


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

 УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 20 » 06 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.01. - «Машиностроение»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ-СВАРКИ КОРПУСА
ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УЛИТКИ

Пояснительная записка

Руководитель  20.06.16 К.Т.Н., доцент А.И. Демченко
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник  17.06.16 Д.В. Гусев
подпись, дата инициалы, фамилия

Консультант:
Организационно-
экономический
раздел  20.06.16 К.Т.Н., доцент А.И. Демченко
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Нормоконтролер  20.06.16 С.Л. Бусыгин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« 20 » 06 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту Д.В. Гусеву.
Группа ЗМТ 11-05Б Направление (специальность) 15.03.01 - «Машиностроение»
Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии сборки-сварки корпуса вентиляторной улитки»
Утверждена приказом по университету № 4565/с от 02.05.2016
Руководитель ВКР: А.И. Демченко, ПИ СФУ, 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. Технологическая часть
2. Конструкторская часть
3. Организационно-экономическая часть

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

1. Изделие;
2. Технологический лист – 2 л;
3. Установка для сварки кольцевых швов;
4. Рабочее место;
5. Техничко – экономические показатели.

Консультанты по разделам

Наименование раздела ВКР	Инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
Организационно-экономический раздел	А.И. Демченко

				БР – 15.03.01 – 071106902 ПЗ			
Разраб	Гусев		15.05.16	Разработка технологии сборки-сварки корпуса вентиляторной улитки	Лист	Листов	
Пров.	Демченко		20.06		2	69	
Н. контр.	Бусыгин		20.06		ПИ СФУ Каф. «Машиностроение»		
Утв.	Демченко		20.06				

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 09.05.2016	ТЧП - 40 %	лист № 1
	по 15.05.2016		
2	с 16.05.2016	КЧП – 40 %	лист № 2
	по 31.05.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.06.2016	КЧП – 60 %	лист № 4
	по 26.06.2016	ОЭЧ – 100 %	лист № 5
		ТЧП – 20 %	лист № 6
Всего	на 25.05.2016	100% по разделам	100%
ТЧП – технологическая часть			
КЧП – конструкторская часть			
ОЭЧ – организационно-экономическая часть			

Руководитель выпускной
квалификационной работы

А.И. Демченко

(подпись, дата)

Задание принял к исполнению

Д.В. Гусев

(подпись, дата)

БР – 15.03.01 – 071106902 ПЗ

Лист

3

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справа. №	Пере. примен.	Реферат.				Лист
							<p>В данной ВКР в форме бакалаврской работы модернизирована технология сборки-сварки корпуса вентиляторной улитки. Оценен материал изделия, его свариваемость. С учетом экономической целесообразности выбраны способы сварки. Разработано и выбрано сварочное оборудование и приспособления. Выбраны режимы сварки. В конструкторской части описана разработанная установка для сварки кольцевых швов патрубка и уплотнительного кольца, произведены необходимые прочностные. Описан контроль качества. В экономической части рассчитаны основные технико-экономические показатели. Спланирован участок сборки-сварки корпуса улитки с учетом необходимого оборудования. В приложении представлены спецификации к чертежам.</p> <p>Объем расчетно-пояснительной записки составляет 69 страниц.</p> <p>В них:</p> <p>Иллюстраций – 6</p> <p>Таблиц – 14</p> <p>Источников использованной литературы – 18</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ						

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
СОДЕРЖАНИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Назначение и область применения титановой улитки.....	9
1.2 Анализ конструкции улитки вентиляторной правой.	9
1.3 Технические требования для корпуса улитки вентиляторной правой...	10
1.4 Краткая характеристика титанового сплава ВТ 1-0 и его свариваемости	11
1.5 Описание и анализ базовой технологии изготовления улитки.....	15
1.6 Выбор и обоснование принятых способов сварки	17
1.7 Выбор оборудования для сварки.....	21
1.8 Выбор сварочных материалов	26
1.9. Выбор заготовки под сварку.....	28
1.10. Подготовка поверхностей под сварку.	28
1.11 Режимы сварки.....	29
1.12 Контроль качества сварных соединений.....	31
1.13 Краткий технологический процесс сборки-сварки корпуса улитки правой по предлагаемому варианту.....	34
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	37
2.1. Описание станда с передвижными электромагнитными флюсовыми подушками.....	38
2.2 Установка для сварки цилиндрических деталей	39
2.3. Кинематический расчет привода	41
2.4. Расчет пневмоцилиндра	44
2.5 Выбор и расчет муфты	46
2.6. Выбор и разработка приспособлений для сборки – сварки корпуса улитки и для защиты корня шва.....	47
2.7. Выбор и проверочный расчет кантователя	49
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА.....	53
3.1 Введение	54
3.2. Определение типа производства и расчет нормы времени.	54
3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих.....	55
3.4. Расчет потребности в оборудовании и количестве рабочих	56
3.5. Расчет капитальных вложений.	58
3.6. Расчет текущих затрат.....	59
3.7. Приведенные затраты.....	64
3.8. Годовой экономический эффект.	64
3.9. Вывод	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	68

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

5

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Введение

Современная техника выдвинула повышенные требования к металлам. Потребовались материалы и сплавы, имеющие большую прочность при нормальной и высоких температурах, достаточно пластичные и вязкие, устойчивые против действия агрессивных сред, а так же обладающие специальными свойствами. Среди новых конструкционных материалов, освоенных за последние годы промышленностью и в значительной степени удовлетворяющих этим требованиям, особое место занимают титан и его сплавы.

Отличная коррозионная стойкость титана в атмосферных условиях, морской воде и ряде высокоагрессивных сред обуславливает эффективное его использование для изготовления конструкций, работающих в самых суровых условиях эксплуатации. Несмотря на все эти положительные моменты широкое применение сплавов титана в промышленности затруднено. Это связано с большими трудностями получения качественных неразъемных соединений деталей из титановых сплавов путем сварки. А это в свою очередь обусловлено высокой активностью титана при повышенных температурах.

Основной целью бакалаврской работы является разработка технологического процесса сборки-сварки корпуса вентиляторной улитки правой из титанового сплава ВТ 1-0 для работы в агрессивных средах.

Для выполнения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести патентно-технический поиск оборудования для сварки ВТ 1-0;
2. Разработать технологический процесс сборки-сварки корпуса улитки правой из ВТ 1-0;
3. Выбрать оптимальные режимы сварки корпуса улитки;

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Справ. №	Пере. примен.
----------	---------------

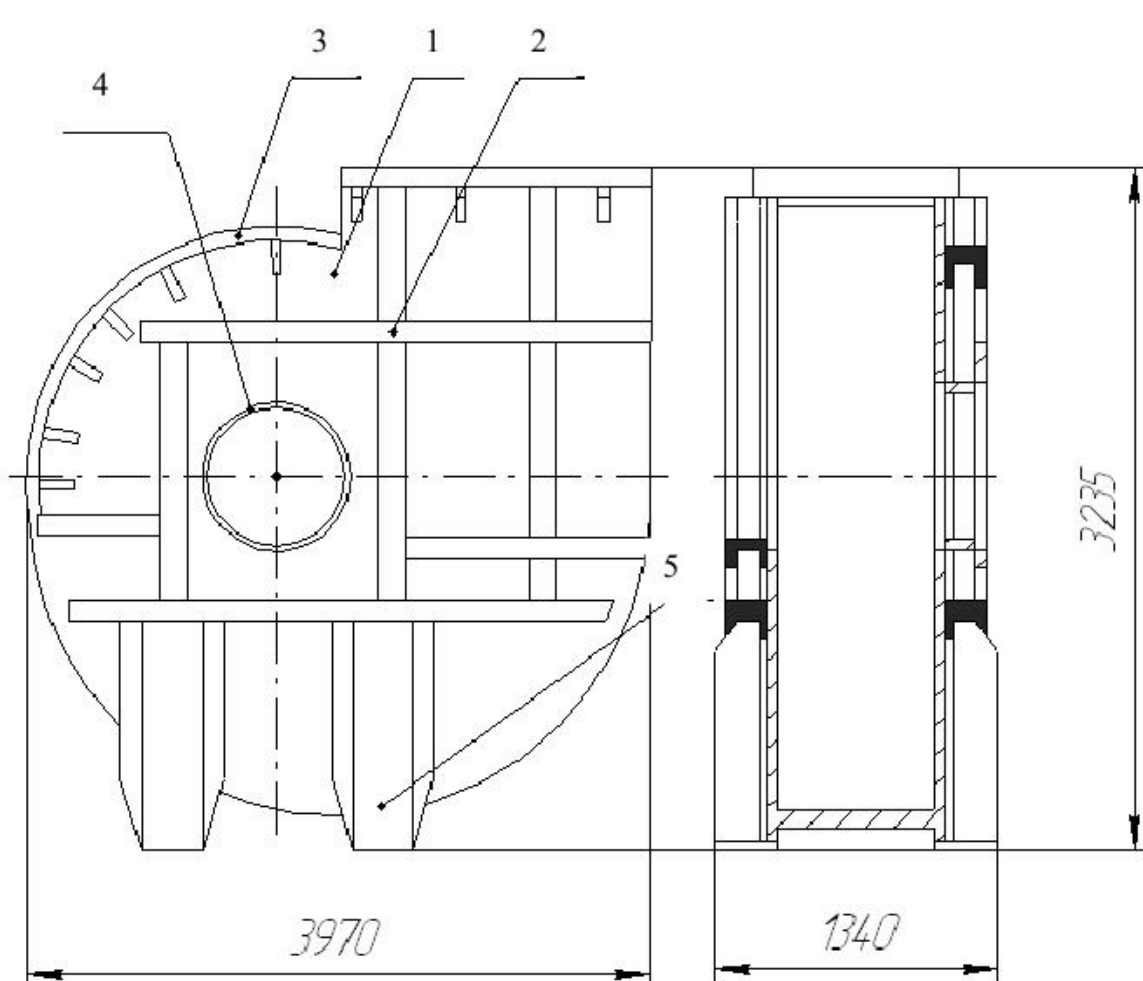
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	Лист
						8

Пере. примен.	1.1. Назначение и область применения титановой улитки					
	<p>Разрабатываемая вентиляторная улитка предназначена для вытяжки и удаления из рабочей зоны производственных помещений опасных для человека газовых выделений, сопровождающих химические процессы.</p> <p>Основным заказчиком такого вида изделия является химическая, нефтехимическая и химико-металлургическая промышленность, а так же черная и цветная металлургия.</p> <p>Основные технические параметры и разделы титановой улитки.</p> <p>Максимальная потребляемая мощность вентилятора 400 кВт. Параметры оптимального режима не менее: производительность – 46 м³/с; давление – 600 кг/м²; КПД (полный) – 0,75;</p> <p style="text-align: center;">Приводной электродвигатель:</p> <p>Тип АО КЗ – 55 – 6, Мощность 500кВт, Скорость вращения 985 об/м;</p> <p style="text-align: center;">Габаритные размеры:</p> <p>ширина 1240 мм; Высота 3275; длина 3970;</p> <p style="text-align: center;">Масса вентилятора не более 4000 кг.</p>					
Справ. №	1.2 Анализ конструкции улитки вентиляторной правой.					
Подпись и дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
<i>БР-150301-071106902-ПЗ</i>					<i>Лист</i>	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	9	

Пере. примен.	<p>Улитка вентиляторная (рис. 1.1.) состоит из боковых стенок – 1; ребер жесткости, швеллеров – 2; обечайки – 3; патрубка – 4; стоек – 5.</p> <p>Все элементы вентилятора изготовлены из сплава ВТ 1-0.</p> <p>Боковые стенки изготовлены путем вырезки сваренных полотнищ. Патрубок вварен в стенку с помощью ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой. Ребра жесткости изготовлены из полос титанового сплава толщиной 8 мм. К корпусу и друг другу они приварены ручной аргонодуговой сваркой с неплавящимся электродом и присадочной проволокой. Стенки и обечайка собраны в корпус с применением ручной АРДС.</p>				
	Справ. №				
<p>1.3 Технические требования для корпуса улитки вентиляторной правой</p>					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Сварные швы по ОСТ 92-1021–81. 2. Общие требования к сварным соединениям по ОСТ 92–1114–83, ОСТ 92–1051–80. 3. Сварить в среде аргона 1-го сорта по ГОСТ 10157-73. Присадочный материал - сварная проволока ВТ 1-00 по ТУ 961-1474-69. 					
Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p><i>БР-150301-071106902-ПЗ</i></p>
					<p>Лист 10</p>

Пере. примен.						
Справ. №	<p>Рисунок 1.1 – Улитка правая: 1-Боковая стенка, 2-Швеллер, 3-Обечайка, 4-Патрубок, 5-Стойка.</p>					
Подпись и дата	<p>1.4 Краткая характеристика титанового сплава ВТ 1-0 и его свариваемости</p>					
Инв. № дубл.	<p>Для изготовления корпуса улитки вентиляторной правой используется технический титан ВТ 1-0. Его основа – нелегированный титан. Титановый сплав ВТ 1-0 относится к сплавам с α- структурой и содержит ряд примесей: кислород до 0,12%; азот до 0,04%; водород до 0,01%; углерод до 0,07%. Эти примеси повышают прочность титана и в разной степени снижают пластичность и вязкость металла.</p>					
Взам. инв. №	<p>Структура, состав и механические свойства ВТ 1-0 приведены в таблице 1.1.</p>					
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист 11

БР-150301-071106902-ПЗ

Таблица 1.1 - Структура, состав и механические свойства ВТ 1-0

Марка сплава	Тип сплава	Средний хим. состав, %	σ_B , МПа	δ , %	Прим.
ВТ 1-0	α	Нелегированный титан	393 - 539	20	ГОСТ 19807-74

Сплав ВТ -0 относится к группе малопрочных, его предел прочности

$$\sigma_a = 30 - 45 \text{ кгс/мм}^2$$

Металл Ti относится к четвертой группе периодической системы элементов. Атомный номер 22, атомная масса 47,9. Титан имеет две аллотропические модификации: низкотемпературную α с гексагональной плотноупакованной решеткой, существующую при температурах ниже 882 °С, и высокотемпературную β с объемноцентрированной кубической решеткой, существующей при температурах вплоть до точки плавления. Температура полиморфного превращения титана $\alpha \leftrightarrow \beta$ в равновесных условиях равна 882,5 °С.

Титан обладает высоким сопротивлением коррозии во многих агрессивных средах, что объясняется образованием на поверхности металла плотной защитной окисной пленки. Титан обладает хорошей коррозионной стойкостью на воздухе и в воде.

Преимущество титана перед другими коррозионностойкими металлами заключается в том, что когда титан корродирует, разрушение идет не по отдельным участкам, а равномерно по всей поверхности. Точечная, язвенная и межзеренная коррозия титана наблюдается лишь в редких случаях.

Титан имеет малую плотность, почти в два раза меньше, чем железо, и поэтому может быть отнесен к числу легких металлов. Плотность титана составляет 4,51 г/см³.

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

12

Пере. примен.	<p>Перед сваркой с поверхности титана необходимо убирать газонасыщенную пленку, иначе на поверхности может остаться альфированный слой. Сохранение такого слоя недопустимо, так как переход газов из слоя в шов вызывает его охрупчивание.</p> <p>Сплав ВТ 1-0 обладает удовлетворительной свариваемостью, что выражается в стабильном формировании шва, отсутствии трещин и высоких механических свойствах сварных соединений. Но, из-за его высокой химической активности при повышенных температурах, во время сварки необходимо проводить специальные мероприятия по защите сварочной ванны и зоны термического влияния от воздействия атмосферных газов.</p> <p>Начиная с температуры 300°C начинается заметное поглощение титаном водорода. Скорость поглощения с возрастанием увеличивается. При достижении температуры 500°C начинается активное окисление титана на воздухе. Наиболее интенсивное растворение окислов в титане, сопровождающееся быстрой диффузией кислорода внутри металла, начинается при температуре около 850°C. Кроме того титан активно вступает во взаимодействие с азотом и углеродом. Все эти примеси в различной степени снижают пластичность и вязкость металла и повышают твердость и хрупкость.</p> <p>Для получения качественного сварного соединения необходимо изолировать с помощью одного из нескольких основных способов защиты сварочной ванны; сварка в вакуумной камере; сварка в газовых камерах; сварка с местной защитой струей защитного газа; сварка с местной защитой в передвижных камерах.</p> <p>В качестве защитных газов обычно используют аргон, гелий или смесь этих газов.</p> <p>Положительные результаты дает применение концентрированных источников энергии (лазерный и электронный лучи).</p>					
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	Лист 13

Пере. примен.	<p>Титан и его сплавы не склонны к образованию кристаллизационных (горячих) трещин в металле шва. Наиболее распространенными дефектами являются поры и холодные трещины. Поры в сварных соединениях чаще всего располагаются в виде цепочки по зоне сплавления. Они снижают статическую и динамическую прочность соединений. Образование пор может быть связано с попаданием водорода в шов вместе с адсорбированной влагой на присадочной проволоке, флюсе, кромках свариваемых изделий или из атмосферы при нарушении защиты. Для получения беспористых швов необходимо обеспечить требуемую чистоту основного металла и сварочных материалов, сварку выполнять на оптимальных режимах с соблюдением всех требований технологических процессов.</p> <p>Холодные трещины возникают в результате повышенного содержания водорода в сварном соединении в сочетании с растягивающими напряжениями первого рода (остаточными сварочными и от внешней нагрузки). Трещины такого типа могут возникнуть сразу же после сварки, а также после вылеживания сварных изделия до нескольких лет (процесс замедленного разрушения).</p> <p>Радикальными мерами борьбы с холодными трещинами являются: а) снижение газов в основном и присадочном металле: $H_2 < 0,008\%$, $O_2 < 0,1 - 0,12\%$; $N_2 < 0,04\%$; б) соблюдение технологии сварки для предотвращения попадания паров воды и вредных газов в зону сварки; в) снятие остаточных сварочных напряжений; г) предотвращение возможности наводороживания сварных соединений при эксплуатации.</p> <p>Одним из важных критериев свариваемости сплавов этого класса является незначительная чувствительность к изменению режимов сварки. Однофазные α-сплавы имеют широкий интервал скоростей охлаждения, при котором сохраняются достаточно высокие свойства соединений. Наибольшие значения характеристик пластичности сварных соединений достигаются при средних и относительно высоких скоростях охлаждения.</p>					
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	Лист 14

Пере. примен.

Справ. №

Рассматриваемые сплавы не упрочняются термической обработкой. С целью снятия напряжений конструкции с жесткими соединениями подвергаются отжигу, который включает нагрев при температурах выше температуры начала рекристаллизации, но ниже температуры полиморфного превращения и последующее охлаждение на воздухе. Ниже приведены характерные температуры отжига [3] α -сплавов:

Марка сплава	T, °C
BT1-0; BT1-00	670—690

Время отжига составляет 15—60 мин в зависимости от сечения детали.

Отжиг сварных соединений α -сплавов титана приводит к повышению сопротивляемости развитию трещин. Нагрев сварных конструкций рекомендуется производить в электрических печах с защитной атмосферой. При возникновении α -слоя его необходимо убирать механическими способами.

Таблица 1.2 – Механические свойства сварных соединений, выполненных неплавящимся электродом без присадки.

Марка сплава	σ_b , МПа	α , град.	δ , %	KCU, кДж/м ²
BT 1-0	460 / 411,6	-	27 / 33	2165 / 2195

Примечание: В числителе – свойства сплавов, в знаменателе - свойства металла шва.

1.5 Описание и анализ базовой технологии изготовления улитки

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

15

Пере. примен.	<p>Сборку-сварку корпуса улитки начинаем с изготовления ребер жесткости (ВЦТ 20.16.130А, ..., 180А). Комплектуем сб. ед. листовым титановым сплавом 2000×1200×8 в количестве 5 листов. Обрубаем листы в полосы на гильотине. Согласно чертежам, комплектуем полосы в швеллера. Проводим необходимые операции зачистки свариваемых кромок. Собираем полосы в швеллера на специальном приспособлении и прихватываем. Устанавливаем приспособления для ЭЛС на стол поворотный установки УЭЛС – 2 и на режимах: $I_{св} = 180 \pm 5$ мА, $U_{св} = 25$ кВ, $V_{св} = 25$ м/час, $I_{рф} = 0,5$ мА, ведем сварку 18 швеллеров за одну откачку. Согласно чертежам швеллера более 2000 мм соединяем ручной АДС встык на режимах: $I_{св} = 180...200$ А, $U_{св} = 10...12$ В, $V_{св} = 10...15$ м/час. Расход аргона на основную защиту сварочной ванны $d_{оз} = 10...12$ л/м; дополнительной 10...12 л/м; в насадок 4...6 л/м.</p> <p>После сварки шов осматриваем на отсутствие дефектов.</p> <p>Для изготовления передней стенки (ВЦТ 20.16.201 А) комплектуем титановым сплавом ВТ 1-0 размером 1200×2000×5 в количестве 6 штук. Эти листы свариваем в полотнище с помощью автоматической АД сварки. Режимы: $I_{св} = 230...270$ А, $U_{св} = 9...10$ В, $V_{св} = 10...15$ м/час, $\varnothing_3 = 5$ мм, $d_{оз} = 14...20$ л/м, $d_{дз} = 8...12$ л/мин. Аналогично изготавливаем заднюю стенку (ВЦТ 20.16.203) и отправляем готовые полотнища на раскрой. Сборочную единицу (ВЦТ 20.16.208 А) комплектуем листами 1000×2000×5 в количестве 4 листов, обрабатываем и свариваем автоматической АДС в обечайку. Опоры (ВЦТ 20.16.190 А) изготавливаем также из листового титанового сплава с помощью ручной АДС, режимы: $I_{св} = 180...200$ А, $U_{св} = 10...12$ В, $\varnothing_3 = 3$ мм, $\varnothing_{пп} = 2,5$ мм. Расход аргона $d_{оз} = 10...12$ л/м, $d_{дз} = 10...12$ л/м, $d_{к} = 4...6$ л/м.</p> <p>Патрубок всасывающий и кольцо уплотнительное изготавливаем с припуском на последующую окончательную механическую обработку. При</p>					
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	Лист 16

Пере. примен.	<p>этом используется установка электронно-лучевой сварки СУЭЛС – 4 А. Режимы сварки: $I_{св} = 18 \pm 5$ мА; $V_{св} = 25$ м/час; $I_{рф} = 0,5$ мА; $U = 25$ кВ.</p> <p>Далее производится сборка-сварка всего корпуса улитки. На передней и задней стенках размечается места для установки и сварки деталей. На универсальной сборочной плите к передней стенке последовательно прихватываются и привариваются швеллеры (ребра жесткости) и обечайка. К задней стенке привариваются предварительно сваренные уплотнительное кольцо с патрубком. Затем к стенкам привариваются ребра и пластики. После этого производится сварка обечайки с задней стенкой. К готовому корпусу привариваются фланцевые полосы и опоры. Используется ручная аргонодуговая сварка (РАДС) на режимах: $I_{св} = 180 \dots 200$ А, $U = 10 \dots 12$ В, $\phi_s = 3$ мм; $\phi_{пп} = 2,5$ мм.</p> <p>После окончательной сборки изделие отжигают.</p> <p>Как видно и приведенного краткого технологического процесса, в базовом варианте применяется электронно-лучевая сварка: при изготовлении ребер жесткости (УЭЛС-2) и при сварке патрубка и уплотнительного кольца (СУЭЛС-4А). Данные установки в настоящее время отечественной промышленностью не выпускаются, а аналогичные стоят очень дорого (например - универсальная установка для электронно-лучевой сварки СА-451 производства НИКИТМ - 410000 у.е.). Поэтому в настоящем проекте принято решение отказаться от использования ЭЛС, заменив ее механизированной и автоматической сваркой в аргоне и под флюсом соответственно. Кроме того, мной предлагается свести к минимуму ручную аргонодуговую сварку, оставить ее только для самых коротких швов и прихваток.</p> <p>Вследствие отказа от ЭЛС возникает задача разработки приспособлений для защиты корня шва при сварке швеллеров (ребер жесткости) и сварке патрубка и уплотнительного кольца.</p>					
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	Лист 17

Пере. примен.	<p>В промышленности применяют автоматическую, полуавтоматическую и ручную сварку неплавящимся электродом, непрерывно горящей и импульсной дугой и автоматическую и полуавтоматическую сварку плавящимся электродом. Для сварки титана может быть использовано стандартное сварочное оборудование, снабженное дополнительными устройствами для защиты зоны сварки, а также специализированные сварочные горелки и установки. Для защиты зоны дуги и расплавленной ванны необходимо использовать аргон высшего сорта (ГОСТ 10157—73). Для защиты остывающей части шва и обратной стороны шва неответственных изделий допускается использовать аргон 2-го сорта. Гелий и его смеси с аргоном целесообразно использовать при дуговой сварке плавящимся электродом больших толщин (8—10 мм). При сварке в гелии необходимый для защиты сварочной ванны расход газа в 2—3 раза больше, напряжение на дуге в 1,4—1,6 раза выше, а ширина зоны расплавления в 1,4 больше, чем при сварке в аргоне.</p> <p>Защита зоны сварки может быть местной и общей. При местной защите защищается зона металла, нагретого до температур начала активного поглощения газов, ограниченная изотермой 350—400 °С, с лицевой и обратной стороны шва. Местные защитные камеры используют с вакуумированием и без предварительного вакуумирования. В последнем случае для вытеснения воздуха и качественной защиты необходима продувка камеры 5—10-кратным объемом инертного газа. Улучшение условий защиты металла, нагретого до температур активного поглощения газов, достигается применением мер, обеспечивающих интенсивный теплоотвод из зоны сварки (медные водоохлаждаемые подкладки и накладки, охлаждающие ванны) и предупреждающих контакт нагретой поверхности с воздухом (подкладки, накладки, покрытия и т. д.).</p> <p>Аргонодуговую сварку непрерывно горящей дугой производят на</p>				
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p style="text-align: center;">БР-150301-071106902-ПЗ</p> <p style="text-align: right;">Лист 18</p>

Пере. примен.	<p>постоянном токе прямой полярности от стандартных источников питания. При толщине металла до 3—4 мм сварку выполняют за один проход, при большей толщине требуется многопроходная сварка. Увеличение глубины проплавления и производительности сварки достигается при использовании способа сварки проникающей (заглубленной) дугой при принудительном погружении дуги ниже поверхности свариваемых кромок. Таким способом можно сваривать металл толщиной до 10 мм без применения разделки кромок и присадочного металла. Применение фтористых флюсов при аргонодуговой сварке титановых сплавов позволяет снизить погонную энергию по сравнению с аргонодуговой сваркой без флюса, сузить зону термического влияния, уменьшить пористость швов и улучшить условия защиты металла от взаимодействия с воздухом. Используются флюсы систем АНТ, фтористые соединения щелочных и щелочноземельных металлов. Флюс разводят этиловым спиртом до получения жидкой пасты (30 г флюса и 100 г спирта), которую наносят на кромки свариваемых деталей. Сварку производят после улетучивания спирта.</p> <p>Сварку плавящимся электродом в среде инертных газов применяют для стыковых, тавровых и нахлесточных соединений из металла толщиной более 4 мм в нижнем положении. Сварку следует производить при обратной полярности на режимах, гарантирующих струйный перенос металла. При сварке в аргоне наблюдается меньшее разбрызгивание металла; больше глубина проплавления, меньше ширина шва и площадь проплавления, чем при сварке в гелии. Однако форма зоны проплавления при сварке в гелии более благоприятна, чем в аргоне. Лучшее формирование шва и стабильность процесса достигаются при использовании смеси из 80% гелия и 20% аргона. При полуавтоматической сварке применяют проволоку диаметром до 2 мм. При автоматизированной сварке стыковых и угловых соединений используют проволоку диаметром 2—5 мм. Способы защиты, материалы, приборы, сварочная оснастка в основном те же, что и при сварке</p>				
Справ. №					
Подпись и дата	<p>БР-150301-071106902-ПЗ</p>				
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

Пере. примен.						
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>БР-150301-071106902-ПЗ</i>	Лист 20

вольфрамовым электродом.

Основным преимуществом сварки титана под флюсом является высокая производительность процесса. Этим способом можно выполнять стыковые, угловые и нахлесточные швы при толщине металла 3 мм и больше. Защиту обратной стороны шва осуществляют применением остающейся или флюсомедной подкладки или флюсовой подушки. Сварку можно производить с использованием стандартной сварочной аппаратуры; ток постоянный обратной полярности. Применяют бескислородные флюсы АН-Т1; АН-Т3, АН-Т5, АН-Т7 системы $\text{CaF}_2 - \text{BCl}_2 - \text{NaF}$. Флюс перед употреблением необходимо высушить при 200—300°С. Содержание влаги во флюсе не должно превышать 0,05%. Высота слоя флюса должна быть не меньше вылета электрода. Вылет электродной проволоки следует ограничивать более строго, чем при дуговой сварке в среде инертных газов, во избежание перегрева проволоки, загрязнения металла шва газами и ухудшения стабильности процесса. Для автоматической сварки титана больших толщин рекомендуется сварка на более высоких плотностях тока и применение двухдуговой сварки. В связи с особыми физико-химическими свойствами титановой электродной проволоки к полуавтоматам для сварки титана предъявляют следующие требования: конструкция наконечника должна обеспечить стабильность токопровода на небольшом вылете; из-за сравнительно большой жесткости титановой проволоки необходим небольшой изгиб направляющей трубки держателя; в связи с высоким коэффициентом трения титана целесообразно применять более мощные подающие механизмы. Для полуавтоматической сварки титана используют полуавтоматы толкающего (А-732) и тянущего (ПШЛ-10) типов. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом позволяет получать высокие свойства сварных соединений и металла шва.

Учитывая вышеизложенное, а также габариты и вес изделия, толщину металла, годовую программу выпуска и другие факторы, я предлагаю для

Пере. примен.	<p>изготовления боковых стенок, обечайки и ребер жесткости (швеллеров) я предлагаю применить автоматическую дуговую сварку плавящимся электродом под слоем флюса. Это позволит повысить производительность процесса и снизить текущие затраты за счет того, что флюса при сварке расходуется значительно меньше, чем аргона.</p> <p>Для изготовления всасывающего патрубка, уплотнительного кольца, а также для сборки – сварки корпуса я предлагаю использовать автоматическую и механизированную сварку неплавящимся электродом в среде защитного газа – аргона (с обязательной защитой корня шва).</p>				
Справ. №	<p style="text-align: center;">1.7 Выбор оборудования для сварки</p> <p>Для обеспечения механизированной аргонодуговой сварки пост включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выпрямитель ВД-506ДК-4КУЗ; • сварочная горелка РГА-400; • приставка для аргонодуговой сварки БУСП-ТИГ; • редуктор РК – 50; • ротаметр РС – 5; • баллоны с аргоном; • универсальная сборочная плита. <p>Для обеспечения автоматической сварки неплавящимся электродом под слоем флюса поперечных и продольных швов боковых стенок титановой улитки был разработан пост автоматической сварки, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> • головка сварочная универсальная ГСУ – 18; • источник питания ВД-506ДК-4КУЗ; • катучая балка Т-7; • стенд с передвижными электромагнитными флюсовыми подушками. 				
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					<p style="text-align: center;"><i>БР-150301-071106902-ПЗ</i></p>
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
					Лист 21

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Сварка кольцевых швов производится при помощи разработанного вращателя и приспособления для защиты кольцевых швов; подробно его устройство и принцип действия рассмотрено в конструкторской части проекта.

Для сборки – сварки корпуса целиком используется кантователь.

Ручные горелки для аргодуговой сварки.

Предназначены для сварки неплавящимся электродом деталей из нержавеющей жаропрочных и конструкционных сталей, алюминиевых и магниевых сплавов. Горелки позволяют выполнять стыковые и угловые швы изделий в любом пространственном положении с присадочной проволокой и без неё на постоянном и переменном токе.

Таблица 1.3 – Технические характеристики РГА – 400:

	РГА – 400
Сварочный ток, А	400
Диаметр вольфрамового электрода, мм	4,0; 6,0
Диаметр выходного отверстия сопла, мм	12,5
Габариты, мм	275 x 125 x 34
Масса, кг	
без шлангов	0,625
со шлангами	2,900

Аргоновый модуль предназначен для аргодуговой сварки неплавящимся электродом (режим TIG) на постоянном токе металлов и сплавов. Обеспечивает возможность ручной дуговой сварки покрытыми электродами (режим MMA) на постоянном токе. Модуль состоит из аргодуговой приставки БУСП-ТИГ и выпрямителя ВД-506ДК-4КУЗ.

Выпрямитель ВД-506ДК-4КУЗ имеет тиристорное управление. В качестве дополнительных функций имеет регулировку тока короткого замыкания, переключатель крутизны вольтамперных характеристик на три положения, переключатель на три вида сварки и переключатель сварки электродом с целлюлозным или основным покрытием. Обладает высокими сварочными свойствами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

22

Пере. примен.	<p>Аргоновая приставка <u>БУСП-ТИГ</u> предназначена для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом на постоянном токе в среде аргона изделий из стали и цветных металлов, кроме алюминия. Работает в комплекте со сварочными источниками типа ВД-306ДК и ВД-506ДК.</p> <p>В состав блока входит трансформатор, плата управления, газовый клапан, органы индикации и управления.</p> <p>Устройство обеспечивает управление циклом сварки через кнопку сварочной горелки. Начало сварки, переход от режима дежурного тока к номинальному току сварки осуществляется путем однократного нажатия и удержания кнопки на горелке. Окончание сварки с последующей заданной длительностью защиты сварочной ванны происходит при отпускании кнопки горелки.</p> <p>Устройство обеспечивает следующую циклограмму работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Продувка газового тракта с регулируемым временем продувки до и после сварки - Базовый ток дежурной дуги с регулировкой его величины - Скорость плавного нарастания тока сварки до рабочего значения - Скорость плавного спада тока дуги - Защита сварочной ванны - Включение-выключение источника <p>Имеет возможность пульсирующей сварки с регулировкой от кнопки на горелке (при выставлении минимальным тока дежурной дуги и соответствующего времени его горения), подключения пульта пульсирующей сварки <u>ППС-01</u> с частотой пульсации сварочного тока до 10 Гц. Зажигание дуги производится касанием электрода (контактный метод)</p>					
	Справ. №					
Подпись и дата						
	Име. № дубл.					
Взам. инв. №						
	Подпись и дата					
Име. № подл.						
						БР-150301-071106902-ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23	

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

или осцилляторным поджигом (бесконтактный метод). В последнем случае используется блок [ВСД-02](#) .

Модуль имеет следующие основные технические решения :

- Широкий диапазон плавного регулирования сварочного тока;
- Возможность дистанционного регулирования сварочного тока;
- Малое разбрызгивание при сварке [ММА](#), высокая эластичность сварочной дуги в режиме [TIG](#);
- Легкий поджог и высокая стабильность сварочной дуги;
- Штыковая внешняя характеристика;
- За счет выбора крутизны внешней характеристики возможна сварка в различных пространственных положениях;
- Быстроразъемные, безопасные токовые разъемы;
- Класс изоляции Н по ГОСТ 8865-70;
- Принудительное охлаждение.

Таблица 1.4 – Технические характеристики ВД-506ДК-4КУЗ:

Наименование параметра	ВД-506ДК	
	ММА	TIG
Напряжение питающей сети, В ,	3x380	
Частота питающей сети, Гц	50	
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ, %)	500(60)	
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500	10-500
Номинальное рабочее напряжение, В	40	30
Напряжение холостого хода, В, не более	95	
Потребляемая мощность, кВа, не более	36	
Масса, кг	160	
Габаритные размеры, мм,	615x400x670	

Таблица 1.5 – Технические характеристики БУСП-ТИГ:

Технические характеристики

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

24

Пере. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Име. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Име. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

Параметр	Блок БУСП-ТИГ
Напряжение питающей сети, В	36
Частота питающей сети, Гц	50
Пределы регулирования времени продувки газового тракта до начала сварки, с	0-5
Пределы регулирования времени продувки газового тракта после сварки, с	0-30
Пределы регулирования времени нарастания сварочного тока от дежурного до заданного рабочего значения, с	0-3
Пределы регулирования времени снижения сварочного тока до дежурного, с	0-3
Поджиг	контактный
Потребляемая мощность, Вт	20
Габаритные размеры, мм	350x165x275
Масса, кг	8
Назначение	для ВД-306Д, ВДУ-506Д
Производитель	Украина

Головка сварочная универсальная ГСУ – 18:

Назначение:

Автоматическая сварка линейных и кольцевых швов конструкций из стали, жаропрочных, титановых и других сплавов на постоянном токе в среде защитных газов плавящимся электродом.

Описание: головка состоит из редуктора, обеспечивающего подачу присадочной проволоки, механизма поперечного перемещения механизма подачи проволоки, кассеты. Горелка имеет насадок для дополнительной защиты наружной стороны сварного соединения.

Техническая характеристика.

БР-150301-071106902-ПЗ

25

Пере. примен.

Справ. №

Максимальный сварочный ток – 500 А. Скорость подачи проволоки:

- присадочной 16 – 18 м/ч;
- электродной 80-120 м/ч;

Диаметр проволоки:

- присадочной 1,2 – 3,0 мм;
- электродной 1,0 – 6,0 мм;

Диаметр вольфрамового электрода 2 – 8 мм. Габаритные размеры 1002×400×165 мм. Масса 45 кг.

1.8 Выбор сварочных материалов

При изготовлении корпуса улитки используются следующие вспомогательные материалы: присадочная проволока ВТ 1-00 ТУ 1-9-922-82 Ø 2,0 мм – для прихватки и механизированной сварки, и Ø 2,5 – для автоматической сварки; неплавящийся электрод вольфрам магниевый ВЛ-2 СТУ - 45ЦМ – 1150-63, Ø 3мм – для прихватки и Ø 5мм – для автоматической сварки.

Таблица 1.6 - Механические характеристики присадочных материалов

Марка проволоки	Диаметр проволоки, мм	σ_B , МПа	δ , %
ВТ 1-00	1,0 – 7,0	428	15,0

В качестве защитного газа выбираем аргон высший сорт ГОСТ 10157-79. Аргон является одноатомным инертным газом, он бесцветен, не имеет запаха, тяжелее воздуха, что обеспечивает хорошую защиту сварочной ванны.

В промышленности аргон добывается при получении кислорода и азота из воздуха, массовая доля в котором составляет 1,28 %.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

26

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

В сварочном производстве используемый аргон поставляется в газообразном (табл. 1.7) и в жидком состояниях. Газообразный аргон отпускают, хранят и транспортируют в стальных баллонах (по ГОСТ 949—73) или автоцистернах под давлением $15 \pm 0,5$ или $20 \pm 1,0$ МПа при 293 К.

Таблица 1.7 – Состав газообразного аргона, %

Показатель	Сорт	
	Высший	Первый
Объемная доля, %		
Аргона	$\geq 99,993$	$\geq 99,987$
Кислорода	$\leq 0,0007$	$\leq 0,002$
Азота	$\leq 0,005$	$\leq 0,01$
Массовая концентрация водяного пара при 293 К и давлении 0,1 МПа, г/м ³	$\leq 0,007$	$\leq 0,01$
Объемная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчете на CO ₂ , %	$\leq 0,0005$	$\leq 0,001$

При поставке аргона в баллонах (по ГОСТ 949—73) вместимостью 40 дм³ объем газа в баллоне составляет 6,2 м³ (при номинальном давлении 15 МПа). Цвет баллона – серый, надписи – зеленый, полосы – зеленый (для чистого аргона).

В качестве флюса для автоматической сварки выбираем бескислородный флюс АН-ТЗ, разработанный Институтом электросварки им. Е. О. Патона. Он обеспечивает хорошую защиту плавильной зоны и участков остывающего металла от взаимодействия с воздухом, не оказывает окислительного действия на металл и сравнительно тугоплавкий (ввиду высокой температуры плавления титана). Флюс АН-ТЗ сухой грануляции обладает высокими технологическими свойствами и при высоте насыпаемого слоя, исключаяющего прорыв дуги через него, обеспечивает вполне

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

27

Пере. примен.	удовлетворительную защиту металла шва от окружающей атмосферы.				
	Удалить шлаковую корку следует только после того, как шов остынет до температуры 400° С.				
Справ. №	Некоторые данные по флюсу АН-ТЗ:				
	Массовая доля исходных материалов, %:				
	Фтористый кальций CaF				79,5
	Хлористый барий BaCl ₂ * 2H ₂ O				19,0
	Фтористый натрий NaF				1,5
	Массовая доля готового флюса, %:				
	Фтор F				37-40
	Хлор Cl				5,5-8
	Кальций Ca				39-41
	Барий Ba				12-14
Натрий Na				0,8-1	
Подпись и дата	Кроме того, применяется обезжириватель - жидкость НЕФРАС ГОСТ 443-76; салфетки бязевые по ГОСТ 11680-76; перчатки х/б; шкурка наждачная на матерчатой основе.				
	1.9. Выбор заготовки под сварку.				
Инв. № дубл.	В металлургической промышленности титан выпускается в листах. Поэтому для изготовления полотниц, швеллеров и других элементов корпуса улитки будем использовать титановые листы размерами 2000×1200×5, 2000×1000×8.				
	1.10. Подготовка поверхностей под сварку.				
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
<i>БР-150301-071106902-ПЗ</i>					Лист
					28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Пере. примен.

Справ. №

Перед сваркой торцы свариваемых кромок должны подвергаться механической обработке – фрезерованию, точению или строганию. Затем необходимо провести местную механическую зачистку наждачной шкуркой на матерчатой основе. И в последнюю очередь обезжиривание на ширину 20 мм от свариваемых кромок. Обезжиривание проводим с помощью жидкости НЕФРАС и салфеток из бязи по ГОСТ 11680-76.

1.11 Режимы сварки

Общепринятых методик расчета режимов сварки титана не существует. Поэтому мы воспользуемся табличными значениями режимов сварки из справочников. Они приведены в таблицах ниже.

Таблица 1.8 - Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом соединений титана и его сплавов

Толщина материала, мм	Диаметр, мм		Сварочный ток, А	Расход аргона для защиты, л/мин		Число проходов
	вольфрамового электрода	присадочной проволоки		дуги	обратной стороны шва	
1.0	1,5—2,0	1,0—1,5	40—60	6—8	2—3	1
2	2,0—2,5	1,5—2,0	70—100	8—10	2—4	1
3	2,5—3,0	1,5—2,0	120—160	10—12	2—4	1
4—5	2,5—3,0	1,5—2,0	130—180	10—12	2—4	2
6	2,5—3,0	1,5—2,0	130—180	10—12	2—4	2—5
10	2,5—3,0	1,5—2,0	130—180	10—12	2—4	8—15

Таблица 1.9 - Режимы механизированной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

29

Пере. примен.

Справ. №

Толщина, мм	Положение в пространстве	Диаметр присадочной проволоки, мм	Сварочный ток, А		Скорость подачи присадочной проволоки, м/ч	
			Корневой шов	Заполнение разделки и усиление шва	Корневой шов	Заполнение разделки и усиление шва
Стыковое соединение						
4—5	Н	1,6	160—200	—	60—80	
	П	2,0	280—330		70—100	
	В	1,6	160—200		60—80	
	Г	2,0	250—300		60—90	
6—7	Н	1,6	220—270	230—250	80—100	90—110
	П	2,0	300—350	330—380	80—110	90—120
	В	1,6	200—250	200—250	70—90	70—90
	Г	2,0	280—330	300—350	70—100	80—110
8—12	Н	1,6	230—250	280—330	85—110	100—140
	П	2,0	300—350	350—400	90—120	100—160
	В	1,6	200—250	250—300	80—100	90—120
	Г	2,0	300—350	300—350	80—110	90—140
Тавровое соединение						
4—5	Н	1,6	160—200	—	60—80	—
	П	2,0	200—250			
	В	1,6	140—180			
	Г	2,0	200—250			
6—7	Н	1,6	200—250	230—280	70—100	75—110
	П	2,0	230—270	300—350	65—90	70—120
	В	1,6	200—250	230—260	65—90	70—100
	Г	2,0	220—270	250—330	65—90	70—120
8—12	Н	1,6	220—270	300—350	70—100	70—120
	П	2,0	250—300	350—400		
	В	1,6	220—270	280—330		
	Г	2,0	250—300	320—370		

Примечание. Положение электрода в пространстве: Н — нижнее, П — потолочное; В — вертикальное; Г — горизонтальное

Таблица 1.10 – Режимы автоматической сварки титана под флюсом

Толщина металла, мм	Шов	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость, м/ч	
					подачи электродной проволоки	сварки
2,5	Односторонний на остающейся подкладке	2	180—200	30—32	160—165	50

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

30

Пере. примен.

Справ. №

3	Односторонний на остающейся подкладке	2,5	240—260	30—32	160—165	50
4	Односторонний на остающейся подкладке	2,5	270—290	30—32	185—190	50
5	Односторонний на медной подкладке	3	370—390	30—32	150—155	50
6	Односторонний на медной подкладке	3	390—420	30—32	170—175	50
8	Односторонний на медной подкладке	4	540-600	32-34	45—100	45
8	Двусторонний	3	310-330	30—32	135—140	50
10	Односторонний на медной подкладке	4	600-620	32-34	110—115	45
10	Двусторонний	3	340-360	30—32	150—155	50

Для каждого шва выбор режима осуществляется индивидуально по данным таблицам.

1.12 Контроль качества сварных соединений

Организация контроля качества заключается в последовательном выполнении:

- контроля документации на стадии проекта;
- проверка подготовки производства;
- точности заготовки, сборки, подготовки и хранения исходных материалов;
- паспортизации и квалификации сварщиков;
- режимов сварки и другое [3].

Контроль качества продукции определяется объёмом выпускаемой продукции и условиями работы конструкции. На предприятии имеется отдел технического контроля (ОТК), который непосредственно подчинён

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

31

Пере. примен.	<p>директору завода. ОТК контролирует исходные материалы и осуществляет контроль готовой продукции.</p> <p>Контрольные операции в процессе производства выполняют контролёры, которые не относятся ни к одному из наших предприятий, занимающихся выпуском продукции.</p> <p>Контролёры подчиняются начальнику ОТК. ОТК проводит выборочную проверку качества сварного соединения. Объём контроля зависит от степени ответственности изделия.</p> <p>Продукция изготовления в соответствии с требованиями, установленными в стандартах и технических условиях, считается годной, а изготовленная с отклонениями от стандартов и технических условий – браком.</p> <p>Определение качества продукции и установления причин брака представляет собой задачу для отдела технического контроля (ОТК) организуемого на предприятиях.</p> <p>При контроле качества сварных соединений можно выделить три вида контроля:</p> <p>1) Предварительный контроль.</p> <p>Применяется с целью предупреждения брака. При этом виде контроля проверяется соответствие: исходных материалов (металла, сварочной проволоки, защитного газа); квалификации сварщиков; состояние сварочного оборудования и сборочно-сварочной оснастки; комплектность технической документации.</p> <p>2) Операционный контроль.</p> <p>Заключается в проведении контроля на стадиях заготовительных операциях в процессе сборки под сварку и непосредственно самой сварки, а также в наблюдении за строгим соблюдением технологии и режимов сварки.</p> <p>3) Окончательный контроль</p>					
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	Лист 32

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	<p>Это приемо-сдаточные испытания готовой продукции. Окончательный контроль является сплошным, т.е. контролируется все изделия.</p> <p>Контроль производят на основе технических условий приемки.</p> <p>Основными причинами образования дефектов являются нарушения заданной технологии, применение несоответствующих наплавочных материалов и неисправность оборудования. Поэтому необходимо, чтобы первые две ступени были четко отработаны.</p> <p>Для выявления видимых дефектов изделие подвергают внешнему осмотру. Внешним осмотром выявляется на соответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, наружные трещины, свищи и поры и другие внешние дефекты.</p> <p>Размеры швов должны соответствовать размерам, указанным в чертежах, для этого используется мерительный инструмент (линейка, катетометр, контрольный шаблон и т.д.)</p> <p>Контроль прочности и пластичности сварных соединений конструкции всех классов следует производить по требованию ОТК при сомнительных или спорных результатов оценки качества по технологическим пробам. Определение механических свойств сварных соединений производится на образцах-свидетелях вырезанных из сварной конструкции или заготовок, сваренных в тех же условиях что и конструкция в соответствии с ГОСТ 6966-89.</p> <p>Допускается подвергать испытанию на прочность готовые сварные конструкции. Методы испытаний, графики испытаний и количество испытываемых сварных конструкций устанавливает ОТК в зависимости от конструктивных особенностей и назначения выпускаемых изделий.</p> <p>Визуальный и измерительный контроль</p> <p>1. Визуальному контролю подвергаются все законченные сварные соединения, независимо от марки стали, типа сварного соединения,</p>
							Изм.
БР-150301-071106902-ПЗ						Лист	
						33	

Пере. примен.	назначения и условий работы, включая сварные соединения, не работающие под давлением.			
	<p>2. Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.</p> <p>3. Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4-7-кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света.</p> <p>Таким образом, исходя из требований предъявляемым к сварным швам корпуса улитки, контроль включает:</p> <p>Внешний осмотр:</p> <ul style="list-style-type: none"> • листы на отсутствие наружных повреждений; • подготовка кромок под сварку, качество обезжиривания, зачистки; • контроль прихваток (длина, шаг, качество, зачистка после прихваток); • контроль сварных швов на отсутствие наружных дефектов: <p>проводится внешний осмотр с лупой 4^x увеличения.</p>			
Справ. №				
Подпись и дата	1.13 Краткий технологический процесс сборки-сварки корпуса улитки правой по предлагаемому варианту			
	<p>Сборку-сварку корпуса улитки начинаем с изготовления ребер жесткости. Комплектуем сб. ед. листовым титановым сплавом 2000×1200×8 в количестве 5 листов. Обрубаем листы в полосы на гильотине. Согласно чертежам, комплектуем полосы в швеллера. Проводим необходимые операции зачистки свариваемых кромок. Собираем полосы в швеллера на специальном приспособлении и прихватываем. Устанавливаем собранные</p>			
Ине. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подпись и дата				
Ине. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
БР-150301-071106902-ПЗ				Лист
				34

Пере. примен.	<p>швеллера на пост автоматической сварки и свариваем. Режимы сварки: $I_{св}=390-420A$, $U_{св}=30-32В$, $V_{св}=50м/ч$, $V_{п}=170-175м/ч$. Согласно чертежам швеллера более 2000 мм соединяем механизированной сваркой в аргоне встык. Режимы сварки: $I_{св}=200-330A$, $V_{п}=70-110м/ч$. Расход аргона на основную защиту сварочной ванны $d_{оз} = 10...12 л/м$; дополнительной $10...12 л/м$; в насадок $4...6 л/м$.</p> <p>Для изготовления передней стенки комплектуем титановым сплавом ВТ 1-0 размером $1200\times2000\times5$ в количестве 6 штук. Эти листы свариваем в полотнище с помощью автоматической сварки под флюсом на посту автоматической сварки. Режимы: $I_{св}=390-420A$, $U_{св}=30-32В$, $V_{св}=50м/ч$, $V_{п}=170-175м/ч$. Аналогично изготавливаем заднюю стенку и отправляем готовые полотнища на раскрой. Сборочную единицу (ВЦТ 20.16.208 А) комплектуем листами $1000\times2000\times5$ в количестве 4 листов, обрабатываем и свариваем автоматической сваркой под флюсом в обечайку. Опоры изготавливаем также из листового титанового сплава с помощью механизированной сварки в аргоне, режимы: $I_{св}=200-330A$, $V_{п}=70-110м/ч$. Расход аргона $d_{оз} = 10...12 л/м$, $d_{дз} = 10...12 л/м$, $d_{к} = 4...6 л/м$.</p> <p>Патрубок всасывающий и кольцо уплотнительное изготавливаем с припуском на последующую окончательную механическую обработку. При этом используется разработанный вращатель.</p> <p>Далее производится сборка-сварка всего корпуса улитки. На передней и задней стенках размечается места для установки и сварки деталей. На универсальной сборочной плите к передней стенке последовательно прихватываются и привариваются швеллеры (ребра жесткости) и обечайка. К задней стенке привариваются предварительно сваренные уплотнительное кольцо с патрубком. Затем к стенкам привариваются ребра и пластики. После этого производится сварка обечайки с задней стенкой. К готовому корпусу привариваются фланцевые полосы и опоры. Используется механизированная аргонодуговая сварка.</p>					
Справ. №						
Подпись и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>БР-150301-071106902-ПЗ</i>	Лист 35

После окончательной сборки изделие отжигают. Отжиг происходит в печи на другом участке. Температура отжига 670-690 °С. Время отжига 40-50 мин.

Ине. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Пере. примен.
	Подпись и дата								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ				Лист
									36

Справ. №	Пере. примен.

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>БР-150301-071106902-ПЗ</i>	Лист
						37

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

2.1. Описание стенда с передвижными электромагнитными флюсовыми подушками.

Стенд состоит из подушек 3, количество которых зависит от количества свариваемых стыков, стеллажа 1 для заготовок, рельсового пути 6 и системы передвижения подушек, в которую входят тяговая лебедка 7 с электродвигателем и канатами 4 и система блоков 5 и 2 (см. чертеж в графической части). Управляют лебедкой с переносных кнопочных станций; передвижение подушек ограничено конечными выключателями. Сварка производится головкой ГСУ-18, движущейся по катучей балке.

Конструкция передвижных подушек показана также в графической части. Корпус 9 подушки установлен на двух тележках 1, перемещающихся по рельсам. Внутри корпуса расположен брезентовый желоб 3 для флюса, а под ним — два воздушных шланга для подъема 12 и опускания 11 желоба, связанные с ним толкателями 4. Вдоль желоба расположены унифицированные блоки 7 с катушками 6 и сердечниками 5. В корпус подушки вмонтированы ролики для продольного 2 и поперечного 8 перемещений свариваемых листов. Стойки с роликами поднимаются с помощью воздушных шлангов 10. Для сцепления с тяговым канатом при передвижении подушки на концах корпуса имеются захваты.

Стенды с передвижными флюсовыми подушками разработаны Центральным научно-исследовательским институтом технологии судостроения.

Технические данные передвижной флюсовой подушки

Давление воздуха в сети, кгс/см² 4—6

Длина свариваемых швов, мм до 10
000

Колея тележки, мм 6 000

Габаритные размеры, мм:

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

38

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Пере. примен.	Длина	10600
	Ширина	670
	Высота	535
	Масса, кг	3040
Справ. №	2.2 Установка для сварки цилиндрических деталей	
	<p>Установка предназначена для сварки уплотнительного кольца и патрубка в среде защитного газа. Основные ее части: рама, привод вращения изделия, привод зажатия изделия, механизм перемещения горелки, механизм подъема горелки, узел опорный приводной.</p> <p>Рама.</p> <p>Сварная конструкция из швеллеров и листа предназначена для крепления всех узлов установки.</p> <p>Привод</p> <p>Предназначен для передачи вращения от электродвигателя к узлу опорному приводному с необходимой скоростью, и ступенчатому регулированию скорости вращения.</p> <p>Состоит:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) электродвигатель; 2) редуктор червячный; 3) зубчатая передача; 4) соединительные муфты. <p>Ступенчатое регулирование осуществляется сменными шестернями, которые находятся в зубчатой передаче. Комплект сменных шестерен прилагается.</p> <p>Плавная регулировка скорости вращения осуществляется сменой скорости вращения вала двигателя постоянного тока.</p> <p>Механизм перемещения горелки.</p>	
Ине. № подл.		
Подпись и дата		
Взам. инв. №		
Ине. № дубл.		
Подпись и дата		
		BP-150301-071106902-ПЗ
Ине. № подл.		Лист
Подпись и дата		39
Изм.	Лист	№ докум.
Подпись	Дата	

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Пере. примен.	<p>Механизм предназначен для крепления горелки сварочной и ее перемещения в плоскости в двух перпендикулярных направлениях</p> <p>Горелка крепится между скобами (поз. 7) и зажимается болтами (поз. 11). При помощи болтов (поз. 11) горелку можно закрепить со смещением, относительно центра, в ту или другую сторону до 20 мм.</p> <p>При помощи болтов (поз. 8) кронштейн (поз. 1) с закрепленной горелкой можно перемещать относительно центра в ту или другую сторону по направляющим поз. 5 до 80 мм.</p> <p>Плита 2 с закрепленной горелкой перемещается, относительно свариваемого изделия, при помощи винта (поз. 9) в направляющих (поз. 6) ход плиты поз. 2 “L” – 140 мм.</p> <p>Механизм подъема горелки.</p> <p>Механизм предназначен для установки горелки сварочной на необходимую высоту в зависимости от диаметра изделия. Перемещение подвижной колонны осуществляется реечным приводом. Рейка закреплена на подвижной колонне. Зубчатое колесо поз. 8 на неподвижной колонне. Привод ручной, при помощи рукоятки поз. 4. Стопорение на нужной высоте осуществляется крановым механизмом поз. 9 и 10.</p> <p>Узел опорный приводной.</p> <p>Узел предназначен для передачи вращения от привода к изделию.</p> <p>Диаметр оправки выбирается в зависимости от внутреннего диаметра изделия.</p> <p>Узел прижимной.</p> <p>Узел предназначен для зажатия шкива между оправкой, и надежного его удержания при наплавке. Применяется пневматический привод</p> <p>Работа установки.</p> <p>Перед началом работы необходимо предварительно установить расчетные режимы сварки. После чего кран-балкой изделие устанавливается</p>
							Изм.
БР-150301-071106902-ПЗ						Лист	
						40	

Пере. примен.

$$\omega = \frac{0,0083333}{0,72} = 0,011574 \text{ рад/сек}$$

Переведем ω в обороты в минуту:

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = 9,549\omega \quad (2.2.)$$

$$n = 9,549 * 0,011574 = 0,11 \text{ об/мин}$$

Мощность на валу находится:

$$N = M \cdot \omega \quad (2.3.)$$

где: M – момент вращения, Н.м

В нашем случае

$$M = P \cdot r \quad (2.4.)$$

где: P – вес изделия, Н

$$M = 12400 * 0,72 = 8928 \text{ Н*м}$$

$$N = 8928 * 0,011574 = 103,33 \text{ Вт} \approx 0,1 \text{ кВт}$$

Определим требуемую мощность двигателя:

$$N_{\text{тр}} = \frac{N}{\eta_{\text{общ}}} \quad (2.5.)$$

где: $\eta_{\text{общ}}$ – общий КПД привода

По табличным значениям /5/ выбираем $\eta_{\text{общ}} = 0,7$

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

42

$$N_{тр} = 0,1 / 0,7 = 0,143 \text{ кВт}$$

По полученным значениям с запасом выбираем асинхронный двигатель
 $N = 1 \text{ кВт}$ (100S2/1440) с частотой вращения $n = 1440 \text{ об/мин}$

Общее передаточное число привода

$$i_{общ} = \frac{n_{эд}}{n} \quad (2.6)$$

где: n – число оборотов ролика

$$i_{общ} = \frac{1440}{0,11} = 13090,9$$

Полученное передаточное число очень велико. Необходимо произвести его разбиение на ступени кинематической схемы

Для понижения скорости вращения используем 2-хступенчатый редуктор, червячную передачу и зубчатую передачу (рис.2.1)

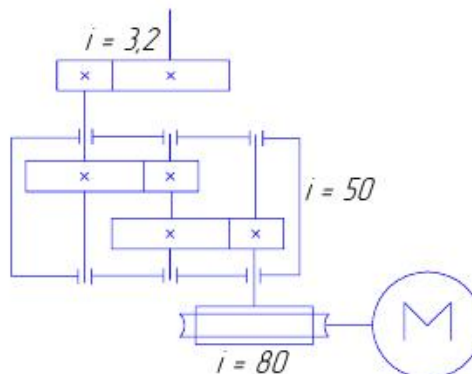


Рисунок 2.1 - Кинематическая схема привода

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Существуют стандартные 2-х ступенчатые цилиндрические редуктора с $i_{ред}=50 / 5/$, принимаем i червячной передачи $=80 / 5/$
 Определим i зубчатой передачи

$$i_{з.п.} = \frac{13090,9}{80 \cdot 50} = 3,27$$

Для ступенчатой регулировки скорости достаточно поменять шестеренку в открытой зубчатой передаче.

2.4. Расчет пневмоцилиндра

Для зажима изделия в прижимном узле выбираем поршневой пневмоцилиндр двустороннего действия.

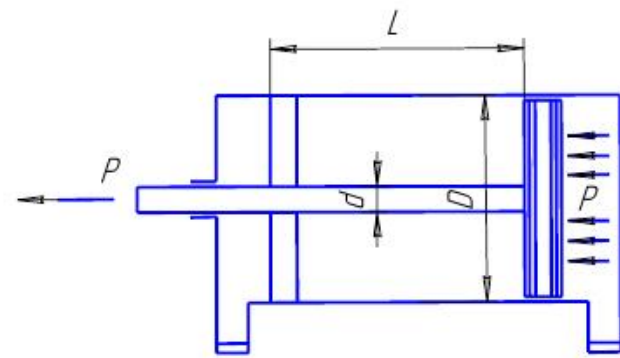


Рисунок 2.2. - Схема поршневого пневмоцилиндра.

Для распределения направления воздушного потока в полости цилиндра применяется двухходовой крановый пневматический распределитель.

Определим необходимую площадь сечения поршня.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

$$F_n = \frac{P}{p \cdot \eta} \quad (2.7)$$

P -необходимое усилие на штоке, Н

$$P=4000 \text{ Н}$$

p - давление в пневматической системе, Мпа

$$p = 0,6 \text{ Мпа}$$

η - коэффициент полезного действия

$$\eta = 0,8$$

$$F_n = \frac{4000}{0,6 \cdot 0,8} = \frac{4000}{0,48} = 8333,3 \text{ мм}^2$$

Определим диаметр поршня

$$F_n = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad (2.8)$$

D -диаметр поршня, мм

d -диаметр штока, мм $d = 0,25 D$

$$F_n = \frac{\pi(D^2 - (0,25D)^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot D^2 \cdot (1 - 0,0625)}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,9375 \cdot D^2}{4} = 0,736 \cdot D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{F_n}{0,736}} = \sqrt{\frac{8333,3}{0,736}} = \sqrt{11322,4} = 106 \text{ мм}$$

По расчётным значениям выбираем стандартный пневмоцилиндр и заносим все данные в таблицу.

Таблица 2.1. Основные параметры пневмоцилиндра

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата	Пере. примен.	Справ. №	<p>$F_n = \frac{P}{p \cdot \eta}$ (2.7)</p> <p>$P=4000 \text{ Н}$</p> <p>$p = 0,6 \text{ Мпа}$</p> <p>$\eta = 0,8$</p> <p>$F_n = \frac{4000}{0,6 \cdot 0,8} = \frac{4000}{0,48} = 8333,3 \text{ мм}^2$</p> <p>Определим диаметр поршня</p> <p>$F_n = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ (2.8)</p> <p>D -диаметр поршня, мм</p> <p>d-диаметр штока, мм $d = 0,25 D$</p> <p>$F_n = \frac{\pi(D^2 - (0,25D)^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot D^2 \cdot (1 - 0,0625)}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,9375 \cdot D^2}{4} = 0,736 \cdot D^2$</p> <p>$D = \sqrt{\frac{F_n}{0,736}} = \sqrt{\frac{8333,3}{0,736}} = \sqrt{11322,4} = 106 \text{ мм}$</p> <p>По расчётным значениям выбираем стандартный пневмоцилиндр и заносим все данные в таблицу.</p> <p>Таблица 2.1. Основные параметры пневмоцилиндра</p>	Лист
								45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p>БР-150301-071106902-ПЗ</p>			

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

параметр	Единицы измерения	показатель
Усилие на штоке	Н	680
Диаметр поршня	мм	125
Диаметр штока	мм	32
Ход поршня	мм	350

По конструкции крепления к корпусу приспособления выбираем поршневой пневматический тип цилиндра с креплением на переднем фланце.

2.5 Выбор и расчет муфты

Муфты используются в приводе вращения установки для передачи вращения с вала электродвигателя на вал червячной передачи и с вала зубчатой передачи на оправку установки.

Расчет муфты электродвигателя:

Вращающий момент равен:

$$M = N / \omega \quad (2.9)$$

где ω - угловая скорость вала электродвигателя, рад/с

Преобразуем число оборотов двигателя в угловую скорость:

$$n = 1440 \text{ об/мин} = 24 \text{ об/сек}$$

$$\omega = 24 * 360 / 57 = 150 \text{ рад/с}$$

$$M = 7000 / 150 = 46,6 \text{ Н*м}$$

Коэффициент режима $k_p = 2$ по табличным данным /чернин/

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

46

Пере. примен.

Расчетный момент равен:

$$M_p = M * k_p = 46,6 * 2 = 93,2 \text{ Н*м} \quad (2.10)$$

По табличным данным выбираем муфту фланцевую открытую диаметром 25 мм и $M_p = 100 \text{ Н*м}$ МФО 0,1-25 МН 2726-61

Справ. №

Расчет муфты для оправки:

$$\omega = 0,011574 \text{ рад/с}$$

$$M = 1000 / 0,011574 = 86400 \text{ Н*м}$$

Коэффициент режима $k_p = 1$ по табличным данным /чернин/

$$M_p = M * k_p = 86400 * 1 = 86400 \text{ Н*м}$$

Подпись и дата

По табличным данным выбираем муфту зубчатую диаметром 250 мм и $M_p = 100000 \text{ Н*м}$ МЗ 12-250 ГОСТ 5006-89

Инв. № дубл.

2.6. Выбор и разработка приспособлений для сборки – сварки корпуса улитки и для защиты корня шва.

Взам. инв. №

При прихватке необходимо должным образом обеспечить защиту аргоном обратной стороны шва. Для этого было разработано местное в изготовлении приспособление. Защита обеспечивается поддувом через специальный шланг. При сварке шов будем защищать специальной насадкой, изображённой на Рис. 2.3.

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

47

Пере. примен.

Справ. №

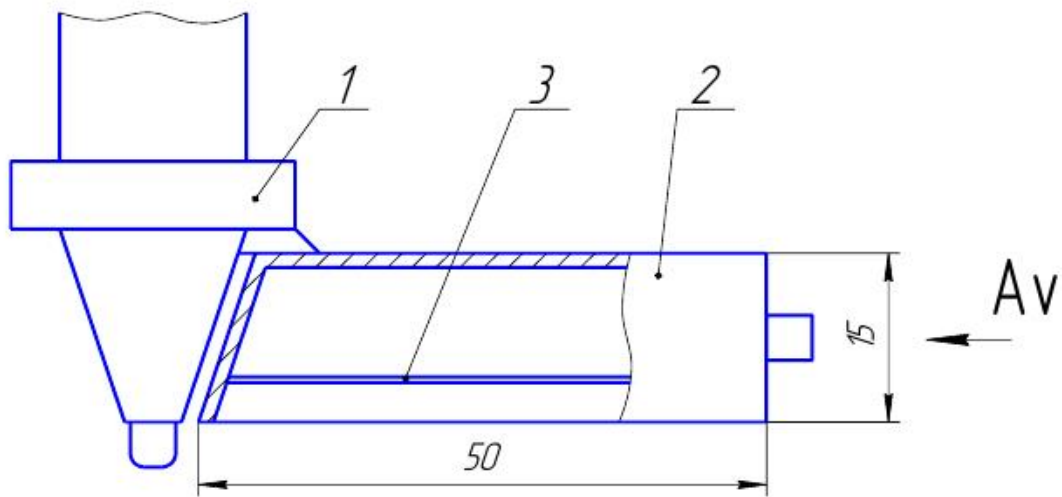


Рисунок 2.3. – Схема присоединения насадки: 1 – Сопло горелки, 2 – Насадок, 3 – сетка, Av – место подачи газа.

При сварке швеллеров имеющие длину более 2000мм, их изготавливают из двух частей. Получаемый стыковой шов будем защищать так же специальной насадкой, а обратную сторону шва защищаем при помощи приспособления коробчатой формы (рис. 2.4).

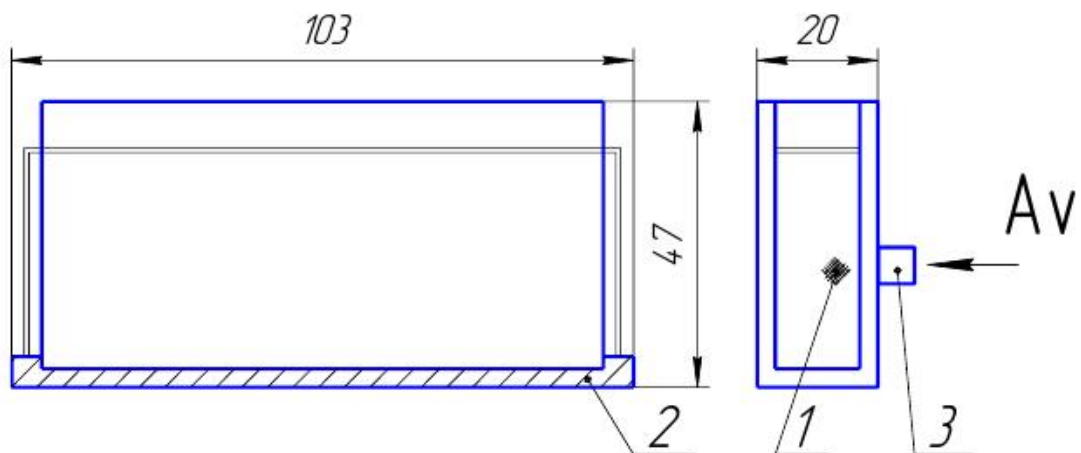


Рисунок 2.4 – Приспособление для защиты корня шва при сварке встык швеллеров: 1 – сетка, 2 – корпус, 3 – насадок.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

48

2.7. Выбор и проверочный расчет кантователя

Кантователи предназначены для поворота и установки изделий в удобное положение при сборке, сварке и отделке. По конструктивному исполнению кантователи разделяют на двухстоечные, одностоечные, цепные, рычажные, кольцевые, домкратные.

В данном дипломном проекте для сварки корпуса улитки целесообразно применение двухстоечного кантователя, так как изделие вместе со сборочным приспособлением имеет достаточно большой вес и габаритные размеры.

Двухстоечный кантователь отличается от вращателей такого же типа отсутствием регулируемой (сварочной) скорости вращения. Двухстоечные кантователи наиболее распространены, просты по конструкции и универсальны. Они предназначены для поворота балочных, рамных и корпусных конструкций.

На рисунке 2.5 изображена конструктивная схема двухстоечного кантователя, составленного из двух опорных бабок: передней - приводной, в качестве которой использован одностоечный кантователь с добавлением шарнирного крепежного приспособления, и задней холостой подвижной бабки с крепежным самоустанавливающимся центром.

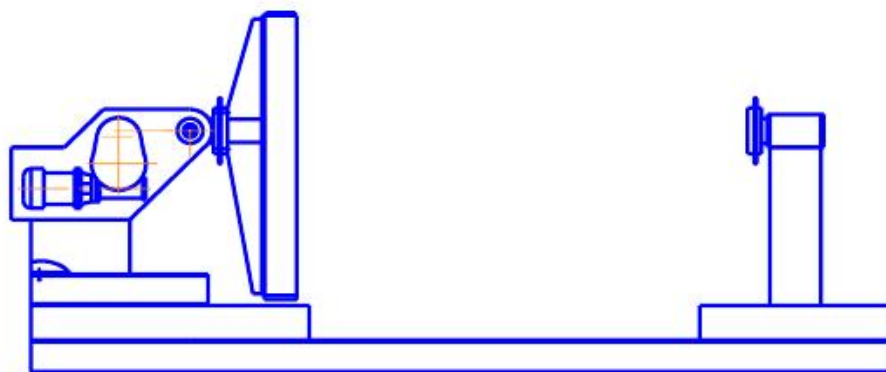


Рисунок 2.5. Конструктивная схема двухстоечного кантователя:

Пере. примен.

Справа. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

49

Пере. примен.	<p>Выбор марки кантователя зависит от следующих факторов: грузоподъемность, максимальный крутящий момент на оси вращения планшайбы и наибольший изгибающий момент относительно опорной плоскости планшайбы. Зная вес изделия, предварительно принимаем кантователь КДП-4М.</p>				
Справ. №	<p>Определение крутящего момента</p> <p>Наибольший крутящий момент $M_{кр}$, воспринимаемый приводом кантователя, определяется следующим образом:</p> $M_{кр} = M_1 + M_2 \quad (2.11)$ <p>где M_1 – момент, учитывающий смещение центра тяжести относительно продольной оси, Нм; M_2 – момент трения-скольжения, Нм.</p> $M_1 = G \cdot e \quad (2.12)$ <p>где G – вес изделия в сборе вместе со сварочным приспособлением, Н; e – эксцентриситет, т.е. расстояние от оси вращения до центра тяжести свариваемого изделия, м.</p> <p>В данном случае смещение центра тяжести весьма незначительно, поэтому моментом M_1 пренебречь.</p> $M_2 = G \cdot f \cdot R \quad (2.13)$ <p>где f – коэффициент трения ($f = 0,15$);</p>				
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					<p style="text-align: center;">БР-150301-071106902-ПЗ</p> <p style="text-align: right;">Лист 50</p>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Пере. примен.	<p>R – радиус шпинделя механизма привода (R=100 мм.).</p> <p>Вес изделия:</p> $G = M \cdot g \quad (2.14)$			
	<p>где $M = 3200$ кг, масса корпуса в сборе;</p> <p>$g = 9,8$ м/с², ускорение свободного падения.</p>			
Справ. №	$G = 3200 \cdot 9,8 = 31360$			
	$M_2 = 31360 \cdot 0,15 \cdot 0,1 = 470$			
<p>Тогда общий крутящий момент привода будет равен моменту трения:</p>				
$M_{кр} = M_2 = 470 \text{ Нм}$				
Подпись и дата	<p>Из технических характеристик кантователя, максимальный крутящий момент на оси вращения планшайбы $M = 600$ Нм.</p>			
	<p>Определение изгибающего момента</p>			
Инв. № дубл.	<p>Изгибающий момент:</p>			
	$M_u = \frac{G}{2} \cdot \frac{L}{2} \quad (2.15)$			
Взам. инв. №	<p>где L – максимальная длина изделия сварочного приспособления. $L = 5370$ мм</p>			
	$M_u = 31360 \cdot 5,37 / 4 = 42100$			
Подпись и дата				
Инв. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
<p>БР-150301-071106902-ПЗ</p>				Лист
				51

Пере. примен.	<p>Из технических характеристик вращателя, максимальный изгибающий момент на плоскости планшайбы $M= 50000$ Нм.</p> <p>Расчет мощности электродвигателя</p> <p>Мощность приводного электродвигателя определяется исходя из величины наибольшего крутящего момента, действующего на оси кантователя:</p> $N = \frac{M_{кр} \cdot n}{974\eta_0} \quad (2.16)$ <p>Здесь η_0 – общий КПД привода, являющийся произведением КПД всех передач приводного механизма; $\eta_0=0,65$.</p> <p>n – частота вращения планшайбы.</p> $N = \frac{470 \cdot 2,5}{974 \cdot 0,65} = 1,85 \text{ кВт}$				
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					<p style="text-align: center;"><i>БР-150301-071106902-ПЗ</i></p>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<p style="text-align: right;">Лист</p> <p style="text-align: center;">52</p>

Пере. примен.

Справ. №

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

53

Пере. примен.	3.1 Введение				Справ. №	<p>По базовой технологии при изготовлении вентиляторной улитки применялась электронно-лучевая сварка: при изготовлении ребер жесткости (швеллеров) и изготовлении патрубка и уплотнительного кольца. Применялись две установки ЭЛС - УЭЛС-2 и СУЭЛС-4А соответственно. Данные установки в настоящее время отечественной промышленностью не выпускаются, а аналогичные стоят очень дорого (например - универсальная установка для электронно-лучевой сварки СА-451 производства НИКИТМ - 410000 у.е.). Поэтому в настоящем проекте принято решение отказаться от использования ЭЛС, заменив ее механизированной и автоматической сваркой в аргоне и под флюсом соответственно.</p>
	3.2. Определение типа производства и расчет нормы времени.					
Подпись и дата	<p>Исходя из веса изделия (≈ 4000 кг.) и годовой программы выпуска (8 шт.), по табличным данным определяем, что тип производства перекрытия – штучный.</p>				Подпись и дата	
Инв. № дубл.	$t_{шт} = t_o + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \quad (3.1)$				Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	<p>где t_o – основное время сварки изделия (образование сварного шва), мин;</p>				Взам. инв. №	
Подпись и дата	<p>$t_{вн}$ – вспомогательное время, мин, включает время установки и съема изделия с приспособлений, его кантовку, а также время слесарных операций (зачистку изделия от брызг металла);</p>				Подпись и дата	
Инв. № подл.	<p>$t_{обс}$ – время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом, $t_{обс}$ в размере 10 % от $t_{опер}$, мин;</p>				Инв. № подл.	
	<p>$t_{отд}$ – время на отдых, $t_{отд}$ в размере 7 % от $t_{опер}$, мин;</p>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	Лист
						54

Пере. примен.

По заводским данным, при применении базового варианта $t_0 = 5,6$ ч, $t_{вн} = 22,8$ часа. Использование автоматической сварки вместо ЭЛС сокращает t_0 на 0,3 часа, однако увеличивает $t_{вн}$ на 2,7 часа за счет увеличения времени на обработку после сварки.

Итого:

$t_0 = 5,6$ ч	$\Sigma t_0 = 5,3$ ч
$t_{вн} = 22,8$ ч	$\Sigma t_{вн} = 24,5$ ч
$t_{опер} = 28,4$ ч	$t_{опер} = 29,8$ ч
$t_{обс} = 28,4 * 0,1 = 2,84$ ч	$t_{обс} = 29,8 * 0,1 = 2,98$ ч
$t_{отд} = 28,4 * 0,07 = 1,99$ ч	$t_{отд} = 29,8 * 0,07 = 2,09$ ч
$t_{шт} = 28,4 + 2,84 + 1,99 = 33,23$ ч	$t_{шт} = 5,3 + 24,5 + 2,98 + 2,09 = 34,87$ ч

Справ. №

3.3. Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих

Расчет действительного фонда времени работы оборудования производится по формуле (18):

$$F_a^0 = F_{ном}^0 \cdot k_{шт} \quad (3.2)$$

где F_a^0 - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.

$F_{ном}^0$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.

k – коэффициент учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонт, текущее планово-предупредительное обслуживание,

$$k = 0,97;$$

Номинальный годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

55

Пере. примен.

$$F_{НОМ}^0 = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.3)$$

где D_2 – число дней работы в году, $D_2 = 249$ дней;

$Ч_n$ – число часов работы в неделю, $Ч_n = 40$ ч;

D_n – число дней работы в неделю, $D_n = 5$ дней;

$$F_{НОМ}^0 = 249 * 40/5 = 1992 \text{ ч}$$

$$F_{\phi}^0 = 1992 * 0,97 = 1932,24 \text{ ч}$$

Справ. №

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле (18):

$$F_{\phi}^p = F_{НОМ}^p \cdot k_0, \quad (3.4)$$

где F_{ϕ}^p - действительный фонд времени рабочего, ч/год;

$F_{НОМ}^p$ - номинальный фонд времени рабочего, ч/год;

k_0 – коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей, $k = 0,88$ (18);

$$F_{НОМ}^p = \frac{D_2 \cdot Ч_n}{D_n}, \quad (3.5)$$

где $Ч_n$ – число часов работы в неделю рабочего, $Ч_n = 40$ ч.

$$F_{НОМ}^p = 249 * 40/5 = 1992 \text{ ч.}$$

$$F_{\phi}^p = 1992 * 0,88 = 1752,96 \text{ ч.}$$

3.4. Расчет потребности в оборудовании и количестве рабочих

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

56

Пере. примен.

Справ. №

Расчетное количество сварочного оборудования, необходимое для выполнения планового задания C_p , следует определять следующим образом:
 [17]

$$C_p = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_o^o \cdot k_v \cdot k_{пр}} \quad (3.6)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, шт;

$t_{шт.к}$ – штучное время, ч;

F_o^o - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

k_v – коэффициент выполнения норм выработки, ($k_v = 1,2$);

$k_{пр}$ – коэффициент простоя оборудования, ($k_{пр} = 0,8$).

Базовая технология	Проектируемая технология
$C_p = \frac{33,23 \cdot 8}{1932,24 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 0,14_{шт}$	$C_p = \frac{34,87 \cdot 8}{1932,24 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 0,15_{шт}$

Согласно этому принимаем по одной единице оборудования каждого типа. Вся номенклатура оборудования перечислена в пункте 3.5 (Расчет капитальных вложений).

$C_{пр} = 3$ шт	$C_{пр} = 3$ шт
-----------------	-----------------

Определяем коэффициент загрузки оборудования $\eta_{загр}$:

Базовая технология	Проектируемая технология
$\eta_{загр} = 0,14/3 = 0,047$	$\eta_{загр} = 0,15/3 = 0,05$

Определяем расчетное количество основных рабочих P^o_p :

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Пере. примен.

$$P^o_p = \frac{t_{\text{шт.к}} \cdot N}{F^p_d \cdot \kappa_v}, \quad (3.7)$$

где F^p_d - действительный фонд времени работы одного рабочего в год, ч/год;

κ_v - коэффициент выполнения норм выработки рабочими, $\kappa_v=1,2$.

Справ. №

$P^o_p = \frac{33,23 \cdot 8}{1752,96 \cdot 1,2} = 0,13 \text{ чел.}$	$P^o_p = \frac{34,87 \cdot 8}{1752,96 \cdot 1,2} = 0,13 \text{ чел.}$
---	---

Учитывая количество смен и число оборудования, принимаем

$$P^o_{\text{пр}} = 3 \text{ чел.}$$

$$P^o_{\text{пр}} = 2 \text{ чел.}$$

3.5. Расчет капитальных вложений.

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{пр}} \quad (3.8)$$

где $K_{\text{общ}}$ – общие капитальные вложения, руб;

$K_{\text{об}}$ – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб;

$K_{\text{пр}}$ – капитальные вложения в сборочно- сварочное приспособления, руб;

Капитальные вложения в сварочное оборудование по базовому варианту включают затраты на оборудование для электронно-лучевой, ручной аргодуговой и автоматизированной сварки. Капитальные вложения в сварочное оборудование по проектируемому варианту включают затраты

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Пере. примен.

на оборудование для РАДС, автоматизированной и механизированной сварки:

$K_{об} = 64000$ (Пост РАДС) + 10660000 (ЭЛС) + 115000 (Пост автоматической сварки) = 10839000 <p style="text-align: center;">р.</p>	$K_{об} = 64000$ (Пост РАДС) + 115000 (Пост автоматической сварки) + 168000 (Пост механизированной сварки) = 347000 р.
---	---

Справ. №

Капитальные вложения в приспособления равны:

$K_{пр} = 19300$ (универсальная сборочная плита) + 8000 (присп. для защиты швов) + 19300 (сварочный стапель) = 46600 руб	$K_{пр} = 19300$ (универсальная сборочная плита) + 25000 (присп. для защиты кольцевых швов) + 91000 (вращатель) + 62000 (кантователь) + 380000 (стенд для автоматической сварки) = 577300 руб
--	---

Общие капитальные вложения по вариантам

Базовый	Проектируемый
$K_{общ} = 10839000 + 46600 =$ 10885600 руб.	$K_{общ} = 347000 + 577300 = 924300$ руб.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Удельные капитальные вложения:

$$K_{уд} = K_{общ} / N \quad (3.9)$$

Взам. инв. №

где N – программа выпуска

$K_{уд} = 10885600 / 8 = 1360700$ руб.	$K_{уд} = 924300 / 8 = 115537,5$ руб.
--	---------------------------------------

Подпись и дата

3.6. Расчет текущих затрат.

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

59

$$C_T = C_M + C_{эл} + C_3 + C_{об}; \quad (3.10)$$

где: C_M – затраты на материалы;

$C_{эл}$ – затраты на технологическую электроэнергию;

C_3 – затраты на заработную плату;

$C_{об}$ – расходы на эксплуатацию и содержание оборудования;

Затраты на технологическую электроэнергию $C_{эл}$, руб/м. шва для дуговой сварки определяем по формуле:

$$C_{эл} = Q_n \cdot g_э \cdot Ц_{эл}; \quad (3.11)$$

Для ЭЛС затраты на технологическую электроэнергию определяются, исходя из времени сварки и мощности оборудования:

$$C_{эл\ ЭЛС} = Ц_{эл} \cdot P \cdot t_{св}$$

где: Q_n – масса наплавленного металла: $Q_n = 66,95$ кг – проект. вариант, $Q_n = 40,95$ кг – базовый вариант;

$g_э$ – расход энергии на килограмм наплавленного металла, кВт·ч;

$$g_э = 7,$$

P – мощность установки ЭЛС, $P = 40$ кВт/ч

$t_{св}$ – время ЭЛС, $t_{св} = 0,8$ ч

$Ц_{эл}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб. $Ц_{эл} = 1,3$ руб.

$$C_{эл} = 40,95 \cdot 7,0 \cdot 1,3 = 372,65 \text{ руб.}$$

$$C_{эл} = 66,95 \cdot 7,0 \cdot 1,3 = 609,25 \text{ руб.}$$

$$C_{эл\ ЭЛС} = 40 \cdot 0,8 \cdot 1,3 = 41,6 \text{ руб}$$

$$\Sigma C_{эл} = 372,65 + 41,6 = 414,25 \text{ руб}$$

Пере. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					60

Расчет расходов на сварочные материалы C_m ;

Расход наплавленного материала:

$$P = 40,95 \cdot 1,2 = 49,14 \text{ кг.}$$

1,2 – усредненный коэф. расхода при сварке.

Стоимость сварочной проволоки –
820 руб/кг.

$$C_{cp} = 49,14 \cdot 820 = 40294,8 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ:

$$C_r = Q_r \cdot C_{Ar}$$

где Q_r – расход газа на изделие, m^3 ;

$$Q_r = 5,6 m^3$$

C_{Ar} – цена аргона, руб/ m^3 ; $C_{Ar} = 84,09$
руб

$$C_r = 5,6 \cdot 84,09 = 470,9 \text{ руб}$$

$$C_m = 40294,8 + 470,9 = 40765,7 \text{ руб.}$$

$$P = 66,95 \cdot 1,2 = 80,34 \text{ кг.}$$

1,2 - усредненный коэф. расхода при сварке.

Стоимость сварочной проволоки –
820 руб/кг.

$$C_{cp} = 820 \cdot 80,34 = 65878,8 \text{ руб}$$

$$Q_r = 2,9 m^3$$

$$C_r = 2,9 \cdot 84,09 = 243,86 \text{ руб}$$

Стоимость флюса – 68 р/кг

Расход флюса на изделие - 26 кг

$$C_\phi = 26 \cdot 68 = 1768 \text{ р}$$

$$C_m = 65878,8 + 243,86 + 1768 = 67890,66 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату C_z :

$$C_z = Z_o + Z_d + O_c; \quad (3.12)$$

где: Z_o – основная заработная плата;

Z_d – дополнительная заработная плата;

O_c – отчисления на социальные нужды;

Основная заработная плата Z_o ;

Пере. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
<i>БР-150301-071106902-ПЗ</i>					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	61

$$З_0 = t_{шт} \cdot Ч_Т \cdot К_д; \quad (3.13)$$

где: $Ч_Т$ – часовая тарифная сетка: $Ч_Т = 75$ руб/ч;

$К_д$ – коэф. доплат: $К_д = 1,6$;

$$З_0 = 33,23 \cdot 75 \cdot 1,6 = 3987,6 \text{ руб.}$$

$$З_0 = 34,87 \cdot 75 \cdot 1,6 = 4184,4 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_д = З_0 \cdot \frac{Q}{100}; \quad (3.14)$$

где: Q – процент дополнительной заработной платы $Q = 10\%$;

$$З_д = 3987,6 \cdot 0,1 = 398,76 \text{ руб.}$$

$$З_д = 4184,4 \cdot 0,1 = 418,44 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды определяются по формуле:

$$О_с = (З_0 + З_д) \cdot \frac{C}{100}; \quad (3.15)$$

где: C – процент отчислений на социальные нужды, $C = 27,2\%$;

$$О_с = (3987,6 + 398,76) \cdot 0,272 = 1193,1 \text{ руб.}$$

$$О_с = (4184,4 + 418,44) \cdot 0,272 = 1251,97 \text{ руб.}$$

$$С_3 = 3987,6 + 398,76 + 1193,1 = 5579,46 \text{ руб.}$$

$$С_3 = 4184,4 + 418,44 + 1251,97 = 5854,81 \text{ руб.}$$

Пере. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
БР-150301-071106902-ПЗ					Лист
					62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Затраты на обслуживание оборудования по вариантам:

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяем по формуле:

$$C_{об} = A_o + Z_{тр}, \quad (3.16)$$

где A_o – амортизационные отчисления;

$Z_{тр}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание сварочного производства.

Затраты на амортизацию сварочного оборудования по формуле:

$$A_o = \frac{\sum_{i=1}^m S_i \cdot n_i \cdot H_a \cdot \eta_{загр}}{N \cdot 100}, \quad (3.17)$$

где S_i – балансовая стоимость единицы оборудования i – типоразмера;

$$A_{o1} = (10885600 \cdot 27 \cdot 0,047) / (8 \cdot 100) = 17267,28 \text{ руб.} \quad A_{o1} = (924300 \cdot 27 \cdot 0,05) / (8 \cdot 100) = 1559,76 \text{ руб.}$$

n_i – количество единиц оборудования;

H_a – норма амортизационных отчислений. (27%)

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$Z_{тр} = (P_o \cdot K_{об} \cdot \eta_{загр}) / (N \cdot 100), \quad (3.18)$$

где P_o - процент отчислений на текущий ремонт оборудования,

$P_o = 11 \%$.

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Пере. примен.

$$Z_{\text{тр}} = (10885600 \cdot 11 \cdot 0,047) / (8 \cdot 100) = 7034,82 \text{ руб.} \quad Z_{\text{тр}} = (924300 \cdot 11 \cdot 0,05) / (8 \cdot 100) = 635,46 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{об}} = 17267,28 + 7034,82 = 24302,1 \text{ руб.} \quad C_{\text{об}} = 1559,76 + 635,46 = 2195,22 \text{ руб.}$$

Справ. №

$$C_{\text{т}} = 414,25 + 40765,7 + 5579,46 + 24302,1 = 71061,51 \text{ руб.} \quad C_{\text{т}} = 609,25 + 67890,66 + 5854,81 + 2195,22 = 76549,94 \text{ руб.}$$

3.7. Приведенные затраты

Приведенные затраты на выполнение газовой программы выпуска определяем по формуле:

$$W = N \cdot C_{\text{м}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{общ}}; \quad (3.19)$$

где: $C_{\text{м}}$ – текущие затраты, руб/шт;

N – годовая программа выпуска, шт/год;

$E_{\text{н}}$ – нормативны коэф. экономической эффективности, $E_{\text{н}} = 0,25$;

$K_{\text{общ}}$ – общие капитальные вложения, руб;

$$W_{\text{б}} = 8 \cdot 71061,51 + 0,25 \cdot 10885600 = 3289892,08 \text{ руб.}$$

$$W_{\text{пр}} = 8 \cdot 76549,94 + 0,25 \cdot 924300 = 843474,52 \text{ руб.}$$

3.8. Годовой экономический эффект.

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = W_1 - W_2; \quad (3.20)$$

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = 3289892,08 - 843474,52 = 2446417,56 \text{ руб.}$$

Подпись и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

64

Пере. примен.

Расчеты сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1. Сводная таблица выбора варианта:

Показатель	Вариант	
	Базовый	Проектир.
1. Общие капитальные вложения, в том числе: В сварочное оборудования; В приспособления;	10885600 руб. 10839000 руб. 46600 руб.	924300 руб. 347000 руб. 577300 руб.
2. Удельные капитальные вложения;	1360700 руб.	115537,5 руб.
3. Технологическая себестоимость; В том числе: - сварочные материалы; - технологич. электроэнергия; - заработная плата рабочих; - расходы на содержания и эксплуатацию оборудования;	71061,51 руб. 40765,7 руб. 414,25 руб. 5579,46 руб. 24302,1 руб.	76549,94 руб. 67890,66 руб. 609,25 руб. 5854,81 руб. 2195,22 руб.
4. Выбранный вариант		+

Результаты расчетов сводим в таблицу графической части проекта 3.2.

Таблица 3.2 – Технико– экономические показатели участка.

Показатель	Единица измерения	Вариант	
		Базовый	Проектируем
1. Готовая программа выпуска	шт.	8	8
2. Трудоемкость изделия	Н.ч.	33,23	34,87
3. Количество рабочих	Чел.	3	3
4. Общие капитальные вложения	Руб.	10885600	924300

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-150301-071106902-ПЗ

Лист

65

Пере. примен.	5. Технологическая себестоимость, в т.ч.:	руб.	71061,51	76549,94
	5.1. Затраты на сварочные матер.	руб.	40765,7	67890,66
	5.2. Затраты на электроэнергию	руб.	414,25	609,25
	5.3. Заработная плата	руб.	5579,46	5854,81
	5.4. Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования	руб.	24302,1	2195,22
Справ. №	6. Условно – годовой экономический эффект	руб.	2446417,56	

3.9. Вывод

Экономический эффект получен за счет значительного снижения капитальных вложений по сравнению с базовым вариантом, улучшения условий труда. Годовой экономический эффект равен 2446417,56 руб., следовательно, выбираем предложенный вариант, как наиболее экономичный.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Справ. №	Пере. примен.	Заключение.				
							<p>В проделанной работе модернизирована технология сборки-сварки корпуса вентиляторной улитки. Оценен материал изделия, его свариваемость. С учетом экономической целесообразности выбраны способы сварки. Разработано и выбрано сварочное оборудование и приспособления. Выбраны режимы сварки. В конструкторской части описана разработанная установка для сварки кольцевых швов патрубка и уплотнительного кольца, произведены необходимые прочностные. Описан контроль качества. Спланирован участок сборки-сварки корпуса улитки с учетом необходимого оборудования.</p> <p>При внедрении в производство предложенной технологии условный годовой экономический эффект составит 2446417,56 рублей. Экономический эффект получен за счет значительного сокращения капитальных вложений.</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ			Лист			
								67			

Список используемой литературы

1. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т.1 Свариваемость металлов. Справочник / Под ред. Э.Л. Макарова – М.: Металлургия, 1991 г. 528 с.
2. Николаев Г. А, Куркин С. А, Винокуров В. А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкции: Учеб. Пособие. - М: Высшая школа, 1982-272 с.
3. Сварка в машиностроении: Справочник в 4 т. Т1. Под ред. Н.А.Ольшанского М: Машиностроение, 1978-504 с.
4. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. Т.3 Под ред. Винокурова В.А. М.: Машиностроение, 1976 - 620 с.
5. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. Т.4 Под ред. А.И. Акулова- М.: Машиностроение, 1978.
- 6 Справочник по сварке под ред. Хренова М Машиностроение, 1985-315 с
7. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением.: Учебник для студентов ВУЗов. М.: Машиностроение, 1977-432с.
- 8 Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. М.: Высшая школа, 1977-392с.
9. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин - М.: Высшая школа., 1985 - 420с.
10. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов.-4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1980 - 319с.
11. Справочник сварщика. Под ред. В.В.Степанова -№-е изд. - М: Машиностроение, 1974-520с.
- 12 Верховенко Л.В., Тукин А.К. Справочник сварщика.; — Минск. Высшая школа. 1977. — 302 с.

	Пере. примен.						
	Справ. №						
	Подпись и дата						
	Инв. № дубл.						
	Взам. инв. №						
	Подпись и дата						
Инв. № подл.						Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-150301-071106902-ПЗ	68	

Пере. примен.	<p>13. Разумов И.М. и др. Организация, планирование и управление предприятием машиностроения: - М.: Машиностроение, 1982 - 544с.</p> <p>14. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. Перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1982-800с.</p> <p>15. Юдин Е.Я. и др. Охрана труда в машиностроении - М.: Машиностроение, 1983 - 432с.</p> <p>16. Средства защиты в машиностроении. Расчёт и проектирование.: Справочник - М.: Машиностроение, 1989 - 368с.</p> <p>17. Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учеб. пособие для вузов . - М: Машиностроение, 1984 -368с.</p> <p>18. Васильева З.А. Организация, планирование и управление машиностроительным производством. МУ по курс, работе, Красноярск: КрПИ, 1987 - 35с.</p>				
	Справ. №				
Име. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Взам. инв. №	Име. № дубл.			
Подпись и дата					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
БР-150301-071106902-ПЗ					69