

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»


УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 17 » 06 2016г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ
КАМЕРЫ ЗАПУСКА НЕФТЕПРОВОДА

Пояснительная записка


Руководитель

 17.06
подпись, дата

КТИ, доцент
должность, ученая степень


А.И. Демченко
инициалы, фамилия

Выпускник

 16.06.16
подпись, дата

А.А. Ганенко
инициалы, фамилия

Рецензент


подпись, дата

КТИ

должность, ученая степень

М.П. Хасрин
инициалы, фамилия

Консультанты:

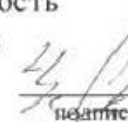
Организационно-
экономический
раздел

 6.06.16
подпись, дата

С.т. преподав
должность, ученая степень

Е.Е. Качуровская
инициалы, фамилия


Раздел безопасность
и экологичность
проекта

 30.05.16
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

О.В. Чурбакова
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 17.06.16
подпись, дата

С. преподаватель
должность, ученая степень

С.Л. Бусыгин
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 12 » 06 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Студенту А.А. Ганенко
Группа ЗМТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии и оборудования для сварки камеры запуска нефтепровода»

Утверждена приказом по университету № 4280/с от 29.03.2016

Руководитель ВКР: А.И. Демченко, ПИ СФУ, к.т.н., доцент

(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Программа выпуска; 3. Технические условия на изготовление

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

1. Состояние вопроса
2. Технологическая часть
3. Расчетно-конструкторская часть
4. Организационно-экономическая часть
5. Безопасность и экологичность проекта

Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. камера запуска – 1 лист А1; 2. технологический процесс сборки и сварки – 1 лист А1; 3. стенд для сварки продольного шва обечайки и эксцентрического перехода – 2 листа А1; 4. стенд для сварки продольного шва обечайки – 1 лист А1; 5. стенд для сварки кольцевого шва обечайки и эксцентрического перехода – 2 листа А1; 6. стенд для сварки кольцевых швов – 1 лист А2х3, 1 лист А1; 7. съемное подкладное кольцо – 1 лист А2; 8. компенсирующее кольцо – 1 лист формата А2; 9. Экономическая часть 1 лист (А1);

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	Е.Е. Качуровская
Раздел безопасности жизнедеятельности и экологичности проекта	О.В. Чурбакова

				ДП-150202.65-071016731-ПЗ			
Разраб.	Ганенко А.А.		16.06	Разработка технологии и оборудования для сварки камеры запуска нефтепровода	Лист	Листов	
Пров.	Демченко А.И.		17.06		2	101	
Н. контр.	Бусьвин С.А.		17.06		Каф. «Машиностроение»		
Утв.	Демченко А.И.		17.06				

Содержание

Введение.....	7
1 Состояние вопроса	8
1.1 Описание изделия.....	8
1.2 Материал изделия и его свариваемость.....	10
1.3 Выбор способа сварки	15
1.4 Постановка задач.....	23
2 Технологический раздел.....	24
2.1 Описание выбранных способов сварки	24
2.2 Выбор сварочных материалов	29
2.3 Выбор режимов сварки.....	33
2.4 Технологический процесс	35
2.5 Требования к контролю качества сварных соединений.....	53
2.6 Изменения, внесенные в базовый технологический процесс	57
3 Конструкторский раздел	59
3.1 Выбор стандартного сварочного оборудования	59
3.2 Выбор стандартного вспомогательного оборудования	65
3.3 Нестандартное оборудование	70
4 Безопасность жизнедеятельности.....	77
4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте сварщика.....	77
4.2 Мероприятия по устранению опасных и вредных производственных факторов.....	81
5 Экономический раздел	86
5.1 Исходные данные для расчета экономического эффекта	86
5.2 Расчет капитальных вложений в оборудование.....	87
5.3 Расчет себестоимости изделия.....	91
5.4 Расчет экономического эффекта.....	100

Заключение 102
Библиографический список 103
Приложение

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

Введение

В экономике страны в настоящее время важная роль принадлежит нефтегазоперерабатывающей отрасли. Разработка и выпуск оборудования для этой отрасли, к которым относятся камеры запуска и приема средств очистки и диагностики линейной части магистральных нефтепроводов, является актуальной темой.

Целью данного дипломного проекта является повышение качества и производительности сварки камеры запуска нефтепровода. При изготовлении корпусов камеры сварка занимает одно из основных мест в технологическом процессе. Повышения качества сварки и производительности можно достичь путём совершенствования и разработки новых технологических процессов сварки, повышения уровня механизации и автоматизации сварочных работ.

В данной работе содержатся сведения, описывающие изделие, материал, его свариваемость, обзор существующих методов сварки. Выбраны оптимальные способы для сварки корпуса камеры: автоматическая сварка под слоем флюса, для выполнения прихваток при сборке и угловых швов, механизированная сварка в защитных газах. Разработаны стенды для сварки: продольного шва перехода и обечайки, кольцевого шва обечайки с переходом и кольцевых швов обечаек, что существенно облегчает сборку и сварку камеры.

Проанализированы опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте сварщика и рассмотрены мероприятия по их устранению.

Произведен расчет экономической эффективности от внедрения новой технологии и нового оборудования.

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 Состояние вопроса

1.1 Описание изделия

Камеры запуска и приема внутритрубных средств очистки, диагностики в соответствии с рисунком 1.1 предназначены для установки на магистральных нефтепроводах с номинальным давлением от PN 6,3 МПа до PN 15,0 МПа и условным проходом от DN 150 до DN 1200 мм. Камеры входят в состав стационарных узлов запуска и приема СОД (СОД - средство очистки и диагностики), которые располагаются на нефтеперекачивающих станциях, на линейной части магистрального нефтепровода.

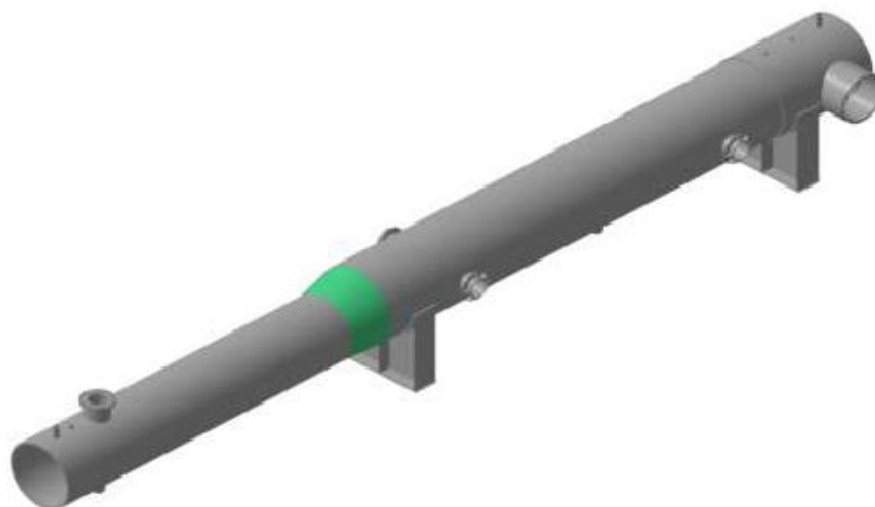


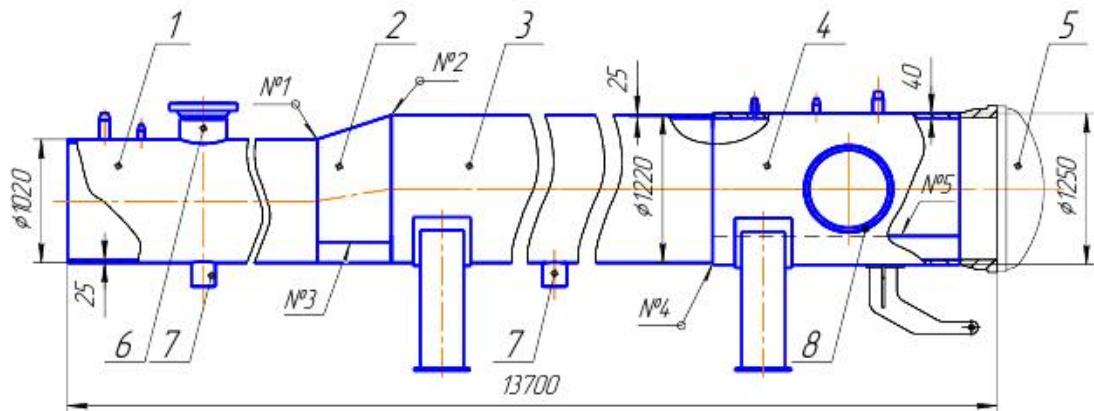
Рисунок 1.1 - Общий вид корпуса камеры запуска СОД

В данном дипломном проекте рассматривается камера запуска с номинальным давлением PN 6,3 МПа и условным проходом DN 1000 мм. Камера запуска предназначена для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом и размещения на открытом воздухе с температурой окружающей среды от минус 40 до плюс 40°C.

Камера в соответствии с рисунком 1.2 представляет собой два цилиндрических корпуса изготовленные из низколегированной стали повышенной прочности 17Г1С, диаметр одного из которых равен диаметру магистрального нефтепровода, другой увеличенного диаметра, соединенные между собой эксцентрическим переходом. Толщины обечаек камеры 24 мм и

						ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

40 мм. Для обеспечения доступа во внутреннюю полость на камере установлен быстроразъемный концевой затвор.



- 1 - обечайка Ø1020x24 мм; 2 - эксцентрический переход Ø1020- Ø1220x24 мм;
 3 - обечайка Ø1220x24 мм; 4 - обечайка Ø1250x40 мм; 5 - быстроразъемный концевой затвор;
 6 – патрубок для установки запасочного устройства; 7 - патрубок для присоединения дренажных трубопроводов; 8 – патрубок подвода продукта.

Рисунок 1.2 – Основные элементы корпуса камеры запуска СОД

Конструкция камеры предусматривает так же боковой подвод нефти на камере запуска СОД. Конструктивные размеры стыковых сварных соединений корпуса камеры приведены в таблице 1.1 [15].

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-150202.65-071016731-ПЗ				

Таблица 1.1- Конструктивные размеры сварных соединений камеры СОД

№ шва	Обозначение стандарта	Эскиз шва
1	ГОСТ8713-79-С18-АФм	
2	ГОСТ8713-79-С18-АФм	
3	ГОСТ8713-79-С18-АФм	
4	ГОСТ8713-79-С18-АФм	
5	ГОСТ8713-79-С38-АФф	

Камера должна быть разработана и изготовлена в соответствии с ПБ 03-584-03 «Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных». Корпусные детали должны подвергаться термообработке. [17].

1.2 Материал изделия и его свариваемость

Материалы, из которых изготавливаются детали камер, должны соответствовать требованиям государственных, отраслевых стандартов разрешенных к применению Ростехнадзором. Они должны быть стойкими к рабочей среде и окружающим условиям. Во многих случаях главным при выборе металлов является их способность работать во всем температурном диапазоне в агрессивных средах. Также необходимо учитывать их поведение при сварке. В сварных конструкциях основной металл в процессе сварки подвергается термическим, механическим и химическим воздействиям. Это приводит к изменениям, его химического состава, структуры, механических свойств, напряженного состояния. Поэтому при выборе металла для сварных конструкций

необходимо считаться не только с его исходными свойствами, но и с теми, которые он приобретает под воздействием сварочного процесса. Это характеризуется свариваемостью материала. Таким образом, технологическая свариваемость является важнейшей комплексной характеристикой, материала [25].

Низколегированная кремнемарганцовистая сталь повышенной прочности 17Г1С широко используются в строительстве нефтепроводов. К низколегированным относят такие стали, которые легированы одним или несколькими элементами при содержании каждого из них $< 2\%$ и суммарном содержании легирующих элементов $< 5\%$ [10].

Сталь 17Г1С изготавливают по следующим ГОСТам: ГОСТ 19281 «Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия», ГОСТ 5520 «Прокат листовой из углеродистой низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия».

Химический состав низколегированной стали 17Г1С должен соответствовать нормам, указанным в таблице 1.2 [3]. Массовая доля хрома, никеля и меди не должна превышать $0,3\%$ каждого, мышьяка – не более $0,08\%$, азота – не более $0,008\%$. Значения эквивалента углерода [C]_э, характеризующего свариваемость стали, не должно превышать $0,44$ [6].

В готовом прокате при условии обеспечения механических свойств стали предельные отклонения по химическому составу должны соответствовать нормам, указанным в таблице 1.3. В зависимости от нормируемых механических свойств листы изготавливают по категориям, указанным в таблице 1.4. Механические свойства стали должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.5 [3].

Таблица 1.2 - Химический состав низколегированной стали 17Г1С

Марка стали	Массовая доля элементов, %							
	углерод	кремний	марганец	сера	фосфор	хром	никель	медь
не более								

17Г1С	0,15-0,2	0,4-0,6	1,15-1,6	0,04	0,035	-	-	-
-------	----------	---------	----------	------	-------	---	---	---

Таблица 1.3 - Предельные отклонения по химическому составу низколегированных сталей

Класс стали	Предельные отклонения в готовом прокате, %							
	углерод	марганец	кремний	хром	молибден	ванадий	сера	фосфор
Низколегированная	±0,02	±0,10	±0,05	±0,05	-	-	+0,005	+0,005

Листы из стали 17Г1С изготавливают термически обработанными (после нормализации или закалки с отпуском) [4]. Элементы, привариваемые непосредственно к корпусу сосуда должны изготавливаться из материалов того же структурного класса, что и корпус.

Таблица 1.4 - Категории изготовления листов по ГОСТ 5520-79

Нормируемая характеристика	Категория												
	2**	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Химический состав	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Механические свойства при растяжении, изгибе	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ударная вязкость КСV при +20 ⁰ С		+							+				
Ударная вязкость КСУ после мех. старения при: +20 ⁰ С			+						+	+	+	+	+
Ударная вязкость КСУ при: -20 ⁰ С				+						+			
-40 ⁰ С					+						+		

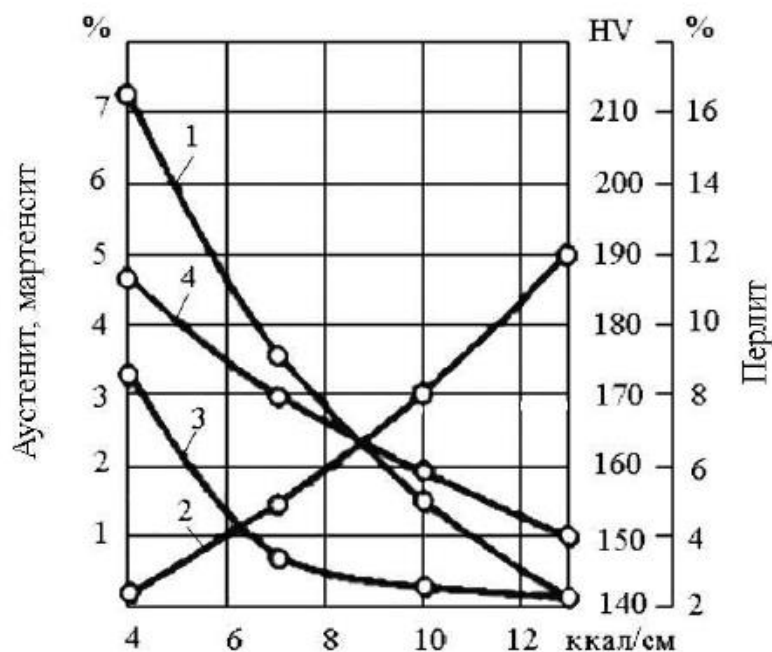
Таблица 1.5 - Механические свойства листов по ГОСТ 5520 при температуре +20⁰С

Марка стали	Толщина металла, мм	Временное сопротивление разрыву	Предел текучести σ_s , Н/мм ²	Относительное удлинение	Ударная вязкость КСУ, не менее
-------------	---------------------	---------------------------------	---	-------------------------	--------------------------------

		$\sigma_B, \text{Н/мм}^2$ (кгс/мм ²)	(кгс/мм ²), не менее	ниже $\delta, \%$	Дж/см ² (кгс.м/см ²), при (-40)°С
17Г1С	До 5	510 (52)	355 (36)	23	-
	От 5 до 10		355 (36)		44 (4,5)
	От 10 до 30		345 (35)		39 (4,0)

Данная сталь, обладает хорошей свариваемостью. Технология сварки должна обеспечивать определенный комплекс требований, основными из которых являются равнопрочность сварного соединения с основным металлом и отсутствие дефектов в сварном шве. Для этого механические свойства металла шва и околошовной зоны должны быть не ниже нижнего предела механических свойств основного металла. До недавнего времени считали, что металл шва низкоуглеродистой низколегированной стали 17Г1С имеет только феррито-перлитную структуру. Поэтому предполагали, что структурные изменения в шве при разных режимах сварки сводятся в основном к изменению соотношения между ферритной и перлитной составляющими, а также изменению степени дисперсности структуры. Более углубленные исследования показали, что при повышенных скоростях охлаждения в швах этой стали кроме феррита и перлита присутствуют также мартенсит, бейнит и остаточный аустенит. Обнаруживаемый в таких швах мартенсит — бесструктурный, а бейнит представляет собой феррито-карбидную смесь высокой дисперсности. Количество указанных структурных составляющих изменяется в зависимости от температурного цикла сварки. При уменьшении погонной энергии количество мартенсита, бейнита и остаточного аустенита в металле шва повышается и дисперсность их увеличивается в соответствии с рисунком 1.3. Так, количество закалочных структур в швах на низкоуглеродистой кремнемарганцевой стали толщиной 12 мм при сварке с погонной энергией $q/v - 4$ ккал/см и скорости охлаждения в интервале температур 400-600 °С, примерно равной 4,5 °С/с, составляет 10-11 %.

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13



1 – мартенсит; 2 – перлит; 3 – остаточный аустенит; 4 – твердость.

Рисунок 1.3 - Изменение количества структурных составляющих и твердости швов на низкоуглеродистой кремнемарганцевой стали (0,14 % C; 1,1 % Mn; 0,75 % Si) в зависимости от погонной энергии.

В швах, выполненных с большой погонной энергией, количество этих структур резко уменьшается. Структура швов этой же стали при погонной энергии 13 ккал/см и скорости охлаждения примерно 0,5-0,6 °C/с состоит только из феррита и перлита. Дополнительное легирование стали марганцем, кремнием и другими элементами способствует образованию в сварных соединениях закалочных структур. Поэтому режим сварки большинства низколегированных сталей ограничивается более узкими (по значению погонной энергии) пределами, чем при сварке низкоуглеродистой стали. В ряде случаев, например, при микролегировании ванадием, ванадием и азотом, а также другими элементами, склонность низколегированной стали к росту зерна в околошовной зоне при сварке незначительна [10].

С целью снижения разупрочнения в околошовной зоне термоулучшенные низколегированные стали следует сваривать при минимально возможной погонной энергии. Обеспечение равнопрочности металла шва с основным металлом достигается в основном за счет легирования его элементами, переходящими из основного металла. Иногда, для повышения прочности и стойкости против хрупкого разрушения, металл шва дополнительно легируют через сварочную проволоку.

Стойкость металла шва против кристаллизационных трещин при сварке низколегированных сталей несколько ниже, чем низкоуглеродистых, в связи с усилением отрицательного влияния углерода некоторыми легирующими элементами, например, кремнием. Повышение стойкости против образования трещин достигается снижением содержания в шве углерода, серы и некоторых других элементов за счет применения сварочной проволоки с пониженным содержанием указанных элементов, а также выбором соответствующей технологии сварки (последовательность выполнения швов, обеспечение благоприятной формы провара) и рациональной конструкции изделия [10].

1.3 Выбор способа сварки

Сосуды в зависимости от конструкции и размеров могут быть изготовлены с применением всех видов промышленной сварки, за исключением газовой сварки.

Применяемые способы сварки должны обеспечить:

- механические свойства сварных соединений не ниже механических свойств свариваемого металла;
- швы должны выполняться с полным проплавлением.

Сварка должна производиться в соответствии с технологической документацией, разработанной с учетом требований НТД.

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами находит широкое применение в производстве сварных конструкций. С помощью ручной дуговой сварки выполняется большой объем сварочных работ при производстве сварных конструкций. Наибольшее применение находит ручная дуговая сварка покрытыми электродами.

Схема процесса ручной дуговой сварки металлическим покрытым электродом показана на рисунке 1.4.

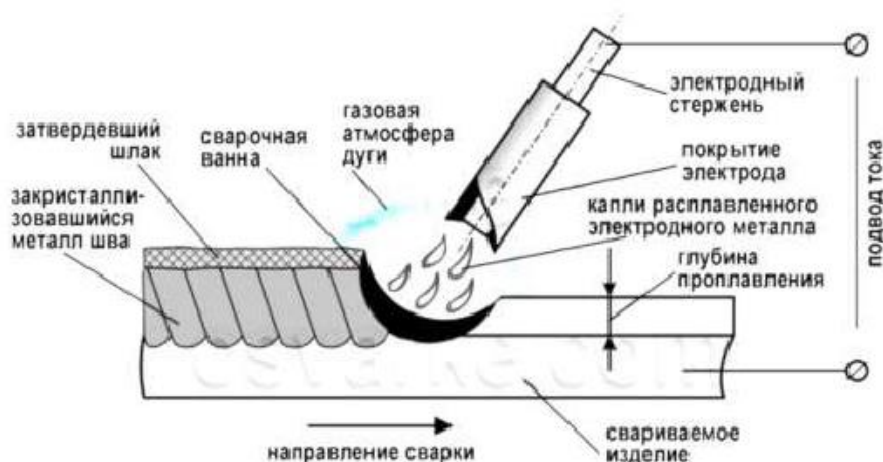


Рисунок 1.4 - Схема сварки покрытым металлическим электродом

Дуга горит между электродным стержнем и основным металлом. Под действием теплоты дуги электрод и основной металл расплавляются, образуя сварочную ванну. Капли жидкого металла с электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток. Вместе с металлическим стержнем плавится и электродное покрытие, образуя, газовую защиту и жидкую, шлаковую пленку на поверхности расплавленного металла. В связи с тем, что большая часть теплоты выделяется на торце металлического стержня электрода, на его конце образуется коническая «втулочка» из покрытия, способствующая направленному движению газового потока. Это улучшает защиту сварочной ванны. По мере движения дуги сварочная ванна охлаждается и затвердевает, образуя, сварной шов. Жидкий шлак также затвердевает и образует на поверхности шва твердую шлаковую корку,

удаляемую после сварки. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств шва при выполнении соединений на разных металлах для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований [21].

При сварке покрытыми электродами перемещение электрода вдоль линии сварки и подачу электрода в зону дуги по мере его плавления осуществляют вручную, При этом возникают частые изменения длины дуги, что отражается на постоянстве основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока. С целью поддержания более стабильного теплового режима в ванне при ручной дуговой сварке применяют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками.

Рациональная область применения дуговой сварки покрытыми электродами - изготовление конструкций из металлов с толщиной соединяемых элементов более 2 мм при небольшой протяженности швов, расположенных в труднодоступных местах и различных пространственных положениях.

Невысокая производительность обусловлена малыми допустимыми значениями плотности тока. Для увеличения производительности используют сварку погруженной дугой, пучком электродов или применяют электроды с железным порошком в покрытии. Ручная дуговая сварка как все виды сварки имеет свои достоинства и недостатки.

Достоинства способа:

- простота оборудования;
- возможность сварки во всех пространственных положениях;
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- быстрый, по времени переход от одного вида материала к другому;

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

- большая номенклатура свариваемых металлов.

Недостатки способа:

- трудозатраты с хранением и подготовкой сварочных электродов;
- затраты времени на замену электрода;
- малая производительность;
- применение ручного труда;
- вредные и тяжёлые условия труда;
- зависимость качества шва от квалификации сварщика.

В целом качество ручной дуговой сварки зависит от правильности выбора параметров режима, состава свариваемых и сварочных материалов, наличие приспособлений, состояние свариваемой поверхности, качества подготовки кромок, сборку кромок под сварку.

Дуговая сварка под слоем флюса получила наибольшее распространение среди различных существующих способов механизированной сварки. Этот способ является универсальным и весьма экономичным, обладает широкими технологическими возможностями и обеспечивает высокое качество сварного соединения. При сварке под слоем флюса электрическая дуга, горящая между торцом электродной проволоки и основным металлом, расплавляет флюс, при этом образуется эластичная шлаковая оболочка, охватывающая всё плавильное пространство.

Пластичная оболочка в форме пузыря, удерживаемая давлением паров газов, непрерывно образующихся при горении дуги, надёжно защищает жидкий металл от воздействия кислорода и азота воздуха и препятствует его разбрызгиванию. Действием мощной электрической дуги расплавленный металл оттесняется от оси дуги в сторону образующегося шва, благодаря чему глубоко проплавляются кромки свариваемого изделия. Кристаллизация металла шва и затвердение расплавленного флюса происходит на значительном расстоянии от плавильного пространства рисунок 1.5.

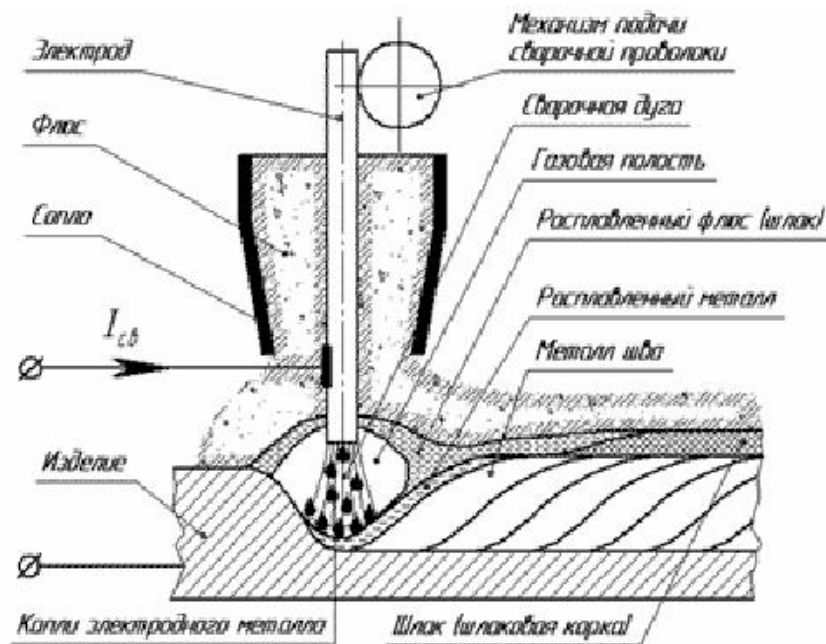


Рисунок 1.5 - Схема сварки под слоем флюса

Флюс, обладая плохой теплопроводностью, замедляет процесс затвердевания металла шва, что способствует выделению газов, растворенных в расплавленном металле шва и предохраняет его от выгорания основных легирующих элементов. Он способствует получению ровных швов, с плавным переходом к основному металлу, без газовых пор и шлаковых включений и высокими механическими свойствами. Практически отсутствуют потери металла на угар и разбрызгивание. Применение высоких плотностей тока в электроде позволяет производить сварку металла значительной толщины без разделки кромок на повышенных скоростях [8].

Достоинства способа:

- повышенная производительность (в 5-10 раз превышающая ручную дуговую сварку);
- минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- отсутствие брызг;
- максимально надёжная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;

- мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- малые затраты на подготовку кадров;

Недостатки способа:

- трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;

трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;

неблагоприятное воздействие на оператора;

нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

При **дуговой сварке в защитных газах** плавящимся электродом проволока подается в зону дуги с помощью механизма со скоростью, равной средней скорости плавления рисунок 1.6. Это обуславливает постоянство средней длины дугового промежутка. Расплавленный металл электродной проволоки переходит в сварочную ванну и, таким образом, участвует в формировании шва. В качестве защитной среды применяют как инертные, так и активные газы, а также их смеси.

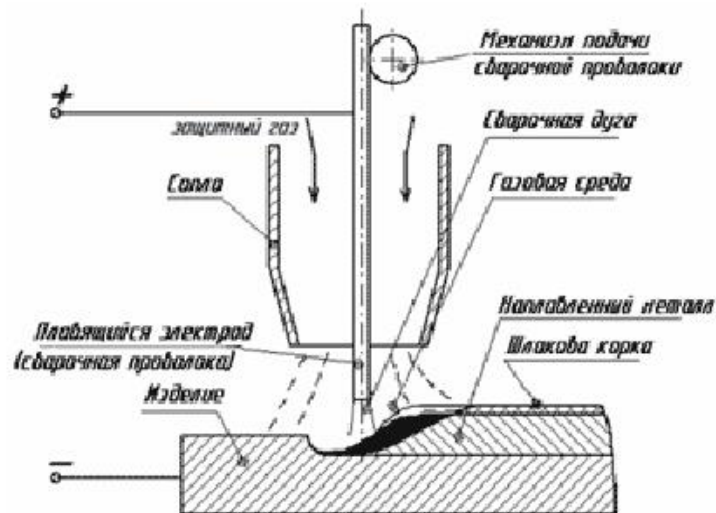


Рисунок 1.6 - Схема сварки в защитных газах

При сварке в защитных газах плавящимся электродом в качестве электродного металла применяют сварочную проволоку близкую по химическому составу к основному металлу. Выбор защитного газа определяется его инертностью к свариваемому металлу, либо активностью, способствующей рафинации металла сварочной ванны. В ряде случаев целесообразно применять смесь инертных и активных газов, чтобы повысить устойчивость дуги, улучшить формирование шва, воздействовать на его геометрические параметры, уменьшить разбрызгивание.

Сварку в защитных газах плавящимся электродом ведут на постоянном токе обратной полярности, т.к. на переменном токе из-за сильного охлаждения столба дуги защитным газом, дуга может прерываться. Скорость подачи сварочной проволоки определяет силу сварочного тока. Для сварки в защитных газах плавящимся электродом характерно высокий процент потерь электродного металла вследствие угара и разбрызгивания. Разбрызгиванию способствует вид переноса электродного металла, зависящий от параметров режима сварки: крупнокапельный, смешанный, мелкокапельный.

Наименьшие потери на разбрызгивание наблюдаются при мелкокапельном переносе электродного металла. В определённом диапазоне

сварочных токов (плотностей сварочных токов) перенос электродного металла приобретает мелкокапельный (струйный характер) [7].

Достоинства способа:

- повышенная производительность (по сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами);
- высокая степень концентрации дуги, обеспечивающая минимальную зону структурных преобразований и относительно небольшие деформации изделия (узкая зона термического влияния);
- стабильность режимов сварки (саморегулирование дуги);
- высокоэффективная защита расплавленного металла, особенно при использовании инертных газов;
- отсутствие необходимости зачищать швы при многослойной сварке, отсутствие шлаковой корки;
- возможность сварки во всех пространственных положениях;
- возможность визуального наблюдения за сварочной ванной и дугой;
- широкий диапазон толщин свариваемых деталей от 0,5 до 120 мм.

Недостатки способа:

- большие потери электродного металла на угар и разбрызгивание (на угар элементов 5-7 %, при разбрызгивании от 10 до 30 %);
- мощное излучение дуги;
- ограничение по сварочному току;
- сварка возможна только на постоянном токе обратной полярности.

Исходя из вышеописанных особенностей всех применяемых видов и способов сварки низколегированной стали 17ГС1, выбираем наиболее рациональный способ дуговой автоматической сварки под слоем флюса для продольных и кольцевых швов корпуса камеры. Так как этот способ позволяет производить сварку с гарантированными режимами сварки, не требует затрат на дополнительное сварочное оборудование, имеет высокую мобильность. Защита расплавленного и электродного металла от вредного

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

влияния воздуха флюсом, обеспечивающего физическую изоляцию металла и зоны сварки от контакта с воздухом и заданную атмосферу в зоне сварки.

1.4 Постановка задач

На основании проведенного анализа основных материалов, используемых для изготовления камеры запуска, а также учитывая конструкцию изделия и требования нормативных документов при изготовлении нужно решить задачи:

- разработать технологический процесс камеры запуска, с применением выбранных способов сварки;
- определить оптимальные режимы сварки;
- выбрать сварочные материалы;
- выбрать стандартное сварочное оборудование;
- разработать оснастку, позволяющую обеспечить требуемое качество изготовления камеры запуска и высокую производительность;
- предусмотреть меры безопасности при выполнении работ при изготовлении камеры запуска .
- провести экономический расчёт ожидаемого эффекта от внедрения технологии;

2. Технологический раздел

2.1 Описание выбранных способов сварки

Технология механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов. При сборке деталей камеры, прихватки выполняются механизированной сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов. При сварке плавящимся электродом дуга горит между электродной проволокой, непрерывно подаваемой в дугу, и изделием. Дуга расплавляет проволоку и кромки изделия, образуя общую сварочную ванну. Зона горения дуги защищается с помощью газа. Основная функция защитного газа - исключить контакт расплавленного металла с окружающей атмосферой. Как правило, сварку низколегированных сталей проводят в углекислом газе, что обусловлено его небольшой стоимостью. Углекислый газ относится к активным газам.

Для механизированной и автоматической сварки во всех пространственных положениях используют проволоку диаметром 0,5-1,4 мм. Значения тока и напряжения дуги должны быть минимальны, однако обеспечивающими устойчивое горение дуги. Увеличение напряжения дуги приводит к резкому возрастанию разбрызгивания и нарушению процесса, особенно при сварке горизонтальных швов. Механизированную сварку в нижнем положении выполняют сварочной проволокой диаметром 0,5-2,5 мм при средних значениях тока и минимальном значении напряжения. При этом обеспечивается минимальное окисление и разбрызгивание металла. Проволоку больших диаметров применяют при автоматической сварке в нижнем положении металла средних толщин. В этом случае сварку можно выполнять на максимальном токе.

Основными правилами сварки низколегированных сталей в среде CO_2 являются:

- обязательное применение низкоуглеродистых электродных проволок с повышенным содержанием элементов-раскислителей (кремния и марганца),

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

предотвращающих образования пор и кристаллизационных трещин в металле шва;

- ограничение глубины проплавления основного металла, содержащего повышенное количество углерода;

- дополнительное легирование металла шва через проволоку элементами, придающими металлу шва требуемые свойства, без снижения стойкости против образования горячих трещин;

- применение термообработки при сварке легированных сталей для снижения вероятности образования горячих трещин;

- травление проволоки перед сваркой в 20-процентном растворе серной кислоты с последующим прокаливанием в течение 2-3 ч при температуре 250-280 °С для уменьшения содержания водорода. [7].

В большинстве случаев, при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей среде CO₂ малую загрязненность металла шва оксидными включениями получают при применении кремнемарганцовистых электродных проволок Св-08Г2С и Св-08ГС.

На свойства металла шва (образование пор, механические свойства) большое влияние оказывают также загрязнения, имеющиеся на поверхности электродной проволоки: технологическая смазка (чаще всего мыло), антикоррозионная смазка (обычно нитрит натрия), ржавчина.

Образование пор при сварке в углекислом газе возможно при нарушении газовой защиты: при чрезмерном удлинении дуги, наличии сквозняков, значительных зазоров в соединениях. Нарушение защиты приводит к повышению содержания кислорода и азота в металле шва и образованию пористости.

Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку и геометрические размеры сварных швов регламентируются ГОСТ 14771.

Металл толщиной до 12 мм можно сваривать без разделки кромок или с V-образной разделкой под углом 50...60°, а большие толщины - с V-, U- и X-

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

образной разделкой. Для улучшения формирования шва применяют поперечные колебания электрода [21].

Автоматической сваркой под флюсом выполняются продольные и кольцевые швы корпуса камеры, толщиной металла 25 и 40 мм. Основные типы соединений, конструктивные элементы и их размеры в настоящее время регламентируются стандартом ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

Качество сварного соединения достигается за счет надежной защиты расплавленного металла от взаимодействия с воздухом, его легирования расплавленным флюсом. Наличие шлака на поверхности шва уменьшает скорость кристаллизации металла сварочной ванны и скорость охлаждения сварного соединения. В результате металл шва не имеет пор, содержит пониженное количество неметаллических включений. Улучшение формы шва и стабильности его размеров, особенно глубины проплавления, обеспечивает стабильность химического состава и других свойств по всей длине шва [8].

Гранулометрический состав флюса (размер его зерен) также влияет на форму шва. Под мелким флюсом швы получаются более узкие, с большой глубиной проплавления и высотой усиления, чем при использовании крупнозернистого флюса.

Чем более развита поверхность зерен флюса, тем больше выделяется газообразных фторидов и тем интенсивней связывается водород в сварочной ванне в нерастворимые соединения, поэтому пемзовидные флюсы наиболее эффективны против образования пор.

Стойкость швов против образования трещин при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей обеспечивают высококремнистые флюсы с высоким содержанием оксидов марганца (35...40 %). Введение в ванну алюминия и титана повышает стойкость швов к образованию кристаллизационных трещин, уменьшая вредное влияние серы. Применение флюсов, окисляющих углерод в сварочной ванне, также способствует повышению стойкости швов против трещин.

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Влияние параметров режима сварки на форму и размеры шва: напряжения дуги, величины сварочного тока, диаметра электродной проволоки, скорости сварки и др. Такие параметры, как наклон электрода или изделия, вылет электрода, грануляция флюса, род тока и полярность оказывают меньшее влияние на форму и размеры шва.

Основным условием для успешного ведения процесса сварки является поддержание стабильного горения дуги. Для этого определенной силе сварочного тока должна соответствовать своя скорость подачи электродной проволоки в соответствии с рисунком 2.1. Скорость подачи должна повышаться с увеличением вылета электрода. При его постоянном вылете увеличение скорости подачи уменьшает напряжение дуги. При использовании легированных проволок, имеющих повышенное электросопротивление, скорость подачи должна возрастать.

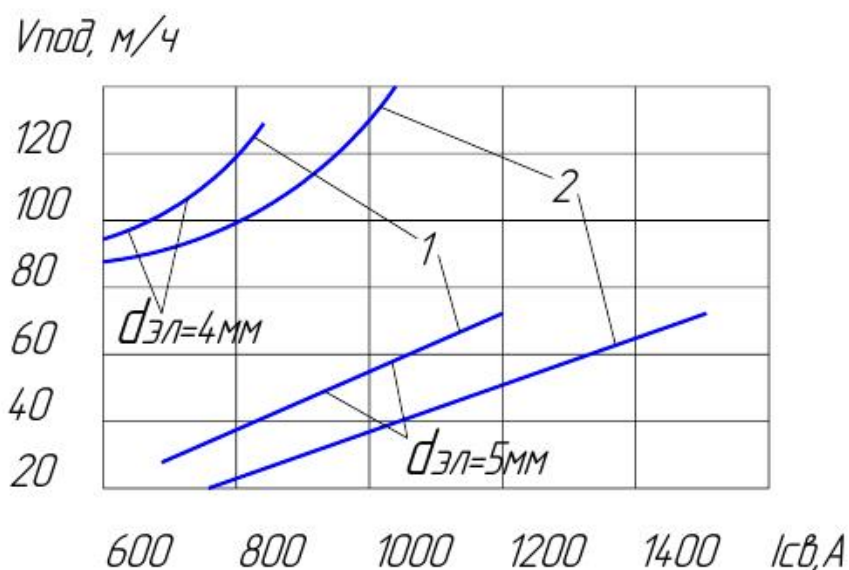


Рисунок - 2.1. Зависимость скорости подачи электродной проволоки от величины сварочного тока при различных диаметрах электродной проволоки и напряжениях дуги: 1-30...32 В; 2-50... 52 В

Наибольшее влияние на форму и размеры шва оказывает сварочный ток. С увеличением сварочного тока глубина проплавления возрастает почти линейно до некоторого значения. Это объясняется ростом давления дуги на поверхность сварочной ванны, которым оттесняется расплавленный металл из-под дуги (улучшаются условия теплопередачи от дуги к основному металлу), и увеличением погонной энергии. Ввиду того что повышается количество расплавляемого электродного металла, увеличивается и высота усиления шва. Ширина шва возрастает незначительно, так как дуга заглубляется в основной металл (находится ниже плоскости основного металла) [9].

При увеличении напряжения дуги (длины дуги) увеличивается ее подвижность и возрастает доля теплоты дуги, расходуемая на расплавление флюса (количество расплавленного флюса). При этом растет ширина шва и глубина его проплавления изменяется незначительно. Этот параметр режима широко используют в практике для регулирования ширины шва.

Влияние скорости сварки на глубину проплавления и ширину шва носит сложный характер. Сначала при увеличении скорости сварки давление дуги все больше вытесняет жидкий металл, толщина прослойки жидкого металла под дугой уменьшается и глубина проплавления возрастает. При дальнейшем увеличении скорости сварки (> 20 м/ч) заметно снижается погонная энергия и глубина проплавления начинает уменьшаться. Во всех случаях при увеличении скорости сварки ширина шва уменьшается. При скорости сварки $> 70...80$ м/ч по обеим сторонам шва возможны несплавления с кромкой или подрезы.

С увеличением вылета электрода возрастает интенсивность его подогрева, а значит, и скорость его плавления. В результате толщина прослойки расплавленного металла под дугой увеличивается и, как следствие этого, уменьшается глубина проплавления. Этот эффект иногда используют при сварке электродными проволоками диаметром 1 ... 3 мм для увеличения количества расплавляемого электродного металла при сварке швов,

образуемых в основном за счет добавочного металла (способ сварки с увеличенным вылетом электрода).

Диаметр электродной проволоки заметно влияет на форму и размеры шва, особенно на глубину проплавления. При отсутствии источников, обеспечивающих необходимый сварочный ток, требуемая глубина проплавления может быть достигнута при уменьшении диаметра используемой электродной проволоки. Род и полярность тока влияют на глубину провара. Сварка на постоянном токе обратной полярности на 40...50 % увеличивает глубину проплавления.

Подготовка элементов к сварке под флюсом проводится любым механическим способом или методом термической резки. Перед началом автоматической сварки следует проверить чистоту кромок, правильность их сборки и направления электрода по оси шва. Металл повышенной толщины сваривают многослойными швами. Перед наложением последующего шва поверхность предыдущего тщательно зачищают от шлака и осматривают с целью выявления наличия в нем наружных дефектов

Сварка под флюсом в большинстве случаев ведется на токе высоких плотностей, поэтому широко применяются автоматы с постоянной скоростью подачи электродной проволоки [1].

2.2 Выбор сварочных материалов

Сварочными называют материалы, обеспечивающие возможность протекания сварочных процессов и получение качественных сварных соединений. К ним относят присадочные металлы, покрытые электроды, флюсы, защитные газы и некоторые другие.

подавляющее большинство швов при сварке выполняют с применением присадочных материалов. Роль их заключается не только в получении необходимой геометрии шва, но и в обеспечении высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

В большинстве случаев состав присадочного металла мало отличается от

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

химического состава свариваемого металла. Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшие количества газов и шлаковых включений [7].

Углекислый газ относится к активным газам. Применение углекислого газа обеспечивает надежную защиту зоны сварки от соприкосновения с воздухом и предупреждает азотирование шва. Углекислый газ CO_2 , выпускают по ГОСТ 8050 – 85, он бесцветный, не ядовит, тяжелее воздуха, хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота бесцветная жидкость, плотность которой изменяется с изменением температуры. Вследствие этого она поставляется по массе, а не по объёму.

Для сварки используют сварочный газ чистотой не менее 99,5%. (хранят и транспортируют его в жидком виде в стальных баллонах емкостью 40 л под давлением 6,0—7,0 МПа. Баллоны окрашивают в черный цвет [7].

Углекислота поставляется по ГОСТ 8050 – 85 в соответствии с таблицей 2.1.

Таблица 2.1 - Состав углекислоты, %

Содержание	Норма		
	Высший сорт	1-й сорт	2-й сорт
CO_2 (не менее)	99,8	99,5	98,8
Максимальная концентрация масел и примесей кг/мм, не более	0,1	0,1	0,1

В углекислом газе не должны содержаться минеральные масла, глицерин, сероводород, соляная, серная и азотная кислоты, спирты, эфиры, органические кислоты и аммиак. В баллонах со сварочной углекислотой не должно быть воды. Повышенное содержание водяных паров в углекислоте может при сварке привести к образованию пор в швах и снизить пластические свойства сварного соединения.

Сварочная проволока сплошного сечения выпускается по ГОСТ 2246-70 и специальным техническим условиям. Высокое качество сварочной проволоки и других присадочных металлов сохраняется при тщательной упаковке и консервации, а также правильным хранением и транспортировкой. Наиболее часто сварочную проволоку поставляют в виде мотков, покрытых консервирующей смазкой. Поверхность мотка обертывают влагонепроницаемой бумагой, полимерной пленкой и т. п. Каждая партия проволоки должна снабжаться сертификатом завода-изготовителя, где указываются, марка проволоки, ее химический состав, номер плавки и другие сведения. Присадочные материалы перед сваркой должны проходить тщательную очистку поверхности. Наличие следов смазки или других загрязнений не допускается. В большинстве случаев требуется и очистка от оксидов. Для удаления жировых загрязнений применяют обезжиривание. Оксидную пленку удаляют травлением, химическим и электрохимическим полированием [8].

Для обеспечения необходимых механических свойств металла шва и высокой стойкости его против кристаллизационных трещин и пор при сварке в среде активного защитного газа стали 17Г1С применяется проволока Св-08Г2С по ГОСТ 2246 диаметром 1,2 мм. Для автоматической сварки под флюсом применяется проволока Св-08ГА по ГОСТ 2246 диаметром 3 мм.

Сварочная проволока изготавливается из стали, химический состав которой приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Химический состав низкоуглеродистой сварочной проволоки по ГОСТ 2246

Марки проволоки	Химический состав, не более %						
	С Углерод	Si Кремний	Mn Марганец	Ni Никель	Cr Хром	S Сера	P Фосфор
Проволока							
Св-08А	0,10	0,03	0,35- 0,60	0,12	0,25	0,030	0,030

Св-08ГА	0,10	0,03	0,80- 1,10	0,10	0,25	0J025	0,030
Св-08Г2С	0,05	0,95	1,80- 2,10	0,20	0,25	0,025	0,030

Содержание, мышьяка не должно превышать 0,08%. В низкоуглеродистой проволоке марки Св-08ГА остаточное содержание алюминия не должно превышать 0,05%. Содержание азота в проволоке - не должно превышать 0,010 %. Сварочную проволоку фасуют в кассеты весом от 5 до 18 кг или наматывается на бобины.

Сварочные флюсы при сварке низкоуглеродистых сталей в основном применяют высокоактивные оксидные флюсы по ГОСТ 9087. Химический состав некоторых высокоактивных плавных флюсов, применяемых для дуговой сварки низкоуглеродистых сталей, приведен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Плавные флюсы для сварки низкоуглеродистых сталей

Марка флюса	Содержание компонентов в %									
	Na ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₂	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	CaF ₂	K ₂ O	Fe ₂ O ₃
АН-348-А	-	44	3	5	5	-	38	4	-	1
ОСЦ-45	-	43	3	5	1	-	41	6	-	1

Кроме плавных флюсов для сварки низкоуглеродистых сталей применяются также керамические флюсы. Преимуществом этих флюсов является возможность вводить в их состав минералы, руды, ферросплавы, металлы и другие компоненты независимо от их взаимной растворимости. Кроме того расход этих флюсов по объему меньше, чем плавных. Общим недостатком керамических флюсов является большая склонность к гидратации и меньшая прочность их зерен по сравнению с плавными стекловидными флюсами.

При всем своем многообразии любое сочетание флюс - проволока должно оцениваться по основным факторам: обеспечение требуемого уровня

механических свойств соединений, невысокая стоимость сварочных работ (с учетом производительности процесса, сварочно-технологических свойств флюса, расходов на подготовку флюса к сварке и удаление шлаковой корки, санитарно-гигиенических требований и т. п.) [8].

2.3 Выбор режимов сварки

Выбор режимов автоматической сварки под слоем флюса включает в себя следующие параметры: силу сварочного тока - $I_{св}$; диаметр электродной проволоки - $d_э$, напряжение дуги - $U_д$; род тока и полярность; скорость сварки - $V_{св}$; скорость подачи электродной проволоки - $V_{пш}$; вылет электрода - L

Рекомендуемые режимы автоматической многопроходной сварки стыковых швов приведены в таблицах 2.4 и 2.5.

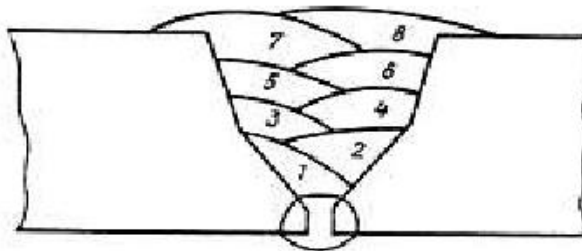
Таблица 2.4 - Рекомендуемые режимы автоматической двухсторонней сварки стыковых швов под флюсом АН-348А

g, мм	Порядковый номер слоя	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, м/ч
40	1	3	800-900	42-44	50-60
	Последующее	3	800-1000	44-46	45-55
	Облицовочный	3	750-900	46-48	40-45

Таблица 2.5 - Рекомендуемые режимы сварки автоматической односторонней сварки стыковых швов под флюсом АН-348А

g, мм	Порядковый номер слоя	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, м/ч
25	1	3	750-850	44-46	45-55
	2-5		800-900	46-48	40-45

При сварке разрешается наложение заполняющих (первого, второго и т.д.) и облицовочного слоев шва параллельными (с перекрытием) проходами рисунок 2.2. В этом случае напряжение горения дуги снижают на 2-4 В и скорость сварки увеличивают не менее чем на 20 % [2].



1-8 - порядковые номера слоев

Рисунок 2.2 - Рекомендуемая схема наложения швов при односторонней автоматической сварке под флюсом параллельными проходами

Выбор режимов полуавтоматической сварки в защитном газе

Основными параметрами режима полуавтоматической сварки в защитных газах являются диаметр электродной проволоки d_w , сварочный ток $I_{св}$, напряжение дуги U_d , скорость подачи электродной проволоки $V_{пп}$ и расход защитного газа Q_r . А так же такие параметры как скорость сварки $V_{св}$, род тока, погонная энергия сварки $q_{п}$.

На основании обобщений опытных данных, приведенных в таблице 2.6. рекомендуемый диапазон режимов сварки [26].

Таблица 2.6 - Рекомендуемые параметры режима механизированной сварки плавящимся электродом в среде CO_2 газов

Диаметр сварочной проволоки $d_{св пр}$, мм	Сварочный ток, А $I_{св}$, А	Напряжение дуги, В U_d , В	Вылет электрода, мм	Расход CO_2 , л/мин
0,8	50-120	17-20	6-10	8-10
1,0	50-180	20-23	7-12	8-10
1,2	120-260	21-24	8-12	8-10
1,4	130-350	21-25	10-14	10-13

1,6	150-420	21-28	12-18	13-16
2,0	200-500	26-34	14-20	13-16

2.4 Технологический процесс

Технологический процесс изготовления камеры запуска средств очистки и диагностики линейной части магистральных нефтепроводов включает в себя следующие операции:

- Входной контроль материалов, покупных изделий на соответствие ГОСТам, сертификатам и другой нормативно-технической документации;
- изготовление сборочных единиц;
- визуально измерительный и радиографический контроль продольных швов обечаек.
- сборочно-сварочная корпуса камеры;
- визуально измерительный и радиографический контроль кольцевых швов корпуса камеры;
- сборочно-сварочная камеры (установка крепежных деталей);
- термообработка;
- гидравлические испытание камеры на прочность;
- покрасочная;
- маркировочная;
- упаковочная.

Технологический процесс изготовления корпуса камеры

Общие требования к выполнению сборочно-сварочных операций:

- перед выполнением прихваток и каждого сварного шва свариваемые кромки и прилегающая поверхность должны быть зачищены от грязи, масла на ширину не менее 20 мм;

- перед выполнением каждого последующего слоя шва, поверхность прихваток и предыдущего слоя должна быть очищена от шлака и брызг наплавленного металла;
- после окончания сварки поверхность облицовочного слоя шва также должна быть очищена от шлака и брызг;
- после каждой операции проводится контроль внешним осмотром и измерением на соответствие НД.

Операция сборки продольного шва обечайки выполняется на стапеле и включает следующие переходы:

- Установить и закрепить заготовку на стапеле.
- Зачистить свариваемые кромки и прилегающие поверхности на ширину 20 мм от грязи, масла и ржавчины.
- Приварить струбцины и винтовые стяжки к заготовке.
- Стыковать кромки обечаек. Допуск смещения кромок под сварку не более 3 мм. Величина зазора под сварку - $2 (+2-1)$ мм Размеры под сварку по ГОСТ 8713 в соответствии с рисунком 2.3.

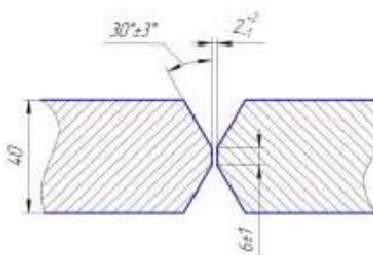


Рисунок 2.3 - Конструктивные элементы подготовленных кромок сварного соединения

- Прихватить кромки обечаек. Длина прихватки 40-60 мм, через 400-500 мм, количество прихваток не менее 5 шт., высота - 5-6 мм. Режимы сварки в соответствии с таблицей 2.6.
- Прихватить к обечайке входные и выходные технологические планки. Размеры планок 100x100x40мм.
- Зачистить прихватки от шлака и брызг металла.

Оборудование:

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

- Машина УШМ-230/2300М шлиф. Угловая
- Св. источник FastMig Synergic KMS 500
- Св. полуавтомат FastMig Synergic MSF55
- Стапель

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Щетка металлическая
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75
- Струбцины
- Винтовые стяжки

Материалы:

- Проволока 1,2 Св08Г2С ГОСТ 2246-70
- Углекислый газ ГОСТ 8050
- Круг шлифовальный
- Ветошь ГОСТ 5354-74

Контрольная:

- Контролировать внешний вид кромок. Не допускаются расслоения, закаты, трещины.

Контролировать:

- смещение кромок не более 3 мм;
- продольное смещение не более 3 мм;
- зазор под сварку 2(+2-1) мм.
- Контролировать размеры и количество прихваток.
- Контролировать качество прихваток. Прихватки не должны иметь пор, трещин, кратеров, подрезов.

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75

Операция сварки продольного шва обечайки выполняется на стенде для сварки продольных швов обечаек и включает следующие переходы:

- Установить и закрепить обечайку на стенде для сварки внешнего шва, подвести трактор проверить соосность электрода и шва по всей длине изделия.
- Заварить корневой шов обечайки.
- Заварить заполняющие швы, количество слоев не менее 4. Каждый слой зачищать от окалины и брызг.
- Произвести сварку облицовочного шва. Размеры шва по ГОСТ 8713 рисунок 2.4. Режимы сварки в таблице 2.4.
- Произвести зачистку шва и прилегающие поверхности от шлака и брызг металла.
- Установить обечайку на стенде для сварки внутреннего шва.

Зачистить корневой шов.

- Настроить трактор, проверив соосность электрода и шва по всей длине изделия.
- Заварить заполняющие швы, количество слоев не менее 4. Каждый слой зачищать от окалины и брызг.
- Произвести сварку облицовочного шва. Размеры шва по ГОСТ 8713 рисунок 2.4. Режимы сварки в таблице 2.4.

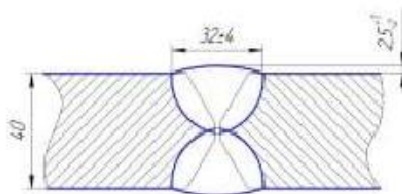


Рисунок 2.4 - Конструктивные размеры сварного шва

- Произвести зачистку шва и прилегающие поверхности от шлака и брызг металла.
- Контролировать размеры сварного шва.

– Поставить клеймо сварщика. Клеймо следует располагать в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва и на расстоянии 20 - 50 мм от кромки сварного шва с наружной сторон.

– Провести радиографический контроль сварного соединения.

– Обработать кромки обечайки на токарном станке в соответствии с рисунком 2.11.

Оборудование:

– Св. источник Lincoln Idealarc DC 1000

– Св. трактор Lincoln LT7

– Стенд для автоматической сварки под слоем флюса продольных швов обечаек

– Токарный станок 1А65

Инструмент:

– Шаблон сварщика УШС-3

– Угломер типа 1-2 ГОСТ5378-88

– Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

– Щетка металлическая

– Клеймо сварщика

– Молоток ГОСТ 2310-77

Материалы:

– Проволока 3,0 Св-08ГА ГОСТ 2246-70

– Флюс АН-348А ГОСТ 9087

Операция сборки продольного шва эксцентрического перехода выполняется на стапеле и включает следующие переходы:

– Установить и закрепить заготовку на стапеле.

– Зачистить свариваемые кромки и прилегающие поверхности на ширину 20 мм от грязи, масла и ржавчины.

– Приварить струбцины и винтовые стяжки к заготовке.

– Стыковать кромки перехода. Допуск смещения кромок под сварку не

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

более 3 мм. Величина зазора под сварку - $0 + 2$ мм. Размеры под сварку по ГОСТ 8713 в соответствии с рисунком 2.5.

– Прихватить кромки . Длина прихватки 40-60 мм, через 300 мм, количество прихваток не менее 3 шт., высота - 5-6 мм. Режимы сварки в таблице 2.6.

– Прихватить к переходу входные и выходные технологические планки. Размеры планок 100x100x25мм.

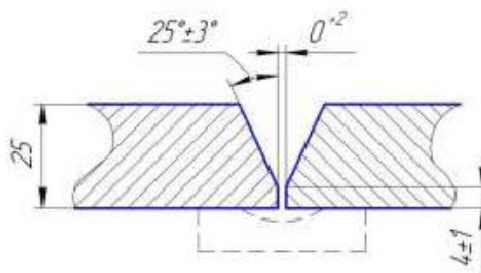


Рисунок 2.5 - Конструктивные элементы подготовленных кромок сварного соединения

7. Зачистить прихватки от шлака и брызг металла.

Оборудование:

- Машина УШМ-230/2300М шлиф. угловая
- Св. источник FastMig Synergic KMS 500
- Св. полуавтомат FastMig Synergic MSF55

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75
- Щетка металлическая
- Струбцины
- Винтовые стяжки

Материалы:

- Проволока 1,2 Св08Г2С ГОСТ 2246-70

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

- Углекислый газ ГОСТ 8050
- Круг шлифовальный
- Ветошь ГОСТ 5354-74

Контрольная:

- Контролировать внешний вид кромок. Не допускаются расслоения, закаты, трещины
- Контролировать:
 - смещение кромок не более 3 мм;
 - продольное смещение не более 3 мм;
 - зазор под сварку 0+2 мм.
- Контролировать размеры и количество прихваток.
- Контролировать качество прихваток. Прихватки не должны иметь пор, трещин, кратеров, подрезов.

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75

Операция сварки продольного шва эксцентрического перехода выполняется на стенде для сварки продольных швов обечаек и включает следующие переходы:

- Установить и закрепить переход на стенде, подвести трактор проверить соосность электрода и шва по всей длине изделия.
- Заварить корневой шов.
- Заварить заполняющие швы, количество слоев не менее 3. Каждый слой зачищать от окалины и брызг.
- Произвести сварку облицовочного шва. Размеры шва по ГОСТ 8713 рисунок 2.6. Режимы сварки в таблице 2.5.
- Произвести зачистку шва и прилегающие поверхности от шлака и брызг металла.

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

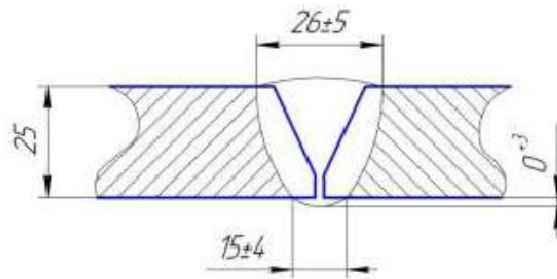


Рисунок 2.6 - Конструктивные размеры сварного шва

- Контролировать размеры сварного шва.
- Поставить клеймо сварщика. Клеймо следует располагать в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва и на расстоянии 20 - 50 мм от кромки сварного шва с наружной стороны.
- Провести радиографический контроль сварного соединения.

Оборудование:

- Св. источник Lincoln Idealarc DC 1000
- Св. трактор Lincoln LT7
- Стенд для автоматической сварки под слоем флюса продольных стыков обечаек

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Щетка металлическая
- Клеймо сварщика
- Молоток ГОСТ 2310-77

Материалы:

- Проволока 3,0 Св-08ГА ГОСТ 2246-70
- Флюс АН-348А ГОСТ 9087

Операция сборки кольцевого шва обечайки и эксцентрического перехода выполняется на стапеле и включает следующие переходы:

- Установить обечайку и переход на стапеле.
- Состыковать с помощью центратора обечайку и переход, допуск

смещения кромок не более 3 мм, отклонение от прямолинейности не более 1,5 мм на длине 1 м.

– Прихватить кромки обечаек. Размеры под сварку по ГОСТ 8713 в соответствии с рисунком 2.7. Количество прихваток не менее 5-ти шт. на один стык, длина прихватки 40-60 мм, высота прихватки 5-6 мм. Режимы сварки в таблице 2.6.

– Зачистить прихватки от шлака и брызг металла.

Оборудование:

- Машина УШМ-230/2300М шлиф. угловая
- Св. источник FastMig Synergic KMS 500
- Св. полуавтомат FastMig Synergic MSF55
- Станок
- Цепной центратор D236 Chain Clamp

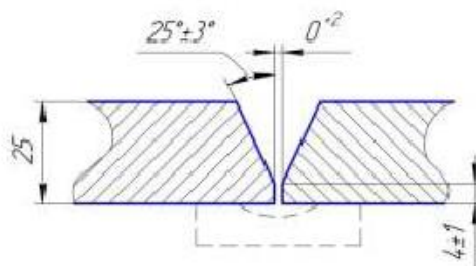


Рис. 2.7 Конструктивные элементы подготовленных кромок сварного соединения

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75
- Щетка металлическая

Материалы:

- Проволока 1,2 Св08Г2С ГОСТ 2246-70
- Углекислый газ ГОСТ 8050
- Круг шлифовальный

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

- Ветошь ГОСТ 5354-74

Контрольная:

- Контролировать внешний вид кромок. Не допускаются расслоения, закаты, трещины
- Контролировать:
 - смещение кромок не более 3 мм;
 - зазор под сварку 0+2 мм
 - отклонение от прямолинейности не более 1,5 мм на длине 1 м
- Контролировать размеры и качество прихваток. Прихватки не должны иметь пор, трещин, кратеров, подрезов.

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75
- Линейка поверочная ШД-1600 ГОСТ 8026-92

Операция сварки кольцевого шва обечайки и эксцентрического перехода выполняется на стенде для сварки кольцевых швов обечаек и включает следующие переходы:

- Установить обечайку на вращатель.
- Установить сварочную головку по центру сварного шва.
- Заварить корневой шов обечайки.
- Заварить заполняющие швы, количество слоев не менее 3. Каждый слой зачищать от окалины и брызг. Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва должны быть удалены от продольных швов обечаек на расстояние не менее 100 мм. Размер перекрытия шва не менее 50 мм. Места начала и окончания сварки соседних проходов должны быть смещены относительно друг друга на расстояние не менее 30 мм.
- Произвести сварку облицовочного шва. Размеры шва по ГОСТ 8713 рисунок 2.8. Режимы сварки в таблице 2.4.

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

- Произвести зачистку шва и прилегающие поверхности от шлака и брызг металла.

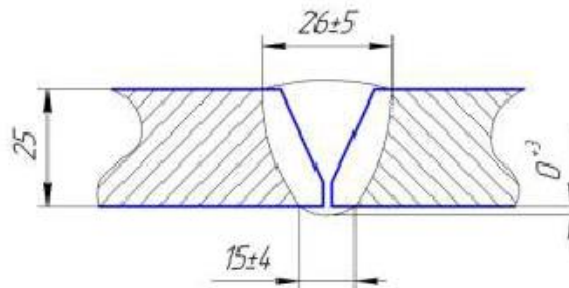


Рис.2.8 Конструктивные размеры сварного шва

- Контролировать размеры сварного шва.
- Поставить клеймо сварщика. Клеймо следует располагать в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва и на расстоянии 20 - 50 мм от кромки сварного шва с наружной стороны.
- Провести радиографический контроль сварного соединения.

Оборудование:

- Св. источник Lincoln Idealarc DC 1000
- Св. головка Lincoln NA5
- Вращатель сварочный М11080-II.
- Роликовый стенд Т-30А
- Велосипедная тележка ВТ-2
- Флюсомедное подкладное кольцо

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Щетка металлическая
- Клеймо сварщика
- Молоток ГОСТ 2310-77

Материалы:

- Проволока 3,0 Св-08ГА ГОСТ 2246-70
- Флюс АН-348А ГОСТ 9087

Операция сборки кольцевого шва обечайки и эксцентрического перехода

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

выполняется на стенде для сварки кольцевых швов обечаек и включает следующие переходы:

- Установить на обечайку $\varnothing 1020$ мм эксцентрическое компенсирующее кольцо, соблюдая разметку.
- Установить обечайки на роликовый стенд
- Выставить соосность обечаек при помощи роликов стенда.
- Состыковать с помощью центратора переход с обечайкой $\varnothing 1220$ мм, допуск смещения кромок не более 3 мм, отклонение от прямолинейности не более 1,5 мм на длине 1 м.
- Прихватить кромки обечаек. Размеры под сварку по ГОСТ 8713 в соответствии с рисунком 2.9. Количество прихваток не менее 6-ти шт. на один стык, длина прихватки 40-60 мм, высота прихватки 5-6 мм. Режимы сварки в таблице 2.6.
- Зачистить прихватки от шлака и брызг металла.

Оборудование:

- Св. источник FastMig Synergic KMS 500
- Св. полуавтомат FastMig Synergic MSF55
- Вращатель сварочный M11080-II.
- Роликовый стенд Т-30А
- Велосипедная тележка ВТ-2
- Цепной центратор D236 Chain Clamp
- Флюсомедное подкладное кольцо
- Эксцентрическое компенсирующее кольцо
- Машина УШМ-230/2300М шлиф. Угловая

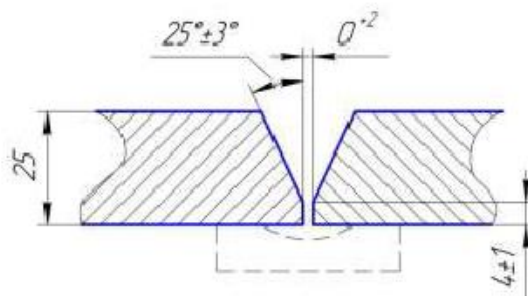


Рис. 2.9 - Конструктивные элементы подготовленных кромок сварного соединения

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Линейка поверочная ШД-1600 ГОСТ 8026-92
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Щетка металлическая
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75

Материалы:

- Проволока 1,2 Св08Г2С ГОСТ 2246-70
- Углекислый газ ГОСТ 8050
- Круг шлифовальный
- Ветошь ГОСТ 5354-74

Контрольная:

- Контролировать внешний вид кромок. Не допускаются расслоения, закаты, трещины
- Контролировать:
 - смещение кромок не более 3 мм;
 - зазор под сварку 0+2 мм
 - отклонение от прямолинейности не более 1,5 мм на длине 1 м
- Контролировать размеры и качество прихваток. Прихватки не должны иметь пор, трещин, кратеров, подрезов.

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Линейка поверочная ШД-1600 ГОСТ 8026-92
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75

Операция сварки кольцевого шва обечайки Ø 1220 мм и эксцентрического выполняется на стенде для сварки кольцевых швов обечаек и включает

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

следующие переходы:

- Установить обечайку на вращатель.
- Установить сварочную головку по центру сварного шва.
- Заварить корневой шов.
- Заварить заполняющие швы, количество слоев не менее 3. Каждый слой зачищать от окалины и брызг. Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва должны быть удалены от продольных швов обечаек на расстояние не менее 100 мм. Размер перекрытия шва не менее 50 мм. Места начала и окончания сварки соседних проходов должны быть смещены относительно друг друга на расстояние не менее 30 мм.
- Произвести сварку облицовочного шва. Размеры шва по ГОСТ 8713 рисунок 2.10. Режимы сварки в таблице 2.4.
- Произвести зачистку шва и прилегающие поверхности от шлака и брызг металла.

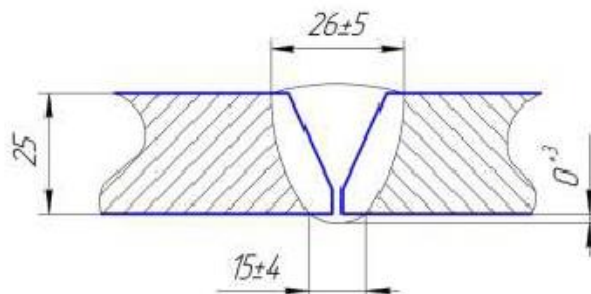


Рисунок 2.10 - Конструктивные размеры сварного шва

- Контролировать размеры сварного шва.
- Поставить клеймо сварщика. Клеймо следует располагать в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва и на расстоянии 20 - 50 мм от кромки сварного шва с наружной стороны.
- Провести радиографический контроль сварного соединения.

Оборудование:

- Св. источник Lincoln Idealarc DC 1000
- Св. головка Lincoln NA5
- Вращатель сварочный M11080-II.

- Роликовый стенд Т-30А
- Велосипедная тележка ВТ-2
- Цепной центратор D236 Chain Clamp
- Флюсомедное подкладное кольцо

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Линейка поверочная ШД-1600 ГОСТ 8026-92
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75
- Щетка металлическая
- Клеймо сварщика
- Молоток ГОСТ 2310-77

Материалы:

- Проволока 3,0 Св-08ГА ГОСТ 2246-70
- Флюс АН-348А ГОСТ 9087

Операция сборки кольцевого шва обечаек наружным Ø 1220 мм и Ø 1250мм выполняется на стенде для сварки кольцевых швов обечаек и включает следующие переходы:

- Установить обечайки на роликовый стенд
- Выставить соосность обечаек при помощи роликов стенда.
- Состыковать с помощью центратора обечайки, допуск смещения кромок не более 3 мм, отклонение от прямолинейности не более 1,5 мм на длине 1 м.
- Прихватить кромки обечаек. Размеры под сварку по ГОСТ 8713 в соответствии с рисунком 2.11. Количество прихваток не менее 6-ти шт. на один стык, длина прихватки 40-60 мм, высота прихватки 5-6 мм. Режимы сварки в таблице 2.6.

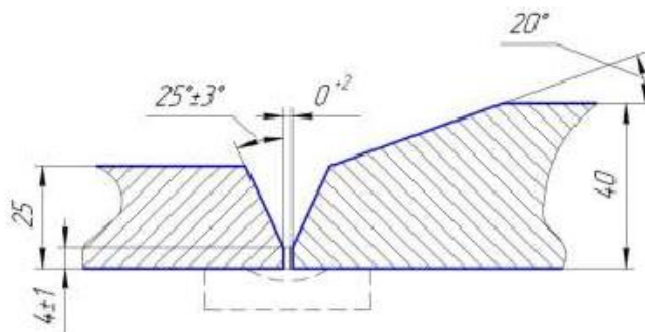


Рисунок 2.11 - Конструктивные элементы подготовленных кромок сварного соединения

- Зачистить прихватки от шлака и брызг металла.

Оборудование:

- Св. источник FastMig Synergic KMS 500
- Св. полуавтомат FastMig Synergic MSF55
- Вращатель сварочный М11080-II.
- Роликовый стенд Т-30А
- Велосипедная тележка ВТ-2
- Цепной центратор D236 Chain Clamp
- Флюсомедное подкладное кольцо
- Машина УШМ-230/2300М шлиф. Угловая

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Линейка поверочная ШД-1600 ГОСТ 8026-92
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Щетка металлическая
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75

Материалы:

- Проволока 1,2 Св08Г2С ГОСТ 2246-70
- Углекислый газ ГОСТ 8050
- Круг шлифовальный
- Ветошь ГОСТ 5354-74

Контрольная:

- Контролировать внешний вид кромок. Не допускаются расслоения, закаты, трещины
- Контролировать:
 - смещение кромок не более 3 мм;
 - зазор под сварку 0+2 мм
 - отклонение от прямолинейности не более 1,5 мм на длине 1 м
- Контролировать размеры и качество прихваток. Прихватки не должны иметь пор, трещин, кратеров, подрезов.

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Линейка поверочная ШД-1600 ГОСТ 8026-92
- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75

Операция сварки кольцевого шва обечаек наружным Ø 1220 мм и Ø 1250мм выполняется на стенде для сварки кольцевых швов обечаек и включает следующие переходы:

- Установить сварочную головку по центру сварного шва.
- Заварить корневой шов.
- Заварить заполняющие швы, количество слоев не менее 3. Каждый слой зачищать от окалины и брызг. Места начала и окончания сварки каждого слоя сварного шва должны быть удалены от продольных швов обечаек на расстояние не менее 100 мм. Размер перекрытия шва не менее 50 мм. Места начала и окончания сварки соседних проходов должны быть смещены относительно друг друга на расстояние не менее 30 мм.
- Произвести сварку облицовочного шва. Размеры шва по ГОСТ 8713 рисунок 2.12. Режимы сварки в таблице 2.4.
- Произвести зачистку шва и прилегающие поверхности от шлака и брызг металла.

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

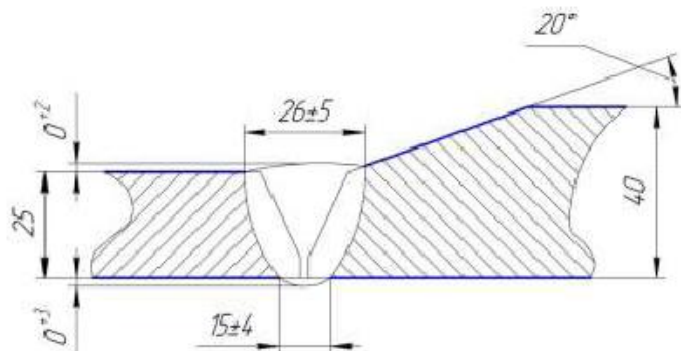


Рисунок 2.12 - Конструктивные размеры сварного шва

- Контролировать размеры сварного шва.
- Поставить клеймо сварщика. Клеймо следует располагать в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва и на расстоянии 20 - 50 мм от кромки сварного шва с наружной стороны.
- Провести радиографический контроль сварного соединения.

Оборудование:

- Св. источник Lincoln Idealarc DC 1000
- Св. головка Lincoln NA5
- Вращатель сварочный M11080-II.
- Роликовый стенд Т-30А
- Велосипедная тележка ВТ-2
- Цепной центратор D236 Chain Clamp
- Флюсомедное подкладное кольцо

Инструмент:

- Шаблон сварщика УШС-3
- Линейка поверочная ШД-1600 ГОСТ 8026-92
- Набор щупов № 3 ГОСТ 882-75
- Щетка металлическая
- Клеймо сварщика
- Молоток ГОСТ 2310-77

Материалы:

						ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			52

- Проволока 3,0 Св-08ГА ГОСТ 2246-70
- Флюс АН-348А ГОСТ 9087

2.5 Требования к контролю качества сварных соединений

Контроль качества сварных соединений камер должен проводиться в соответствии с требованиями ПБ 03-576-03, ПБ 03-584-03.

При операционном контроле кромки подготовленных под сварку элементов камер должны проверяться визуальным осмотром для выявления дефектов металла. Не допускаются расслоения, закаты, трещины.

Кромки элементов камер и прилегающие к кромкам зоны шириной не менее 50 мм в объеме 100 %, независимо от толщины, дополнительно должны контролироваться ультразвуковым методом для выявления трещин, расслоений и т.д.

Оценка качества сварных соединений камер должна проводиться с использованием следующих методов контроля:

- визуальный контроль и измерения;
- радиографический и ультразвуковой контроль;
- цветная и магнитопорошковая дефектоскопия.

Визуальный и измерительный контроль должны предшествовать контролю другими методами. Визуальный и измерительный контроль должны проводиться в соответствии с требованиями РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».

Визуальному контролю и измерению подлежат все сварные соединения для выявления наружных недопустимых дефектов. В сварных соединениях не допускаются следующие наружные дефекты:

- трещины всех видов и направлений;
- свищи и пористость наружной поверхности шва;
- подрезы;
- наплавы, прожоги и незаплавленные кратеры;

- смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов свыше предусмотренных ПБ 03-584-03;
- поверхность шва не должна иметь грубую чешуйчатость (превышение гребня над впадиной не должно быть более 1 мм).

Для выявления внутренних дефектов все стыковые сварные соединения корпуса камер подлежат ультразвуковому и радиографическому контролю в объеме 100 %. Радиографический контроль сварных соединений камеры выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82.

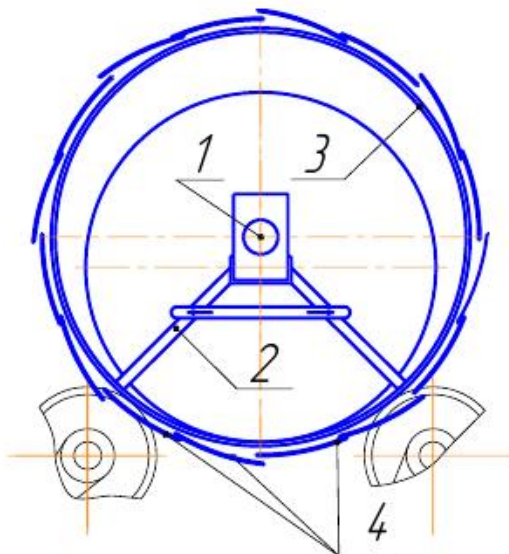
В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

- трещины всех видов и направлений, в том числе микротрещины, выявленные при микроисследовании;
- непровары (несплавления), расположенные в сечении сварного соединения;
- поры, шлаковые, вольфрамовые и окисные включения, выявленные радиографическим методом, выходящие за пределы норм, установленных в соответствии с таблицей 2.7. Схема просветки кольцевых швов камеры в соответствии с рисунком 2. 13.

Таблица 2.7 – Нормы допустимых дефектов выявленные радиографическим методом

Толщина свариваемых элементов (мм)	Поры или включения (мм)		Суммарная длина(мм)
	Ширина (диаметр)	Длина	
Свыше 20 до 26	1,2	2,5	12,0
Свыше 34 до 45	2,0	4,0	20,0

* Поры и включения с расстояниями между ними не более трех максимальных диаметров не допускаются.



1 - Рентгеновский аппарат «АРИНА»- 5; 2 – штатив; 3 - контролируемый кольцевой шов; 4- кассеты с пленкой

Рисунок 2.13 – Схема панорамной просветки кольцевых швов камеры запуска

Ультразвуковой контроль сварных соединений выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 14782 и разработанной технологической картой контроля. В качестве браковочных параметров используют эквивалентную площадь $S_{\text{деф}}$, условную протяженность ΔL , суммарную протяженность фиксируемых дефектов ΣD на единицу длины шва. Оценку максимальной эквивалентной площади дефекта проводят для максимального эхосигнала независимо от направления прозвучивания, при котором он получен, путем сравнения с известной эквивалентной площадью отражателя в СОП. Максимально допустимую эквивалентную площадь, указанную в таблице 2.8, считают недопустимым $S_{\text{деф}} > S_{\text{брак}}$.

Таблица 2.8 - Максимально допустимая эквивалентная площадь

Толщина стенки камеры t , мм	Максимально допустимая эквивалентная площадь $S_{\text{брак}}$, мм ²
$20,0 \leq t < 26,0$	2,50
$26,0 \leq t \leq 40,0$	3,50

Дефект, условная ΔL и суммарная ΣD протяженность которых превышает значение указанное в таблице 2.9, считают недопустимым.

Таблица 2.9 - Максимально допустимое значение условной ΔL и суммарной ΣD протяженности дефектов

Максимально допустимые величины, мм	Величины ΔL и ΣD , мм
ΣD	25(ΣD не должна быть более 1/6 длины шва)
ΔL	$\Delta L > 12,5$

Цветной или магнитопорошковой дефектоскопии подвергаются сварные соединения, недоступные для осуществления контроля радиографическим или ультразвуковым методом. Необходимый объем контроля должен определяться в технической документации на камеру.

Количество допустимых исправлений одного и того же дефекта деталей, работающих под давлением, требующих проведения сварочных работ либо повторной термообработки не более двух

Результаты исправлений дефектов (вид дефекта, расположение, размеры, метод исправления и т.д.) должны фиксироваться в отчетной документации (протокол) и прикладываться к паспорту камеры [15].

Механические свойства сварных соединений должны быть не ниже указанных в таблице 2.10 [17]

Таблица 2.10 - Механические свойства сварных соединений

Механические свойства	Для низколегированных сталей
Временное сопротивление разрыву при температуре 20 ⁰ С	Временное сопротивление разрыву должно быть не ниже минимального значения временного сопротивления разрыву основного металла по стандарту или техническим условиям для данной марки стали
Минимальное значение ударной вязкости, Дж/см ² при температуре минус 40 ⁰ С на образцах КСЧ	29,4

Минимальное значение угла загиба, град, при отсутствии трещин или надрывов длиной более 20 % его ширины, но не более 5 мм	150°
После термообработки корпусные детали должны иметь твердость не более	240 HV ₁₀
Твердость в зоне термического влияния основного металла и сварного шва должна быть не более	275 HV ₁₀

2.6 Изменения, внесенные в базовый технологический процесс

В базовую технологию были внесены изменения с целью гарантировать качество сварных швов, повысить производительность труда, облегчить операции сборки и сварки, а также сократить время изготовления изделия за счёт механизации и автоматизации сварочных процессов. В ходе разработки дипломного проекта в базовый технологический процесс были внесены следующие изменения:

1. Полуавтоматическая сварка продольных швов (с подваркой корня шва) была заменена на автоматическую сварку под флюсом на флюсовой подушке. Данное изменение значительно уменьшило разбрызгивание металла.

2. Полуавтоматическая сварка кольцевых швов (с подваркой корня шва) была заменена на автоматическую сварку под флюсом на флюсомедной подкладке. Данное изменение позволило выполнить одностороннюю сварку без подварки корня шва.

3. Ручная сборка кольцевых швов обечаек заменена на сборку с помощью цепного центратора D236 Chain Clamp, что заметно облегчает труд слесаря и улучшает технико-экономические показатели.

4. Сварочный источник питания ВДУ-506С УЗ с полуавтоматом ПДГО-510 УЗ.1 с был заменен на сварочный полуавтомат FastMig Synergic FMS 55 с источником питания FastMig Synergic KMS 500 производства фирмы КЕМРПИ. Сварочное оборудование FastMigTM Synergic имеет легкий вес,

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

компактную модульную конструкцию, снабжено синергетическими программами для наиболее часто применяемых материалов, опционально программным обеспечением сварочного процесса для быстрой и аккуратной сварки корневого шва, а также интегрированную систему контроля данных, которая позволяет хранить и передавать на ПК информацию о применяемых сварщиком режимах сварки.

5. Для сварки продольных и кольцевых швов используем установку автоматической сварки под флюсом LINKOLN ELECTRIC, вместо полуавтоматической сварки в углекислом газе. Применение автоматической сварки позволяет повысить производительность труда, использовать сварщика с меньшим квалификационным разрядом, а также снизить воздействие вредных факторов труда на работника.

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

3. Конструкторский раздел

3.1. Выбор стандартного сварочного оборудования

Сварочный источник питания Lincoln Idealarc DC 1000 применяют для автоматической сварки под слоем флюса.

Оснащение: Источник сварочного тока, трансформаторного типа с тиристорным управлением в соответствии с рисунком 3.1. Универсальная модель, с жесткой и подающей внешней характеристикой. Оборудован вольтметром и амперметром. Оснащен схемой стабилизации напряжения, обеспечивающей постоянство сварочных параметров при колебаниях напряжения в сети в пределах 10%. При помощи дополнительного комплекта можно соединить два источника параллельно для сварки на токах вдвое больших. Может использоваться со сварочным трактором [LT-7](#) и автоматическими головками [NA-3](#) и [NA-5](#) Lincoln Electric. Технические характеристики источника указаны в таблице 3.1.

Регулировки: потенциометр плавной регулировки выходной мощности, переключатель режима работы для выбора характеристик [14].



Рисунок 3.1 - Сварочный источник питания Lincoln Idealarc DC 1000

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Таблица 3.1 - Технические характеристики Lincoln Idealarc DC 1000

Номинальный сетевой ток – только трехфазная сеть!			
Стандартное напряжение 230/460/575		Входной ток 193/96,5/77	
Выходные характеристики			
ПВ, %	Сварочное напряжение, В		Ток, А
100	44		1000
60	44		1140
55	44		1250
Дополнительные выходные характеристики			
<u>Выходная Характеристика</u>	<u>Диапазон Сварочного тока</u>	<u>Макс. Напряжение холостого хода</u>	<u>Вспомогательное питание</u> 115 В переменного тока, 8 А
Падающая	140 А – 1250 А	75 В постоянного тока	
Жесткая			
Жесткая			
Габаритные размеры и вес			
Высота 781 мм	Ширина 567 мм	Длина 965 мм	Вес 372 кг

Для сварки продольного шва выбран сварочный трактор **LT-7 Lincoln Electric** (рисунок 3.2) который предназначен для автоматической сварки под слоем флюса на жесткой или крутопадающей вольтамперной характеристике. Набор дополнительных копиров позволяет производить сварку в утор, в лодочку, в стык. Оснащение: Самоходное подающее устройство для автоматической сварки под флюсом (сварочный трактор) с приводом постоянного тока и возможностью установки на направляющие рельсы. Способен выполнять сварку стыковых, угловых соединений, а так же швы со сквозным проплавлением и в лодочку. Встроенные аналоговые амперметр и вольтметр. Емкость бункера для флюса 6,8 кг. Регулировки: сварочный ток, напряжение дуги, скорость перемещения, холодная подача проволоки. Режим работы с источником СС / CV. Положение и угол наклона к свариваемой поверхности. Технические характеристики трактора указаны в таблице 3.2.

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

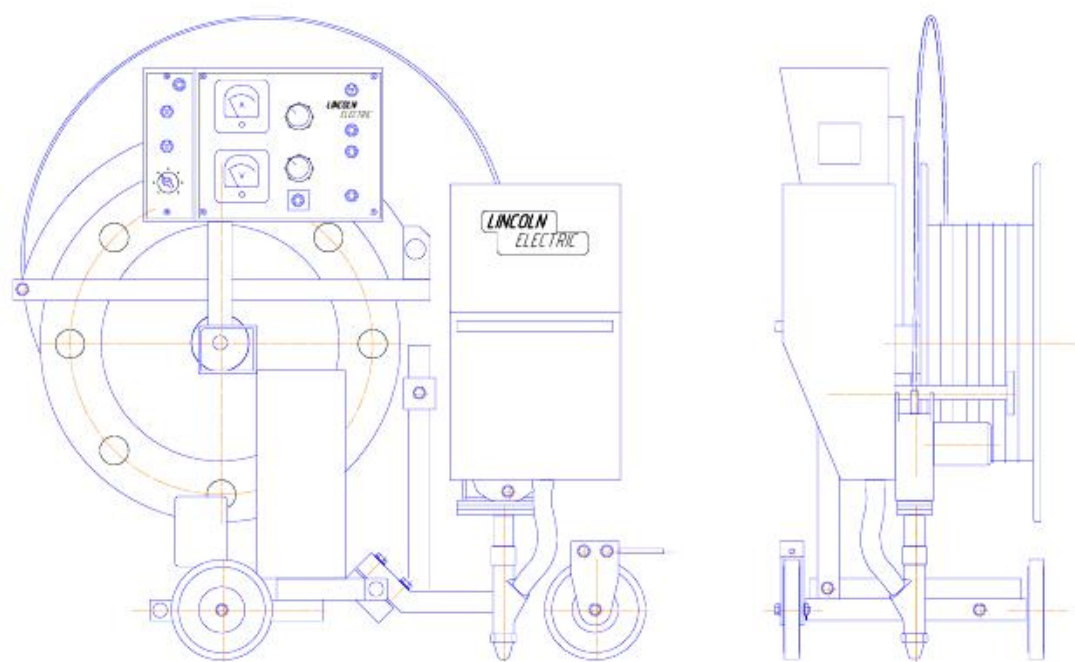


Рисунок 3.2 - Сварочный трактор LT-7 Lincoln Electric

Таблица 3.2 - Технические характеристики LT-7 Lincoln Electric

Номинальные параметры сети		115 В , 3 А, 50/60 Гц	
Номинальный сварочный ток, А		До 1000	
Продолжительность включения (ПВ), %		80-100	
Диаметр электродной проволоки, мм		2,4-4,8	
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин		5,2-19,7	
Габаритные размеры и вес			
Высота, мм 698	Ширина, мм 840	Глубина, мм 360	Вес, кг 13

Сварку кольцевых швов обечаек выполняем **сварочной головкой NA-5**

Применение: Автоматическая сварка под слоем флюса и открытой дугой на жесткой вольтамперной характеристике.

Оснащение: Надежная высокопроизводительная сварочная головка в соответствии с рисунком 3.3, может устанавливаться в различных сварочных системах. Блок протяжки оснащен редуктором высокой мощности и правильным устройством проволоки, закрепляется на основаниях с возможностью регулировки относительно детали. Блок управления может

быть размещен на необходимом расстоянии, ограниченном условиями сварки и длиной кабеля. Блок оснащен цифровым индикатором сварочных параметров. Органы предварительной настройки и управления располагаются под лицевой панелью. Дополнительно оснащается: блоком высокочастотного поджога, таймерами и регуляторами предварительных и после сварочных настроек, блоком аналогового интерфейса для управления с систем автоматизации и блоком запоминания сварочных режимов на три регистра. Совместима с источниками сварочного тока: Lincoln Electric типа DC и CV. Технические характеристики сварочной головки в таблице 3.3.

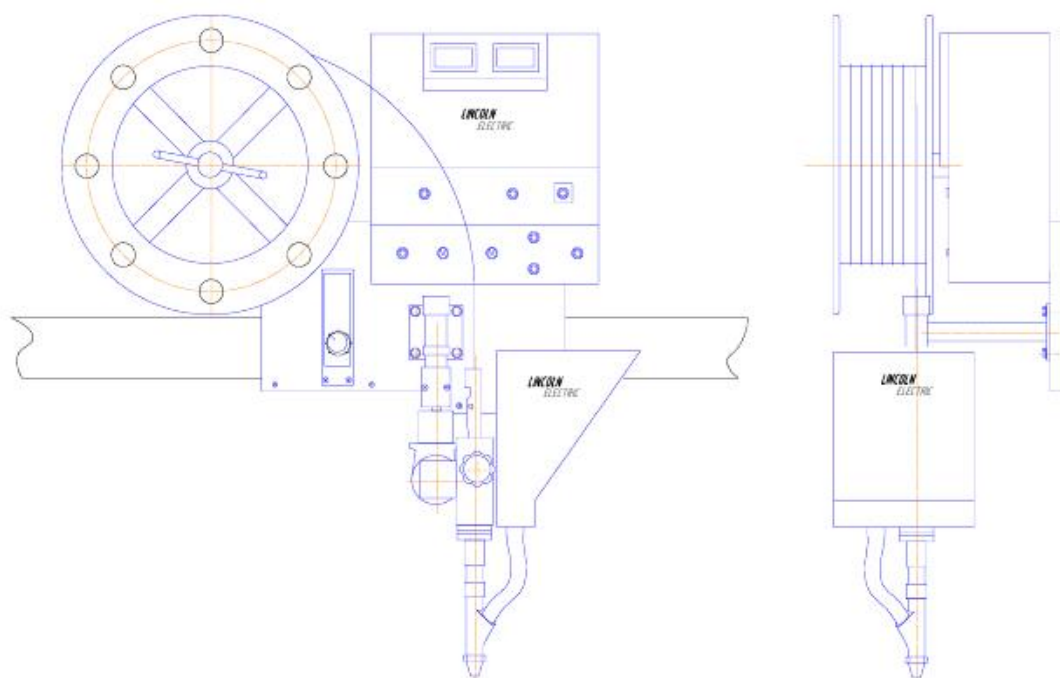


Рисунок 3.3 - Сварочная головка NA-5 Lincoln Electric
с блоком управления

Регулировки: Сварочный ток (скорость подачи), напряжение дуги, холодная подача проволоки, заварка кратера, установка начальных значений тока и напряжения, время отжига электрода. Положение и угол наклона к детали. Установка времени сварки [14].

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Таблица 3.3 - Технические характеристики сварочной головки Lincoln NA-5

Номинальные параметры сети			
115 В переменного тока, 3 А, 50/60 Гц			
Характеристики сварочного источника			
NA-5	Сварка на постоянном токе, жесткая характеристика		
Скорость протяжки проволоки и передаточное число			
Передаточное число	Диапазон скоростей протяжки м/мин	Макс. диаметр проволоки, мм	
		Порошковая проволока	Сплошная проволока
21:1	2,54 – 52,6	1,3	1,3
57:1	0,96 – 19,8	2,4	1,6
95:1	0,56 – 11,6	4,0	3,2
142:1	0,38 – 7,62	4,0	5,6
Габаритные размеры и вес			
Высота, мм 454	Ширина, мм 382	Глубина, мм 229	Вес, кг 13

Источник питания FastMig KMS 500 в соответствии с рисунком 3.4. предназначен для применения в профессиональном сварочном производстве. Он позволяет вести сварку штучными электродами и полуавтоматическую сварку MAG на постоянном токе. Технические характеристики в таблице 3.4.

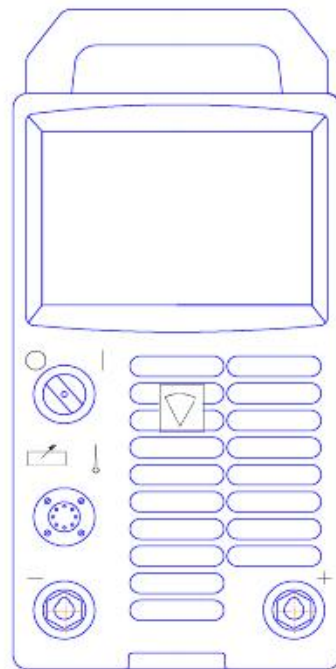


Рис.3.4 Источник питания KMS 500

Таблица 3.4 - Технические данные источника питания FastMig KMS 500

Наименование	FastMig KMS 500
Напряжение подключения 3~, 50/60 Гц,	360В-440 В
Потребляемая мощность 60 % ED	26,1 кВт
Потребляемая мощность 100 % ED	20,3 кВт
Нагружаемость 60% ПВ	500 А
Нагружаемость 100% ПВ	430 А
Диапазон напряжения MIG	10...42 В
Диапазон тока ММА	10...500 А
Сварочное напряжение до	46 В
Напряжение холостого хода	50 В
Мощность на холостом ходу	25 Вт
КПД при максимальном токе	87 %
Коэффициент мощности при макс. токе	0,9
Диапазон рабочей температуры	-20...+40 °С
Габариты ДхШхВ	590х230х430 мм
Масса	36 кг

Подающее устройство FastMig MSF55 с кассетой 300 мм предназначено для работы в цехах (рисунок 3.5). С MSF55 применяются сменные панели SF54 (базовая) или SF53 (синергетическая). Технические характеристики даны в таблице 3.5.



Рисунок 3.5 - Подающее устройство MSF55

В одно подающее устройство заряжается цельнометаллическая проволока диаметром 0,8 - 1 мм для проварки корня шва при помощи FastROOT™, а в другое заряжается порошковая проволока для заполнения шва [13].

Таблица 3.5 - Технические данные полуавтомата FastMig MSF 55

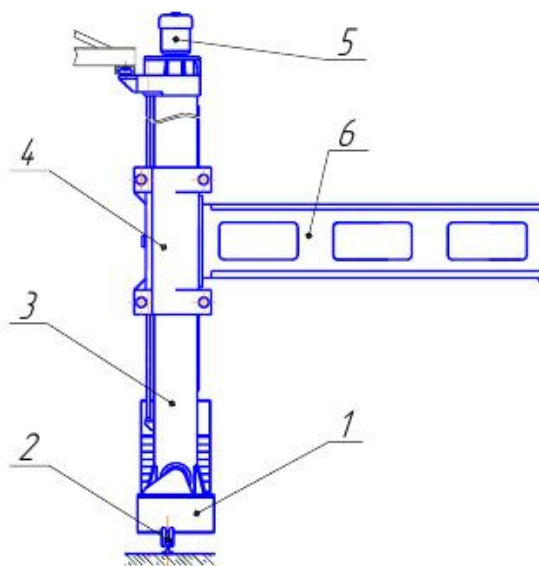
Наименование	FastMig MSF 55
Напряжение подключения 3~, 50/60 Гц,	50 В
Потребляемая мощность	100 Вт
Нагружаемость 60% ПВ	520 А
Нагружаемость 100% ПВ	440 А
Механизм подачи проволоки	4-х роликовый
Скорость подачи проволоки	0...25 м/мин
Диаметр катушки, max \varnothing	300 мм
Сварочная проволока \varnothing (Fe)	0,6...1,6 мм
Сварочная проволока \varnothing (Порошковая проволока)	0,8...2,0 мм
Сварочная проволока \varnothing (Al)	1,0...2,4 мм
Габариты ДхШхВ	620x210x445 мм
Масса	11,1 кг

3.2. Выбор стандартного вспомогательного оборудования

Вспомогательное сварочное оборудование является средством механизации и автоматизации процессов сварки. Механическое вспомогательное оборудование, с помощью которого осуществляются операции: сборочная, транспортная, рабочее и установочное перемещение сварочных органов, различные вспомогательные операции. Сочетание их со сварочным оборудованием позволяет получить комплексную механизированную установку или поточную сборочно-сварочную линию.

Велосипедная тележка ВТ-2в соответствии с рисунком 3.6 предназначена для крепления и перемещения сварочной головки NA5

выбираем велосипедную тележку ВТ-2. Тележка состоит из платформы, на которой установлены бегунки с приводом передвижения велотележки, и колонны с направляющими, по которым вертикально перемещается каретка. Сверху на колонне установлен привод вертикального перемещения каретки с консольной балкой.



1- платформа; 2- бегунки; 3- колонна; 4- каретка; 5- привод вертикальный 6- балка.

Рисунок 3.6- Велосипедная тележка ВТ-2в

Велотележка имеет маршевую и рабочую скорость [22].

Техническая характеристика:

Вылет консольной балки от оси колонны до оси электрода, мм:

–	максимальный	2600
–	минимальный	1000

Высота подъема и опускания балки, мм:

–	максимальный	2400
–	минимальный	800

Пределы регулирования рабочей скорости тележки, м/мин

19-77

Маршевая скорость, м/мин

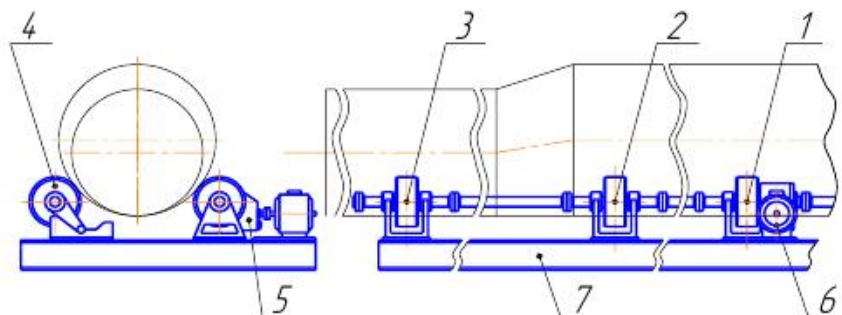
13

Скорость подъема и опускания каретки с консольной балкой, м/мин 2

Габаритные размеры колонны, мм:

длина	2520
высота	4900
ширина	3500
Масса, кг	2500

Роликовый стэнд Т-30А соответствии с рисунком 3.7 предназначен для вращения обечаек при автоматической сварке. Основные узлы роликового стэнда: главная приводная роликоопора, промежуточная приводная роликоопора, концевая приводная роликоопора, холостая роликоопора, привод, электродвигатель и рама [22].



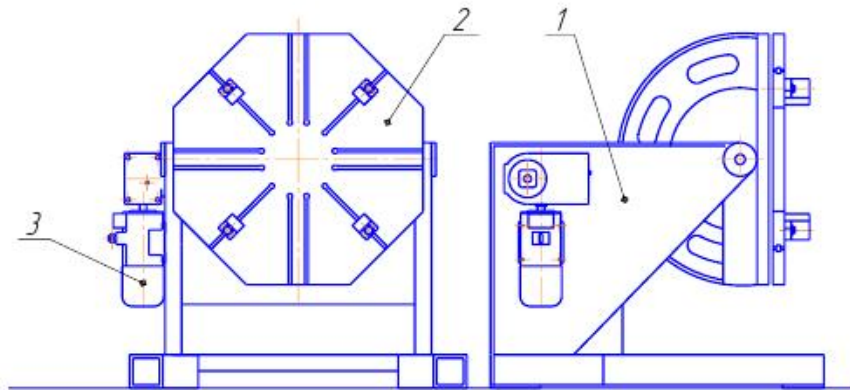
1- приводная роликоопора; 2- промежуточная роликоопора; 3- концевая роликоопора; 4- холостая роликоопора; 5- привод; 6- двигатель; 7- рама.

Рисунок 3.7- Роликовый стэнд Т-30А

Техническая характеристика:

Допустимая нагрузка на один ролик, кг	1300
Диаметр свариваемых изделий, мм	300-4000
Скорость вращения, м/ч	24-96
Маршевая скорость, м/мин	13
Диаметр ролика роликоопор, мм	410

Вращатель сварочный универсальный М11080-II соответствии с рисунком 3.8 предназначен для установки изделий в положение, удобное для сварки и вращения их со сварочной скоростью при автоматической дуговой электросварке круговых швов под слоем флюса, в среде защитных газов. Вращатель может быть использован для поворота изделий на маршевой скорости и установки его в положение, удобное для полуавтоматической и ручной дуговой электросварки. Вращатель состоит из следующих основных узлов: станины, поворотного стола, приводов вращения и наклона, шкафа и пульта управления.



1- станина; 2- поворотный стол; 3- привод вращения и наклона;

Рисунок 3.8- Вращатель сварочный универсальный М11080-II

Станина вращателя сварная. На столе вращателя размещены привод вращения, токосъемники, шпиндельный узел с планшайбой.

Вращение планшайбы осуществляется от электродвигателя постоянного тока через червячно-цилиндрический редуктор. Сбоку на станине смонтирован привод наклона стола, состоящий из асинхронного электродвигателя и редуктора унифицированного с редуктором привода вращения планшайбы [22].

Изделие крепится на планшайбе с Т-образными пазами при помощи крепежных приспособлений. Управление кнопочное с переносного пульта.

Техническая характеристика

Наибольший крутящий момент на оси вращения, Н·м	1600
Наибольшая грузоподъемность, кг	6300
Наибольший момент центра тяжести изделия относительно опорной поверхности планшайбы, Н·м	25000
Диаметр свариваемых круговых швов, мм	500-2500
Частота вращения шпинделя, об/мин.	0,025-1,25
Регулировка частоты вращения шпинделя	Плавная бесступенчатая
Угол наклона планшайбы, град	135
Угол поворота планшайбы, град	360
Сварочный ток при ПВ 100%, А	1600
Напряжение питающей сети частотой 50 Гц, В	380
Габаритные размеры, мм	2390x2025x1590
Масса, кг	5200

Наружный цепной центратор D236 Chain Clamp предназначен для обеспечения соосности и совмещения торцовых кромок обечаек при сборке их по кольцевым стыкам под сварку. Конструктивно центратор состоит из цепи, длиной соответствующей модели центратора, блока натяжения цепи, комплекта струбцин и упорных винтов, устройства поддержки переходов в соответствии с рисунком 3.9.

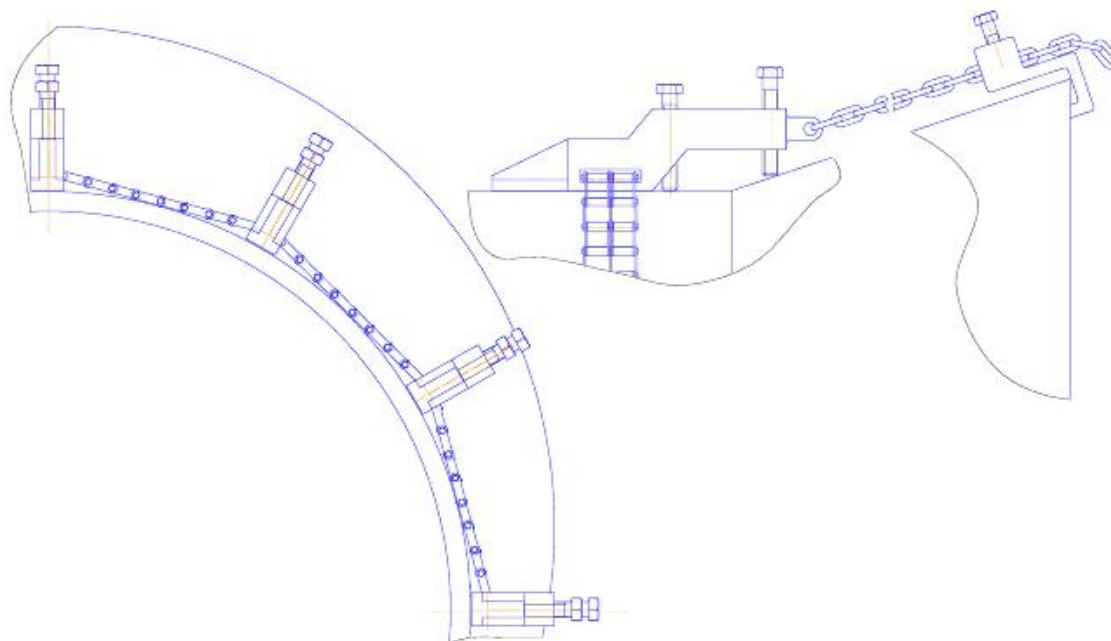
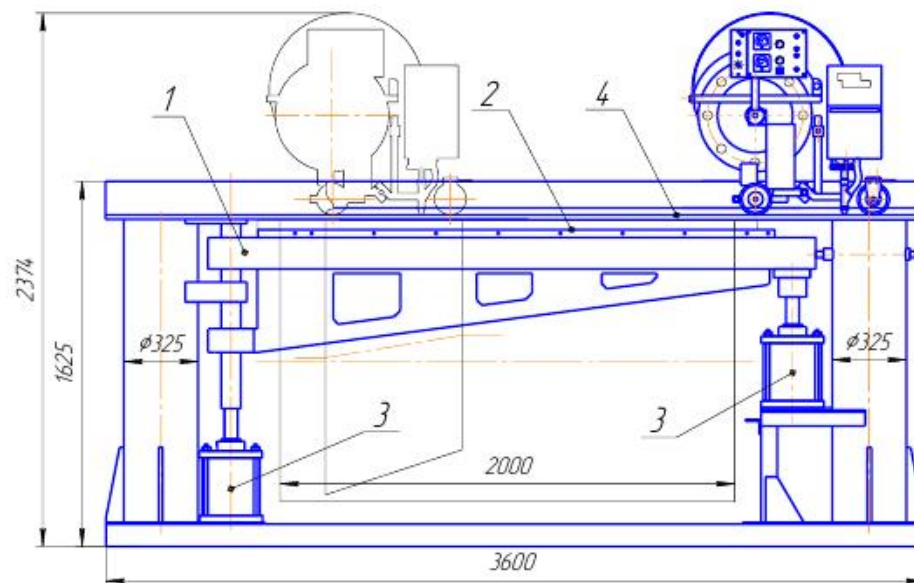


Рисунок 3.9 - Наружный цепной центратор D236 Chain Clamp

3.2. Нестандартное оборудование

Стенд для автоматической сварки под слоем флюса продольных швов обечаек предназначен для автоматической сварки под слоем флюса продольных швов обечаек. Представляет собой сварную конструкцию типа портала, внутри которой размещена консоль с флюсовой подушкой в соответствии с рисунком 3.10. Флюсовое устройство состоит из швеллера с насыпанным в него флюсом, прорезиненного рукава и пружин со штоками. Консоль имеет поворот на 90° - 100° . Свариваемую обечайку, собранную на прихватках надевают на консольную балку, которая при этом находится в выдвинутом положении. Затем поворачивают консоль в рабочее положение и под действием двух пневмоцилиндров внутренняя балка поджимается к верхним. Производится сварка. Для движения сварочного трактора на верхних балках установлены рельсы с ограничительными устройствами.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-150202.65-071016731-ПЗ				70



1- консоль; 2- флюсовая подушка; 3- пневмоцилиндры; 4- верхние балки.

Рисунок 3.10- Стенд для сварки под слоем флюса продольных швов обечаек

В связи с большим весом заготовки (2400кг) при выборе стенда был выполнен проверочный расчет пневмоцилиндров. Диаметр поршневого цилиндра, одностороннего действия, используемого для закрепления заготовки, определяем по формуле:

$$D = 1,13\sqrt{P + s/p}, \quad (3.1)$$

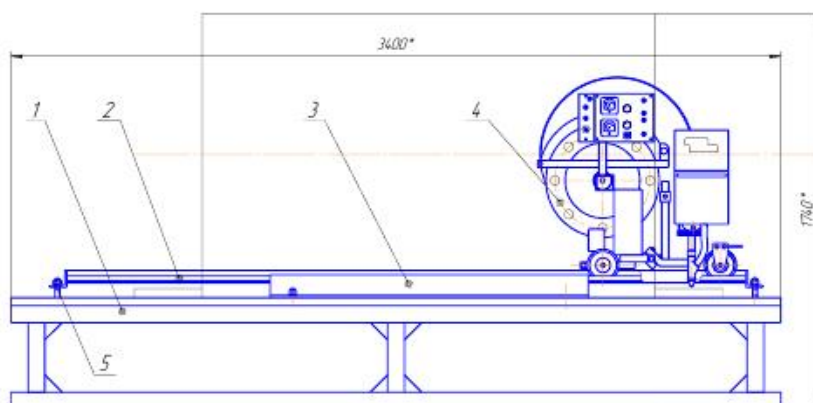
где P — сила закрепления заготовки, Н; s — ход поршня, мм; p — избыточное (по манометру) давление сжатого воздуха, МПа.

$$D = 1,13\sqrt{P + s/p} = 1,13\sqrt{15000 + 100/0,4} = 219,6\text{мм}$$

На данном стенде установлены два пневмоцилиндра 250x90мм с статическим усилием на штоке 17700 Н, каждый, что подтверждает правильность их выбора.

Стенд для автоматической сварки под слоем флюса внутренних продольных швов обечаек в соответствии с рисунком 3.11 представляет собой сварную платформу, состоящую из рамы и станины, на которой закрепляются направляющие. Обечайка, установленная по направляющим, закрепленная рамкой по всей длине, является рельсом для передвижения

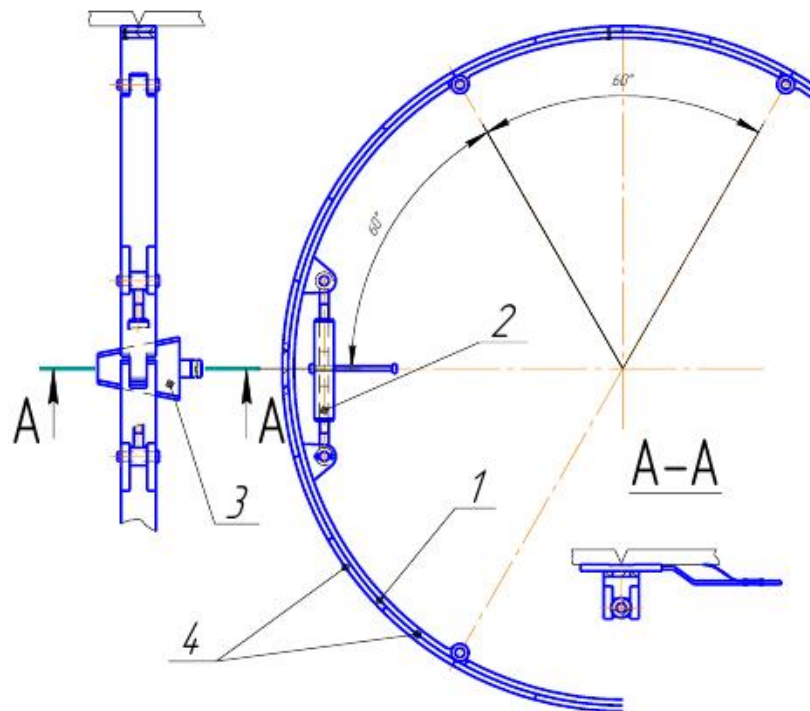
сварочного трактора. Для ограничения движения сварочного трактора на рельсах установлены тупиковые упоры. Производится сварка.



1- платформа; 2- рельсы; 3- направляющие; 4- сварочный трактор ЛТ-7;
5-тупиковые упоры

Рисунок 3.11- Стенд для сварки под слоем флюса внутренних продольных швов обечаек

Съемное подкладное кольцо предназначено для предотвращения протекания расплавленного металла при автоматической сварке кольцевых швов. Подкладка состоит из шести секторов, соединенных между собой шарнирами. Крайние сектора соединены распоркой. Каждый сектор подкладки состоит из гнутой стальной полосы с закрепленными на винтах медными пластинами в соответствии с рисунком 3.12. Подкладка вводится внутрь обечайки и устанавливается напротив стыка. С помощью штанг производится выверка подкладки по стыку. Вращением гайки распора (талреп) подкладка прижимается к обечайке.



1-сектор; 2-распорка; 3-клин; 4-медные пластины.

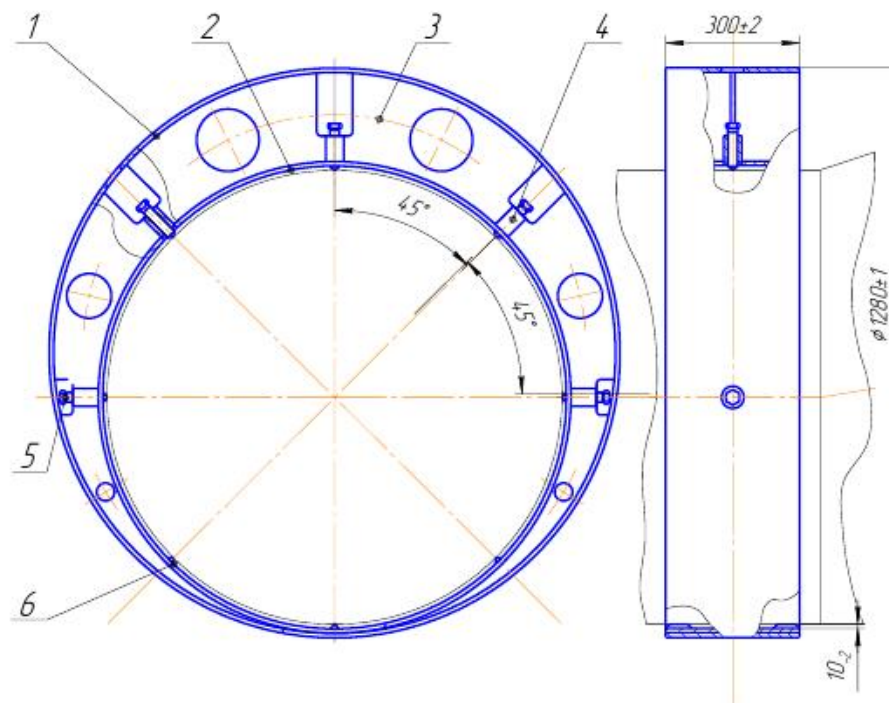
Рисунок 3.12 – Съемное подкладное кольцо

В зазор между концами крайних секторов вводится медный клин. После прижима подкладки производится сварка.

Технические данные:

Внутренний диаметр свариваемых изделий, мм	970/1170
Ширина подкладки, мм	60
Вес подкладки, кг	32/34

Компенсирующее кольцо предназначено для установки на обечайку меньшего диаметра, с целью выравнивания диаметров всей камеры запуска при выполнении сварки на роликовом стенде. Приспособление состоит из наружного и внутреннего кольца, соединенные между собой перегородками в соответствии с рисунком 3.13. Для фиксации кольца на обечайки, по периметру приспособления размещены зажимные винты. Поверочной линейкой производится выставление кольца по периметру корпуса камеры.



1-наружное кольцо; 2-внутреннее кольцо; 3-перегородка; 4-втулка; 5-болт; 6-уголок.

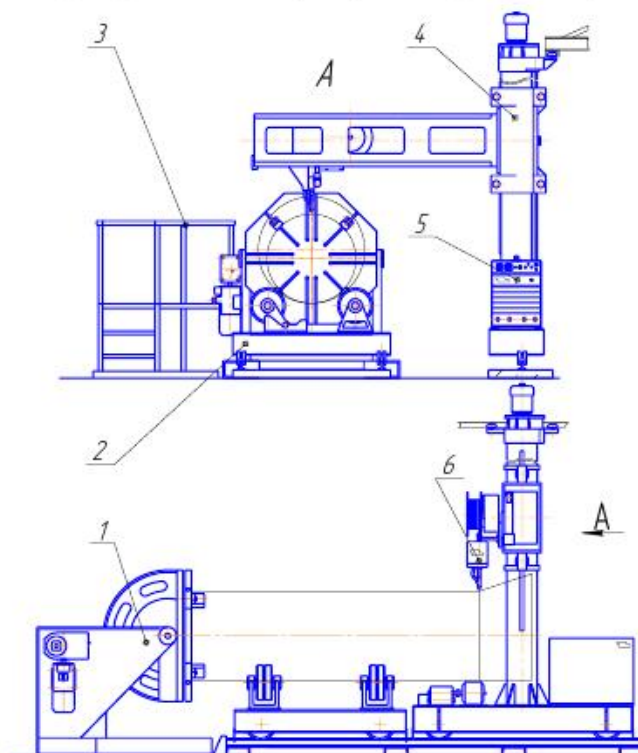
Рисунок 3.13 – Компенсирующее кольцо

Технические данные компенсирующего кольца:

Внутренний диаметр, мм	1040
Наружный диаметр, мм	1280
Ширина, мм	300
Вес, кг	184

Стенд для сварки кольцевого шва обечайки и эксцентрического перехода предназначен для выполнения сварки кольцевого шва на медной подкладке, автоматической сваркой под флюсом. В состав стенда входят: источник питания DC 1000, сварочная головка NA5 с блоком управления, рельсовая тележка с роlikоопорами Т-5-19, велосипедная тележка ВТ-2, вращатель М11080-II в соответствии с рисунком 3.14. Свариваемая обечайка и переход, собранные на прихватках устанавливаются на рельсовую тележку с роlikоопорами и закрепляются к планшайбе вращателя, для вращения

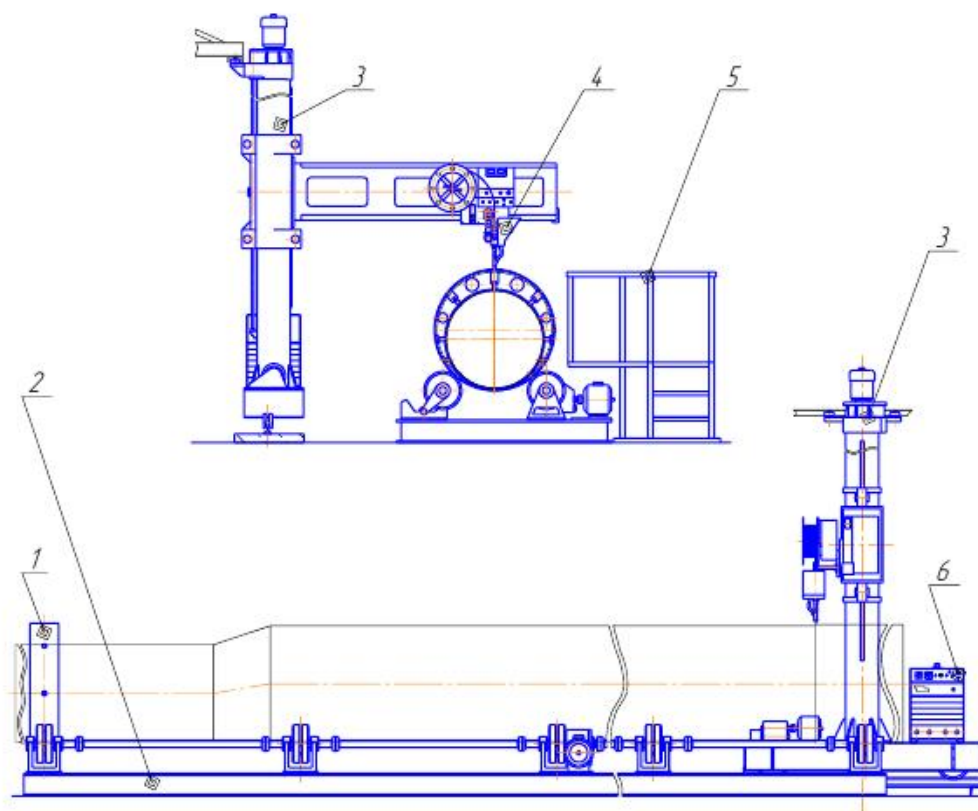
изделия со сварочной скоростью. Сварочная головка с блоком управления расположена на консоли велосипедной тележки. Источник питания установлен на платформе велосипедной тележки, которая перемещаясь по рельсовому пути подводится к стыку. Производится сварка.



- 1- Вращатель М11080-II; 2- рельсовая тележка с роликоопорами Т-5-19; 3- площадка обслуживания; 4- велосипедная тележка ВТ-2; 5- источник питания DC 1000; 6- сварочная головка NA5.

Рисунок 3.14 - Стенд для сварки кольцевого шва обечайки и эксцентрического перехода

Стенд для сварки кольцевых швов предназначен для автоматической сварки под флюсом кольцевых швов на медной подкладке. В состав стенда входят: источник питания DC 1000, сварочная головка NA5, роликовый стенд Т-30А, велосипедная тележка ВТ-2, эксцентрическое кольцо в соответствии с рисунком 3.15.



- 1-эксцентрическое кольцо; 2- роликовый стэнд Т-30А; 3- велосипедная тележка ВТ-2;
 4-сварочная головка НА-5; 5- площадка обслуживания; 6-источник питания DC 1000.

Рисунок 3.15 - Стенд для сварки кольцевых швов

Свариваемые обечайки, собранные на прихватках устанавливаются на роликовый стэнд вращающий изделия со сварочной скоростью. Сварочная головка с блоком управления расположена на консоли велосипедной тележки. Источник питания установлен на платформе велосипедной тележки, которая перемещаясь по рельсовому пути, подводится к стыку. Производится сварка.

						Лист
					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте сварщика

При выполнении сварочных работ, сварки под флюсом и сварки в среде углекислого газа, на работающих могут воздействовать следующие вредные и опасные производственные факторы.

К вредным производственным факторам относятся (ГОСТ 12.0.003-74*):

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны (вредные вещества),
- повышенная температура воздуха рабочей зоны,
- повышенный уровень шума на рабочем месте,
- недостаточная освещенность рабочей зоны и пульсация светового потока.

К опасным производственным факторам относятся (ГОСТ 12.0.003-74*):

- воздействие электрического тока,
- искры, брызги, выброс расплавленного металла и шлака,
- движущиеся механизмы и изделия.

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе окислы различных материалов, токсичные газы, а также другие соединения. Количество и состав сварочных аэрозолей, их токсичность зависит от химического состава сварочных материалов и свариваемых материалов, вида технического процесса. Воздействие на организм выделяющихся вредных веществ может явиться причиной острых и профессиональных хронических заболеваний и отравлений.

На данном рабочем участке выполняются прихватки полуавтоматической сваркой в защитном газе, а затем изделие сваривается автоматической дуговой сваркой под флюсом. В качестве защитного газа используется двуокись углерода (CO₂).

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Допустимая концентрация вредных веществ в воздухе при автоматической сварке в среде смеси углекислого газа и кислорода низколегированной стали 17Г1С проволокой Св-08Г2С при сварочном токе 300 – 400 А приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Вещество	Количество выделений, г/кг	Предельно допустимая концентрация ПДК, г/м ³
Молибден, раст.соед. в виде пыли	14,00	0,0040
Оксид марганца	0,80	0,0003
Оксид хрома	0,03	0,0001
Оксид никеля	0,03	0,0005
Оксид углерода	6,00	0,0300

Загрязнение воздушной среды вредными газами, парами, пылью, температурные и влажностные отклонения от санитарных норм вредно отражается на здоровье работающих, ухудшают условия труда и снижают его производительность. Для устранения этих факторов и создания микроклимата в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 необходимо использовать естественную и механическую вентиляцию.

Источниками шума на рабочих местах при дуговой сварке являются движущиеся машины и механизмы, подвижные части рабочих приспособлений, сварочная дуга и источники питания. Воздействие шума на организм зависит от спектральной характеристики и уровня звукового давления. Повышенный производственный шум затрудняет сварщику нормально оценивать стабильность горения дуги по исходящему звуку.

Допустимые по ГОСТ 12.1.003-83 уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука в

дБ(А) на рабочих местах производственных помещений и на территории предприятия приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2- Допустимые уровни шума на рабочих местах

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
95	87	82	78	75	73	71	69	80

Микроклимат на рабочем месте сварщика, характеризуемый температурой t ($^{\circ}\text{C}$), относительной влажностью ϕ (%) и скоростью движения воздуха V (м/с), определяет тепловое состояние организма человека.

Санитарные правила нормы СанПиН 2.2.4.548 – 96 устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха [20].

Нормируются параметры микроклимата в зависимости от: интенсивности энергозатрат работающих (категории работ), времени выполнения работы, периодов года (холодный и теплый). Оптимальные и допустимые показатели приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Оптимальные и допустимые показатели микроклимата на рабочем месте производственного помещения с категорией работы II б

Период года	Оптимальная (допустимая) температура, $^{\circ}\text{C}$	Оптимальная (допустимая) относительная влажность, %	Оптимальная (допустимая) скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	17 – 19 (15 – 21)	40 – 60 (не более 75)	0,2 (не более 0,4)
Теплый	20 – 22	40 – 60	0,3

	(16 – 27)	(не более 70, при 25°C)	(0,2 при 16°C, 0,5 при 27°C)
--	-----------	----------------------------	---------------------------------

Искусственное освещение может быть общим, когда светильники размещены в верхней части помещения, и комбинированным, когда к общему освещению добавляется местное, причем общее освещение в системе комбинированного должно составлять не менее 10 % и не менее 200 лк при газоразрядных лампах, 75 лк при лампах накаливания. Местное освещение отдельно не применяется.

Требования, предъявляемые к освещению:

- Яркость объекта и фона не должны отличаться более чем в 3 – 5 раз.
- Не должно быть резких теней на рабочем месте.
- Освещенность должна быть постоянной во времени.
- В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескостность.
- Световой поток должен быть рационально направлен.
- На рабочем месте должен быть обеспечен необходимый спектральный состав.
- Осветительные установки должны быть безопасны и просты в эксплуатации, а также соответствовать нормам эстетики [19].

Нормирование искусственного, естественного и совмещенного освещения осуществляется по СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение» и приведено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Нормы освещения

Разряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение	Совмещенное освещение
	Освещенность, лк		КЕО, e_n , %	
	при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
		Сочетание величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении

	всего	в том числе от общего		Р	К _п , %				
IV	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9

Эксплуатация большинства машин связана с применением электрической энергии. Большое напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека при соприкосновении с открытыми токоведущими частями оборудования, может вызвать опасность поражения отдельных его органов или организма в целом. Опасность поражения электрическим током начинается от 36 В для производственных помещений механических, сборочно-сварочных цехов .

Применяемые электросварочные устройства должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0—75. Данный стандарт распространяется на электротехнические устройства, входящие в состав электросварочного оборудования, и устанавливает требования безопасности к их конструкции.

В зависимости от расстояния между глазами и дугой и силы сварочного тока интенсивность ультрафиолетового излучения наиболее повышена при сварке в среде защитных газов. При сварке в замкнутых пространствах опасны еще и отраженные лучи. При кратковременном воздействии на глаза излучение от сварочной дуги может вызвать заболевание – электроофтальмию, т.е. воспалительное заболевание глазного яблока. Часто повторяющаяся электроофтальмия может вызвать хронический конъюнктивит, когда поражается сетчатка глаза и резко ухудшается зрение. Электроофтальмия встречается не только у электросварщиков, но, и более часто, у подсобных рабочих, так как они не всегда пользуются защитными средствами.

Искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака могут явиться причиной ожогов кожных покровов, травмированию органов зрения. Кроме того, они повышают опасность возникновения пожаров.

4.2 Мероприятия по устранению опасных и вредных производственных факторов

Целью мероприятий является обеспечение безопасности работающих. Для этого используют различные средства защиты. Средства защиты работающих в соответствии ГОСТ 12.4.011-80 подразделяются по характеру их применения на средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Наиболее эффективна и экономична приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией воздуха, в которой часть удаляемого из помещения воздуха используется в системе приточной вентиляции после локальной очистки. В помещениях с выделением вредных газообразных продуктов или пыли, сосредоточенных у отдельных машин или на ограниченных площадях, целесообразно применение местных отсосов.

Для снижения шума в сборочно-сварочных цехах должны использоваться методы звукоизоляции и звукопоглощения. Если имеются технические возможности, шумные машины нужно закрывать звукоизолирующими кожухами, изготовленными из металла, пластмассы и облицованными изнутри звукопоглощающим материалом толщиной 20-50 мм. В шумных помещениях, где невозможно изолировать источники шума, целесообразно проводить акустическую обработку.

Защита от шума на рабочем месте должна обеспечиваться:

- применением звукоизолирующих кабин наблюдения и дистанционного управления;
- применением звукоизолирующих кожухов на шумных агрегатах;
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования;

– применением средств индивидуальной защиты: противошумные наушники, вкладыши, шлемы.

Эксплуатация большинства машин связана с применением электрической энергии. Применяемое электрооборудование и его эксплуатация должны соответствовать "Правилам устройства электроустановок" и действующим ГОСТам. Корпус любой электросварочной установки необходимо заземлить. Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких аппаратов запрещается. Схема присоединения нескольких источников сварочного тока при работе на одну сварочную ванну должна исключать возможность получения между изделием и электродом напряжения, превышающее наибольшее напряжение холостого хода одного из источников сварочного тока.

Токоведущие кабели сварочной цепи должны быть по всей длине изолированы и защищены от механических повреждений.

В качестве обратного провода, соединяющего свариваемые изделия с источниками сварочного тока, могут служить гибкие, а также металлические шины достаточного сечения, сварочные плиты и сама свариваемая конструкция. Использование в качестве обратного провода сети заземления металлических строительных конструкций здания, коммуникаций и не сварочного технологического оборудования запрещается. Соединение между собой отдельных элементов, используемых в качестве обратного провода, должно выполняться тщательно (сваркой или зажимом, струбциной). При сварке кольцевых швов допускается соединение обратного провода со сварным изделием при помощи скользящего контакта. Зажим вторичной обмотки трансформатора, к которому подключается обратный провод, а также аналогичные зажимы у сварочных выпрямителей и генераторов, у которых обмотки возбуждения подключаются к распределительной электрической сети без разделительного трансформатора, следует заземлять.

Если установка имеет несколько пультов управления, обслуживание которых с одного рабочего места невозможно, то каждый пульт должен быть оснащен аппаратом ручного аварийного отключения.

Если для обеспечения безопасности работающих требуется управление установкой одновременно двумя руками, то система управления должна обеспечить двуручное включение, допускающее возможность пуска установки только при одновременном включении пусковых кнопок (рукояток), которые должны располагаться на расстоянии 300—600 мм друг от друга

Размещение оборудования электросварочных установок, его узлов и механизмов, а также органов управления должно обеспечивать свободный, удобный и безопасный доступ к ним. Кроме того, расположение органов управления должно обеспечивать возможность быстрого отключения оборудования и остановки всех его механизмов. Электросварочные установки, оборудование которых требует оперативного обслуживания на высоте 2 м и более, должны иметь рабочие площадки, огражденные перилами, с постоянными лестницами. Устройства управления электросварочными установками рекомендуется оборудовать ограждениями, исключающими случайное их включение или отключение.

Запрещается оставлять на рабочем месте электросварочный инструмент, находящийся под напряжением. Передвижные электросварочные установки во время их передвижения необходимо отключат от сети.

Присоединение и отсоединение от сети электросварочных установок, переключение сварочного тока рукоятками, расположенными внутри установки за дверцей, не имеющей блокировки, а также наблюдение за исправным состоянием установок в процессе эксплуатации должно производиться электротехническим персоналом.

Весь персонал, обслуживающий электросварочные установки, должен периодически проходить инструктаж об опасности электрического тока и способах оказания первой помощи.

Снижение интенсивности облучением ультрафиолетовым излучением и защита от его воздействия достигается следующими методами:

- Удаление обслуживающего персонала от источников ультрафиолетового излучения. Расстояние от источников излучения определяется экспериментально в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы, состава производственной атмосферы, вида источника излучений, отражающих свойств конструкций помещения и оборудования и т. д.
- Экранирование (укрытие) источников излучения. В качестве материалов экрана могут применяться различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность излучения.

Рабочие места, на которых присутствует источник излучения, ограждаются ширмами, щитками либо устраиваются кабины. Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона. Для защиты глаз применяют щитки со светофильтрами в соответствии с таблицей 4.5

Таблица 4.5 –Светофильтры, рекомендованные при дуговых методах сварки

Сила тока, А	350	600	700	900
Светофильтр	С-8	С-9	С-10	С-11

Для защиты кожи применяются мази, содержащие вещество, служащее светофильтром для ультрафиолетового излучения (салол, салицилово-метилловый эфир и пр.), а также спецодежда, изготавливаемая из льняных и хлопчатобумажных тканей с искростойкой пропиткой и из грубошерстяных сукон.

5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Данный проект посвящен разработке технологии сборки – сварки корпуса камеры запуска нефтепровода (корпуса камеры СОД). Программа выпуска – 12 шт/год.

В данном разделе приведено технико-экономическое обоснование внесения изменений в базовую технологию.

5.1. Исходные данные для расчета экономического эффекта

Стоимость расходных материалов:

1. Сварочная проволока:
для полуавтомата Св-08Г2С – 60,0 руб/кг;
для автомата Св-08ГА – 78,0 руб/кг.
2. Защитный газ CO₂, баллон 40 л – 280,0 руб/шт
3. Флюс АН-348 А – 45 руб/кг
4. Электроэнергия – 2,50 руб./кВт. ч

Стоимость оборудования для базового варианта:

1. Сварочный аппарат КЕМРПИ FastMig Synergic KMS500 + FMS 55 = 294 375 руб.

Стоимость оборудования для нового варианта:

1. Источник питания Lincoln Idealarc DC 1000– 225610 руб
2. Сварочный трактор Lincoln LT-7– 298470 руб
3. Сварочная головка Lincoln NA5– 280650 руб

Итого: 804730 руб

Длина сварных швов 15,400 м.

Изменения введенные в базовую технологию:

1. По базовому варианту сварка выполнялась полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа, по новой технологии заменяется на автоматическую сварку под флюсом.

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

2. Для обеспечения полного проплавления швов выполнялась подварка обратной стороны корневого шва, в новой технологии используется оборудование обеспечивающее полное проплавление при односторонней сварке.

Базовый вариант: Полуавтомат FastMig Synergic FMS 55 с источником питания FastMig Synergic KMS 500, сварочная проволока Св.08Г2С, углекислый газ.

Новый вариант:

1. Источник питания Lincoln Idealarc DC 1000, сварочная головка Lincoln NA5, сварочный трактор Lincoln LT-7, сварочная проволока Св.08ГА, флюс АН-348А.

5.2. Расчет капитальных вложений в оборудование

$$K_{OB} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{OBj} \cdot N_{IP} \cdot R_{заг}, \quad (5.1)$$

где: K_{OBj} – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

N_{IP} – принятое количество оборудования;

$R_{заг}$ – коэффициент загрузки оборудования.

$$K_{OBj} = Ц_{OB} \cdot (1 + R_{m-m}), \quad (5.2)$$

где: $Ц_{OB}$ – оптовая цена единицы оборудования, руб.;

$$Ц_{OББ} = 294375 \text{ руб.}; \quad Ц_{OБН} = 804730 \text{ руб.}$$

R_{m-m} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, связанные с приобретением оборудования, затраты на монтаж, наладку и устройство фундамента:

$$R_{m-m} = 0,3$$

Балансовая стоимость для базового варианта:

$$K_{OБ1} = 294375 \cdot (1 + 0,3) = 382687,5 \text{ руб.};$$

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Балансовая стоимость для нового варианта:

$$K_{\text{ОБ2}} = 804730 \cdot (1 + 0,3) = 1046149 \text{ руб.};$$

$$N_P = \frac{t \cdot N_G}{R_B \cdot T_D}, \quad (5.3)$$

где: t - норма времени на выполнение операции, час;

N_G - годовая программа производства изделий, шт.;

$N_G = 12$ шт. (по заданию на дипломный проект);

R_B - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени;

$R_B = 1,1$;

T_D - действительный (эффективный) годовой фонд времени работы единицы оборудования, час.

$$T_D = T_{\text{НОМ}} \left(1 - \frac{\alpha}{100} \right), \quad (5.4)$$

где: $T_{\text{НОМ}}$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

α - процент регламентированных простоев оборудования на плановый ремонт ($\alpha = 4-8$), %;

$\alpha = 5\%$.

$$T_{\text{НОМ}} = [(D_K - D_{\text{НЕР}}) \cdot t_{\text{СМ}}] \cdot S - D_{\text{СОКР}} \cdot t_{\text{СОКР}}, \quad (5.5)$$

где: D_K - количество календарных дней в году;

$D_K = 365$ дней;

$D_{\text{НЕР}}$ - количество не рабочих и праздничных дней в году;

$D_{\text{НЕР}} = 117$ дней;

$D_{\text{СОКР}}$ - количество сокращенных дней в году;

$D_{\text{СОКР}} = 3$ дня;

$t_{\text{СМ}}$ - время рабочей смены, час;

$t_{\text{СМ}} = 8$ часов (согласно «Трудового кодекса РФ»);

$t_{\text{сокр}}$ - время сокращения смены, час;

						ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			88

$t_{CM} = 1$ час;

S – число смен;

$S=1$.

$$T_{НОМ} = [(365 - 117) \cdot 8] \cdot 1 - 3 \cdot 1 = 1981 \text{ часа}$$

$$T_{д} = 1981 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 1881,95 \text{ часа}$$

Норма времени на выполнение операции:

$$t = T_{н.ш-к} l + t_{в.и} \quad (5.6)$$

где $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

l – длина сварного шва, м;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования;

$$t_{в.и} = 13,8 \text{ мин (табл. 3.42 [24])}$$

Неполное штучно-калькуляционное время:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot [1 + (a_{абс} + a_{от.л} + a_{п-з})/100] \quad (5.7)$$

где T_o – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время на один метр шва (карта 56 [16])

$t_{в.ш} = 8,4$ мин - для сварки под флюсом

$t_{в.ш Б} = 2,15$ мин - для сварки под флюсом

$(a_{абс} + a_{от.л} + a_{п-з})$ - время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, а также на подготовительно-заключительные работы, % от оперативного времени (табл. 3.48 [24])

$(a_{абс} + a_{от.л} + a_{п-з}) = 27\%$ - полуавтоматическая в защитном газе;

$(a_{абс} + a_{от.л} + a_{п-з}) = 10\%$ - автоматическая под флюсом.

Основное время сварки, мин:

- для сварки в защитном газе

$$T_{об} = \frac{F \cdot \rho \cdot 60}{I \cdot \alpha_H} \quad (5.8)$$

где F – площадь наплавленного металла, м²;

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

ρ – плотность металла;

$$\rho = 7850 \text{ кг/м}^3;$$

I – сила сварочного тока, А;

$$I_B = 180 \text{ А [21];}$$

α_n – коэффициент наплавки, кг/(А·ч);

$$\alpha_n = 0,02 \text{ кг/(А·ч) (табл. 3.47 [24])}$$

- для сварки под слоем флюса:

$$T_{0\phi} = -\frac{60}{V_{св}} n_{пр} \quad (5.9)$$

где $V_{св}$ – скорость сварки, м/ч;

$$V_{св} = 40 \text{ м/ч (табл.2.5)}$$

$n_{пр}$ – количество проходов, шт; $n_{пр} = 5$ (табл.2.5);

$$T_{об} = \frac{0,00026 \cdot 7850 \cdot 60}{180 \cdot 0,02} = 34,0(\text{мин})$$

$$T_{оф} = -\frac{60 \cdot 5}{40} = 7,5(\text{мин})$$

$$T_{н.ш-кб} = (34 + 2,15) \cdot 1,27 = 45,91(\text{мин})$$

$$T_{н.ш-кф} = (7,5 + 8,5) \cdot 1,1 = 17,6(\text{мин})$$

$$t_B = 45,91 \cdot 15,4 + 13,8 = 720,81(\text{мин}) = 12,01(\text{ч})$$

$$t_H = 17,6 \cdot 15,4 + 13,8 = 284,84(\text{мин}) = 4,74(\text{ч})$$

$$t_B = 12,01 \text{ часов, } t_H = 4,74 \text{ часов}$$

Количество расчетного оборудования для базового варианта:

$$N_{рб} = \frac{12,01 \cdot 12}{1,1 \cdot 1881,95} = 0,069$$

Количество расчетного оборудования для нового варианта:

$$N_{рн} = \frac{4,74 \cdot 12}{1,1 \cdot 1881,95} = 0,027$$

$$R_{злг} = \frac{N_p}{N_{пр}} \quad (5.10)$$

где: N_p – количество расчетного оборудования;

$$N_{рб} = 0,069; N_{рн} = 0,027$$

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-150202.65-071016731-ПЗ				

N_{IP} – принятое количество оборудования;

$$N_{IPB} = 1; N_{IPH} = 1$$

Коэффициент загрузки для базового варианта:

$$R_{3M} = \frac{0,069}{1} = 0,069$$

Коэффициент загрузки для нового варианта:

$$R_{3M1} = \frac{0,027}{1} = 0,027$$

Капитальные вложения для базового варианта:

$$K_{OB} = 382687,5 \cdot 1 \cdot 0,069 = 26405,44 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения для нового варианта:

$$K_{OBN} = 1046149 \cdot 1 \cdot 0,027 = 28246,02 \text{ руб.}$$

5.3. Расчет себестоимости изделия

$$C = C_M + \sum_{j=1}^N C_{TEH_j}, \quad (5.11)$$

где: C_M – затраты на все виды основных и вспомогательных материалов для изготовления изделия, руб.;

C_{TEH_j} – технологическая себестоимость i -операции изготовления изделия.

Технологическая себестоимость определенной операции по изготовлению изделия включает:

1. заработную плату производственных рабочих (основную и дополнительную) с отчислениями на социальные нужды по данной операции техпроцесса;
2. амортизацию оборудования, занятого выполнением операции, приходящуюся на одно изделие;
3. затраты на электроэнергию для выполнения операции, приходящуюся на одно изделие;
4. затраты на силовую энергию для выполнения операции, приходящуюся на одно изделие;

5. затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, занятого выполнением операции, приходящиеся на одно изделие.

Выполним расчет затрат на материалы по формуле:

$$C_M = C_{OM} + C_{ЭЛ} + C_G + C_\Phi, \quad (5.12)$$

где: C_{OM} – затраты на основные материалы, руб.;

$C_{ЭЛ}$ – затраты на электродную проволоку, руб.;

C_G – затраты на защитный газ, руб.;

C_Φ – затраты на флюс, руб.

В связи с тем, что конструкция изделия остается неизменной, расчет затрат на основные материалы не производится.

Затраты на электродную проволоку

$$C_{ЭЛ} = V \cdot j \cdot R_Э \cdot Ц_Э, \quad (5.13)$$

где: Q_H – масса наплавляемого металла, кг.;

$R_Э$ – коэффициент расхода электродной проволоки;

$R_{ЭБ} = 1,3$; $R_{ЭН} = 1,03$; (табл. 3 [12])

$Ц_Э$ – оптовая цена электродной проволоки, руб.;

$Ц_{ЭБ} = 60,0$ руб./кг, $Ц_{ЭН} = 78,0$ руб./кг

где: V – объем наплавленного металла, см³;

$$V_B = 0,003788 \text{ м}^3, \quad V_H = 0,004409 \text{ м}^3$$

j – плотность наплавленного металла, кг/м³;

для сталей $j = 7850$ кг/м³ [25].

Затраты на электродную проволоку для базового варианта:

$$C_{ЭЛБ} = 0,00379 \cdot 7850 \cdot 1,3 \cdot 60 = 2320,61 \text{ руб.}$$

Затраты на электродную проволоку для нового варианта:

$$C_{ЭЛН} = 0,00441 \cdot 7850 \cdot 1,03 \cdot 78 = 2781,25 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ

$$C_{ГАЗ} = t \cdot V \cdot R_P \cdot Ц_{ГАЗ}, \quad (5.14)$$

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

где: t – время сварки, час;

V – скорость подачи защитного газа, л/мин.;

$V_B = 18-22$ л/мин [21];

R_p – коэффициент расхода газа;

$R_p = 1,1$;

$C_{ГАЗ}$ – цена газа, руб.;

$C_{ГАЗ} = 7$ руб./л

$$t = \frac{\sum L}{V_{CB}}, \quad (5.15)$$

где: $\sum L$ – длина швов, м;

$$\sum L_B = 15,4 \cdot 5 = 77,0 \text{ м}$$

V_B – скорость сварки, м/ч;

$V_B = 18-20$ м/ч; [21]

$$t_B = \frac{77 \cdot 60}{18} = 256,7 \text{ (мин)}$$

$$C_{ГАЗ_Б} = 256,7 \cdot 19 \cdot 1,1 \cdot 7 = 37555,21 \text{ (руб.)}$$

Затраты на сварочный флюс

$$\frac{m_\Phi}{m_{ПР}} = 1,2 \quad (5.16)$$

где: m_Φ – масса флюса, кг.;

$m_{ПР}$ – масса электродной проволоки, кг.

$$m_{ПР} = Q_H \cdot R_\Delta, \quad (5.17)$$

где: Q_H – масса наплавляемого металла, кг.;

$Q_H = 0,00441 \cdot 7850 = 34,61$ кг;

R_Δ – коэффициент расхода электродной проволоки;

$R_\Delta = 1,03$.

$$m_{ПР} = 34,61 \cdot 1,03 = 35,65 \text{ кг}$$

$$m_\Phi = 1,2 \cdot m_{ПР} \quad (5.18)$$

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

$$m_{\text{ПР}} = 1,2 \cdot 35,65 = 42,78 \text{ кг}$$

$$C_{\phi} = m_{\phi} \cdot C_{\phi}, \quad (5.19)$$

где: C_{ϕ} – цена сварочного флюса, руб.;

$$C_{\phi} = 45,0 \text{ руб/кг}$$

$$C_{\phi} = 42,78 \cdot 45,0 = 1925,48 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы для базового варианта:

$$C_M = 2320,61 + 37555,21 = 39875,82 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы для нового варианта:

$$C_M = 2781,25 + 1925,48 = 4706,73 \text{ руб.}$$

Это стоимость материалов, идущих на изготовление одного изделия.

Годовой выпуск составляет 12 штук.

С учетом годового выпуска.

Затраты на материалы для базового варианта:

$$C_M = 39875,82 \cdot 12 = 478509,84 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы для нового варианта:

$$C_M = 4706,73 \cdot 12 = 56480,76 \text{ руб.}$$

Выполним расчет заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$C_z = C_{\text{ч}} \cdot t \cdot R_{\text{БР}} \cdot R_{\text{ПР}} \cdot R_{\text{доп}} \cdot R_{\text{СВ}}, \quad (5.20)$$

где: $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего, занятого выполнением операции, руб.;

$C_{\text{ч}} = 70 \text{ руб./ч}$ – согласно штатному расписанию ОАО «Завод Сибгазстройдеталь» (электрогазосварщик на полуавтоматических и автоматических машинах, 5 разряд);

t – норма времени на выполнение операции, час;

$t_{\text{Б}} = 12,01 \text{ часов}$, $t_{\text{Н}} = 4,74 \text{ часов}$;

$R_{\text{БР}}$ – коэффициент, учитывающий численность бригады;

$R_{\text{БР}} = 1$;

$R_{\text{ПР}}$ – коэффициент, учитывающий премию рабочих;

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

$$R_{IP} = 1,5;$$

$R_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату;

$$R_{доп} = 1,13;$$

$R_{СВ}$ – коэффициент, учитывающий страхование на социальные нужды;

$$R_{СВ} = 1,312$$

Заработная плата для базового варианта:

$$C_3 = 70 \cdot 12,01 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,13 \cdot 1,312 = 1869,58 \text{ руб.}$$

Заработная плата для нового варианта:

$$C_3 = 70 \cdot 4,74 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,13 \cdot 1,312 = 737,87 \text{ руб.}$$

С учетом годового выпуска.

Заработная плата для базового варианта:

$$C_3 = 1869,58 \cdot 12 = 22434,96 \text{ руб.}$$

Заработная плата для нового варианта:

$$C_3 = 737,87 \cdot 12 = 8854,44 \text{ руб.}$$

Выполним расчет амортизации сварочного оборудования по формуле:

$$C_A = \frac{K_{об\ j} \cdot H_A \cdot t}{100 \cdot T_d \cdot R_{заг} \cdot R_B}, \quad (5.21)$$

где: $K_{об\ j}$ – балансовая стоимость единицы оборудования, используемого при выполнении операции, руб.;

H_A – норма годовых амортизационных отчислений для оборудования, %;

$$H_{AB} = 16,7 \%, H_{AH} = 16,7 \% [18];$$

t – норма времени на выполнение операции, час;

$$t_B = 12,01 \text{ часа}, t_H = 4,74 \text{ часа};$$

T_d – действительный (эффективный) годовой фонд времени работы единицы оборудования, час;

$$T_d = 1881,95 \text{ часа};$$

$R_{заг}$ – коэффициент загрузки оборудования – не учитываем т.к. оборудование не относится к специальному и специализированному;

R_B – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени;

$$R_B = 1,1;$$

Балансовая стоимость оборудования:

$$K_{OB_Б} = 382687,5 \text{ руб.}$$

$$K_{OB_Н} = 1046149 \text{ руб.};$$

Амортизация сварочного оборудования для базового варианта:

$$C_{AB} = \frac{382687,5 \cdot 16,7 \cdot 12,01}{100 \cdot 1881,95 \cdot 1,1} = 370,77 \text{ руб}$$

Амортизация сварочного оборудования для нового варианта:

$$C_{AH} = \frac{1046149 \cdot 16,7 \cdot 4,74}{100 \cdot 1881,95 \cdot 1,1} = 400,03 \text{ руб}$$

С учетом годового выпуска.

Амортизация сварочного оборудования для базового варианта:

$$C_{AB} = 370,77 \cdot 12 = 4449,24 \text{ руб}$$

Амортизация сварочного оборудования для нового варианта:

$$C_{AH} = 400,03 \cdot 12 = 4800,36 \text{ руб}$$

Выполним расчет затрат на электрическую энергию для технологических целей по формуле:

$$C_{ЭМ} = q_{ЭМ}^{кг} \cdot Q_H \cdot Ц_Э, \quad (5.22)$$

где: $q_{ЭМ}^{кг}$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг массы наплавленного металла, кВт-ч.;

Q_H – масса наплавляемого металла, кг;

$$Q_{НБ} = 29,73 \text{ кг}, \quad Q_{НН} = 34,62 \text{ кг}$$

$Ц_Э$ – стоимость потребленного кВт-ч, руб.;

$$Ц_Э = 2,5 \text{ руб./кВт-ч.}$$

$$q_{ЭМ}^{кг} = \frac{U}{R_H \cdot \eta \cdot R_d}, \quad (5.23)$$

где: U – напряжение на дуге, В;

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

$U_B = 24$ В (табл.2.6), $U_H = 44$ В (табл.2.5).

R_H – коэффициент наплавки, кг/А·час;

$R_{HB} = 0,015$ кг/А·час, $R_H = 0,016$ кг/А·час [8];

η – коэффициент полезного действия установки;

$\eta_B = 0,87$, $\eta_H = 0,88$ (паспорт на оборудование)

R_d – коэффициент, учитывающий время горения в общей продолжительности сварки;

$R_{dB} = 0,6$; $R_{dH} = 0,45$ (см. табл. 5 [12]).

Удельный расход электроэнергии для базового варианта:

$$q_{ЭМ}^{кг} = \frac{24}{15 \cdot 0,87 \cdot 0,6} = 3,06 \text{ кгВт.ч}$$

Удельный расход электроэнергии для нового варианта:

$$q_{ЭМ}^{кг} = \frac{44}{16 \cdot 0,88 \cdot 0,45} = 6,98 \text{ кгВт.ч}$$

Затраты на электрическую энергию для базового варианта:

$$C_{ЭМ} = 3,06 \cdot 29,73 \cdot 2,5 = 227,43 \text{ руб}$$

Затраты на электрическую энергию для нового варианта:

$$C_{ЭМ} = 6,98 \cdot 34,62 \cdot 2,5 = 604,12 \text{ руб}$$

С учетом годового выпуска.

Затраты на электрическую энергию для базового варианта:

$$C_{ЭМ} = 227,43 \cdot 12 = 2729,16 \text{ руб}$$

Затраты на электрическую энергию для нового варианта:

$$C_{ЭМ} = 604,12 \cdot 12 = 7249,44 \text{ руб}$$

Выполним расчет затрат на силовую энергию по формуле:

$$C_{ЭЛ} = \frac{N_y * R_M * R_{ВР} * t * C_{Э}}{R_{ИД} * R_B}, \quad (5.24)$$

где: N_y – установленная мощность электродвигателей единицы оборудования, кВт; полуавтоматическая сварка в СО²– 1 шт $N_{yзг} = 2,2кВт$, автоматическая под слоем флюса. – 4 шт. $N_{yзг} = 2,2 + 2,2 + 1,2 + 4 = 9,6кВт$

R_M – коэффициент загрузки электродвигателей по мощности;

$$R_M = 0,9;$$

R_{BP} – коэффициент загрузки электродвигателей по времени;

$$R_{BP} = 0,7;$$

t – норма времени на выполнение операции, час;

$$t_B = 12,01 \text{ часа}, t_H = 4,74 \text{ часа};$$

$C_э$ – стоимость потребленного кВт·ч активной энергии, руб.;

$$C_э = 2,5 \text{ руб./кВт·ч};$$

$R_{пд}$ – коэффициент полезного действия электродвигателей;

$$R_{пд} = 0,65; \text{ (принят по паспорту электродвигателя);}$$

R_B – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени;

$$R_B = 1,1;$$

Затраты на силовую энергию для базового варианта:

$$C_{эл} = \frac{2,2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 12,01 \cdot 2,5}{0,65 \cdot 1,1} = 29,75 \text{ руб}$$

Затраты на силовую энергию для нового варианта:

$$C_{эл} = \frac{9,6 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 4,74 \cdot 2,5}{0,65 \cdot 1,1} = 100,23 \text{ руб}$$

С учетом годового выпуска.

Затраты на силовую энергию для базового варианта:

$$C_{эл} = 29,75 \cdot 12 = 357 \text{ руб}$$

Затраты на силовую энергию для нового варианта:

$$C_{эл} = 100,23 \cdot 12 = 1202,76 \text{ руб}$$

Выполним расчет затрат на ремонт и техническое обслуживание оборудования по формуле:

$$C_p = \frac{K_{OБj} \cdot \alpha \cdot t}{100 \cdot T_d \cdot R_{зг} \cdot R_B}, \quad (5.25)$$

где: $K_{OБ}$ - капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{OБ1} = 382687,5$ руб., $K_{OБ2} = 1046149$ руб.;

α - процент регламентированных простоев оборудования на плановый ремонт ($\alpha = 4-8$), %;

$\alpha = 8$ % - для базового варианта;

$\alpha = 5$ % - для нового оборудования.

t - норма времени на выполнение операции, час.;

$t_B = 12,01$ часа, $t_H = 4,74$ часа;

T_d - действительный (эффективный) годовой фонд времени работы единицы оборудования;

$T_d = 1881,95$ часа.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования для базового варианта:

$$C_p = \frac{382687,5 \cdot 8 \cdot 12,01}{100 \cdot 1881,95 \cdot 1,1} = 177,61 \text{ руб}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования для нового варианта:

$$C_p = \frac{1046149 \cdot 5 \cdot 4,74}{100 \cdot 1881,95 \cdot 1,1} = 119,76 \text{ руб}$$

С учетом годового выпуска.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования для базового варианта:

$$C_p = 177,61 \cdot 12 = 2131,32 \text{ руб}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования для нового варианта:

$$C_p = 119,76 \cdot 12 = 1437,12 \text{ руб}$$

С учетом годового выпуска себестоимость изделия будет равна.

Для базового варианта:

$$C = 478509,84 + 22434,96 + 4449,24 + 2729,16 + 357 + 2131,32 = 510611,52 \text{ руб.}$$

Для нового варианта:

$$C = 56480,76 + 8854,44 + 4800,36 + 7249,44 + 1202,7 + 1437,12 = 80024,82 \text{ руб.}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Сводная таблица текущих затрат на годовой выпуск по сравниваемым вариантам

Затраты по статьям	C_B (руб.)	C_H (руб.)	$\Delta C = C_H - C_B$ (руб.)
Затраты на материалы	478509,84	56480,76	- 422029,08
Заработная Плата	22434,96	8854,44	- 13580,52
Амортизационные отчисления	4449,24	4800,36	351,12
Затраты на электроэнергию	2729,16	7249,44	4520,28
Затраты на силовую энергию	357	1202,7	845,7
Затраты на ремонт и оборудование	2131,32	1437,12	-694,2
ИТОГО	510611,52	80024,82	-430586,7

5.4 Расчет экономического эффекта

Экономический эффект от применения нового технологического процесса, механизации и автоматизации обеспечивающих экономию производственных ресурсов при выпуске одной и той же продукции, определяется по формуле

$$Э_{Г} = (C_B + E_H * K_{ОББ}) - (C_H + E_H * K_{ОБН}), \quad (5.26)$$

где: C_B, C_H – себестоимость изготовления узла по базовой и новой технологии, руб.;

$$C_B = 510611,52 \text{ руб.}, C_H = 80024,82 \text{ руб.};$$

$K_{ОББ}, K_{ОБН}$ – капитальные вложения по базовой и новой технике рассчитанные на годовой объем продукции, производимой с помощью новой техники, руб.;

$$K_{ОББ} = 26405,44 \text{ руб.}; K_{ОБН} = 28246,02 \text{ руб.};$$

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$$E_H = 0,2.$$

$$\Delta_{Г} = (510611,52 + 0,2 \cdot 26405,44) - (80024,82 + 0,2 \cdot 28246,02) = 430218,58 \text{ руб}$$

Вывод

Годовой экономический эффект при замене полуавтоматической сварки в среде углекислого газа на автоматическую под слоем флюса, для изготовления корпуса камеры СОД составил 430218,58 рубля.

					<i>ДП-150202.65-071016731-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		101

Заключение

На основании проведенного анализа основных материалов, используемых для изготовления камеры запуска, а также учитывая конструкцию изделия и требования нормативных документов в данном дипломном проекте:

- разработан технологический процесс изготовления камеры запуска, с применением автоматической сварки под слоем флюса и механизированной сварки в защитных газах обеспечивающих высокую производительность;
- на основании обобщений опытных данных определены оптимальные режимы сварки;
- выбраны сварочные материалы обеспечивающие получение качественных сварных соединений камеры запуска;
- выбрано современное стандартное высокопроизводительное сварочное оборудование фирм Lincoln Electric и КЕМРПИ;
- разработана оснастка, позволяющая обеспечить требуемое качество изготовления камеры запуска и высокую производительность;
- проанализированы опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте сварщика. Рассмотрены мероприятия по снижению уровня шума, запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны, воздействию электрического тока на обслуживающий персонал;
- уменьшению общей себестоимости продукции способствовало сокращение затрат на расходный материал, ремонт оборудования и уменьшение заработной платы. Внедрение разработанного технологического процесса и оборудования позволит получить годовой экономический эффект в сумме 430218,58 руб

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

Библиографический список

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
2. ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка. ВНИИСТ, 1989.-118с.
3. ГОСТ 5520-79 Прокат листовой из углеродистой, низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением.-17с.
4. ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия. - 15с.
5. ГОСТ Р 52630-2006 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. -М.: «Стандартинформ», 2007. -78 с.
6. ГОСТ Р 52079-2003 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. М.: «Стандартинформ», 2003. -28с.
7. Ерёмин Е.Н., Кац В.С. Технологические основы дуговой сварки в защитных газах: Учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2002. – 80 с.
8. Еремин Е.Н., Кац В.С. Технология и оборудование для дуговой сварки под флюсом: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. – 132 с.
9. Ерёмин, Е.Н. Технологические особенности сварки сталей различных классов: учеб. пособие / Е.Н.Ерёмин. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. -242 с.
10. Ерёмин, Е.Н. Свариваемость сталей. Учебное пособие. Омск: ОмГТУ, 2005. – 159 с.
11. Кузнецов Ю.В. Расчет экономической эффективности новой сварочной техники. Методические указания. Омск, ОмПИ, 1984.-36 с.
12. Кузнецов Ю.В. Нормативно – справочный материал к расчетам экономической эффективности новой сварочной техники. Методические указания. Омск, ОмПИ, 1982. – 14 с.
13. Каталог продукции КЕМРПИ, 2007.-80 с.
14. Каталог продукции Lincoln Electric, 2010.-136 с.

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

15. ОТТ-75.18000-КТН-370-09 Общие технические требования.

Камеры запуска и приема средств очистки и диагностики линейной части магистральных нефтепроводов. ОАО «АК «Транснефть», 2009. – 69 с.

16. Общемашиностроительные нормативы времени на автоматическую, полуавтоматическую и ручную электродуговую сварку и сварку в среде защитных газов. / Центр. бюро нормативов по труду при НИИ по труду - М. : Типография при НИИ труда, 1975.-287 с.

17. ПБ-03-584-03 Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных. М.: ПИО ОБТ.-2003.-55с.

18. Постановление Правительства № 1 от 01.01.2002 г. «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»

19. СНиП 23.05-95 Естественное и искусственное освещение.- 36 с.

20. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. М.: Минздрав России, 1997.- 13 с.

21. Сварка в машиностроении: Справ. в 4 т. / Ред. кол. Г.А. Николаев (пред.) и др. – М.: Наука, 1981. – 534 с.

22. Сварочное оборудование. Справ. часть вторая / Ред. П.Я. Фурер. – Киев.: Наука, 1974. – 385 с.

23. Сварка. Резка. Контроль: Справ. в 2-х т. / Под общ. ред. Н.П.Алешина, Г.Г.Чернышова. - М.: Машиностроение, 2004.

24. Справочник нормировщика / Под ред. А.В.Ахумова. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987 – 458 с.

25. Стали и сплавы. Марочник: Справ. Изд. / В.Г.Сорокин и др. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2001. – 608 с.

26. СТО Газпром 2-2.3-251-2008 Сборка, сварка, термическая обработка и контроль качества при ремонте и модернизации корпусного технологического оборудования.- 185 с.

					ДП-150202.65-071016731-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104