродействие, потребляют гораздо меньше энергии, имеют широкий диапазон регулирования режимов сварки, а также универсальные внешние статические характеристики. Сердцевинной таких преобразователей является инвертор - электронный блок, преобразующий постоянный ток в переменный повышенной частоты.

Инверторный источник питания можно приблизить непосредственно к рабочему месту сварщика. Будучи укомплектованной УЗО (устройствами

защитного отключения), распределительная система энергоснабжения становится абсолютно безопасной даже при повреждениях сетевого провода.

Преимущества инверторных источников питания:

Технические:

- высокий КПД - 85-95%;
- идеальный коэффициент мощности - 0,99;
- минимальный расход дефицитных электротехнических материалов;
- широкий диапазон регулирования параметров режима - от нескольких ампер до сотен и тысяч;
- продолжительность нагрузки источников питания в рабочем диапазоне режимов сварки - до 80%;
- возможность параллельной работы источников на единую нагрузку;
- плавная регулировка сварочного режима в широком диапазоне токов и напряжений;
- дистанционное управление источником;
- минимальные потери электрической энергии в сварочных кабелях и соединительных элементах;
- удобство переноски и доставки источника к месту сварки;
- небольшие габариты и масса;
- высокий уровень электробезопасности за счет двойной изоляции.

Технологические:

- сварка покрытыми электродами любых марок на постоянном и переменном токе;
- универсальность внешней статической характеристики, обеспечивающей ручную дуговую сварку покрытым электродом, неплавящимся - в среде аргона, механизированную плавящимся электродом в защитных газах;
- стабильность зажигания дуги за счет высокого U_{xx} и осцилляции;

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

- возможность сварки короткой дугой, уменьшающей энергопотери и улучшающей качество сварного соединения благодаря уменьшению зоны термического влияния;
- качественное формирование шва во всех пространственных положениях;
- минимальное разбрызгивание при сварке;
- нет залипания ("примерзания") электрода при окончании сварки;
- возможность исключить магнитное дутье при сварке на постоянном токе;
- сварка трудносвариваемых сталей и сплавов;
- возможность сварки сложных металлоконструкций сварщиками недостаточной квалификации.

Оборудование для автоматической сварки в среде защитных газов неплавящимся электродом должно удовлетворять следующим параметрам:

Сварка ведется на постоянном токе, прямой полярности;

- $I_{св}=450\text{А}$;
- $U_{д}=33\text{В}$;
- $v_{пров}=2,24\text{см/с}$;
- $v_{св}=1\text{см/с}$.

В результате анализа характеристик различных источников питания, принято решение о применении в предлагаемом проекте для автоматического способа сварки многофункционального сварочного аппарата с цифровым инвертором ORIGO 5004i (рисунок 2.12) в комплекте со сварочной головкой ПКТБА-СГПГн (рисунок 2.11).

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44



Рисунок 2.11 – Сварочная головка ПКТБА-СГПГн

Технические характеристики приведены в таблице 2.10

Таблица 2.10 – Технические характеристики горелки ПКТБА-СГПГн

Вертикальное перемещение головки, мм	300
Поперечное перемещение сварочной горелки, мм	50
Амплитуда колебания сварочной горелки, мм	0-50
Вертикальное перемещение механизма регулировки длины дуги, мм	100
Диаметр не плавящегося электрода, мм	1,0-6,4
Скорость подачи присадочной проволоки, м/мин	0,2-10



Рисунок 2.12 – ORIGO 5004i

Origo™ Tig 5004i представляют собой источник сварочного тока для сварки в среде инертного или активного газа (MIG/MAG), для дуговой сварки порошковой проволокой (FCAW-S), вольфрамовым электродом в среде инертного газа (TIG) и сварки электродом с покрытием (MMA).

Блок питания предназначен для использования с блоком подачи проволоки Feed 3004/4804.

Технология ESAB TrueArc Voltage™ — гарантия отличных сварочных свойств TIG/MIG. Выбор типа сварки осуществляется с помощью встроенной панели управления Origo™ A44. Также имеется возможность использования без устройства подачи проволоки для

профессиональной дуговой сварки MMA и для сварки TIG (поджиг касанием LiveTig™). Путем выбора типа электрода (обычный, рутиловый, целлюлозный) устройство всегда задает оптимальную характеристику в соответствии с выполняемым сварочным заданием. Можно провести точную ручную настройку функций горячего старта и силы дуги и сохранить данные в одной из ячеек памяти. Функция ESAB ArcPlus™ II гарантирует превосходные сварочные свойства и безупречный поджиг дуги.

Сварочный аппарат ORIGO 5004i обладает рядом отличительных особенностей:

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

- Превосходные сварочные свойства — высокая практичность и высокое качество благодаря TrueArc Voltage™
- Инвертеры, основанные на технологии IGBT — высокая производительность и надежность
- Корпус изготовлен из гальванизированной стали — прочный и долговечный
- Автоматический режим ожидания для экономии энергии
- Может управляться дистанционно, цифровой дисплей
- Возможность подключения горелки Push-Pull длиной 6 или 10 м

Сварочный аппарат ORIGO 5004i может применяться для сварки нелегированных, низко- и высоколегированных сталей, алюминия и его сплавов, меди и сплавов. Сварка может производиться сплошными и порошковыми проволоками диаметром от 0,8 до 3,2 мм. Аппарат может применяться для производственных и ремонтных работ.

Сварочный аппарат имеет панель управления с отображением режимов сварки.

Технические параметры ORIGO 5004i представлены в таблице 2.11:

Таблица 2.11 – Технические характеристики ORIGO 5004i

Высота, мм	675
Длина, мм	610
Ширина, мм	256
Масса, кг	46
Потребляемое напряжение, В	380-440
Количество фаз	3
Частота, Гц	50/60
Выходное напряжение, В	40
Выходной ток, А	500
ПВ, %	60

Продолжение таблицы 2.11

КПД при максимальном токе, %	89
------------------------------	----

Инвертор ORIGO 5004i обеспечивают стабильную дугу при очень малых величинах напряжений. Это значит, что они идеальны для сварки в защитном газе.

2.10 Установка для автоматической сварки кольцевых стыков обечаек

Для выполнения кольцевых стыков обечаек корпуса аппарата была выбрана установка РС-2000(рисунок 2.13).

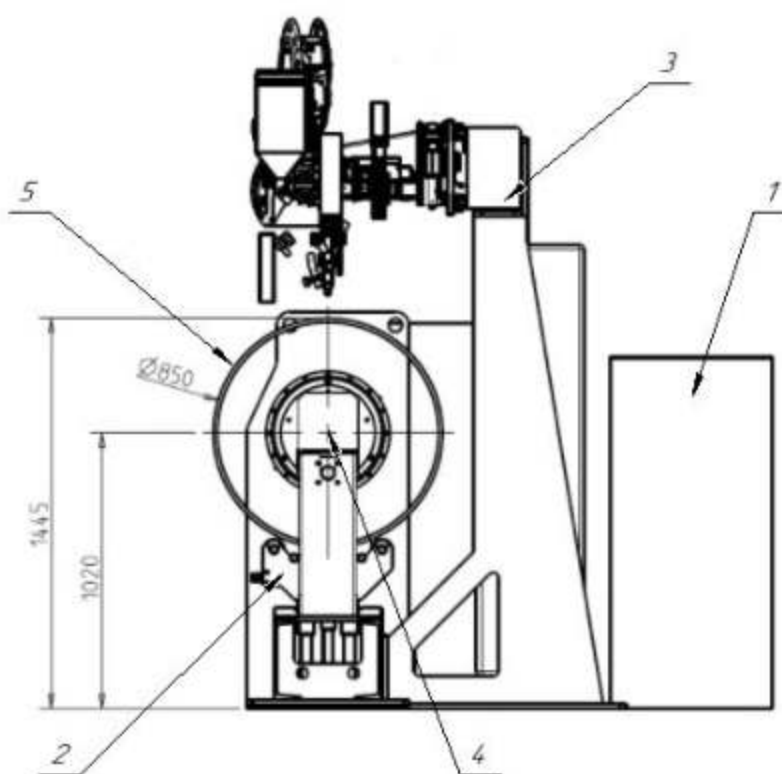


Рисунок 2.13 – Установка для автоматической сварки кольцевых стыков обечаек корпуса защитного кожуха

Данная установка включает в себя блок управления(1), роликовый стенд(2), колонну(3), задняя бабка(4), закрепленная деталь(5).

Источник питания и блок управления соединены вместе 2-жильной контрольной шиной, что позволяет установить точное управление процессом сварки.

Все установки инвертора могут производиться и контролироваться оператором с пульта блока управления. Даже параметры начала и окончания сварки также могут быть установлены с пульта управления.

Установка работает следующим образом. На роликоопоры роликового стенда (2) краном подается оболочка кожуха, схема подачи представлена на рисунке 2.14. Основание предварительно закрепляется в трехлапчатый патрон. А крышка вставляется отверстиями в шпильки и зажимается задней бабкой.

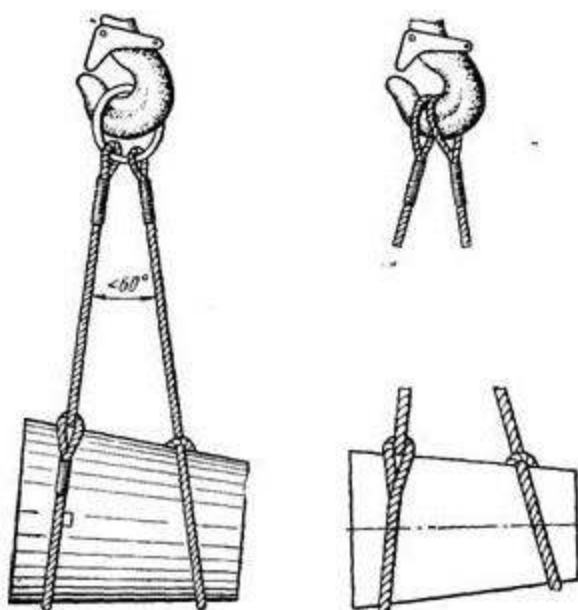


Рисунок 2.14 – Схема строповки оболочки

Сначала производится сварка в один проход первого шва

Техническая характеристика установки для автоматической сварки кольцевых стыков приведена в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Технические характеристики РС-2000

Рабочий ход, мм	1500
Грузоподъемность, кг	400
Диаметр заготовки, мм	850
Скорость вращения, об/мин	0,2-10

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

15.03.01.2020.131.00 ПЗ

Лист

49

Продолжение таблицы 2.12.

Ход конуса задней бабки, мм	300
Масса, кг	600
Высота, мм	1800
Ширина, мм	1300
Длина, мм	2500

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Способы и средства для контроля качества сварных швов

Контроль качества сварных соединений включает проверку:

- наличия разрешения на применении технологии сварки (наплавки);
- 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 одностипны контролируемым сварным соединениям оборудования и завариваться по аттестованной технологии сварки в условиях, идентичных условиям сварки оборудования.

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

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

изделия. Контроль качества производственных контрольных сварных соединений предусматривает:

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

К руководству сборочно-сварочным работам и контролю за соблюдением технологии сварки, а также к руководству работами по контролю качества сварных соединений допускаются ИТР, производственные и контрольные мастера, работники лабораторий, прошедшие проверку знаний правил, норм и инструкций по безопасности. Аттестация ИТР проводится комиссией с периодичностью в 3 года.

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;
- чистоту поверхности кромок стыка.

После сборки стыков под сварку проверяют:

- зазоры в соединениях и размеры изделий;
- соосность, отсутствие переломов осей и смещения кромок;
- правильность сборки деталей и их крепления в приспособлениях;
- наличие защитного покрытия от брызг.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

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

Неразрушающий контроль включает следующие методы:

- визуально-измерительный;
- 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 Методы контроля

Так как изделие должно защищать измерительные датчики, то к сварным швам предъявлены требования по прочности, соответствующие первой категории согласно ОСТ 92-1114-80.

При визуальном контроле сварного шва недопустимыми дефектами являются: непровары, подрезы. Допускаются две поры и включения на любые 100 мм протяженности сварного шва с максимальным размером 0,6 мм. Обязательным контролем для первой категории является стилоскопирование сварного шва на подтверждение марки сварочного материала. Ультразвуковой метод контроля выявляет внутренние дефекты сварного шва. Для первой категории недопустимы трещины, свищи, усадочные раковины, непровары. Допускаются одиночные включения размером 1,0 мм макс. и включения размером 1,8 макс., допустимое число включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм.

При обнаружении таких недопустимых дефектов дефектный деталь бракуется и не поступает к заказчику.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

Так как изделие испытывает сильные вибрационные нагрузки и должно оставаться герметичным, проводим гидравлическое испытание сварного шва.

Гидравлическому испытанию подвергаются все сварные соединения конструкций. Корпус кожуха испытывается гидравлическим давлением.

Произвести гидравлическое тестирование по методу испытания керосином:

При контроле течеисканием капиллярным способом на контролируемую поверхность с одной стороны наносят тонкий слой индикаторного покрытия и после его высыхания с противоположной стороны подают (наносят) контрольную жидкость. Контрольная жидкость под действием капиллярных сил проникает через сквозные дефекты и, соприкасаясь с индикаторным покрытием, образует на нем контрастные пятна, по наличию которых судят о местах расположения течей.

Наиболее часто в качестве проникающего вещества используется керосин (керосиновая проба), а в качестве индикаторного покрытия используется меловая обмазка (белого цвета).

Этот способ выбран из-за наличия 16 отверстий на корпусе детали.

Порядок проведения контроля:

– на поверхность конструкции, предназначенную для осмотра, наносят тонким слоем приготовленную меловую обмазку с помощью волосяной кисти, затем ее сушат одним из следующих способов: естественной сушкой в течение 1 ч или обдувом сухим воздухом с температурой 60–70 °С продолжительностью ≥ 30 мин. Качество нанесения и сушки меловой обмазки контролируется визуально: по отсутствию отслоений, трещин, зон чистого металла на поверхности изделия;

– при появлении ложных жировых пятен на поверхности меловой обмазки, свидетельствующих о неудовлетворительном качестве обезжиривания, необходимо удалить некачественную обмазку с поверхности ОК, обезжирить загрязненные места согласно требованиям ПТД и повторить операции нанесения и сушки меловой обмазки;

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

– противоположную сторону изделия несколько раз смачивают керосином либо укладывают на нее ленту или кусок ткани, смоченные керосином. После выдержки в течение времени в соответствии с требованиями ПТД проводят его осмотр. Места течей выявляют по образовавшимся визуально различимым жирным пятнам керосина цвета ржавчины на меловой обмазке. Визуальный осмотр обычно проводят после нанесения керосина, через 20-30 мин для объектов с толщиной стенки до 6 мм и через 40- 50 мин, если толщина стенки объекта до 25 мм;

– по окончании испытаний (при необходимости) удаляют следы керосина с поверхности кожуха. Меловую обмазку с поверхности ОК удаляют путем промывки мест ее нанесения чистой питьевой водой с использованием кисти или бязевой салфетки с последующим обдувом поверхности сухим сжатым воздухом, желателно подогретым до температуры 30-40 °С.

Изделие считается выдержавшим гидравлические испытания, если не обнаружено:

- пропусков испытательной среды (течи, слезок, потения, пузырьков) в сварных соединениях и на основном металле;
- трещин, признаков разрыва;
- остаточной деформации;

На изготовленную и принятую отделом технического контроля (ОТК) конструкцию оформляется паспорт в соответствии с формой стандарта.

Кожух в соответствии с требованиями КД подлежит приемке КПИ (контрольно-приемочная инспекция).

Ультразвуковой контроль сварных швов

Это неразрушающий целостности сварочных соединений метод контроля и поиска скрытых и внутренних механических дефектов не допустимой величины и химических отклонений от заданной нормы. Методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) проводится диагностика разных сварных соединений. УЗК является действенным при выявлении воздушных

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

пустот, химически не однородного состава (шлаковые вложения в металле) и выявления присутствия не металлических элементов.

Ультразвуковая технология испытания основана на способности высокочастотных колебаний (около 20 000 Гц) проникать в металл и отражаться от поверхности царапин, пустот и других неровностей. Искусственно созданная, направленная диагностическая волна проникает в проверяемое соединение и в случае обнаружения дефекта отклоняется от своего нормального распространения. Оператор УЗД видит это отклонение на экранах приборов и по определенным показаниям данных может дать характеристику выявленному дефекту.

Подготовка к контролю:

- Поверхность соединения, по которой перемещают преобразователь, не должна иметь вмятин и неровностей, с поверхности должны быть удалены брызги металла и прочие загрязнения.

- Сварное соединение следует маркировать и разделять на участки так, чтобы однозначно устанавливать место расположения дефекта по длине шва.

- Произвести настройку прибора под требуемое изделие.

Контроль проводится Дефектоскопом А1210(рисунок 2.7), технические характеристики которого приведены в таблице 2.6.

Оформление результатов контроля:

Результаты УЗК должны быть отражены в рабочей, учетной и приемно-сдаточной документации, перечень и формы которой принимаются в установленном порядке. Документация должна содержать следующие сведения:

- о типе контролируемого соединения, индексах, присвоенных изделию и сварному соединению, расположении и длине участка, подлежащего УЗК;

- технологической документации, в соответствии с которой выполняется УЗК и оцениваются его результаты;

- дате контроля;

- идентификационных данных дефектоскопа;

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

- типе и заводском номере дефектоскопа;
- результатах УЗК.

3.3 Методы исправления дефектов сварных швов

Все выявленные в процессе неразрушающего контроля дефекты не подлежат исправлению.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ технологического процесса по опасным и вредным факторам

На проектируемом участке производятся работы, связанные с заготовительными операциями, сборкой и сваркой защитного кожуха.

Выполнение указанных работ на заводах химического машиностроения при неправильной организации труда и производства может привести к появлению опасных и вредных факторов, которые могут вызвать несчастные случаи, профзаболевания.

При механической обработке (подготовке кромок под сварку, вырезке отверстий под штуцера и т. п.) наиболее опасными вредными факторами являются пыль и мелкие металлические стружки, которые представляют опасность при попадании в глаза и на кожу. При работе на гильотине, а также на стендах для сборки изделий под сварку наибольшую опасность представляет попадание рабочих органов человека в зону действия гильотины или действия механизмов пневмосистемы, что связано с травматизмом конечностей.

При проведении сварочных работ самым опасным видом травматизма является поражение электрическим током, в результате которого могут быть поражены внутренние органы или участки кожного покрова. Применяемый в промышленности переменный ток с частотой 50 Гц является наиболее опасным, так как воздействие на центральную нервную систему может в ряде случаев (при длительном нахождении человека под напряжением) привести к параличу нервной системы.

При ультразвуковом контроле к самым опасным факторам относится ультразвук. У дефектоскопистов, работающих с ультразвуковой аппаратурой, нередко наблюдаются нарушения нервной системы, изменение давления, головная боль и быстрая утомляемость [16].

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

Нарушения техники безопасности при работе с грузоподъемными механизмами также могут привести к несчастным случаям и травматизму среди рабочих.

Вышесказанное свидетельствует о том, что наряду с решением основной производственной задачи важное значение имеют мероприятия по разработке технических, санитарно-гигиенических и других норм и правил на производстве.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

Работа на установках организована в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003 – 75 «Работы электросварочные. Общие требования безопасности», а также нормативными документами по безопасности труда. В частности, изготовление корпуса теплообменника АТ - 08030 производят с соблюдением правил «Типовой инструкции по технике безопасности».

При разработке планировки участка сборки и сварки предусмотрены безопасные расстояния между смежными габаритными приспособлениями, оборудованием, рабочими местами. Размещение оборудования производилось в соответствии с ГОСТ 12.3.003 – 75. Так как зона сварки при выполнении продольных и кольцевых швов на соответствующих стендах расположена на высоте 4 метра, то для оперативного обслуживания сварочного оборудования предусмотрены рабочие участки с настилом из неэлектропроводного материала с лестницами подъема, предусмотрено ограждение высотой 1,1 м.

Для обеспечения безопасности работающих при выполнении всех технологических операций предусмотрено применять только исправные инструменты и приспособления. Для индивидуальной защиты рабочих, обслуживающих электроустановки, от поражения электрическим током используются изолирующие штанги и клещи. Одежда обслуживающего персонала – хлопчатобумажные костюмы без манжет, карманы закрытые, кожаные ботинки, брезентовые рукавицы, головной убор. Присоединение и отсоединение от сети установок, а также наблюдение за их исправным

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

состоянием производит электротехнический персонал данного предприятия. К проведению работ допускается персонал с квалификационной группой по технике безопасности не ниже 2-ой. Для защиты рабочих от тепловых, механических и других воздействий применяется специальная обувь и одежда. Для данных работ применяются костюмы из парусины с огнезащитной пропиткой по ТУ 17-98-69-77[16]. Брюки – гладкие, без отворотов внизу, носятся только на выпуск. Полусапоги имеют клееную подошву по ГОСТ 1.24.032 – 77. Для защиты рук применяются рукавицы однопалые – для защиты от высоких температур и механических воздействий по ГОСТ 12.4.010 – 75. Для защиты глаз используются защитные очки со светофильтрами типа С – 10 (при $I_{св} > 600$ А). Для защиты от действия ультразвука при ультразвуковом контроле используют следующее: применяемое оборудование (дефектоскопы) выполнено в звукоизолирующем исполнении (кожух дефектоскопа изготавливается из листовой стали, обклеенной резиной). При осуществлении транспортных операций, связанных с перемещением грузов с помощью листового крана соблюдать предписанные инструкции и правила и технику строповки грузов. Все производственные рабочие ежегодно проходят и должны иметь удостоверение стропальщика соответствующего разряда. Кроме того, подъемные механизмы (краны, подъемники) снабжены предупреждающей сигнализацией.

Рабочие места на участке достаточно освещены, должны содержаться в чистоте. Электрическое оборудование, сборочно-сварочное оборудование, стеллажи и т. д. заземлены. Поквартально производится инструктаж работников по технике безопасности.

4.2.1 Санитарно-гигиенические мероприятия

При выполнении сварочных работ выделяются различные вредные примеси, концентрация которых на рабочих местах не должна превышать предельно допустимых значений:

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

- для соединений марганца – 0,3 мг/м³;
- для окиси углерода – 20 мг/м³;
- для окиси азота – 0,05 мг/м³.

Борьба с газовыми выделениями и пылью ведется как путем локализации вредных веществ, так и с помощью систем общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Все сварочные установки и рабочее место для ручной дуговой сварки оборудованы отсосами. Количество вредных веществ, локализуемых щелевыми отсосами, составляет не более 75%. Оставшееся количество разбавляется до ПДК с помощью общеобменной вентиляции.

4.2.2 Мероприятия по электробезопасности

Воздействие электрического тока на человека может привести к местным травмам, к которым относятся ожоги, металлизация кожи, электрические знаки в виде следов, механические повреждения.

Параметры микроклимата производственного помещения влияют на сопротивление тела человека, а, следовательно, на исход поражения электрическим током. Увеличение температуры, влажности, снижение подвижности воздуха приводят к росту опасности поражения, так как влаговыделение (в том числе выделение пота) обуславливает снижение сопротивления кожных покровов. Кроме того, сварочные процессы ведут к возникновению токопроводящей пыли, осаждающейся на проводах и проникающей внутрь механизмов. Железобетонный пол промышленных помещений является также токопроводящим элементом. Также существует возможность одновременного прикосновения человека к заземленным элементам металлоконструкций зданий, с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой стороны. В связи с этим при работе на сборочно-сварочном участке предусматриваются следующие мероприятия по обеспечению электробезопасности [17]:

1. Для защиты рабочих от поражения электрическим током используется изоляция токоведущих частей источников питания и сборочно-сварочной оснастки путем размещения их в металлических кожухах.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

2. Предусмотрена проверка состояния проводов не реже одного раза в месяц. Осмотр подвижных контактов и выключателей осуществляется не реже одного раза в три дня. Осмотр и чистка электросварочного оборудования и пусковой аппаратуры производится не реже одного раза в месяц.
3. Электросварочное оборудование и установки, находящиеся под высоким напряжением (больше 110 В) заземлены (сечение заземляющих проводов не менее 25 мм², минимальное сопротивление не более 4 Ом).
4. Проводится проверка состояния изоляции проводов не реже 1 раза в месяц.
5. Запрещается производить осмотр и ремонт электросварочного оборудования под напряжением.
6. Запрещается производить работы без средств индивидуальной защиты.
7. Установка и ремонт оборудования проводится силами электромонтеров.
8. Работающие на электросварочном оборудовании (в том числе сварщики) проходят соответствующий инструктаж по правилам электробезопасности.

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности

Проектируемый участок по классификации производства по пожарной опасности, приведенной в НП 105–95, относится к категории Г – пожароопасное производство по переработке негорючих материалов в нагретом состоянии. Степень огнестойкости – 2 (Здание, в котором расположен участок, изготовлен из несгораемого материала – бетона, степень огнестойкости которого по СНИП 2.09.02 – 85 «Огнестойкость элементов здания» от 2 до 4 часов).

Места, отведенные для проведения сварочных работ, должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе 5 м. Оборудование цеха постоянно находится под напряжением, в связи с чем для тушения пожара запрещается использовать воду (так как она, имея в своем составе различные соли и поданная компактной, обладает значительной

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

электропроводностью). На участке предусмотрены следующие средства пожаротушения: щит пожарной охраны с полным набором инструментов и огнетушителями – химическим пенным ОХП – 10, углекислотным ОУ–8 и ящиками с песком. Их расстановка показана на планировке участка.

В случае пожара эвакуация производственного персонала производится по плану эвакуации цеха.

4.2.4 Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией

Уровень шума на сборочно-сварочном участке на постоянных рабочих местах не превышает 85 дБ. Технологическое вентиляционное оборудование, создающее шум и вибрацию следует устанавливать на виброизолирующих основаниях.

Присоединение воздуховодов к вентиляторам предусмотрено выполнять с помощью виброизолирующих брезентовых рукавов-вставок.

Повышенный шум создают пневмоцилиндры, установленные в приспособлении для сборки обечайки. На выхлопные отверстия электропневматических клапанов предусмотрено устанавливать глушители шума.

Норма вибрации при работе машины – устройства по зачистке шва обечайки не превышает 109 дБ, что соответствует ГОСТ 12.1.012 – 90. Рабочие обеспечиваются виброзащитными рукавицами по ГОСТ 12.4.002 – 74.

4.3 Проектирование планировки сборочно-сварочного участка

При разработке планировки участка сборочно-сварочных работ основным моментом является определение требуемого числа пролетов и их размеров – длины, ширины и высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы участка подлежат, как правило, уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

учетом их рекомендуемых размеров по нормам технологического проектирования [19].

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров участка сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещение принятого по расчетам количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом необходимо стремиться к обеспечению прямоточности производства и рациональной специализации работ в каждом пролете, а так же к достижению грузоподъемности транспортных средств.

Складские места предусмотрено размещать либо со стороны проезда, либо в продольном направлении пролета – между двумя последовательно расположенными рабочими местами производственного потока.

При этом необходимо определить значение всех размеров составляющих ширину пролета, в том числе размеры рабочих и складских мест. Затем путем суммирования этих размеров получают предельные значения требуемой ширины данного пролета.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломной проекте был рассмотреть технологический процесс Изготовления защитного кожуха измерительных приборов, в ходе выполнения был предложен вариант модернизации этого процесса.

Пройдены этапы:

- 1) Описание базового процесса, в который входят материалы для сварки, сварочное оборудование, используемое на производстве.
- 2) Было предложено автоматизировать процесс сварки.
- 3) Описана и выполнена в графическом редакторе планировка сборочно-сварочного цеха.
- 4) Описана техника безопасности и охрана труда на производстве направленная на выполнения сварочных работ.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Антикайн П.А., Зыков А.К., Зверьков Б.В. Изготовление и ремонт объектов котлонадзора: Справочник. – М: Металлургия, 1988. – 624 с.
2. Шахматов М.В., Ерофеев В.В., Игнатъев А.Г., Стихин В.А. Оборудование и технология сварочного производства / Руководство по дипломному проектированию. – Челябинск: изд. ЮУрГУ, 2003. – 77 с.
3. Попков А.М. Технологическая прочность и свариваемость металлов и сплавов: Текст лекций. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1991. – 66 с.
4. Логанов Д.Т., Банников М.Т., Петропавловский Ю.К. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производства. – М.: Машиностроение, 1989. – 120 с.
5. Медовар Б.И. Сварка хромоникелевых аустенитных сталей. – Киев, 1958. – 336 с.
6. Федосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. – 9-е изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 512 с.
7. ГОСТ 10157—79*. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.
8. Аргонная TIG сварка. Электронный ресурс URL: <http://toolland.ru/argonnaya-tig-svarka.php> (дата обращения: 28.01.2020)
9. Шахматов А.В., Игнатъев А.Г. Оболочковые конструкции: Текст лекций по курсу «Производство сварных конструкций». – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1997. – 73 с.
10. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 656 с.
11. Зайцев Н.Л. Технологические основы сварки плавлением [Текст] : учебное пособие. 87, [2] с. : ил., табл.; 21 см.
12. РТМ 26-17-034-84. Сварка автоматическая и ручная химнефтеаппаратуры из высоколегированных и хромоникельмолибденовых коррозионностойких сталей. 1984. – 95 с.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

- 13.Троицкий В.А., Валеви́ч М.И, Неразрушающий контроль сварных соединений. – М.: Машиностроение, 1988. – 112 с.
- 14.Клыков Н.А., Шахматов М.В., Голиков В.Н., Пуйко А.В, Производство сварных конструкций: Учебное пособие по курсовому проектированию. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1997. – 73 с.
- 15.Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферы воздуха: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 136 с.
- 16.Белов С.В. Безопасность производственных процессов: Справочник.
- 17.Юдик Е.Я. Охрана труда в машиностроении. М.: Машиностроение, 1983. – 136 с.
- 18.Долинин Л.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 211 с.
- 19.Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. М.: Машиностроение, 1989. – 319 с.
- 20.Чвертко А.И. Флюсовая аппаратура для автоматизированной и механизированной сварки. – М: Машиностроение, 1986. – 160 с.

					15.03.01.2020.131.00 ПЗ	Лист
Изм..	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67