

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский государственный профессионально-
педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в
машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Зав. кафедрой ИММ

_____ Б.Н.Гузанов

«___» _____ 2018 г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА ДВИГАТЕЛЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
РАКЕТЫ**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля Машиностроение и материалобработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР:

Исполнитель:

студент группы ЗСМ-404С

Р.А.Долгих

Руководитель:

доц., канд. пед. наук

М.А.Федулова

Екатеринбург 2018

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит листов машинописного текста,
рисунков, таблиц, использованных источников литературы,
приложения на листах.

Ключевые слова: КОРПУС ДВИГАТЕЛЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
РАКЕТЫ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕК-
ТРОДОМ В СРЕДЕ АРГОНА, СТАЛЬ ВЛ-1Д (30Х2ГСНВМ-ВИ), СВА-
РОЧНАЯ ПРОВОЛОКА Св-18Х2Г2СНВМ-ВИ, ЭЛЕКТРОД ВОЛЬФРА-
МОВЫЙ, ВЫПРЯМИТЕЛЬ СВАРОЧНЫЙ AristoTig DTE 405 AC/DC,
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРОЧНАЯ ГОЛОВКА АСГВ-4-АР.

В проекте проведена разработка технологии автоматической сварки
корпуса метеорологической ракеты МР-20.

Выполнено технико-экономическое обоснование проекта.

Разработана краткосрочная программа переподготовки рабочих по
профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		2

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Технологическая часть.....	7
1.1 Описание изделия и области его применения	7
1.2 Характеристика стали 30X2ГСНВМ (ВЛ1-Д)	10
1.3 Базовая технология изготовления	12
1.4 Анализ возможных вариантов способов сварки.....	14
1.5 Определение параметров режима сварки	14
1.6 Выбор сварочных материалов	20
1.7 Выбор оборудования для сборки и сварки	22
1.7.1 Выбор сварочного оборудования	22
1.7.2 Выбор механического оборудования	24
1.8 Технология изготовления сосуда высокого давления корпуса двигателя метеорологической ракеты	28
1.8.1 Обзор общих операций для всей технологии изготовления	29
1.8.2 Общие слесарные операции.....	31
1.8.3 Подготовка к сварочным работам	32
1.8.4 Порядок подготовки приспособлений к сварке	33
1.8.5 Технология изготовления обечайки	34
1.8.6 Технология изготовления корпуса из трёх обечаек.....	45
1.8.7 Технология изготовления сосуда (Приварка шпангоутов к корпусу из трёх обечаек).....	54
1.8.8 Контроль качества	57
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	61
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	61
3.2 Разработка учебного плана переподготовки рабочих.....	66
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	67
3 Технико-экономическое обоснование проекта.....	76
3.1 Расчёт технологической себестоимости изделия	76

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

3.2	Определение величины капитальных вложений	86
3.3	Расчет показателей экономической эффективности	86
	Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений (E) рассчитываем по формуле	87
	$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} \quad (50)$	87
	$A_{кр} = 340525 / (7770,93 - 3405,25) = 78$ шт. (базовый вариант).....	88
	Таблица 10 - Техничко-экономические показатели проекта	88
	7	88
	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ($T_{ок}$)	88
	лет.....	88
	3,7	88
	8	88
	Коэффициент экономической эффективности (E)	88
	руб./руб.	88
	2.29	88
	9	88
	метало-	88
	изделие	88
	78	88
	46	88
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	89

ВВЕДЕНИЕ

Комплексное применение стандартных и экспериментальных ракетных пусков для измерения вертикальных распределений термодинамических параметров, озона, водяного пара, оксида азота, электронной и ионной концентрации и аэрозоля в различных регионах земного шара в различные сезоны и при различных гелио- и геофизических условиях требует создания метеорологических ракет. Данные конструкции выдерживают высокие динамические и статические нагрузки, это предполагает серьезное отношение, как к конструкции данных установок, так и к технологии их изготовления.

Целью данного дипломного проекта является совершенствование технологии изготовления сосуда высокого давления корпуса двигателя метеорологической ракеты МР-20.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления сварных металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки корпуса двигателя ракеты МР-20.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления корпуса двигателя ракеты МР-20;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки изделия;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки корпуса ракеты;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать краткосрочную программу переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления корпуса ракеты, включающий автоматическую сварку в среде защитного газа; в экономической части будет произведено технико-экономическое обоснование данной разработки; в методическом разделе будет предложена краткосрочная программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					<i>ДП 44.03.04</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		6

1 Технологическая часть

1.1 Описание изделия и области его применения

Изделие - тонкостенный сосуд высокого давления является частью ракетного двигателя. Корпус двигателя представляет собой сварную конструкцию трубного типа, состоящую из трёх обечаек, сваренных между собой кольцевыми швами, с приваренными по торцам шпангоутами. Сверху сварная конструкция закрыта съёмным дном (крышкой); на нижнем дне закреплено сопло. Двигатель должен работать в условиях высоких давлений (120-170 атм.) и температуры (до 1000°С) сравнительно малое время (10-15 мин.).

МР-20 - это неуправляемая одноступенчатая твердотопливная ракета с аэродинамическими стабилизаторами. Нижняя часть корпуса длиной 1300 миллиметров термически изолирована. Технические характеристики ракеты МР-20 приведены в таблице 1. Используемый в 60-е гг. баллиститный порох обусловил применение вкладных зарядов. Шашки имеют форму трубки с диаметром внутреннего канала 100 миллиметров и состоят из двух сегментов, соединенных эластичной прокладкой. Ракета МР-20 представлена на рисунке 1.

Пуск производится по траектории, близкой к вертикали, из стартовой установки со спиральными направляющими, придающими ракете вращение вокруг её продольной оси. Вращение позволяет исключить влияние асимметрии тяги двигателей и аэродинамики корпуса ракеты на траекторию полёта. Увеличение скорости вращения до 320 оборотов в минуту обеспечивается наклоном двух поворотных плоских стабилизаторов, расположенных на противоположных сторонах ракеты. Угол их отклонения устанавливается в зависимости от массы головной части. По сравнению с МР-12 имела увеличенную длину и вес заряда топлива.

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

С 1977 по 1979 г. были осуществлены успешные работы по загоризонтному обнаружению одиночных и групповых стартов отечественных баллистических ракет (БР) на дальности 5600 км. Имитаторы РЛС сигналов БР размещались на расстоянии 3000 км (Джезказган), 6000 км (Чита) и 7500 км (бухта Ольги на Дальнем Востоке).



Рисунок 1 - Метеорологическая ракета МР-20

Таблица 1 - Технические характеристики ракеты МР-20

Параметр	Значение
Полная масса	1485...1620 кг
Тяга двигателя	10360 кгс
Время работы РДТТ	21±3 с
Удельный импульс топлива	205 с
Масса топливного заряда	1200 кг
Скорость вращения	до 320 об/мин
Масса головной части	122-280 кг
Масса целевой аппаратуры	50-100 кг
Длина (полная)	8770...10370 мм
Калибр	450 мм
Высота подъёма	200-230 км

Многочастотные вертикальные измерители поля устанавливались на борту геофизических ракет 217 МАП и МР20 и служили для измерения ха-

рактических ЭМ поля до высоты 250 км на удалении 6000 км от РЛС. Научным руководителем был Эфир Иванович Шустов, сотрудник НИИДАРа.

В 1991 году проходил международный космический эксперимент с инъекцией бариевых облаков под названием «CRRES» (Combined Release and Radiation Effects Satellite). Изучали спектральный состав искусственных облаков в космосе, их динамику. «Подкрашивая» силовые линии магнитного поля, исследовали различные процессы в области физики плазмы в ионосфере. Провели специальный эксперимент – выбросили бариевое облако вечером, в центральной части Атлантического океана. Запуск произвели не со спутника программы «CRRES», а с судна «Профессор Визе» геофизической ракетой МР-20, которая поднимается на высоту около 200 километров. Всю ночь судно находилось в месте запуска ракеты, и утром, когда солнце поднялось на высоту вчерашнего облака, его можно было наблюдать спустя 12 часов. Это было подтверждение того, что существуют условия, когда возникают долгоживущие плазменные образования.

В период с 1966 по 1992 гг. на высотах 100-240 км получены данные по составу верхней атмосферы с помощью радиочастотных масс-спектрометров, установленных на российских метеорологических ракетах МР-12 и МР-20, а также по программам международного сотрудничества на индийских ракетах Centauree и французских Dragon IIВ и Veronique. Пуски проводились на станциях ракетного зондирования “Волгоград” (48° с.ш.) и на о.Хейса (Земля Франца-Иосифа, 81° с.ш.), на полигоне в Тумбе (Индия, геомагнитный экватор), а также на французских полигонах в Ландах (Юго-запад Франции, 44° с.ш.) и в Куру (Французская Гвиана, 14° с.ш.). Кроме того, большое количество пусков было проведено с бортов научно-исследовательских судов Росгидромета “Профессор Зубов” и “Профессор Визе” в Атлантическом океане в диапазоне широт от 38° ю.ш. до 71° с.ш.. Всего за указанный период было осуществлено более 200 результативных экспериментов в различных гелиогеофизических условиях.

ДП 44.03.04

Лист

9

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

1.2 Характеристика стали 30Х2ГСНВМ (ВЛ1-Д)

Сталь 30Х2ГСНВМ применяется: для изготовления деталей сложной конфигурации (лонжеронов крыла, стабилизаторов, шпангоутов фюзеляжа); цельнокатаных колец различного промышленного назначения.

Химический состав стали 30Х2ГСНВМ (ВЛ1-Д) по ТУ-14-1-4461-88:

- углерода от 0,26 до 0,33 % мас.,
- кремния от 0,9 до 1,2 % мас.,
- марганца от 1,0 до 1,3 % мас.,
- хрома от 1,5 до 2,0 % мас.,
- никеля от 1,0 до 1,3 % мас.,
- вольфрама от 1,0 до 1,3 % мас.,
- молибдена от 0,4 до 0,6 % мас.,
- серы не более 0,011 % мас.,
- фосфора не более 0,015 % мас.

Механические свойства стали 30Х2ГСНВМ (ВЛ1-Д) по ТУ 14-1-4461-88 представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Механические свойства стали 30Х2ГСНВМ (ВЛ1-Д)

Вид поставки	Состояние полуфабриката	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	δ , %	σ_b , Н/мм ²	Ψ %	КСУ при +20 ⁰ С Дж/см ²
Листы холоднокатанные и горячекатанные	Термически обработанные по режиму: заковка с 940±10 С° на воздухе, отпуск при 290±10 С°, охлаждение на воздухе.	635-685	10-14	780-835	35-45	34-49

Расчёт свариваемости стали 30Х2ГСНВМ (ВЛ1-Д)

Поскольку основную опасность при сварке сталей данного класса представляют холодные трещины – проведём расчет на склонность данной стали к образованию холодных трещин. Оценку выполним по критерию Ито-Бессю [1] по формуле.

$$P_w = (P_{см} + \frac{H}{60} + \frac{0.69 \cdot \delta}{(4 \cdot 10^5)}), \% \quad (1)$$

где $P_{см}$ - показатель, учитывающий влияние структурных превращений в ОШЗ;

H -количество диффузионного водорода в металле шва (мл/100г)

$$P_{см} = (C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo + V}{15} + 5 \cdot B), \% \quad (2)$$

$$P_{см} = (0.33 + \frac{1.2}{30} + \frac{1.3 + 2.0 + 0}{20} + \frac{1.3}{60} + \frac{0.6 + 0}{15} + 5 \cdot 0), = 0.926\%$$

$$H = 0,64 \cdot H_{мис} - 0,93 \quad (3)$$

где $H_{мис}$ - количество диффузионного водорода в металле шва (мл/100г)

$$H = 0.64 \cdot 7 - 0.93 = 3.55$$

$$P_w = (0.926 + \frac{3.55}{60} + \frac{0.69 \cdot 2.5}{(4 \cdot 10^5)}) = 0.98)0.286$$

$P_w = 0,98$, что больше критического значения P_w , равного 0,286, следовательно, данная сталь склонна к образованию холодных трещин.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

1.3 Базовая технология изготовления

В дипломном проекте была поставлена задача – снижение трудоёмкости и увеличение производительности процесса. Решение этой задачи реализовано следующими методами:

- переход с ручной сварки на автоматическую при выполнении стыкового продольного шва обечайки;
- модернизация оправки для сварки кольцевых швов;
- сокращение времени на переходы.

Для этого планируется:

- применение клавишного приспособления для сварки продольных стыковых швов;
- перевод оправки для сварки с ручной настройки на автоматическую, посредством использования пневмоцилиндров.
- введение в технологию изготовления термообработки - отпуска кольцевых швов.

Данные мероприятия позволят увеличить производительность процесса и снизить его трудоёмкость, соответственно снизится и себестоимость изготовления корпуса двигателя.

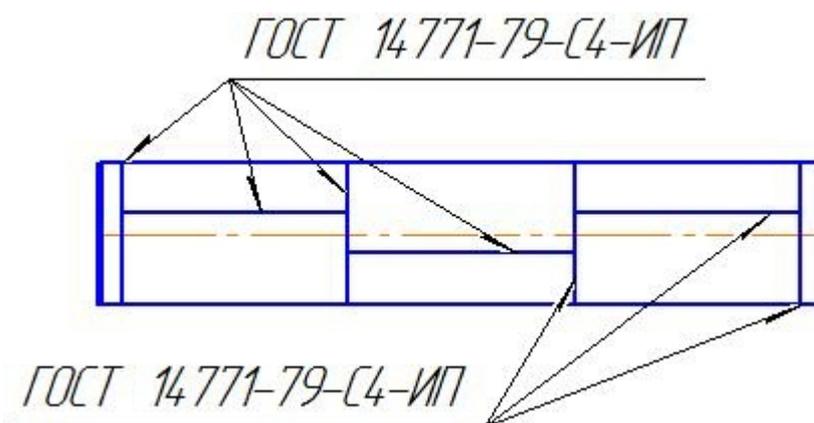


Рисунок 2 – Схема сварных соединений корпуса двигателя метеорологической ракеты МР-20

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Корпус двигателя (в соответствии с рисунком 2) представляет собой сварную конструкцию трубного типа, состоящую из трёх обечаек, сваренных между собой кольцевыми швами, с приваренными по торцам шпангоутами. Обечайка в свою очередь изготовлена из листа, и сварена продольным стыковым швом. В базовом варианте продольный стыковой шов сваривается вручную.

Технологией также предусмотрена термообработка, после сварки каждого сварного шва изделия, общая термообработка после изготовления всего изделия и термоправка при изготовлении обечаек. Термические операции проводятся с применением цеховой печи и установки для отпуска токами высокой частоты кольцевых швов.

Кольцевые швы сваривают на универсальной сварочной установке, состоящей из стапеля (модификация токарного станка) и сварочного автомата АСГВ-4-АР, автоматизация сварки данных швов не требуется.

Для изготовления корпуса применяется высокопрочная среднелегированная сталь 30Х2ГСНВМ (ВЛ1-Д), эта сталь подвергается отжигу перед сваркой, а после сварки необходима термообработка, интервал времени между окончанием сварки и началом термообработки не должен превышать 30 минут, поскольку данная сталь подвержена закалке на воздухе.

Для снижения трудоёмкости сокращают время на переходы между технологическими операциями, это возможно достигнуть за счёт применения разработанной сборочно-сварочной оснастки, позволяющей производить сборку, сварку и термообработку изделия на одном рабочем месте.

Визуально-измерительный контроль сварных соединений проводится непосредственно на рабочем месте. Данное изделие после визуально-измерительного контроля подвергается рентгеноскопическому контролю, в объёме 100%.

ДП 44.03.04

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

1.4 Анализ возможных вариантов способов сварки

Для повышения производительности процесса предлагаем замену ручной дуговой сварки автоматической сваркой. Возможно предложить несколько вариантов: 1) автоматическую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона; 2) автоматическую сварку под флюсом; 3) сварку в контролируемой атмосфере.

Исходя из небольшой толщины листа из которого изготавливается обечайка - 2,5 мм, применение сварки под флюсом становится затруднительно, учитывая размеры обечайки затрудняется и применение другого предложенного способа - сварки в контролируемой атмосфере, применение этого способа также нецелесообразно с экономической точки зрения учитывая, что выпуск изделий планируется увеличить.

Исходя из вышесказанного, для сварки сосуда высокого давления применяется автоматическая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона.

1.5 Определение параметров режима сварки

Методика, предложенная В.П. Демянцевичем [1], неприменима, поскольку она позволяет выполнять расчет параметров режима сварки под флюсом и в углекислом газе плавящимся электродом низкоуглеродистых и низколегированных сталей толщиной не менее 8 мм для соединений по ГОСТ 8713-79 и ГОСТ 14771-76. В данном случае сварка выполняется неплавящимся электродом в аргоне, среднелегированной стали толщиной 2,5 мм. Поэтому выбор параметров режима производим по литературным источникам [2].

Поскольку сталь склонна к образованию трещин при сварке, то для получения качественного соединения требуется:

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

-выбрать схему сварки, которая позволила бы при сварке производить термообработку шва и околошовной зоны;

- предусмотреть общую термообработку после сварки.

В литературных источниках [2] предложена схема сварки сталей этой группы при толщине до 3 мм. Данная схема выполнения сварного соединения выполняется в следующей последовательности:

- первый проход выполняется без присадки и без поперечных колебаний электрода - цель первого прохода заключается в стопроцентном проплавлении стыка;

- второй проход выполняется снаружи с присадкой и поперечными колебаниями – цель второго прохода сформировать наружный профиль шва и произвести термообработку первого прохода, присадка нужна для формирования усиления шва, колебания для регулировки термоцикла сварки;

- третий проход, по сути, является подварочным - он выполняется без присадки и без колебаний, его основная цель - сформировать профиль обратной стороны шва и произвести термообработку после второго прохода.

Исходя из вышесказанного, продольные и кольцевые швы обечаек будем выполнять в соответствии с ГОСТ 14771-76 соединение С4.

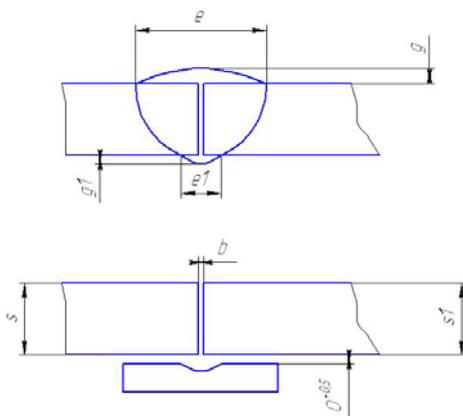


Рисунок 3 - Параметры сварного шва С4 по ГОСТ 14771-76

при $s_1 = s_2 = 2,5$ мм:

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

$$b = 0^{+1} \text{ мм};$$

$$e \leq 12 \text{ мм};$$

$$e_1 = 4 \pm 2 \text{ мм};$$

$$g = 1 \pm 0.5 \text{ мм};$$

$$g_1 = 0.5 \pm 0.5 \text{ мм}.$$

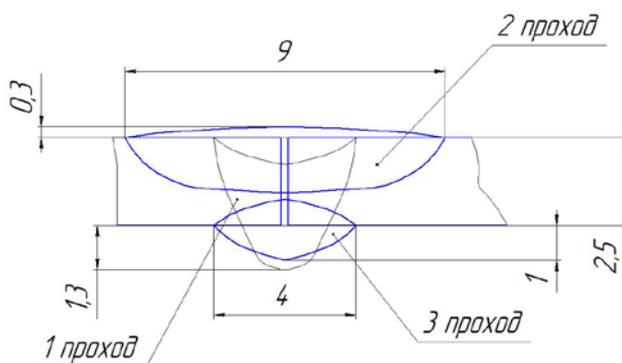


Рисунок 4 - Последовательность наложения валиков

Первый проход выполняется без присадки.

Режимы сварки первого прохода:

- сварочный ток ($I_{св}$) - $85 \pm 5 \text{ А}$;
- напряжение на дуге ($U_{д}$) - $9 \pm 1 \text{ В}$;
- скорость сварки ($V_{св}$) – от 10 до 12 м/час;
- диаметр вольфрамового электрода ($d_{в.эл}$) – 3,0 мм;
- расход аргона в горелке ($Q_{арг.гор}$) – от 10 до 12 л/мин;
- расход аргона для защиты обратной стороны шва ($Q_{арг.обр}$) – от 4 до 5 л/мин.

Второй проход выполняется с присадкой и поперечными колебаниями электрода. Поперечные колебания электрода нужны регулирования термического цикла сварки.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

Режимы сварки второго прохода:

- сварочный ток ($I_{св}$) - 95 ± 5 А;
- напряжение на дуге ($U_{д}$) - 14 ± 1 В;
- скорость сварки ($V_{св}$) – от 10 до 12 м/час;
- скорость подачи электродной проволоки ($V_{пш}$) – 12 м/час;
- диаметр вольфрамового электрода ($d_{в.эл}$) – 3,0 мм;
- диаметр электродной проволоки ($d_{пр}$) - 1,2 мм;
- расход аргона в горелке ($Q_{арг.гор}$) - от 10 до 12 л/мин;
- расход аргона для защиты обратной стороны шва ($Q_{арг.обр}$) - от 4 до 5 л/мин;
- амплитуда колебаний (А) - от 3 до 6 мм;
- частота колебаний (n) - от 3 до 6 кол/сек.

Третий проход (подварочный шов) выполняется без присадки и без колебаний. Третий проход нужен для термообработки второго и для получения необходимых геометрических размеров шва.

Режимы сварки третьего прохода:

- сварочный ток ($I_{св}$) - 85 ± 5 А;
- напряжение на дуге ($U_{д}$) - 14 ± 1 В;
- скорость сварки ($V_{св}$) - от 10 до 12 м/час;
- диаметр вольфрамового электрода ($d_{в.эл}$) – 3,0 мм;
- расход аргона в горелке ($Q_{арг.гор}$) – от 10 до 12 л/мин;
- расход аргона для защиты боратной стороны шва ($Q_{арг.обр}$) - от 3 до 5 л/мин.

Все параметры режимов сварки приведены в таблице 2.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

Таблица 2– Параметры режима сварки

№ п/ п	№	$I_{св}$	$U_{д}$	$V_{св}$	$V_{пп}$	$Q_{арг.гор}$	$Q_{арг.об}$	$D_{пр}$	$d_{в.эл}$	A	n
		A	B	м/ч	м/ч	л/мин	л/мин	мм	мм	мм	кол/ мин
1	1	85±5	9±1	10-12	-	10-12	4-5	-	3	-	-
	2	95±5	14±1		12			1,2		3-6	3-6
	3	85±5	14±1		-			-		-	-
2	1	90±5	9±1	10-10,5	-	10-12	4-5	-	3	-	-
	2	95±5	14±1		12			1,2		3-6	3-6
	3	110±5	14±1		-			-		-	-

где №_{пр}- номер прохода;

$I_{св}$ - сварочный ток (А);

$U_{д}$ - напряжение на дуге (В);

$V_{св}$ - скорость сварки (м/ч);

$V_{пп}$ - скорость подачи электродной проволоки (м/ч);

$Q_{арг.гор}$ - расход аргона в сварочной горелке (л/мин);

$Q_{арг.об}$ - расход аргона для защиты обратной стороны шва (л/мин);

$D_{пр}$ - диаметр электродной проволоки (мм);

$d_{в.эл}$ - диаметр вольфрамового электрода (мм);

A- амплитуда колебаний вольфрамового электрода (мм);

N - частота колебаний вольфрамового электрода (колебаний/с).

Время между окончанием сварки третьего прохода и началом термообработки не должно превышать 30 минут, так как высока вероятность образования холодных трещин.

Проверку тепловых параметров режима сварки можно осуществить, используя уравнение для определения мгновенной скорости охлаждения (уравнение для однопроводной сварки листов встык со сквозным проплавлением) [1,3]

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

$$w_{\text{охл}} = 2 \cdot 10^{-10} \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c\gamma \cdot \frac{(T_{\text{min}} \cdot T_0)^2}{(q_n / \delta)^2} (\text{град} / \text{с}), \quad (4)$$

где $w_{\text{охл}}$ - мгновенная скорость охлаждения, град/с;

T_0 - начальная температура изделия, °С

T_{min} - температура наименьшей устойчивости аустенита;

λ - коэффициент теплопроводности, Вт/м*град;

$c\gamma$ - объёмная теплоёмкость, Дж/м³*град;

Δ - толщина металла, мм;

$q_{\text{п}}$ - погонная энергия сварки, Дж/см.

Для стали 30Х2ГСНВМ параметры, приведённые в формуле следующие:

$w_{\text{охл крит.}} = 3,5$ град/с; (оптимальный интервал скоростей охлаждения 3-5 град/с)

$T_0 = 20^\circ\text{C}$;

$T_{\text{min}} = 570^\circ\text{C}$;

$\lambda = 31$ Вт/м*град;

$c\gamma = 5,226$ Дж/м³*град.

Проверка будет заключаться в том, что будет рассчитываться $q_{\text{п}}$ по формуле и сравниваться с $q_{\text{п}}$, полученным по литературным источникам.

Первый проход. Для первого прохода определим $q_{\text{п}}$ по данным полученным по литературным источникам.

$$q_n = \frac{36 \cdot I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{св}}} (\text{Дж} / \text{см}) \quad (5)$$

где $I_{\text{св}}$ - сварочный ток, А;

$U_{\text{д}}$ - напряжение на дуге, В;

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

$V_{св}$ - скорость сварки, м/ч;

η - КПД процесса.

$$q_{п1} = \frac{36 \cdot 85 \cdot 9 \cdot 0.8}{11} = 2002.9 (\text{Дж} / \text{см})$$

Определим q_n для первого прохода по формуле(6).

$$q_n = \sqrt{\frac{(T_{\min} - T_0)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c \gamma \cdot \delta^2}{w_{охл}}} (\text{Дж} / \text{см}) \quad (6)$$

$$q_{n1}^I = \sqrt{\frac{(570 - 20)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 3.14 \cdot 31 \cdot 5.226 \cdot 2.5^2}{3.5}} = 2344.3 (\text{Дж} / \text{см})$$

Для обеспечения требуемой скорости охлаждения необходима погонная энергия $q_{п1}^I = 2344,3 (\text{Дж} / \text{см})$, погонная энергия $q_{п1} = 2002,9 (\text{Дж} / \text{см})$, полученная из расчёта параметров режима, взятых из литературных источников, отличается от $q_{п1}^I$ на 14%, следовательно, можно сделать вывод о пригодности литературных данных, также эти данные подтверждены опытом применения их на предприятии.

1.6 Выбор сварочных материалов

Выбор электродной проволоки

Для обеспечения максимального приближения свойств металла шва к основному металлу выбираем электродную проволоку, близкую по составу к основному материалу. Такой проволокой является проволока Св-18Х2Г2СНВМ-ВИ (ЭП331УС-ВИ) по ТУ 14-1-4292-87.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

Химический состав проволоки Св-18Х2Г2СНВМ-ВИ (ЭП331УС-ВИ)
по ТУ 14-1-4292-87:

- углерода от 0,18 до 0,25 % мас.,
- марганца от 0,90 до 1,30% мас.,
- кремния от 0,80 до 1,20 % мас.,
- хрома от 1,50 до 2,00 % мас.,
- никеля от 1,00 до 1,30 % мас.,
- молибдена от 0,35 до 0,55 % мас.,
- вольфрама от 0,90 до 1,30 % мас.,
- серы не более 0,015 % мас.,
- фосфора не более 0,015 % мас.,
- азота не более 0,015 % мас.

Выбор защитного газа

В качестве защитной среды выбираем аргон высшего сорта (газообразный) по ГОСТ 10157-79.

Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157-79:

- аргона не менее 99,992 % мас.,
- кислорода не более 0,0007 % мас.,
- азот не более 0,006 % мас.,
- прочих элементов не более 0,0013 % мас.

Выбор неплавящегося электрода

В качестве неплавящегося электрода выбираю вольфрамовый электрод ЭВЛ по ГОСТ 23949-80.

Химический состав электродов ЭВЛ по ГОСТ 23949-80:

- вольфрама не менее 99,95 % мас.,
- оксид лантана от 1,1 до 1,4 % мас.,
- прочих элементов не более 0,05 % масс.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

1.7 Выбор оборудования для сборки и сварки

1.7.1 Выбор сварочного оборудования

Выпрямитель AristoTig DTE 405 AC/DC предназначен для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом всех свариваемых материалов, включая цветные металлы и их сплавы. Выпрямитель AristoTig DTE 405 AC/DC прост в управлении и оснащен всеми необходимыми функциями для качественной сварки: регулируемый импульсный режим, контроль за балансом дуги переменного тока, частота импульса, продувка газа, цифровой вольтамперметр, зажигание дуги отрывом или ВЧ, 2-4-хтактный режим работы горелки, водяное охлаждение горелки. Инверторные выпрямители серии DTE предоставляют пользователю большие возможности по регулировке параметров сварки неплавящимся электродом. Как на постоянном, так и на переменном токе, эти аппараты обеспечивают легкое возбуждение и стабильное горение дуги. Благодаря встроенному импульсному блоку улучшается контроль над сварочной ванной и снижается тепловложение. Регулировка баланса волны и частоты переменного тока, а также прямоугольная форма его волны позволяют получать швы очень высокого качества при сварке конструкционных сталей, алюминиевых и магниевых сплавов в широком диапазоне толщин [4].

Таблица 3 - Технические характеристики источника AristoTig DTE

Параметр	Значение
Напряжение питающей сети, В/Гц	400/50-60
Максимальный сварочный ток, ПВ 35%. А	400
Максимальный сварочный ток, ПВ 60%. А	305
Максимальный сварочный ток, ПВ 100%. А	236
Диапазон сварочного тока, А	3-400
Напряжение холостого хода, В	48(AC),90(DC)
Масса, кг	116

В комплекте с этим источником на предприятии используется автоматическая сварочная головка АСГВ-4-АР, ее технические характеристики

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

приведены в таблице 4. Сварочная головка АСГВ-4-АР предназначена для сварки изделий из конструкционных, нержавеющей, жаропрочных сталей и сплавов, а также титановых и алюминиевых сплавов непрерывно горячей и импульсной дугой выпрямленного постоянного тока. Характеристики сварочной головки АСГВ-4-АР представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Характеристики сварочной головки АСГВ-4-АР

Параметр	Значение параметра
Номинальный сварочный ток при ПВ=60%,А	315
Номинальное напряжение питающей сети, В	220
Максимальная потребляемая мощность, кВт	19,5
Диаметр электрода, мм	1-5
Диаметр присадочной проволоки, мм	0,8-2
Диапазон регулирования скорости подачи присадочной проволоки, м/с	0,0022-0,030
Максимальная нестабильность скорости подачи присадочной проволоки от установленного значения, %	±2
Установочные перемещения горелки, ручное и механизированное, мм	100
Скорость перемещения горелки по вертикали к стыку при номинальном напряжении на якоре приводного электродвигателя, м/с	0,005 ±20%
Угол наклона горелки в плоскости сварки, град.	±90
Максимально допустимая погрешность слежения в автоматическом режиме за установленным значением величины дугового промежутка, мм	±0,2
Максимальная величина отклонения свариваемого стыка от траектории перемещения головки в вертикальной плоскости, град	±20
Амплитуда колебания горелки, мм	±3-6
Частота колебаний горелки, 1/сек	0,5-2,5
Используемый источник питания	ВСВУ-400 или ИСВУ-400
Габаритные размеры головки сварочной, мм	310x360x675
Масса, кг головки сварочной	22
Общая масса	688

1.7.2 Выбор механического оборудования

Выбор механического оборудования для сварки кольцевых швов

Для выполнения кольцевых швов необходимо следующее механическое оборудование.

Сварочный вращатель.

Вращатель изготовлен на базе токарного станка и обеспечивает вращение изделия на сварочной и маршевой скорости. Основные части сварочного вращателя показаны на рисунке 5.

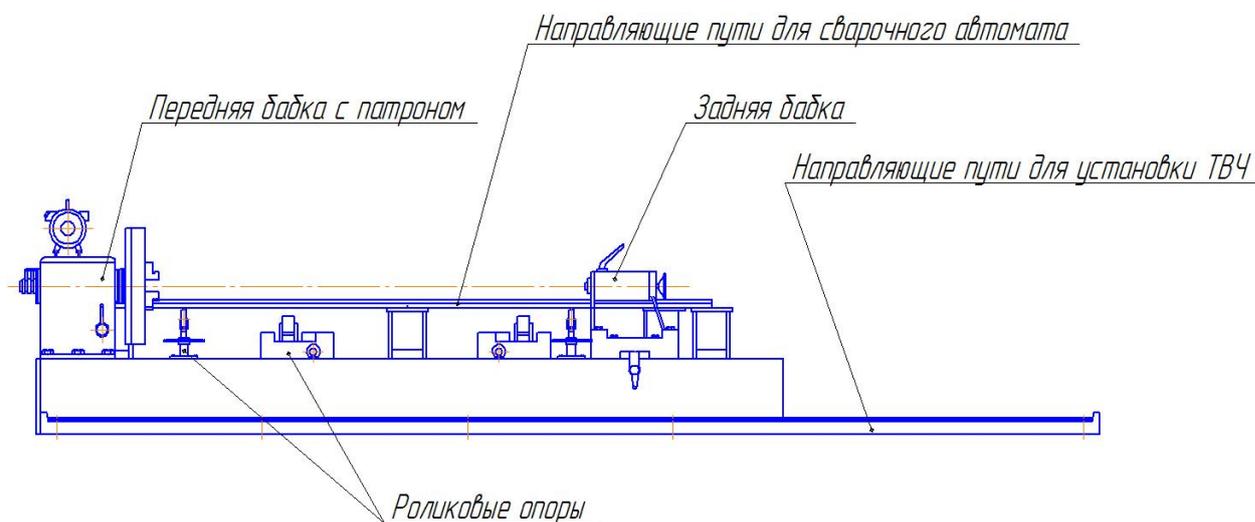


Рисунок 5 - Сварочный вращатель

Оправка для сборки, сварки и центровки обечаек и приварки к ним шапангоутов. Для выполнения этих операций применяется оправка, устанавливаемая в сварочный вращатель. Общий вид приспособления приведён на рисунке 6.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

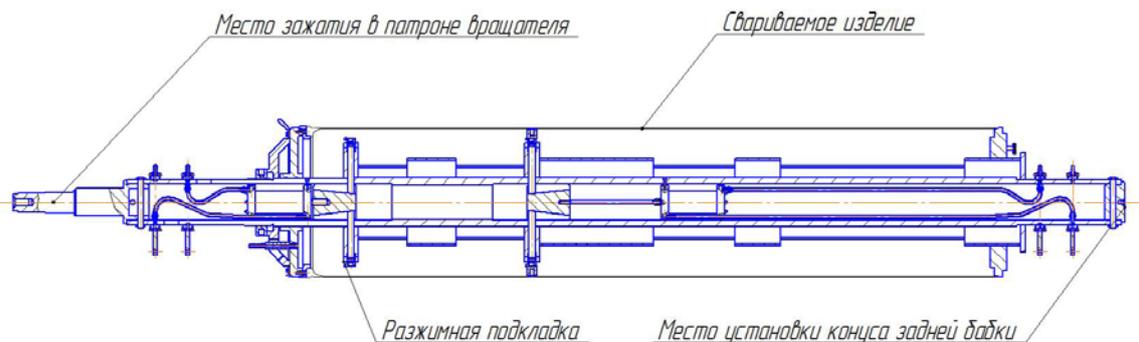


Рисунок 6 - Оправка для сборки, сварки, и центровки обечаек и приварки к ним шпангоутов

Для термообработки кольцевых швов применяется установка, позволяющая проводить обработку кольцевых швов ТВЧ, не снимая изделие с оправки. Общий вид установки приведён на рисунке 7.

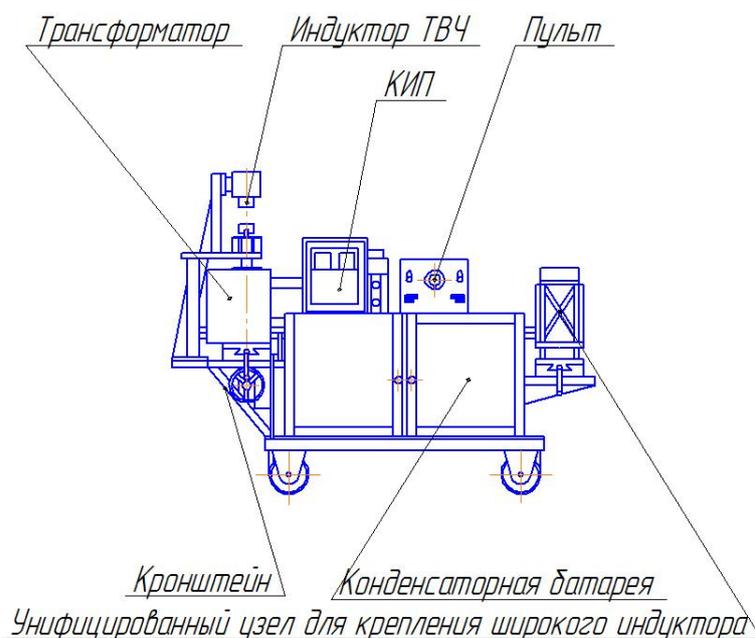


Рисунок 7– Установка для термообработки кольцевых швов

Выбор механического оборудования для сварки продольных швов

Приспособление для сварки продольных швов. На предприятии применяется приспособление с клавишными прижимами.

Общий вид приспособления приведён на рисунке 8.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

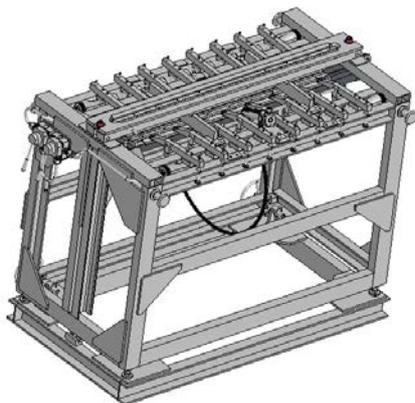


Рисунок 8 - Приспособление для сварки продольных швов

Описание установки для сборки и сварки

В состав установки для сварки входят:

- сварочный вращатель (применяется для вращения изделия и его центровки);
- оправка (применяется для сборки сваренных обечаек под сварку кольцевых швов);
- сварочный аппарат АСГВ-4-АР (для сварки продольных и кольцевых швов, а также для сварки образцов для испытаний);
- штанга для сварки швов внутри обечайки;
- установка для отпуска ТВЧ кольцевых швов;
- приспособление для сварки продольных швов;
- стол для сварки образцов.

Общий вид всей установки приведён на рисунке 9.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

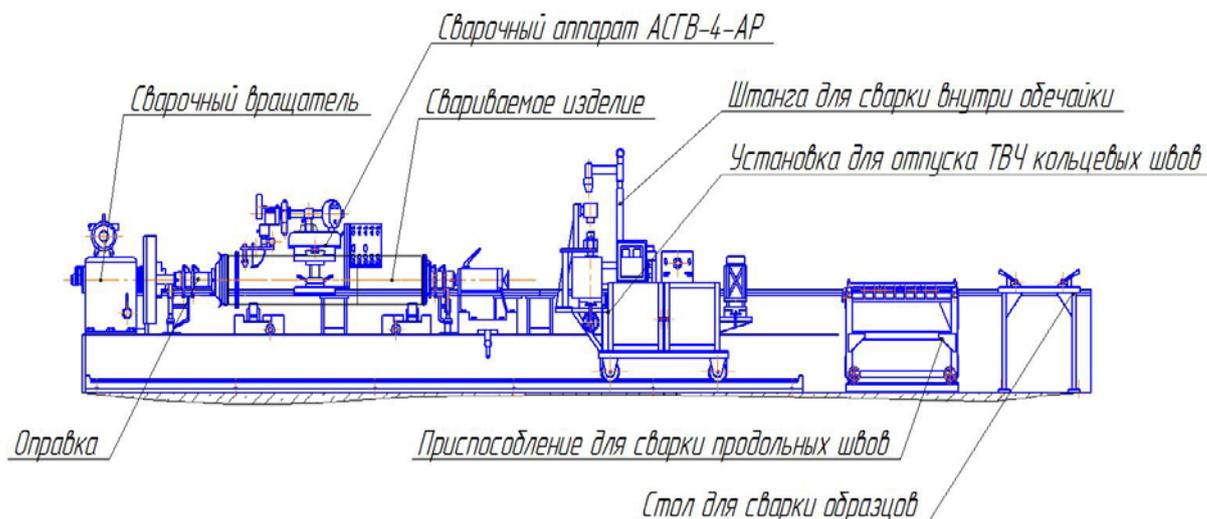


Рисунок 9 – Установка для сборки и сварки

Кроме вышеперечисленного основного оборудования в состав установки входит дополнительное оборудование, необходимое для обеспечения изготовления изделия. Это оборудование представлено на рисунке 10.

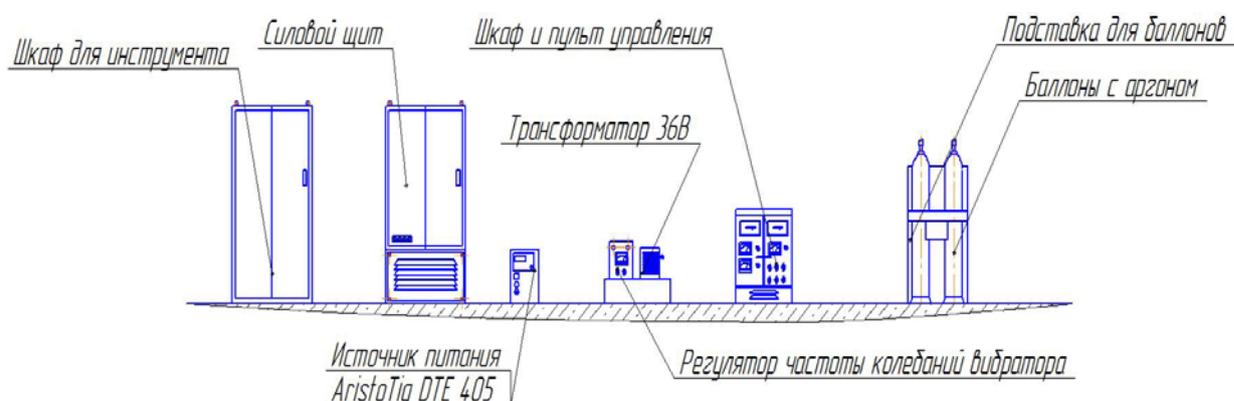


Рисунок 10 – Установка для сборки и сварки (дополнительное оборудование)

На первом этапе изготовления завальцованные обечайки сваривают на приспособлении для сварки продольных швов. После этого собирают корпус из двух обечаек на оправке для сборки и сварки устанавливают оправку на сварочный вращатель. После выполнения кольцевого шва к этому технологическому узлу пристыковывают ещё одну обечайку и выполняют кольцевой

шов в месте стыка. Затем по торцам этого технологического узла пристыковывают шпангоуты и выполняют кольцевые швы в местах стыка. Перед началом изготовления сосуда выполняется сварка образцов для испытаний - для этого используется стол для сварки образцов и приспособление для сварки образцов (условно не показано на рисунке).

1.8 Технология изготовления сосуда высокого давления корпуса двигателя метеорологической ракеты

Весь технологический процесс изготовления сосуда высокого давления можно разбить на три этапа:

- 1 - изготовление обечайки, представленной на рисунке 19;
- 2 - сварка корпуса из трёх обечаек, конструкция представлена на рисунке 20;
- 3 - приварка шпангоутов к корпусу изображена на рисунке 21.

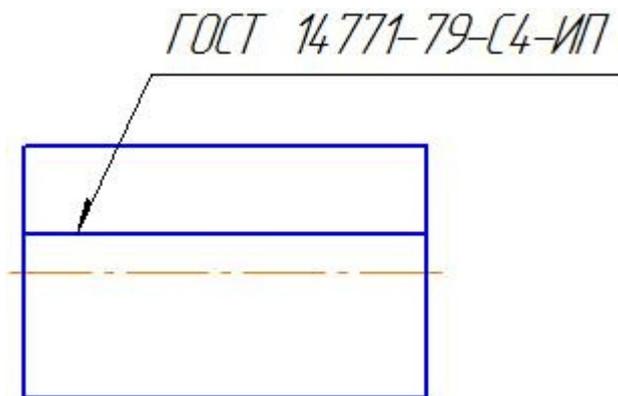


Рисунок 19 - Изготовление обечайки

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

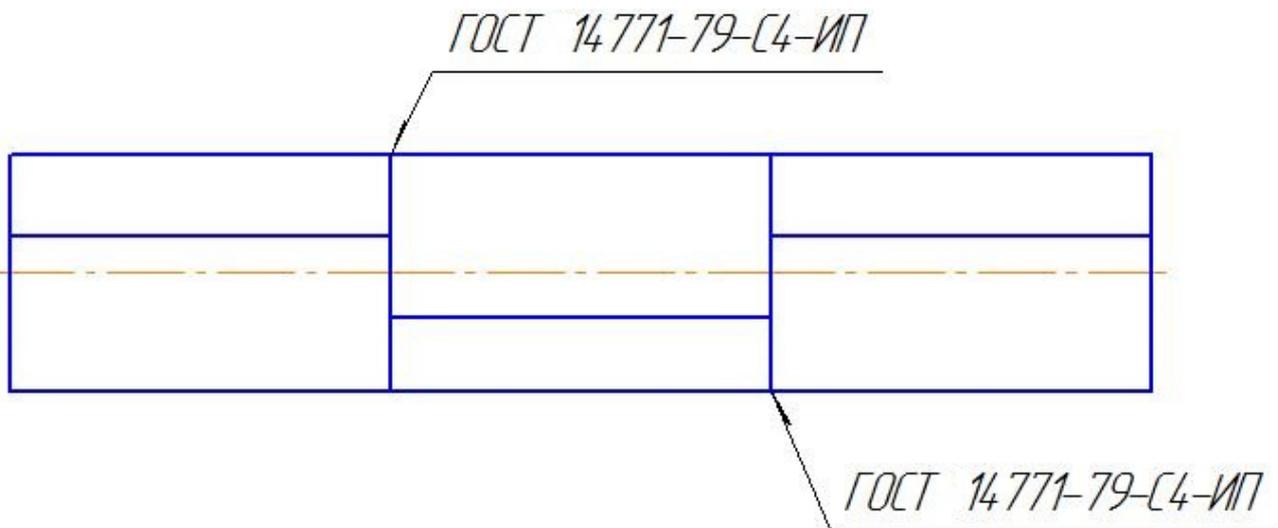


Рисунок 20 - Изготовление корпуса из трёх обечаек

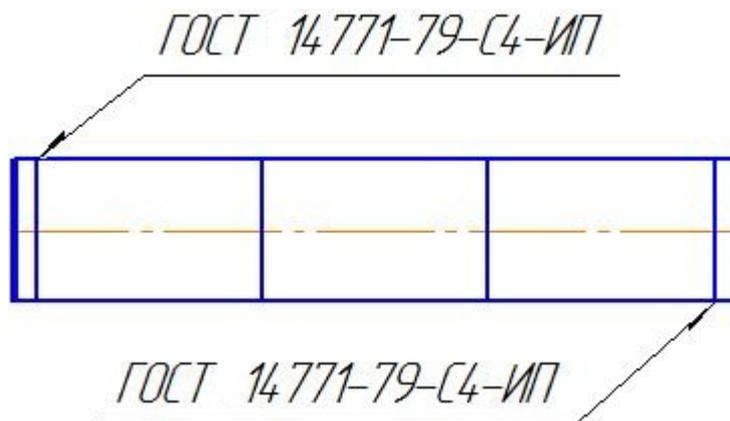


Рисунок 21 - Приварка шпангоутов к корпусу

1.8.1 Обзор общих операций для всей технологии изготовления

Общие подготовительные операции

Перед началом изготовления корпуса необходимо выполнить следующие операции:

- Проверить комплектность основных материалов:
 - образцы-свидетели сварного соединения на статическое растяжение – 12 шт.;

- образцы-свидетели сварного соединения на статический изгиб – 8 шт.;

- образцы-свидетели основного металла – 8 шт.;

- Проверить комплектность сварочных материалов:

- сварочная проволока Св-18Х2Г2СНВМ-ВИ (ЭП331УС-ВИ) Ø 1,2 мм ТУ14-1-4292-87;

- аргон высший сорт ГОСТ 10157-79;

- прутки вольфрамовые, Ø3мм. Марка электродов - ЭВИ ТУ 48-19-221-76.

- Проверить маркировку заготовки обечайки:

- обозначение детали;

- порядковый номер;

- марка материала;

- номер плавки;

- номер партии материала;

- клеймо ОТК.

- Проверить маркировку образцов (пластин):

- обозначение детали;

- порядковый номер детали;

- марка материала;

- номер плавки;

- номер партии материала;

- клеймо ОТК.

- Произвести визуальный осмотр детали на отсутствие забоин, рисок, вмятин.

На поверхностях обечайки и пластин под образцы не допускаются царапины, отпечатки, а также цвета побежалости.

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		30

1.8.2 Общие слесарные операции

Подготовку деталей под сварку на всех этапах технологии проводить следующим образом:

– Зачистить свариваемые поверхности деталей с двух сторон на ширине 20 – 30 мм от торцов до равномерного металлического блеска с шероховатостью поверхности не ниже R_z20 .

Инструмент.

Ручная пневматическая шлифовальная машина Dynabelter Assu-Grinder Model 11486, защитный кожух, защитные очки.

Зачистку производить одним из следующих способов:

- войлочными (ГОСТ10684-75) или шлифовальными кругами (ГОСТ2424-75) на вулканитовой или бакелитовой связках с зерном не более №25 (ГОСТ3647-80);

- металлическими вращающимися щетками, изготовленными из проволок коррозионностойкой стали (ГОСТ18143-72), $\varnothing 0,2 - \varnothing 0,3$ мм длина свободного конца 30 – 40 мм, густота набивки 8 – 10 шт. на 1мм^2 , ширина рабочей части щетки около 20 мм;

- кругами шлифовальными лепестковыми (ГОСТ22775-77);

- наждачной шкуркой на тканевой (ГОСТ5009-82) или бумажной (ГОСТ6456-82) основе с зерном не более №12 (ГОСТ3647-80).

Допускается предварительная пескоструйная обработка кромок под сварку.

Перед пескоструйной обработкой кромки в зоне шириной 100 (мм) протереть чистой ветошью, смоченной ацетоном. Разрыв времени между окончанием пескоструйной обработки и сваркой не более 3 часов. Обезжирить зачищенные поверхности протиркой чистыми, белыми хлопчатобумажными салфетками, смоченными в ацетоне.

Зачистить присадочную проволоку шлифовальной шкуркой с зерном не более №12 до металлического блеска. Обезжирить присадочную про-

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

локу протиркой чистыми, белыми хлопчатобумажными салфетками, смоченными в ацетоне.

Разрыв времени между окончанием подготовки и сваркой не более 2 часов.

1.8.3 Подготовка к сварочным работам

Перед проведением сварочных операций необходимо проверить качество защиты зоны сварки аргоном «пробой на пятно», для этого:

а) Зажечь дугу на титановой пластине размерами $5 \times 50 \times 50$.

сварочный ток - 85 ± 5 А;

напряжение на дуге - 9 ± 1 В.

б) После зажигания дуги навести сварочную ванну размером $\varnothing 7 \pm 1$ мм.

в) Погасить дугу выключением сварочного тока, а сварочную ванну охлаждать под защитой аргона не менее 5 секунд.

Для сварки применять следующие материалы и оборудование:

сварочные материалы:

вольфрамовые электроды ЭВЛ по ГОСТ 23949-80;

аргон высший сорт ГОСТ 10157-79.

оборудование:

источник питания- AristoTig DTE 405;

сварочная головка АСГВ-4-АР.

Качество защиты считается удовлетворительной, если поверхность пятна блестящая, серебристого цвета, без цветов побежалости.

Для улучшения восприятия технологии все режимы сварки сведены в таблицу 2, и в дальнейшем при указании режимов для конкретного шва ссылка будет дана на таблицу 2.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

Шов №1- стыковой шов при сварке обечайки, шов №2- это стыковой кольцевой шов при сварке корпуса из обечаек, и при приварке шпангоутов к корпусу.

Первый и третий проходы, для первого и второго шва выполняются без присадки и без поперечных колебаний электрода. Второй проход для первого и второго шва выполняется с присадкой и поперечными колебаниями электрода.

Третий проход для первого и второго шва выполняются изнутри (подварочные проходы).

При сварке кольцевого шва (шов №2) конец шва должен перекрывать начало на 30 – 70мм.

Для сварки применять следующие материалы и оборудование:

сварочные материалы:

сварочная проволока Св-18Х2Г2СНВМ-ВИ (ЭП331УС-ВИ) по ТУ 14-1-42-87 (для проходов, выполняемых с присадкой);

вольфрамовые электроды ЭВЛ по ГОСТ 23949-80;

аргон высший сорт ГОСТ 10157-79.

оборудование:

источник питания- AristoTig DTE 405;

сварочная головка АСГВ-4-АР.

1.8.4 Порядок подготовки приспособлений к сварке

Перед подготовкой приспособлений к сварке необходимо:

- протереть рабочие, соприкасающиеся с местами зачистки изделия, поверхности приспособления чистыми хлопчатобумажными салфетками, смоченными ацетоном;

- протереть канавку для поддува аргона чистыми, белыми, хлопчатобумажными салфетками, смоченными ацетоном. В результате протирки на салфетках не должно оставаться следов грязи;

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		33

- обезводить канавку протиркой чистыми, белыми, хлопчатобумажными салфетками, смоченными спиртом;
- продуть формирующую канавку аргоном, при максимальном расходе по ротаметру, в течение 2 мин.

1.8.5 Технология изготовления обечайки

1 Комплектовочная

Проверить комплектность основных материалов:

- завальцованная заготовка обечайки – 1 шт.;
- выводные планки – 2 шт.

Остальное - см.п.5.1.1

2 Слесарная.

Подготовить обечайку под сварку см.п. 5.1.2

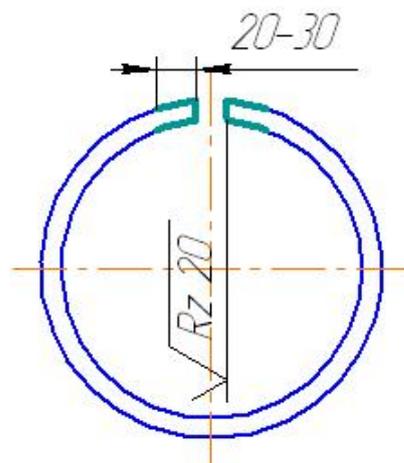


Рисунок 22–Зоны зачистки

3 Сборочная.

Собрать продольный стык обечайки при помощи струбцин.

При сборке обеспечить:

- зазоры в стыке $\leq 0,2$ мм.;
- перепады кромок $\leq 0,2$ мм.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

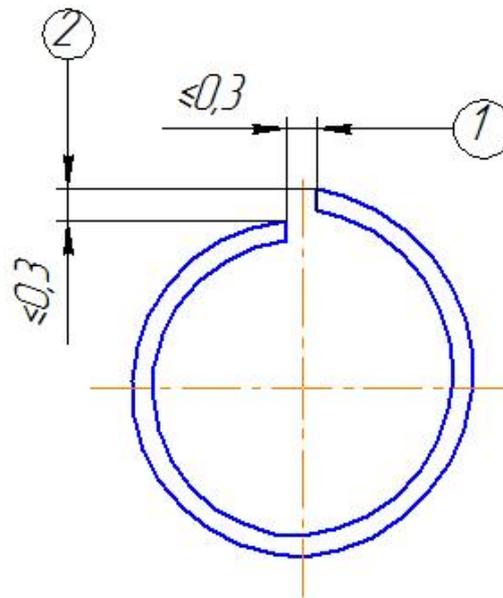


Рисунок 23 – Контролируемые параметры при сборке обечайки

Инструмент: струбцины, набор щупов.

4 Контрольная

Произвести контроль размеров 1 и 2 согласно рисунка 23.

Инструмент: набор щупов, УШС-3.

5 Сварочная

Выполнить продувку системы защитным газом. Прихватить по концам стыка выводные планки размерами $70 \times 70 \times 2,5$ из материала той же марки, что и обечайки. Выполнить ручную сварку без присадки. Размеры прихваток - 20 ± 5 (мм) от краёв выводной планки.

Режимы сварки:

сварочный ток ($I_{св}$), 85 ± 5 (А);

напряжение дуги ($U_{д}$), 9 ± 1 (В);

скорость сварки ($V_{св}$), от 10 до 12 (м/ч);

диаметр вольфрамового электрода ($d_{в.эл}$), 3,0 (мм);

расход аргона в сварочной горелке ($Q_{гор}$), от 10 до 12 (л/мин)

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

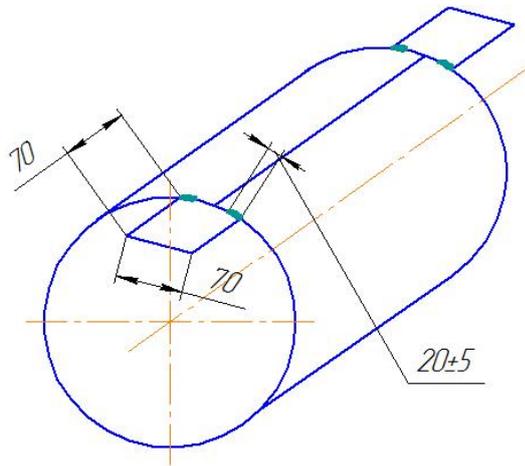


Рисунок 24 – Выводные планки

Инструмент: струбцины.

Оборудование, материалы: сварочная горелка ГИ-201, остальное см п.5.1.3 (кроме сварочной головки АСГВ-4-АР)

6 Сборочная

Произвести сборку образцов-свидетелей. При сборке образцов обеспечить:

- зазоры в стыке не более 0,2мм.
- смещение (перепад) кромок не более 0,2мм.

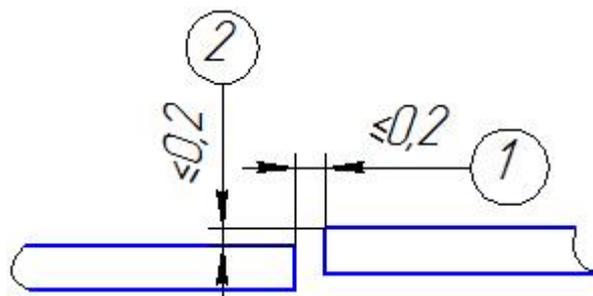


Рисунок 25 – Параметры, контролируемые при сборке образцов под сварку

Оборудование:

приспособление для сборки и сварки образцов.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

7 Контрольная

Произвести контроль размеров 1 и 2 согласно рисунка 25.

Инструмент: набор щупов, УШС-3.

8 Сварочная

Выполнить сварку образцов - свидетелей в последовательности и по режимам сварки шва №1(см таблицу 2).

Оборудование и материалы см. п.5.1.3.

9 Сборочная

9.1 Проверить качество защиты аргоном “пробой на пятно” (см.п.5.1.3)

9.2 Подготовить сборочно-сварочное приспособление к сварке (см.п.5.1.4)

9.3 Установить и закрепить на сборочно-сварочное приспособление собранную под сварку обечайку.

9.4 Настроить сварочный аппарат так, чтобы электрод располагался точно по стыку по обоим концам обечайки.

9.5 Установить электрод по оси стыка с зазором между электродом и изделием

1мм и на холостом ходу проверить точность сборки и настройки:

- отклонения установленного дугового промежутка (длины дуги) не должны превышать 0,3мм.

- поперечные отклонения от стыка не должно превышать 0,5мм.

9.6 Произвести контроль размеров 1 и 2 согласно рисунка 26.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

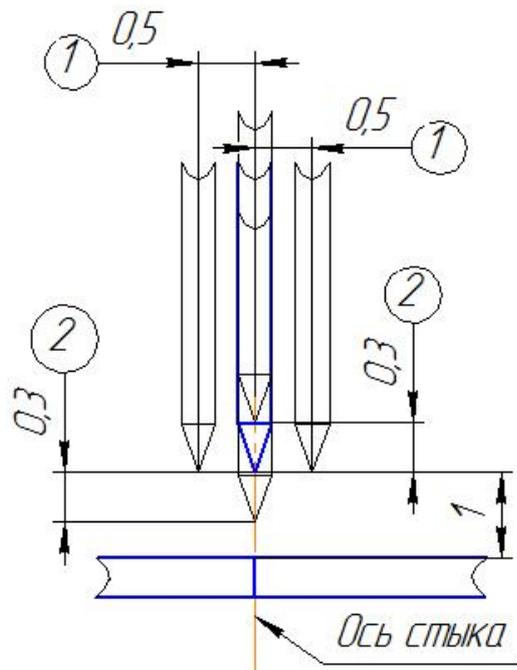


Рисунок 26 – Отклонения электрода при выполнении стыкового шва

Инструмент: набор щупов, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-99.

10 Сварочная

10.1 Произвести настройку режимов сварки для первого прохода шва №1 согласно режиму (см. таблицу 2).

10.2 Вывести электрод на выводную планку.

10.3 Произвести заполнение внутренней полости обечайки аргоном в течении 2 минут, при расходе аргона 50-60 л/мин.

10.4 Снизить расход аргона до требуемого режимом сварки.

10.5 Произвести сварка прохода №1 шва №1 согласно режиму сварки (см. таблицу 2).

Оборудование, материалы: приспособление для сборки и сварки продольных швов, остальное см.п. 5.1.3.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

11 Сварочная

11.1 Произвести настройку режимов сварки для прохода №2 шва №1 согласно режиму сварки (см. таблицу 2).

11.2 Установить присадочную проволоку точно по продольной оси сварного шва и так, чтобы проволока слегка касалась изделия в месте где должно происходить плавление проволоки. Отклонение оси проволоки от оси электрода по оси шва $0+0,3(\text{мм})$.

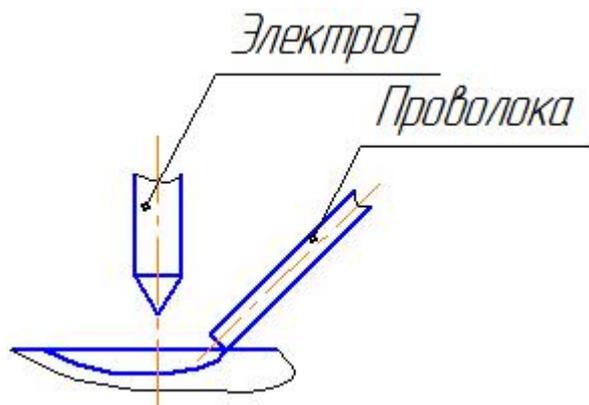


Рисунок 27 – Положение присадочной проволоки

11.3 Установить по указателю механизма вибратора амплитуду колебаний согласно режиму сварки.

11.4 Установить частоту колебаний согласно режиму сварки.

11.5 Настроить сварочный аппарат так, чтобы колебания электрода происходили симметрично относительно продольной оси шва.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

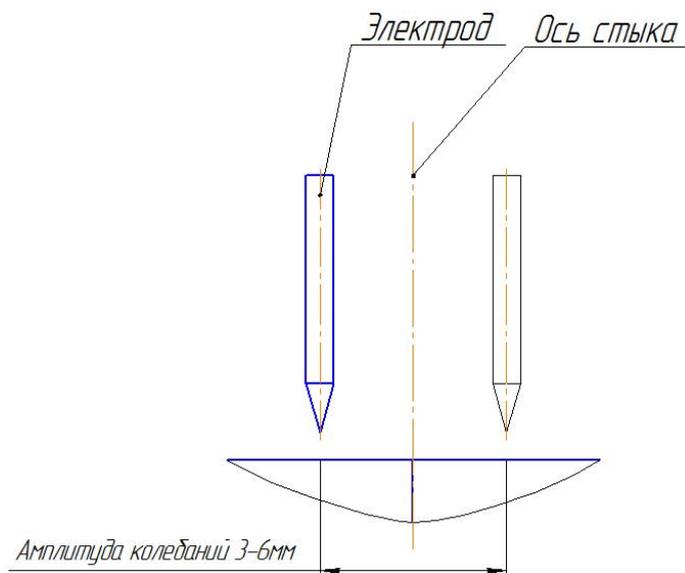


Рисунок 28 – Колебания электрода при сварке

11.6 Подать аргон в горелку (подачу аргона внутрь (для поддува) от начала и до конца сварки снаружи всех проходов не прекращать)

11.7 Произвести сварку прохода №2 шва №1 снаружи, с присадкой, с колебаниями.

Оборудование, материалы: приспособление для сборки и сварки продольных швов, остальное см.п. 5.1.3.

12 Кантовочная

Переместить обечайку на место проведения контроля качества сварного шва.

Оборудование: цеховой кран (г/п 5тонн)

13 Контрольная

Произвести контроль полноты провара сварного шва - визуальным осмотром (проводиться с обратной стороны шва). Общая длина непроваров должна быть не более 80мм. Длина отдельного непровара не должна превышать 10 мм.

Инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-99.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

14 Сборочная.

14.1 Произвести переналадку приспособления для сварки прохода №3.

14.2 Установить и закрепить обечайку в приспособлении в позицию для сварки прохода №3.

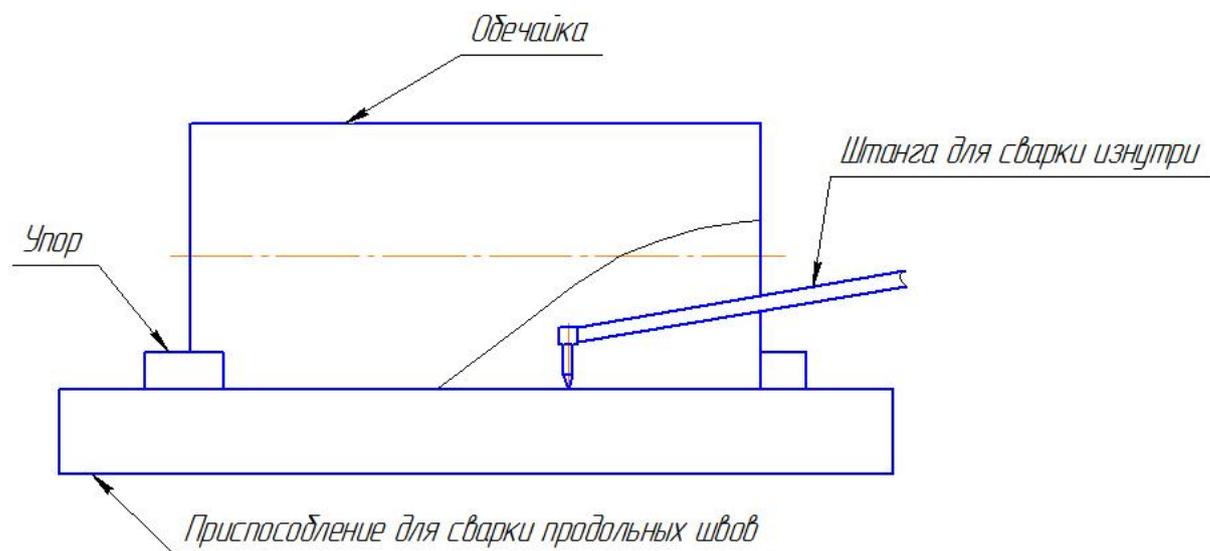


Рисунок 29 - Позиция обечайки в приспособлении для сварки изнутри

14.3 Настроить сварочный аппарат на сварку изнутри.

Остальные требования-см.п.9.

15 Контрольная

Контролировать параметры настройки аппарата согласно п.9.

16 Сварочная.

16.1 Произвести настройку режимов для сварки прохода №3 шва №1 согласно режиму (см. таблицу 2).

16.2 Повторить операции с 10.2 по 10.4.

16.2 Произвести сварку прохода №3 шва №1 изнутри, без присадки и колебаний электрода.

Оборудование, материалы: приспособление для сборки и сварки продольных швов, остальное см.п. 5.1.3.

17 Контрольная

17.1 Зафиксировать в паспорте время окончания сварки.

Разрыв времени между окончанием сварки изнутри и термообработкой (отпуском для снятия сварочных напряжений) не более 30 мин.

18 Слесарная.

18.1 Произвести демонтаж обечайки с приспособления.

18.2 Уложить обечайку на цеховую подставку.

19 Контрольная

Произвести внешний осмотр сварного шва. Не допускается наличие за-
боин, вмятин, рисок, жировых и масляных пятен, следов алюминия и мела.

20 Термическая

Произвести отпуск обечайки. Режимы термообработки:

-нагрев, от 680 °С до 700 °С,

-выдержка, от 4 до 6 час,

-охлаждение на воздухе.

Оборудование: цеховая печь.

21 Контрольная

Провести радиоскопический контроль сварных соединений обечайки.

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		42

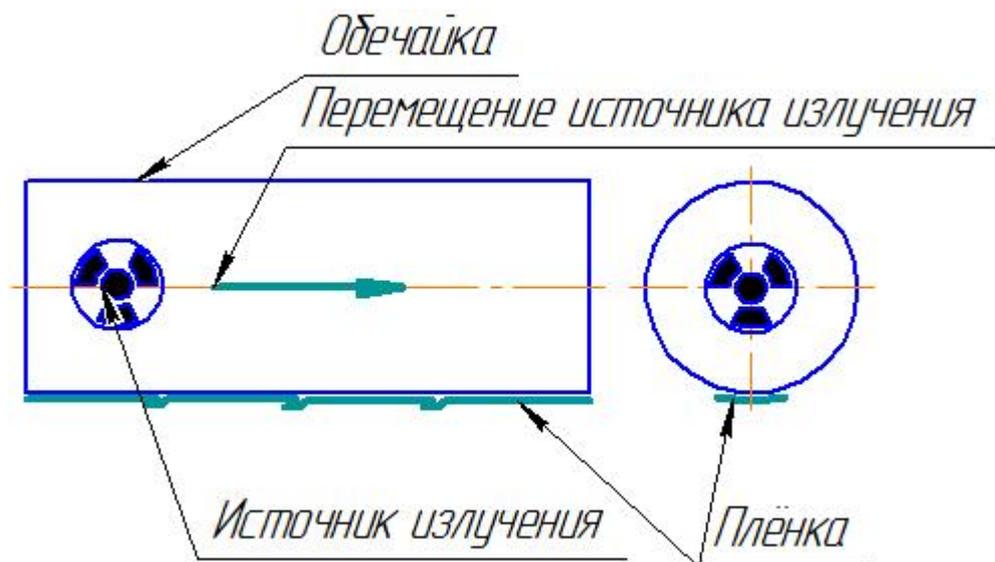


Рисунок 30 – Схема радиоскопического контроля продольного шва обечайки

22 Слесарная.

Произвести снятие усиления с внутренней и внешней стороны шва.

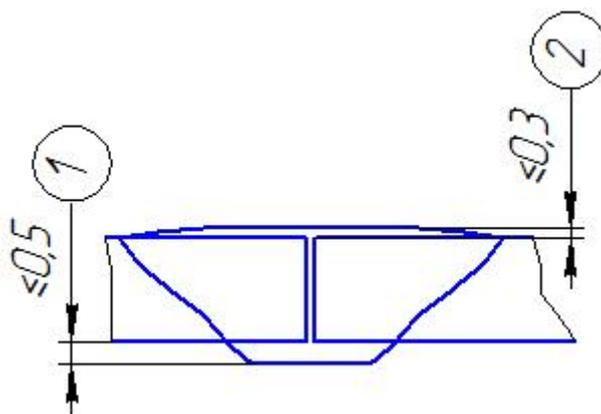


Рисунок 31 – Механическая обработка сварного шва после сварки

Инструмент: см.п. 5.1.2

22 Контрольная.

Произвести контроль размеров 1 и 2 согласно рисунка 31.

- усиление сварного шва (снаружи) не более 0,5 мм.;
- проплав сварного шва (изнутри) не более 0,3 мм.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

При зачистке швов допускаются местные врезы инструмента в основной металл на глубину не более 0,2мм. с плавным переходом, при этом минимальная толщина листа 2,3мм.

23 Механическая обработка

Произвести раскатку сварного шва.

Оборудование: раскатной станок СТДМ-28К.

24 Контрольная

Выполнить внешний осмотр на отсутствие забоин, вмятин, рисок.

25 Слесарная

Выполнить зачистку сварных швов обечайки и образцов снаружи и изнутри заподлицо с основным металлом с шероховатостью Ra6.3. При зачистке швов допускаются местные врезы инструмента в основной металл на глубину не более 0,2 мм с плавным переходом, при этом толщина листа 2,3 мм min.

Инструмент: см.п. 5.1.2.

26 Вальцовка

Произвести вальцовку обечайки с целью исправления эллипсности.

Оборудование: станок вальцовочный SR-2024N.

27 Контрольная

Повторить операцию 24.

28 Термическая

Произвести термокалибровку обечайки.

Режим термокалибровки:

- нагрев (обечайки), от 400 до 500 °С,

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

- выдержка, до 0,5 ч,
- охлаждение на воздухе.

Оборудование: цеховая печь.

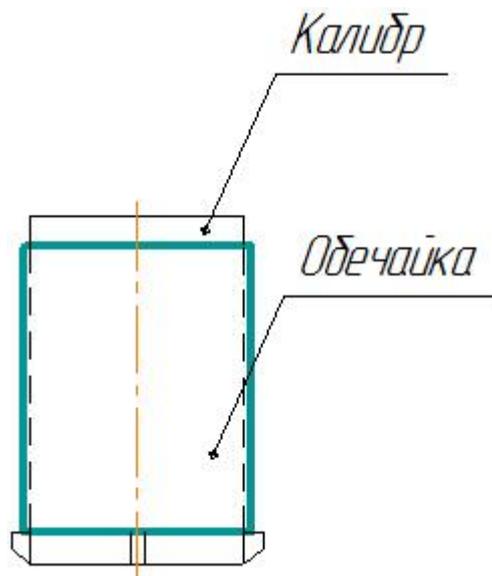


Рисунок 32 – Схема термокалибровки

29 Контрольная.

Повторить операцию 24.

30 Контрольная

Повторить операцию 21. Результаты занести в паспорт.

31 Маркировка

Произвести маркировку готовой обечайки на внутренней стороне листа.

Инструмент: перманентный маркер.

1.8.6 Технология изготовления корпуса из трёх обечаек

1 Комплектовочная

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

Проверить комплектность основных материалов:

- сваренная обечайка – 3шт.

Остальное - см.п.5.1.1

2 Слесарная.

Подготовить обечайки под сварку см.п. 5.1.2

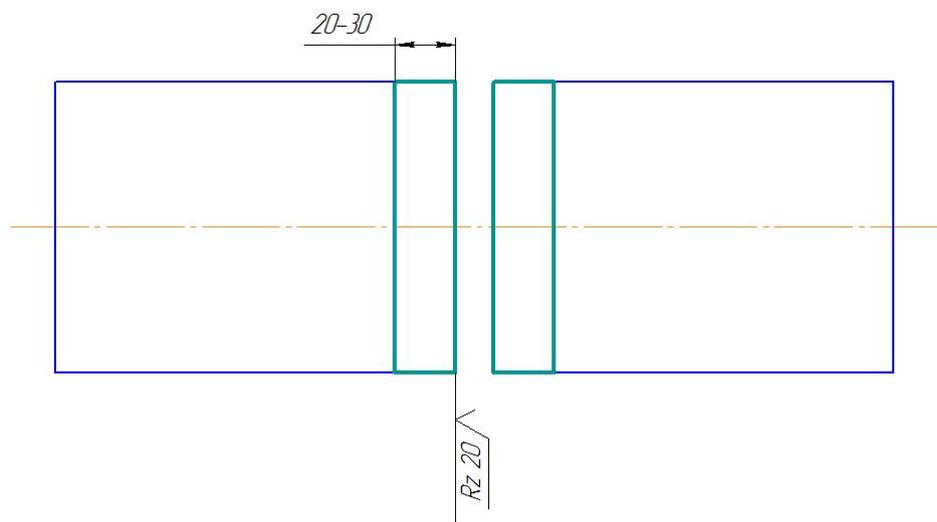


Рисунок 33 – Зоны зачистки

3 Сборочная

Подготовить сварочную установку к выполнению сварки.

Установить при помощи мостового крана и закрепить в установке оправку для сварки. Настроить оправку на сварку технологического узла №1- состоящего из двух обечаек.

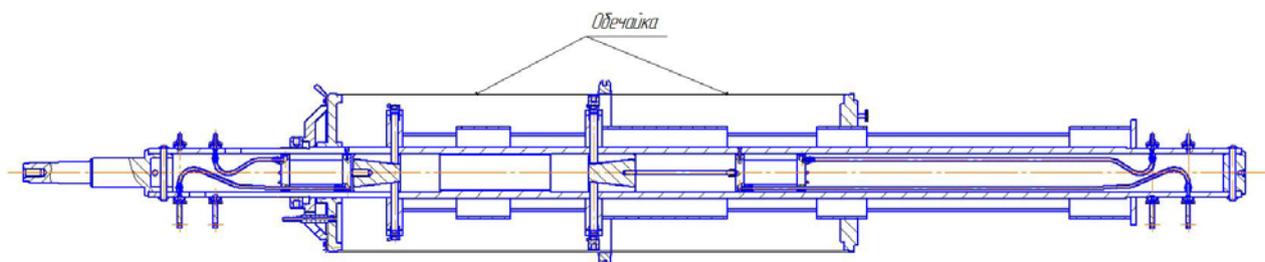


Рисунок 34 – Установка технологического узла №1

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

Протереть рабочие (соприкасающиеся со свариваемыми поверхностями изделия) поверхности оснастки чистыми хлопчатобумажными салфетками, смоченными ацетоном. Собрать на оправке и закрепить технологический узел №1.

Оборудование, инструмент: установка для сварки, оправка для сварки, хомут жесткости, набор щупов, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-99.

4 Контрольная

Проверить качество сборки:

Контролировать размеры 1, 2, 3 согласно рисунка 35. Измерения выполнить в точках 1, 2, 3, 4 согласно рисунка 35.

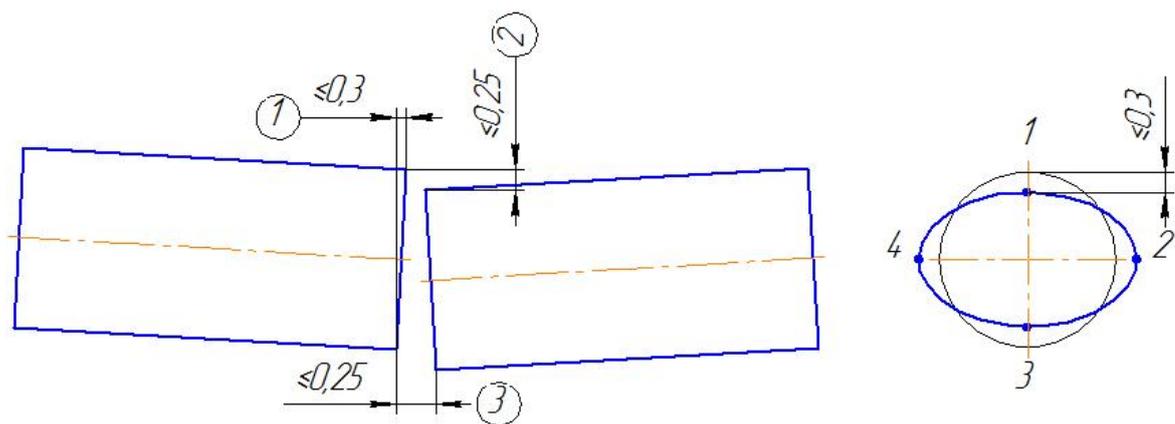


Рисунок 35 – Контролируемые параметры.

Инструмент: набор щупов, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-99.

5 Сварочная.

5.1 Проверить качество защиты аргоном “пробой на пятно” (см.п.5.1.3)

5.2 Произвести настройку режимов сварки для первого прохода шва №2 согласно режиму (см. таблицу 2).

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

5.3 Сместить электрод от центра в сторону противоположную вращению на 40–60мм согласно рисунка 36.

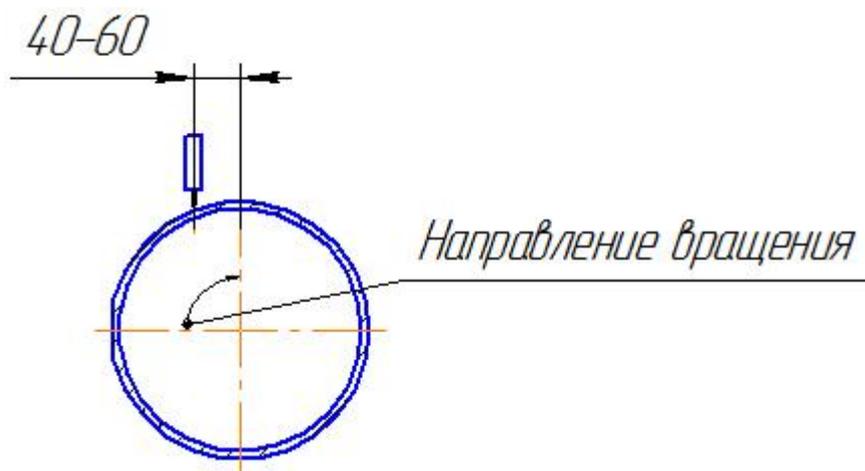


Рисунок 36 – Положение электрода при сварке кольцевого шва снаружи

5.4 Установить электрод над стыком. Отклонения оси электрода от оси стыка $\pm 0,3$ мм.

5.5 Повторить операции с 10.2 по 10.4 п. 5.2.

5.6 Выполнить сварку прохода №1 шва №2 (см. таблицу 2) без присадочной проволоки и колебаний электрода.

Оборудование, материалы: оправка для сборки и сварки кольцевых швов, остальное см.п. 5.1.3.

6 Сварочная

Выполнить сварку прохода №2 по этому же стыку, с присадкой и с колебаниями.

6.1 Переключить направление вращения изделия на обратное.

6.2 Произвести настройку режимов сварки для второго прохода шва №2 согласно режиму (см. таблицу 2).

6.3 Сместить электрод от центра в сторону противоположную вращению на 40–60мм. согласно схеме рисунке 36.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

6.4 Установить присадочную проволоку точно по продольной оси сварного шва и так, чтобы проволока слегка касалась изделия в месте где должно происходить плавление проволоки. Это место должно располагаться на границе столба дуги.

6.5 Установить по указателю механизма вибратора амплитуду колебаний согласно режиму сварки.

6.6 Установить частоту колебаний согласно режиму сварки.

6.7 Настроить сварочный аппарат так, чтобы колебания электрода происходили симметрично относительно продольной оси шва.

6.8 Подать аргон в горелку. (Подачу аргона внутрь (для поддува) от начала и до конца сварки снаружи всех проходов не прекращать.)

6.9 Включить рабочее движение сварочной головки. Зажечь дугу и выполнить второй проход шва №1 снаружи, с присадкой, с колебаниями.

Оборудование, материалы: оправка для сборки и сварки кольцевых швов, остальное см.п. 5.1.3.

7 Слесарно-сборочная

Произвести переналадку оправки для приварки третьей обечайки.

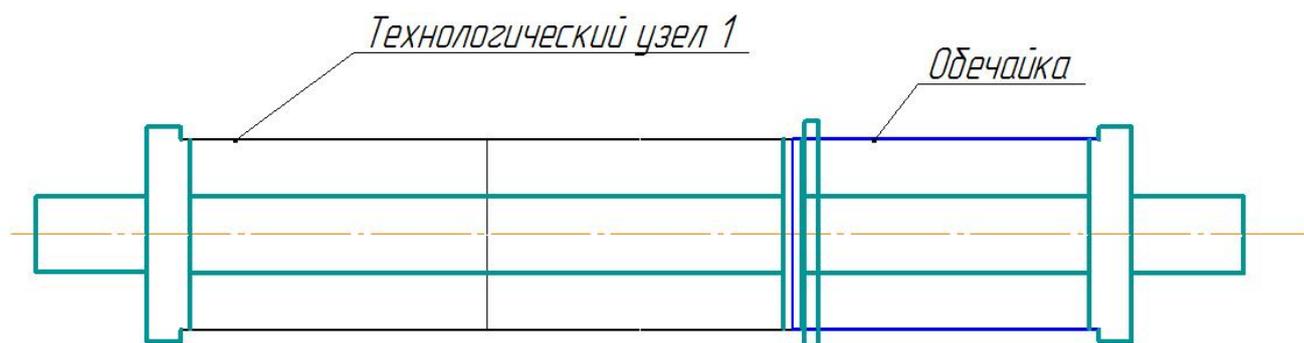


Рисунок 37 – Переналадка оправки для приварки третьей обечайки к технологическому узлу №1

Протереть рабочие (соприкасающиеся со свариваемыми поверхностями изделия) поверхности оснастки чистыми хлопчатобумажными салфетками, смоченными ацетоном. Собрать на оправке и закрепить третью

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

обечайку и технологический узел №1, тем самым собрав технологический узел №2.

Оборудование, инструмент: установка для сварки, оправка для сварки, хомут жесткости, набор щупов, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-99.

8 Контрольная повторить операцию 4.

9 Сварочная повторить операцию 5.

10 Сварочная повторить операцию 6.

11 Слесарная.

Раскрепить и снять технологический узел № 2 с оправки.

Раскрепить и снять при помощи мостового крана с установки для сварки оправку.

Оборудование: цеховой кран.

12 Контрольная.

Повторить операцию 13 п.5.2.

13 Слесарно-сборочная.

Подготовить сварочную установку для сварки третьего прохода изнутри в технологическом узле № 2 .

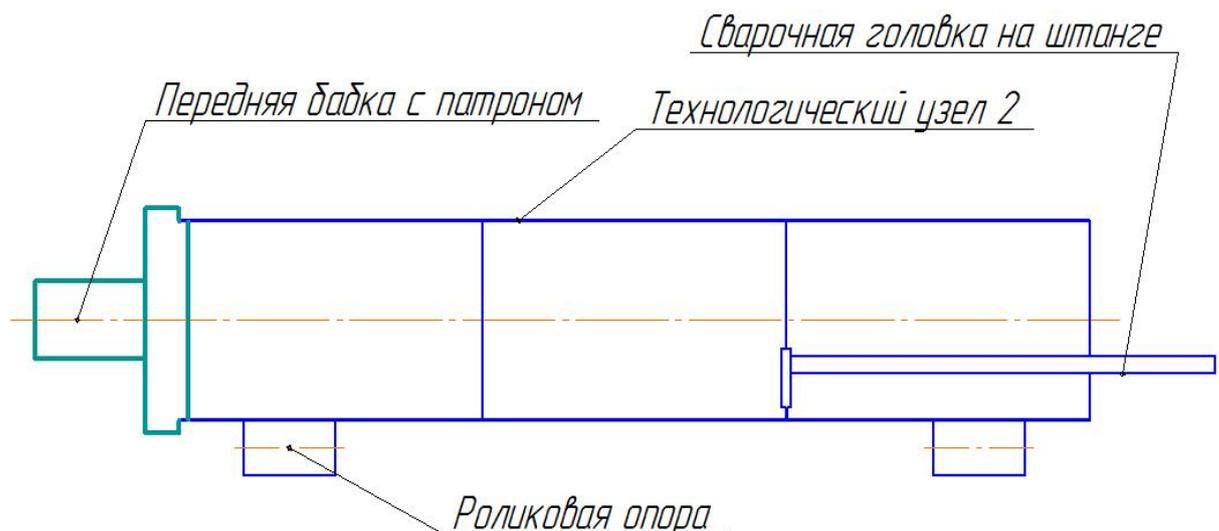


Рисунок 38 – Установка технологического узла №2 для сварки изнутри третьего прохода шва №2

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Установить технологический узел № 2 в установку для сварки согласно схеме на рисунке, одев одним концом на разрезное кольцо, закрепленное в патроне передней бабки стапеля. Опустить другой конец технологического узла № 2 на роликовую опору. Сцентрировать технологический узел № 2 с осью стапеля путем введения центриатора внутрь обечайки технологического узла № 2. Поднять ролики опоры до полного соприкосновения с технологическим узлом № 2. Окончательно разжать разрезное кольцо при помощи патрона.

14 Контрольная

Проверить качество сборки:

Контролировать размеры 1, 2 согласно рисунка 39. Измерения выполнять в точках 1, 2, 3, 4 согласно рисунка 39.

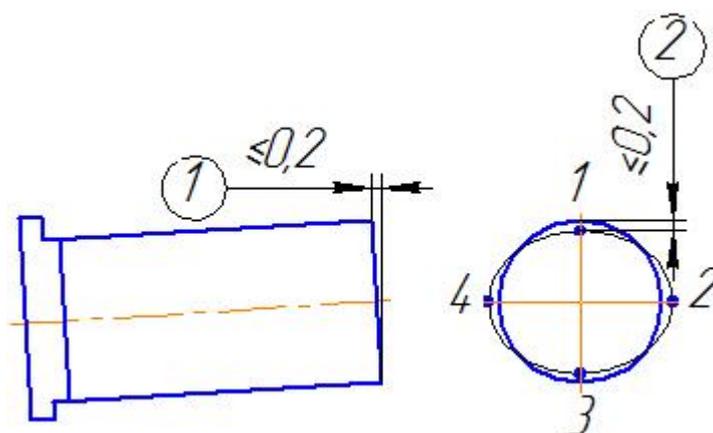


Рисунок 39 – Контролируемые параметры при установке технологического узла №2 для сварки изнутри

Инструмент: специальный шаблон.

15 Сварочная

15.1 Проверить качество защиты аргоном “пробой на пятно” (см.п.5.1.3)

15.2 Установить электрод по продольной оси стыка.

15.3 Сместить электрод от центра в сторону противоположную вращению на 40–60 мм согласно рисунка 40.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

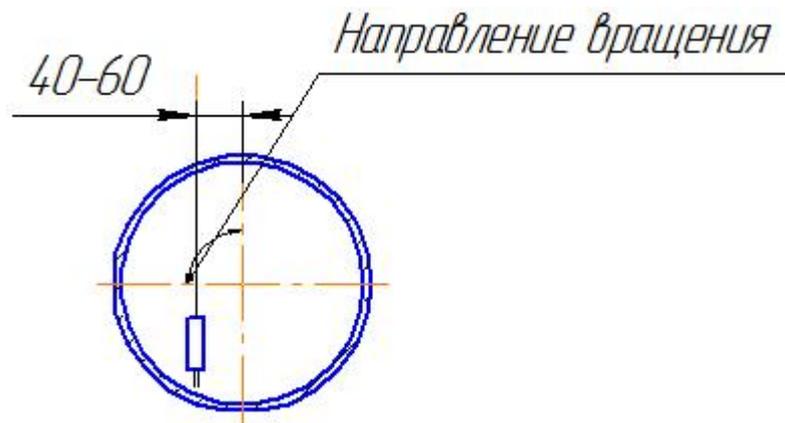


Рисунок 40 – Положение электрода при сварке изнутри технологического узла №2

15.4 Произвести настройку режимов для сварки прохода №3 шва №2 согласно режиму (см. таблицу 2).

15.5 Выполнить сварку прохода №3 шва №2 изнутри ближайшего к открытому концу технологического узла № 2 без присадки, без колебаний.

Оборудование, материалы: сварочный вращатель, остальное см.п. 5.1.3.

16 Слесарно-сборочная

Переустановить технологический узел № 2, закрепив другим концом в передней бабке стапеля. Настроить сварочный аппарат на сварку изнутри второго стыка.

Оборудование: цеховой кран.

17 Сварочная

Повторить операцию 15.

18 Контрольная

Зафиксировать в паспорте время окончания сварки. Разрыв времени между окончанием сварки изнутри и термообработкой (отпуском для снятия сварочных напряжений) не более 30 мин.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

19 Термическая

Произвести отпуск кольцевых швов.

Оборудование: установка для термообработки кольцевых швов.

20 Контрольная

Повторить операцию 19 п. 5.2.

21 Термическая

Повторить операцию 20 п. 5.2.

22 Контрольная

Повторить операцию 19 п. 5.2.

23 Контрольная

Повторить операцию 21 п. 5.2.

24 Слесарная.

Произвести снятие усиления с внутренней и внешней стороны шва.

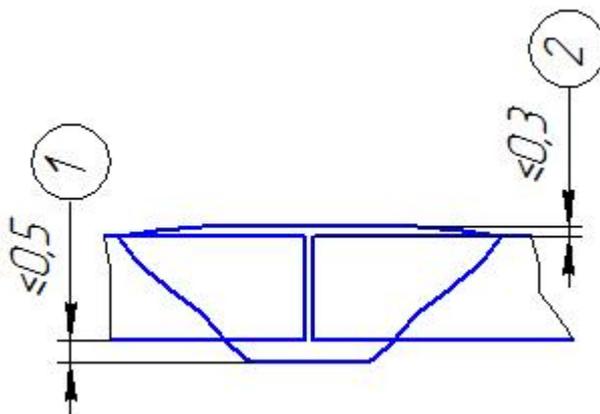


Рисунок 41 – Механическая обработка сварного шва после сварки

Инструмент: см.п. 5.1.2

25 Контрольная.

Повторить операцию 19 п. 5.2.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

26 Термическая

Повторить операцию 28 п. 5.2.

27 Контрольная.

Повторить операцию 19 п. 5.2.

28 Контрольная.

Повторить операцию 21 п. 5.2.

29 Слесарная

Механическая обработка торцов технологического узла 2 (по отдельной технологии).

1.8.7 Технология изготовления сосуда (Приварка шпангоутов к корпусу из трёх обечаек)

1 Комплектовочная

Проверить комплектность основных материалов:

-технологический узел №2 - 1шт;

-шпангоут - 2 шт.

Остальное- см.п.5.1.1

2 Слесарная.

Подготовить детали под сварку см.п. 5.1.2

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		54

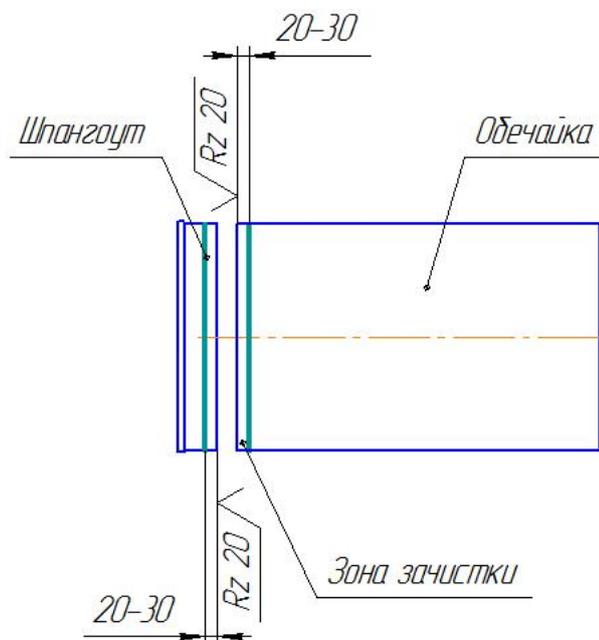


Рисунок 42 - Зоны зачистки

3 Сборочная

Подготовить сварочную установку к выполнению сварки.

Установить при помощи мостового крана и закрепить в установке оправку для сварки.

Настроить оправку на сварку технологического узла №2 и шпангоута.

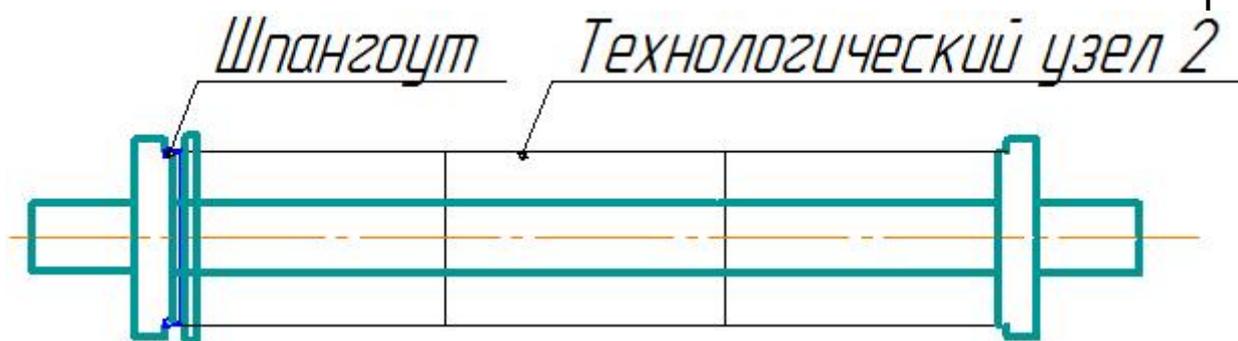


Рисунок 43 - Установка технологического узла №2 и шпангоута

Протереть рабочие (соприкасающиеся со свариваемыми поверхностями изделия) поверхности оснастки чистыми хлопчатобумажными салфетками, смоченными ацетоном. Собрать на оправке и закрепить технологический узел №2 и шпангоут, собрав тем самым технологический узел №3.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

Оборудование, инструмент: установка для сварки, оправка для сварки, хомут жесткости, набор щупов, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-99.

4-6 Повторить операции с 4 по 6 п.5.3

7 Сборочная.

Произвести переналадку оправки для приварки второго шпангоута.



Рисунок 44 – Переналадка оправки для приварки второго шпангоута к технологическому узлу №3

Протереть рабочие (соприкасающиеся со свариваемыми поверхностями изделия) поверхности оснастки чистыми хлопчатобумажными салфетками, смоченными ацетоном. Собрать на оправке и второй шпангоут и технологический узел №3, тем самым собрав сосуд высокого давления.

Оборудование, инструмент: установка для сварки, оправка для сварки, хомут жесткости, набор щупов, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-99.

8-12 Повторить операции с 8 по 12 п.5.3.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

13 Сборочная

Подготовить сварочную установку для сварки третьего прохода изнутри в сосуде высокого давления. Установить сосуд в установку для сварки согласно схеме на рисунке, одев одним концом на разрезное кольцо, закрепленное в патроне передней бабки стапеля. Опустить другой конец сосуда на роликовую опору. Сцентрировать сосуда с осью стапеля путем введения центризатора сосуда. Поднять ролики опоры до полного соприкосновения с сосуда. Окончательно разжать разрезное кольцо при помощи патрона.

14-15 Повторить операции с 14 по 15 п.5.3

16 Слесарно-сборочная

Переустановить сосуд, закрепив другим концом в передней бабке стапеля.

Настроить сварочный аппарат на сварку изнутри второго стыка.

Оборудование: цеховой кран.

17-24 Повторить операции с 17 по 24 п.5.3

25 Повторить операцию с 27 по 5.3 п. 5.3.

1.8.8 Контроль качества

Контроль материалов

Металл, предназначенный для изготовления корпуса двигателя, не должен иметь трещин, закатов, расслоений, пузырей, неметаллических включений и других дефектов, влияющих на его прочность и плотность.

Качество листовой стали должно соответствовать требованиям ГОСТ. На листах, принятых к изготовлению обечаек должна быть сохранена маркировка металла, содержащая марку стали и номер партии плавки.

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		57

Контроль на стадиях изготовления сборочных единиц

При изготовлении сборочных единиц обязателен 100% визуальный контроль качества и размеров сварных швов. На стадии сборки баллона осуществляется контроль габаритных размеров изделия.

Радиоскопический контроль с применением рентгенотелевизионной установки "Филипс"- MG-165.

Радиоскопический контроль продольных швов обечайки и мест пересечения их с кольцевыми швами осуществляется по изображению их на экране телевизионной установки.

Не допускаются внутренние дефекты сварных швов газовые и шлаковые включения, трещины, непровары, смещения.

Пневматические испытания баллона на прочность

Каждый корпус двигателя должен пройти испытания на плотность сварных швов сжатым воздухом давлением – 2.5 МПа.

Порядок испытания:

- уложить изделие на приемный стол бронекамеры;
- надеть и закрепить на фланцах изделия приспособления;
- включить пневмокран и поднять стол бронекамеры;
- включить наполнение корпуса двигателя сжатым воздухом давлением 2,5 Мпа, выдержав при данном давлении не менее 60 с, после чего давление снизить до 1,6 МПа;

- включить пневмокран и опустить стол бронекамеры в исходное положение;

- снять наполнительные элементы, предварительно закрыв их вентиля.

Испытание разрушающим контролем

Образцы для испытаний отбирают специально сваренных для проведения испытаний контрольных соединений. В соответствии с ГОСТ 6996-66 ширина испытываемой заготовки каждой свариваемой пластины с учетом того что толщина металла обечайки 2,5 мм принимаем равной 50 мм. При испы-

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		58

тании металла на статическое (кратковременное) растяжение определяем следующие характеристики механических свойств:

1. предел текучести физический σ_T , МПа или предел текучести условный $\sigma_{0,2}$, МПа;
2. временное сопротивление разрыву σ_B , МПа;
3. относительное удлинение после разрыва (на пятикратных образцах) σ_5 , %;
4. относительное сужение после разрыва, φ , %.

В результате разрушающих методов контроля проверяют правильность подобранных материалов, выбранных режимов и технологий.

При проведении испытаний на статическое растяжение должны соблюдаться следующие основные условия:

1. надежное центрирование образца в захватах испытательной машины;
2. плавность нагружения;
3. скорость перемещения подвижного захвата при испытании до предела текучести не более 0,1, за пределом текучести - не более 0,4 длины расчетной части, мм/мин;
4. возможность приостанавливать нагружение с точностью до одного наименьшего деления шкалы силоизмерителя;
5. плавность разгрузки.

Результаты испытания образцов на статическое растяжение считаются недействительными:

1. при разрыве образца по кернам (рискам), если при этом какая-либо характеристика по своей величине не отвечает установленным требованиям;
2. при разрыве образца в захватах испытательной машины или за пределами расчетной длины (при определении относительного удлинения);
3. при разрыве образца по дефектам металлургического или сварочного производства (расслой, газовые или шлаковые включения, раковины, пленки и т.д.);

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

4. при образовании двух или более мест разрыва (шеек);
5. при обнаружении ошибок в проведении испытаний;
6. в случае нарушения температурного режима испытаний.

В указанных случаях испытание на статическое растяжение должно быть повторено на том же количестве новых образцов, отобранных от той же партии или контрольного соединения.

Исходные данные и результаты испытания записываются в протоколе (журнале) испытания.

					<i>ДП 44.03.04</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		60

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки корпуса метеорологической ракеты. В процессе разработки предложена замена ручной электродуговой сварки корпуса метеорологической ракеты на автоматическую электродуговую сварку с использованием защитного газа аргона. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использование сварочных роботов для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты.

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		61

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. № 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 3 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»

<i>Характеристики</i>	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
<i>Трудовая функция</i>	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Трудовые действия	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	<p>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию.</p> <p>Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.</p> <p>Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контролирует с применением измерительного инструмента подготовленные под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполняет полностью механизированную или автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Извлекает сварную конструкцию из сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контролирует с применением измерительного инструмента сварную конструкцию на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправляет дефекты, обнаруженные в результате контроля.</p> <p>Контролирует исправление дефектов</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3
<p>Необходимые знания</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p> <p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений.</p> <p>Виды и методы контроля.</p> <p>Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов.</p> <p>Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте</p>

Окончание таблицы 3

1	2	3
<p><i>Характеристики выполняемых работ:</i></p>	<p>прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками;</p> <p>наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов;</p> <p>исправление дефектов сваркой.</p>	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания: технологии, техники и оборудования автоматической сварки плавлением;

Необходимые умения:

- Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования.
- Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.

- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.
- Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций.
- Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

2.2 Разработка учебного плана переподготовки рабочих

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение для переподготовки рабочих содержит экономический, общеотраслевой и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при повышении квалификации определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		66

Исходя из сравнительного анализа Профессиональных стандартов и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план для переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», который представлен в таблице 5. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 5 - Учебный план повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	60
1.1	Основы экономики отрасли	4
1.2	Материаловедение	4
1.3	Основы электротехника	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	44
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	104
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей в сварочных мастерских	36
2.2	Работа на предприятии	68
	Консультации	4
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на

основе квалификационной характеристики, учебного план повышения квалификации рабочих и учета требований работодателей.

Таблица 6 – Учебная программа предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания	4
2	Стандартное механическое оборудование	4
3	Оборудование для дуговой механизированной сварки в защитных газах	16
3.1	Общие сведения и классификация сварочных автоматов	4
3.2	Устройство и основные узлы сварочных автоматов в среде защитных газов	4
3.3	Электрические схемы автоматов	4
3.4	Техническое обслуживание сварочных автоматов	4
4	Технология автоматической сварки в защитных газах	12
4.1	Особенности автоматической сварки в защитных газах	2
4.2	Особенности сварки углеродистых и низколегированных сталей	4
4.3	Режимы автоматической и механизированной сварки в защитных газах	6
5	Контроль качества сварных швов	4
6	Охрана труда	4
	Итого:	44

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки в среде защитных газов, устройства, работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

2.4 Разработка плана урока по теме «Устройство и основные узлы сварочных автоматов в среде защитных газов»

На изучение темы «Устройство и основные узлы сварочных автоматов в среде защитных газов» в соответствии с программой предмета «Спецтехнология» отводится 4 часа.

Тема урока «Устройство и основные узлы сварочных автоматов в среде защитных газов»

Цели занятия:

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов в среде защитных газов, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: урок новых знаний

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты «Схема устройства сварочных автоматов для сварки в среде защитных газов»; «Внешний вид и технические характеристики автоматической сварочной головки "АСГВ-4АРК"»

– макеты оборудования;

– учебники: Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»; В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки»;

Таблица 7 - План-конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте! Прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки. Староста назовите отсутствующих на занятии.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочных автоматов в среде защитных газов» Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов в среде защитных газов, их назначении и принципе работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.

Продолжение таблицы 7

1	2	3
<p>Актуализация опорных знаний 10 минут</p>	<p>Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем отличается способ полуавтоматической сварки от автоматической сварки в среде защитных газов? 2. Какие защитные газы используются при сварке плавлением? 3. Поясните систему обозначения аппаратов для полуавтоматической дуговой сварки. 	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих опрашиваю выборочно.</p>
<p>Изложение нового материала 35 минут</p>	<p>Хорошо! Теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Общие сведения о сварочных автоматах сварочных автоматов в среде защитных газов; - Основные узлы и механизмы сварочных автоматов в среде защитных газов; - Устройство автоматической сварочной головки «АСГВ-4АРК» - Принципы действия сварочных автоматов в среде защитных газов. <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p> <p>Для автоматизации сварочного процесса необходимо выполнять 2 условия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перемещение электрической дуги (сварочной ванны) по сварочному шву. 2. Подача основного (сварочная проволока или лента) и вспомогательного (защитный газ, флюс) сварочного материала в зону сварки. <p>Если одно из вышеуказанных условий не выполняется, сварка называется полуавтоматической. Если оба условия выполнены, то этот процесс – автоматическая сварка.</p> <p>Все устройства для автоматической дуговой сварки делятся на 3 группы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подвесные сварочные головки. 2. Передвижные или самоходные автоматы. 3. Орбитальные автоматы для сварки труб. <p>Сварочные автоматы отличаются по:</p> <ul style="list-style-type: none"> • назначению (специализированные или универсальные). • по защите зоны сварки (сварка под флюсом или в среде защитных газов). 	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный полуавтомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы полуавтоматов. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы, записываем основные моменты.</p>

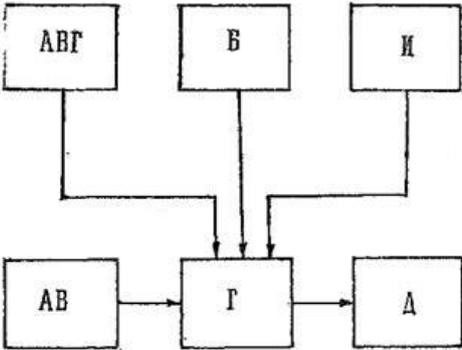
ДП 44.03.04

Лист

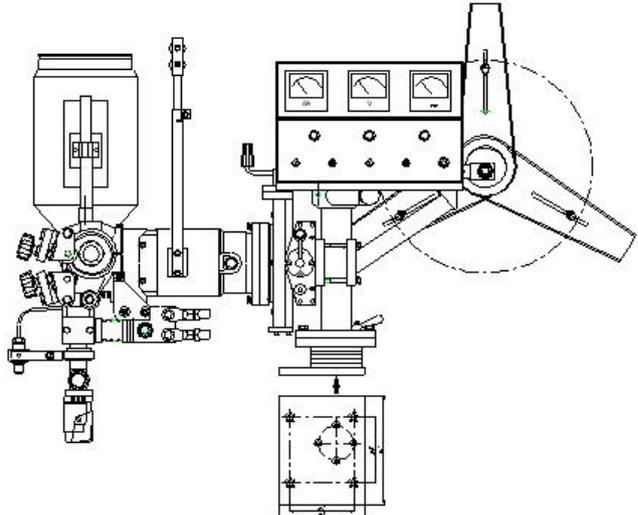
70

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> • по типу и по количеству сварочных головок. • по степени автоматизации. <p>Устройство и основные узлы сварочных автоматов в среде защитных газов</p> <p>Современный сварочный автомат можно представить структурной схемой, которая состоит из следующих блоков:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сварочной головки Г; • вспомогательной газовой аппаратуры АВГ; • вспомогательной флюсовой аппаратуры АВ; • источника питания сварочной дуги И; • блока управления Б. <p>Все блоки и их составные узлы унифицированы, что позволяет расширить маневренность в переоснащении сварочных автоматов в производственных условиях.</p>  <p>АВГ – аппаратура вспомогательная газовая; Б – блок управления; И – источник питания; АВ – аппаратура вспомогательная флюсовая; Г – сварочная головка; Д - дуга</p> <p>Плакат – Структура сварочного автомата:</p> <p>Сварочная головка представляет собой устройство, состоящее из следующих узлов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • подающего механизма с катушкой, • кассетой или бухтой для хранения электродной проволоки, • токоподводящего устройства, • механизма перемещения электрода относительно шва (суппорта), • самоходной тележки, • системы управления. <p>Вспомогательная газовая аппаратура размещены также на агрегате сварочной головки, за исключением газового баллона.</p>	<p>Записываем условия автоматизации. Задаю вопросы.</p> <p>Конспектируем классификацию устройств для автоматической сварки</p> <p>В тетрадах обучаемые зарисовывают структуру сварочного автомата.</p> <p>Слежу за тем, чтобы успели зарисовать. Комментирую структуру.</p>

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	<p>Сварочная головка в зависимости от назначения может быть подвесная или самоходная, т. е. оснащена механизмом перемещения.</p>  <p>Плакат - Схема автоматической сварочной головки</p> <p><i>Подающий механизм с кассетой или бухтой для хранения электродной проволоки предназначен для подачи проволоки в зону сварочной дуги. В отечественных сварочных автоматах широко применяют роликовые подающие механизмы, конструкции которых аналогичны конструкциям подающих механизмов, применяемых в сварочных полуавтоматах.</i></p> <p><i>Кассета или бухта для хранения электродной проволоки имеют тормозной механизм, препятствующий самопроизвольному ее раскручиванию. В зависимости от диаметра электродной проволоки подающие механизмы комплектуют правильными механизмами, которые расположены рядом с подающим механизмом и предназначены для выравнивания электродной проволоки, поступающей из кассеты или бухты. Ролики правильного механизма имеют ровную поверхность и расположены в шахматном порядке в количестве трех или пяти штук.</i></p> <p><i>Токоподводящее устройство предназначено для направления электрода в зону дуги и подвода к нему электрического тока. В сварочных автоматах для сварки открытой дугой или под флюсом токоподводящие устройства называют мундштуком, а для сварки плавящимся или неплавящимся электродом в среде защитного газа — сварочными горелками.</i></p>	<p>Показываю плакат. Обращаю внимание на состав автоматической сварочной головки</p>

ДП 44.03.04

Лист

72

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	<p>Существует несколько типов конструкций мундштуков: роликовый, колодочный, трубчатый и сапожковый. <i>Роликовый мундштук</i> имеет два или три неподвижных ролика с канавками, между которыми скользит электродная проволока. Ролики изготовляют из бронзы и укрепляют на кронштейнах болтами. Кронштейны прикрепляют к токоведущему корпусу. Контакт роликов с электродной проволокой создается пружиной и регулируется винтом. По мере изнашивания роликов их контактирующие плоскости переналаживают, ослабляя и закрепляя болты. <i>Колодочный мундштук</i> вместо неподвижных роликов имеет медные колодки с прорезями, одна из которых является подвижной. Контакт с электродной проволокой осуществляется прижимом подвижной колодки к неподвижной с помощью пружины и винта.</p> <p>Для ленточного электрода и порошковой проволоки применяют специальные мундштуки, для подачи нескольких электродных проволок одновременно используют универсальные мундштуки, конструкция которых имеет несущественные отличия от рассмотренных.</p> <p>Токоподводящее устройство с мундштуком роликового типа состоит из сопла, мундштука роликового типа и держателя мундштука.</p> <p>Сварочную горелку типа «АСГВ-4АРК» применяют для автоматической сварки неплавящимся электродом в среде защитного газа.</p> <div data-bbox="497 1294 900 1675" data-label="Image"> </div> <p>Плакат - Внешний вид сварочной горелки типа "АСГВ-4АРК"»</p>	

Продолжение таблицы 7

1	2	3
	<p>Головка для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с системой слежения за длиной дуги "АСГВ-4АРК" предназначена для автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом продольных, кольцевых и круговых швов изделий из антикоррозионных сталей, титановых сплавов постоянно горящей дугой постоянного тока и импульсной дугой постоянного тока.</p> <p>Основной корпус горелки изготовлен из латуни. Вверху корпуса установлены токоподвод, штуцер для подвода защитного газа, а также штуцер для подвода охлаждающей воды. Внутри корпуса размещен распылитель защитного газа, который обеспечивает формирование необходимого потока защитного газа. Для зажима электрода установлена цапга, смена которой производится поворотом распылителя защитного газа в соответствующую сторону. Сопло цилиндрической формы изготавливается из керамики. Основной корпус горелки помещен в изолирующий корпус, выполненный из прессованного порошка.</p> <p><i>Технические характеристики сварочной горелки типа "АСГВ-4АРК"</i></p> <p>Номинальный сварочный ток при ПВ=60%, А 400 Номинальное напряжение питающей сети, В 380/220</p> <p>Максимальная потребляемая мощность, кВт 89,5 Диаметр вольфрамового электрода, мм 1- 5 Диаметр присадочной проволоки, мм 0,8-2 Диапазон регулирования стабилизированной скорости подачи присадочной проволоки, м/ч 8-80 Установочные перемещения горелки, ручное и механизированное, мм 100 Угол наклона горелки в плоскости сварки, град. ± 90 Амплитуда колебаний горелки, мм ± 1-4 Частота колебаний горелки, колеб./сек 0,5-2,5 Используемый источник питания ВСВУ-400 или ИСВУ-400 Габаритные размеры головки сварочной, мм 310x360x675 Масса, кг 3,5</p> <p>Сварочная головка "АСГВ-4АРК" предназначена для автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом продольных, кольцевых и круговых швов изделий из нержавеющей сталей, титановых сплавов постоянно горящей дугой постоянного тока и импульсной дугой постоянного тока.</p>	

ДП 44.03.04

Лист

74

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Окончание таблицы 7

Первичное закрепление материала 10 мин.	Теперь я прошу вас ответить на мои вопросы, для того что бы выяснить на сколько вы усвоили новый материал. 1. В чем отличие сварочных автоматов от полуавтоматов? 2. По каким признакам классифицируются сварочные автоматы в среде защитных газов? 3. Перечислите состав сварочного автомата в среде защитных газов. 4. Охарактеризуйте автоматическую сварочную головку "АСГВ-4АРК".	Провожу фронтальный опрос обучающихся. Активизирую деятельность обучающихся, задавая вопросы по новому материалу. Остальных прошу следить за ответами, дополнять и делать вывод. Выставляю оценки в журнал.
Выдача домашнего задания 5 мин.	Запишите домашнее задание: Прочитать конспект, выучить устройство сварочного автомата в среде защитных газов и автоматической сварочной головки "АСГВ-4АРК".	Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего значения.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки персонала, работающего на автоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали план-конспект урока;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку возможно использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

3 Технико-экономическое обоснование проекта

Целью расчета экономической эффективности является обоснование с помощью экономических показателей целесообразности внедрения проектного варианта технологического процесса.

Для определения экономической эффективности выбрана сравнительная методика. Действующая технология подразумевает изготовление сосуда высокого давления с применением ручной аргонодуговой сварки, для сварки продольного шва обечайки.

В проектируемом варианте используется автоматическая аргонодуговая сварка. Проектный вариант также предусматривает введение модернизированного приспособления для сборки и сварки, которое позволит сократить время на сборку обечаек под кольцевой шов.

Внедрение проектного варианта приведет к снижению трудоемкости, что повлечет уменьшение затрат на заработную плату, электроэнергию, что приведет к общему снижению себестоимости изготовления сварной конструкции.

3.1 Расчёт технологической себестоимости изделия

Нормирование трудоемкости работ

Норма штучного времени (норма времени на изготовления одной единицы продукции)

$$t_{um} = (\sum t_{осн} + \sum t_{прас} + \sum t_{сш} + \sum t_{сш}) \cdot k_1 \quad (27)$$

где: $k_1 = 1,1$ - коэффициент, учитывающий затраты времени на оборудование рабочего места, отдых и перерыв;

$t_{осн}$ - основное время (время горения дуги), мин;

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

$t_{\text{прав}}$ - время на правку сварной конструкции, мин;

$t_{\text{в.ш.}}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, мин;

$t_{\text{в.и.}}$ - вспомогательное время, связанное с изделием и оборудованием,
МИН.

$$t_{\text{осн}} = \frac{60 \cdot L_{\text{ш}} \cdot n_1}{V_{\text{св}}} \quad (28)$$

где: $L_{\text{ш}}$ – длина сварного шва, м; ($L_{\text{ш}}=2 \cdot \pi \cdot r$)

n_1 – количество проходов;

$V_{\text{св}}$ – скорость сварки, м/ч.

В базовом варианте:

$$t_{\text{осн}1}^{\text{б}} = \frac{60 \cdot 0,75 \cdot 3}{6} = 22,5 \text{ (МИН.)}$$

$$t_{\text{осн}2}^{\text{б}} = \frac{60 \cdot 1,39 \cdot 3}{10} = 25,02 \text{ (МИН.)}$$

$$t_{\text{осн}}^{\text{б}} = t_{\text{осн}1}^{\text{б}} + t_{\text{осн}2}^{\text{б}} \quad (29)$$

$$t_{\text{осн}}^{\text{б}} = 22,5 + 25,02 = 47,52 \text{ (МИН.)}$$

В проектном варианте:

$$t_{\text{осн}1}^{\text{пр}} = \frac{60 \cdot 0,75 \cdot 3}{11} = 12,27 \text{ (МИН.)}$$

$$t_{\text{осн}2}^{\text{пр}} = \frac{60 \cdot 1,39 \cdot 3}{10} = 25,02 \text{ (МИН.)}$$

$$t_{\text{осн}}^{\text{пр}} = t_{\text{осн}1}^{\text{пр}} + t_{\text{осн}2}^{\text{пр}} = 12,24 + 25,02 = 37,29 \text{ (МИН.)}$$

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		77

Правка сварной конструкции не выполняется, поэтому время на правку сварной конструкции принимаем равным нулю: $t_{\text{прав}} = 0$ мин

Вспомогательное время, зависящее от длины шва

$$t_{\text{в.ш.}} = t_{\text{в.ш.1}} + t_{\text{в.ш.2}} \quad (30)$$

где: $t_{\text{в.ш.1}}$ – время для подготовки заготовок под сварку (зачистка, очистка), мин.;

$t_{\text{в.ш.2}}$ – время на механическую очистку шва после сварки, мин.

$$t_{\text{в.ш.}}^{\text{б}} = 60 + 60 = 120 \text{ (мин.)}$$

$$t_{\text{в.ш.}}^{\text{пр}} = 60 + 40 = 100 \text{ (мин.)}$$

Вспомогательное время, связанное с изделием и оборудованием.

$$t_{\text{в.и.}} = t_{\text{в.и.1}} + t_{\text{в.и.2}} + t_{\text{в.и.3}} + t_{\text{в.и.4}} \quad (31)$$

где: $t_{\text{в.и.1}}$ – время на установку и сборку, мин. (в базовом варианте учтем установку прихваток);

$t_{\text{в.и.2}}$ – время на кантовку и транспортировку, мин.;

$t_{\text{в.и.3}}$ – время на настройку режима, мин.;

$t_{\text{в.и.4}}$ – время на контрольный осмотр, мин.

$$t_{\text{в.и.}} = 30 + 10 + 10 = 50 \text{ (мин)}$$

Вспомогательное время, связанное с изделием и оборудованием в базовом и проектном вариантах равны.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		78

Норма штучного времени.

$$T_{шт}^6 = (120+50+0+47,52) \cdot 1,1 = 239,27 \text{ (мин.)}$$

$$T_{шт}^{пр} = (100+50+0+37,29) \cdot 1,1 = 206,02 \text{ (мин.)}$$

Трудоемкость годовой программы выпуска рассчитывается по формуле:

$$T_r = t_{шт} \cdot N, \text{ мин.} \quad (32)$$

где: N – годовая программа выпуска, шт.

$$T_r^6 = 239,27 \cdot 10 = 2392,7 \text{ (мин)}$$

$$T_r^{пр} = 206,02 \cdot 10 = 2060,2 \text{ (мин)}$$

Таблица 8 – Основные показатели нормирования трудоемкости работ

Основные показатели	Базовый вариант	Проектный вариант
Основное время, мин.	47,52	37,29
Вспомогательное время, зависящее от длины шва, мин.	120	100
Вспомогательное время, связанное с изделием и оборудованием, мин.	50	50
Норма штучного времени, мин.	239,27	206,02
Трудоемкость годовой программы выпуска, мин.	2392,7	2060,2

Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на наплавляемый металл Z_n , руб., вычисляются по формуле:

$$Z_n = \sum_{i=1}^m K_{pi} \cdot q_{ni} \cdot C_{ni} \left(1 + \frac{P_{мз}}{100}\right), \quad (33)$$

где K_{pi} – расходный коэффициент i -го материала;

q_{ni} – масса наплавленного металла, кг;

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		79

C_{ni} – оптовая цена проволоки руб./кг;

$P_{мз}$ – транспортно-заготовительные работы, %;

m – количество видов проволок.

$$Z_H = 1,1 \cdot 6,63 \cdot 120 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 1093,95 \text{ руб.}$$

Затраты на наплавляемый металл в базовом и проектном варианте равны.

Затраты на защитный газ:

$$\sum Q_{зг} = \sum t_{осн} \cdot Q_{зг} \quad (34)$$

где $\sum Q_{зг}$ – общий расход защитного газа (л/мин);

$Q_{зг}$ – расход защитного газа для каждого шва (л/мин);

$\sum t_{осн}$ – сумма основного времени на выполнение каждого шва (мин).

$$\sum Q_{зг}^{\text{б}} = 22,5 \cdot 11 + 25,02 \cdot 11 + 47,52 \cdot 4,5 = 736,56 \text{ (л)}$$

$$\sum Q_{зг}^{\text{пр}} = 12,27 \cdot 11 + 25,02 \cdot 11 + 37,29 \cdot 4,5 = 578 \text{ (л)}$$

Затраты на газ Z_z , руб., вычисляются по формуле:

$$Z_z = \sum_{i=1}^m H_i \cdot C_i \cdot \left(1 + \frac{P_{мз}}{100}\right), \quad (35)$$

где H_i – расход газа (л);

C_i – оптовая цена газа, руб./литр;

$P_{мз}$ – транспортно-заготовительные работы, %;

m – количество видов применяемых газов.

$$Z_z^{\text{б}} = 1,4 \cdot 736,56 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 1288,98 \text{ руб.}$$

$$Z_z^{\text{пр}} = 1,4 \cdot 578 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 1011,50 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		80

Затраты на технологическую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию Z_m , руб., вычисляют по формуле:

$$Z_m = C_{эн} \cdot q_{ни} \left(\frac{I_{св} \cdot U_0 \cdot t_0}{1000 \cdot \eta} + W_{x.x.} (t_{шк} - t_0) \right), \quad (36)$$

где $C_{эн}$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт;

$q_{ни}$ – коэффициент потерь в электрической сети;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

U_0 – напряжение дуги, В;

η – КПД источника питания;

t_0 – основное время сварки, мин;

$W_{x.x.}$ – мощность холостого хода источника питания, Вт;

$t_{ш.к.}$ – штучно-калькуляционное время операции сварки, ч.

$$Z_T^6 = 2,0 \cdot 1,04 \cdot \left(\frac{90 \cdot 12 \cdot 47,52}{1000 \cdot 0,8} + 0,3 \cdot (3,99 - 0,792) \right) = 135,43 \text{ руб.}$$

$$Z_T^{np} = 2,0 \cdot 1,04 \cdot \left(\frac{90 \cdot 12 \cdot 37,29}{1000 \cdot 0,8} + 0,3 \cdot (3,43 - 0,622) \right) = 106,46 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату

Зарботную плату производственных рабочих Z_{np} , руб., вычисляют по формуле:

$$Z_{np} = C_{тар} \cdot t_{шт} \cdot K_{доп} \cdot K_p \cdot K_{сс}, \quad (37)$$

где K_p – районный коэффициент;

$K_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы;

$K_{сс}$ – коэффициент, учитывающий отчисления в социальные фонды;

$C_{тар}$ – часовая ставка, руб./ч;

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		81

Заработную плату производственных рабочих (на единицу продукции)

$$З^6_{пр} = 120 \cdot 3,43 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,3 = 738,41 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$З^{пр}_{пр} = 100 \cdot 3,98 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,3 = 714,01 \text{ руб. (проектный вариант)}$$

Расходы по содержанию оборудования

Общая стоимость оборудования в базовом варианте составляет 1400000 руб. Общая стоимость оборудования в проектируемом варианте составляет 1600000 руб. (200000 рублей - стоимость модернизации приспособления для сварки кольцевых швов)

а) *Затраты на амортизационные отчисления* Z_a , руб., вычисляют по формуле:

$$Z_a = \frac{Ц_{оборуд} \cdot a \cdot t_{шк}}{F_0 \cdot K_z \cdot K_{вн} \cdot 100}, \quad (38)$$

где $Ц_{оборуд}$ – стоимость оборудования, руб.;

a – нормативный средний коэффициент амортизационных отчислений, %;

F_0 – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;

K_z – коэффициент загрузки оборудования;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

$t_{ш.к.}$ – штучно-калькуляционное время операции сварки, ч.

$$Z^6_a = \frac{1400000 \cdot 12 \cdot 3,99}{2007 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 100} = 462,71 \text{ руб.}$$

$$Z^{пр}_a = \frac{1600000 \cdot 12 \cdot 3,43}{2007 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 100} = 455,74 \text{ руб.}$$

б) *Затраты на двигательную электроэнергию* $Z_э$, руб., вычисляют по формуле:

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

$$Z_3 = \frac{N_o \cdot K_o \cdot K_N \cdot K_{zo} \cdot \eta \cdot t_{ш.к}}{\eta \cdot K_{вн}} C_3 \quad (39)$$

где $C_{эH}$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт;

K_o – коэффициент одновременности работы электродвигателей;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

K_{zo} – коэффициент использования оборудования;

K_N – коэффициент загрузки электродвигателей по мощности

$t_{ш.к.}$ – штучно-калькуляционное время операции сварки, ч;

η – средний коэффициент полезного действия электродвигателей.

$$Z_3^6 = \frac{3 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 1,05 \cdot 3,99}{0,8 \cdot 1,05} \cdot 2,42 = 6,95 \text{ руб.}$$

$$Z_3^{пр} = \frac{3 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 1,05 \cdot 3,43}{0,8 \cdot 1,05} \cdot 2,42 = 5,98 \text{ руб.}$$

в) *Заработную плату вспомогательных рабочих* Z_{pp} , руб., вычисляют по формуле:

$$Z_{pp} = Z_{np} \cdot 0,4, \quad (40)$$

$$Z_{вр}^6 = 738,41 \cdot 0,4 = 295,36 \text{ руб.}$$

$$Z_{вр}^{пр} = 714,01 \cdot 0,4 = 285,60 \text{ руб.}$$

г) *Материальные затраты на ремонт оборудования* Z_p , руб., вычисляют по формуле:

$$Z_p = N_a \cdot K_p \quad (41)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий материальные затраты на ремонт оборудования.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

$$З^6_p = 462,71 \cdot 0,8 = 370,17 \text{ руб.}$$

$$З^{\text{пр}}_{\text{вр}} = 455,74 \cdot 0,8 = 364,59 \text{ руб.}$$

д) Затраты на износ малоценных инструментов и быстроизнашивающихся приспособлений $З_N$, руб., вычисляют по формуле:

$$З_N = \frac{t_{\text{ук}} \cdot h_{\text{нс}}}{K_{\text{вн}}}, \quad (42)$$

где $h_{\text{нс}}$ – средние затраты на инструмент за один час эксплуатации оборудования, руб./час;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;

$t_{\text{ш.к.}}$ – штучно-калькуляционное время операции, ч.

$$З^6_N = \frac{3,99 \cdot 1,4}{1,05} = 5,32 \text{ руб.}$$

$$З^{\text{пр}}_N = \frac{3,43 \cdot 1,4}{1,05} = 4,57 \text{ руб.}$$

Затраты на освещение $З_{\text{л}}$, руб., вычисляют по формуле:

$$З_{\text{л}} = \frac{Ц_{\text{э}} \cdot hn \cdot n \cdot N \cdot t_{\text{ук}}}{1000}, \quad (43)$$

где $Ц_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт;

n – количество осветительных приборов, шт.;

N – средняя мощность элементов освещения, Вт/ч.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

$$Z_{\text{д}} = \frac{1,5 \cdot 2,42 \cdot 4 \cdot 60 \cdot 8}{1000} = 6,97 \text{ руб.}$$

Затраты на основной материал Z_o руб., вычисляются по формуле:

$$Z_o = C_o \cdot M_o \quad (44)$$

где C_o – цена материала, руб./кг;

M_o масса материала, кг;

$$Z_{\text{трубы}} = 450 \cdot 27,2 = 12240 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{листа}} = 323,4 \cdot 62,1 = 20081 \text{ руб.}$$

Статьи себестоимости резервуара в двух вариантах приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Статьи себестоимости резервуара

Статьи себестоимости		Сумма, руб.	
		Базовый вариант	Проектный вариант
1	Сварочные материалы		
1.1	Проволока	1093,95	
1.2	Защитный газ	288,98	1011,50
2	Технологическая электроэнергия		
2.1	Электроэнергия для сварки	135,43	106,46
2.2	Электроэнергия для двигателей	6,95	5,98
2.3	Электроэнергия для освещения	6,97	
3	Заработная плата основных рабочих	738,41	714,01
4	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования		
4.1	Амортизационные отчисления	462,71	455,74
4.2	Текущий ремонт оборудования		
4.2.1	Заработная плата вспомогательных рабочих	295,36	285,60
4.2.2	Материальные затраты на ремонт оборудования	370,17	364,59
4.2.3	Износ быстроизнашивающихся приспособлений	5,32	4,57
Технологическая себестоимость одного изделия		3405,25	4050,37

3.2 Определение величины капитальных вложений

Инвестиционные затраты:

$$I = \sum C_i \cdot K_{об} \quad (45)$$

где $\sum C_i$ – суммарная стоимость оборудования, руб.

а) базовый вариант:

$$I^б = 1400000 \cdot 1,2 = 1680000 \text{ руб.}$$

б) проектируемый вариант:

$$I^{пр} = 1600000 \cdot 1,2 = 1920000 \text{ руб.}$$

Размер инвестиций:

$$I = I^{пр} - I^б \quad (46)$$

$$I = 1920000 - 1680000 = 240000 \text{ руб.}$$

3.3 Расчет показателей экономической эффективности

Экономия на себестоимости:

$$S_3 = (C_б - C_{пр}) \cdot N \quad (47)$$

где $C_б$ – себестоимость изделия по базовому варианту, руб.;

$C_{пр}$ – себестоимость изделия по проектируемому варианту, руб.

$$S_3 = (4050,37 - 3405,25) \cdot 100 = 64512 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		86

Прибыль в текущем году:

$$\Pi = S_3 \cdot \mathcal{E}_c \quad (48)$$

где \mathcal{E}_c – величина экономии себестоимости, скорректированная на налоговые выплаты и плату за кредит.

$$\Pi = 64512 \cdot 0,75 = 48384 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости проектируемого варианта:

$$T = \frac{И}{S_3} \quad (49)$$

$$T = \frac{240000}{64512} = 3,7 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений (Е) рассчитываем по формуле

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} \quad (50)$$

$$E = 64512/240000 = 2,29$$

Критический объем выпуска металлоизделий рассчитываем по формуле:

$$A_{кр}^1 = \frac{C}{z - q}$$

где $A_{кр}$ - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

C - постоянные затраты (цеховые расходы плюс общехозяйственные, руб. (в расчете на год),

z - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

q - удельные переменные затраты (технологическая себестоимость единицы изделия), руб./изделие.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		87

$$A_{кр} = 340525 / (7770,93 - 3405,25) = 78 \text{ шт. (базовый вариант)}$$

$$A_{кр} = 405037 / (12855,15 - 4050,37) = 46 \text{ шт. (проектируемый вариант)}$$

После проведения экономических расчетов группируем результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 10.

Таблица 10 - Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектный вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	Металло-изделие	100	100	
2	Годовой выпуск продукции, N ¹	руб.	408630	486040	77410
3	Капитальные вложения (K)	руб.	1680000	1920000	240000
4	Численность производственных рабочих	чел.	3	2	
5	Производственная себестоимость годового объема выпуска (C)	руб.	408613	486040	77427
6	Приведенные затраты (Z _{пр.}),	руб.	33240764	31237116	-2003648
7	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (T _{ок})	лет	3,7		
8	Коэффициент экономической эффективности (E)	руб./руб.		2.29	
9	Критический объем выпуска продукции (точка безубыточности) Акр	металло-изделие	78	46	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. акад. Б.Е.Патона. М.: Машиностроение, 1974. -768 с.
2. Тарасов В.А. Теоретические основы ракетостроения. М.: Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007. -352 с.
3. Мусияченко В.Ф. Свариваемость и технология сварки высокопрочных сталей Киев: Наукова думка,1980.-180 с.
4. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.
5. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин [и др.]; под общ. ред. В.Г.Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640с.
6. Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с., ил.
7. ГОСТ 14771-76*. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. - Введ. 1976-01-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 1976. – 39с.
8. ГОСТ 30242-03. Дефекты соединений при сварке металлов плавления [Текст]. - Введ. 2003-01-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2003.
9. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. - Введ. 1973-01-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2002. – 35с.
10. Окерблом Н.О. Расчёт деформаций металлоконструкций при сварке.М.:МАШГИЗ, 1955. 212 с.

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		89

11. Трочун И.П. Внутренние усилия и деформации при сварке. М.:МАШГИЗ, 1964.246 с.
12. Талыпов Г.Б. Сварочные напряжения и деформации. Л.: Машиностроение, 1973,277 с.
13. Севбо П.И. Конструирование и расчёт механического сварочного оборудования.Киев : |Наукова думка, 1978, 400 с.
14. Шоршеров М.Х.Фазовые превращения и изменения стали при сварке. Атлас. М.:Машиностроение, 1972. 220 с
15. Макаров Э.Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. М.: Машиностроение, 1981.247 с.
16. Макара А.М. Сварка высокопрочных сталей. Киев: Техніка,1971.140с.
17. Шишмарев В.Ю. Машиностроительное производство.М.: Издательский центр “Академия”, 2004.352 с.
- 18.Прикладная экономика: учебник /Г.И.Журухин [и др.]; Под ред. Г.И.Журухина, Т.К.Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. 364 с.
- 19.Руткаускас, Т.К. Экономика предприятия: учеб. пособие /Т.К. Руткаускас, Г.И. Журухин. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. 316 с.
- 20.Методические указания по экономическому обоснования выпускных квалифицированных работ [Текст] / сост. М.А. Федулова, Г.И. Журухин. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2015. – 38 с.
- 21.Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалифицированной работы [Текст] / сост. М.А. Федулова, Д.Х. Билалов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2016. – 51 с.
- 22.Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 608н «Об утверждении профессионального стандарта "Сварщик-оператор полностью механизированной, автома-

					ДП 44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		90

тической и роботизированной сварки"» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71298726/#friends>

23. Шебеко, Л.П. Преподавание специальной технологии электрогазосварщикам: метод. пособие. [Текст] /Л.П.Шебеко. –М.:Высш.школа, 1974. -168 с.

24. Технические средства обучения и методика их использования /Д.А.Сметанин, К.А.Квасневский, В.В.Ильин и др. Под общ.ред. К.А.Квасневского [Текст]. –М.:Колос, 1984. -223 с.

25. Скакун, В.А. Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ. [Текст] /В.А.Скакун. - М.: Высш. шк, 1987. - 271 с.

26.

					ДП 44.03.04	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		91