

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики профессионального  
обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ДНИЩА ХИМИЧЕСКОГО  
АППАРАТА**

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

Идентификационный код ВКР: 551

Исполнитель:

студент группы ЗСМ-403С

А.Р. Салаватов

Руководитель:

доцент канд. пед. наук

М.А. Федулова

Екатеринбург 2017

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект «Разработка технологического процесса изготовления днища химического аппарата».

Ключевые слова : ДНИЩЕ ХИМИЧЕСКОГО АППАРАТА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ , КОЛЬЦЕВОЙ ШОВ , ПОГРУЖЕННЫЙ НЕПЛАВЯЩИЙСЯ ЭЛЕКТРОД , ТИТАНОВЫЙ СПЛАВ , ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ , КРАТКОСРОЧНАЯ ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ ПО ПРОФЕССИИ «ЭЛЕКТРОСВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ»

В процессе работы разработана технология сварки днища химического аппарата с применением автоматической сварки погруженным неплавящимся вольфрамовым электродом в защитных газах.

В методической части разработана краткосрочная программа переподготовки рабочих по профессии "Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах" 6-го разряда применимая к данному технологическому процессу сборки и сварки.

В экономической части дипломного проекта представлено технико-экономическое обоснование выбранной технологии.

Рассмотрены условия обеспечения охраны труда персонала и определены задачи по улучшению экологической ситуации на производстве.

Перв. примен.										
Справ. №										
Подп. и дата										
Изн. № дубл.										
Взам. инв. №										
Подп. и дата										
Изн. № подл.										

					<b>ДП 44.03.04.551 ПЗ</b>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ДНИЩА ХИМИЧЕСКОГО АППАРАТА				
Разраб.	А.Р. Салаватов								
Провер.	М.А.Федулова								
Н. Контр.	Л.Т. Плаксина								
Утв.	Б.Н. Гузанов								
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1 Технологический раздел ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.1 Характеристика изделия ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.2 Характеристика конструкционного материала **Ошибка! Закладка не определена.**

1.3 Анализ свариваемости титанового сплава ВТ6 **Ошибка! Закладка не определена.**

1.4 Выбор способа сварки ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.5 Выбор сварочных материалов ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.6 Расчет режимов сварки ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7 Подбор оборудования (сварочное, сборочное) **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7.1 Состав установки ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7.2 Сварочная головка ГСПД-1М ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7.3 Система управления установки ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7.4 Источник питания ВСВ-2500 ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7.5 Автомат радиальный консольный АРК-2 **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7.6 Модернизированный сварочный манипулятор МАС-2 **Ошибка! Закладка не определена.**

1.7.7 Сборочное оборудование ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.8 Контроль качества сварных соединений **Ошибка! Закладка не определена.**

1.8.1 Визуальный контроль ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.8.2 Радиографический контроль ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.8.3 Капиллярный метод контроля сварного соединения **Ошибка! Закладка не определена.**

1.9 Технологический процесс изготовления. **Ошибка! Закладка не определена.**

2 Техничо – экономическое обоснование проекта **Ошибка! Закладка не определена.**

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций **Ошибка! Закладка не определена.**

Име. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. име. №	
Име. № дубл.	
Подп. и дата	

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	2

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....**Ошибка!  
Закладка не определена.**

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....**Ошибка!  
Закладка не определена.**

3 Методическая раздел ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология» .....**Ошибка!  
Закладка не определена.**

3.2 Разработка плана - конспекта урока..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4 Безопасность и экологичность проекта..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.1 Безопасность труда..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.1.1 Характеристика условий труда..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.1.2 Условия труда..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2 Глобальные экологические проблемы современности**Ошибка! Закладка не определена.**

4.2.1 Анализ связей технологического процесса с экологическими системам ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2.3 Основные требования экологизации проекта**Ошибка! Закладка не определена.**

4.2.4 Основные характеристики технологического проекта**Ошибка! Закладка не определена.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**Ошибка! Закладка не определена.**

Приложение А – Лист задание

Приложение Б – Спецификация

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня титан и его сплавы стали важным конструкционным материалом, широко применяемым в современном машиностроении.

Преимущества титановых сплавов перед другими конструкционными материалами общеизвестны и состоят главным образом в высокой удельной прочности, жаропрочности при умеренных температурах (до 450— 600° С) и высокой коррозионной стойкости в большинстве агрессивных сред. Поэтому титановые сплавы нашли широкое распространение в таких областях машиностроения, как самолето- и ракетостроение, судостроение, химическое машиностроение и др. где эти качества могут быть наиболее полно использованы.

Одним из самых распространенных и эффективных видов соединения титановых сплавов, позволяющих создавать сложные конструкции различного назначения, является сварка. Сварка титановых сплавов сопряжена с определенными трудностями, вызванными особыми физико-химическими свойствами титана. Титан химически активен и поглощает водород при температуре свыше 250°С, кислород свыше 400°С, азот свыше 600°С . Титан обладает высокой температурой плавления, высокой теплоемкостью, низкой теплопроводностью (в сравнении со сталями), немагнитен.

Так как в большинстве случаев требуется получить сварное соединение с физическими свойствами, не уступающими основному металлу, существует необходимость получения определенной структуры металла шва. Воздействие термического цикла сварки на металл сопровождается созданием особого структурного и фазового состояния сварного соединения, отличающегося определенным комплексом физико-механических свойств от основного металла. Для решения указанных выше проблем и получения отвечающих требованиям сварных соединений, нужна технология, основанная на применении автоматической сварки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Подп. и дата

Име. № дубл.

Взам.име. №

Подп. и дата

Име. № подл.

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Лист

4

Целью данного дипломного проекта ставится изменение технологии изготовления днища химического аппарата, работающего под давлением.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления сварных металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки днища.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления днища с использованием автоматической сварки. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления баллона;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки изделия;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки баллона;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;
- рассмотреть вопросы безопасности и экологичности разработки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления днища, включающий автоматическую сварку в среде защитных газов; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства баллона; в разделе охраны труда и экологичности - предложены мероприятия по улучшению условий труда рабочих-сварщиков и охраны окружающей среды.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						5

# 1 Технологический раздел

## 1.1 Характеристика изделия

Рассматриваемое изделие представляет собой днище корпуса химического аппарата (реактора). Изделие работает в условиях циклически изменяющегося давления от 1 до 25 кгс/см<sup>2</sup> при T 350°C.

Химические аппараты (реакторы) поршневого потока используются для проведения химического преобразования соединений во время их движения по системе, напоминающей трубы, для целей проведения масштабных, быстрых, гомогенных или гетерогенных реакций, непрерывного производства и при процессах с выделением большого количества тепла.

Химические аппараты (реакторы) данного типа обладают высокими показателями производительности в течение длительных периодов времени, а также превосходной теплопередачей.

Днище химического аппарата состоит из горловины, фланца и двух патрубков, общий вид с контролируруемыми размерами показан на рисунке 1

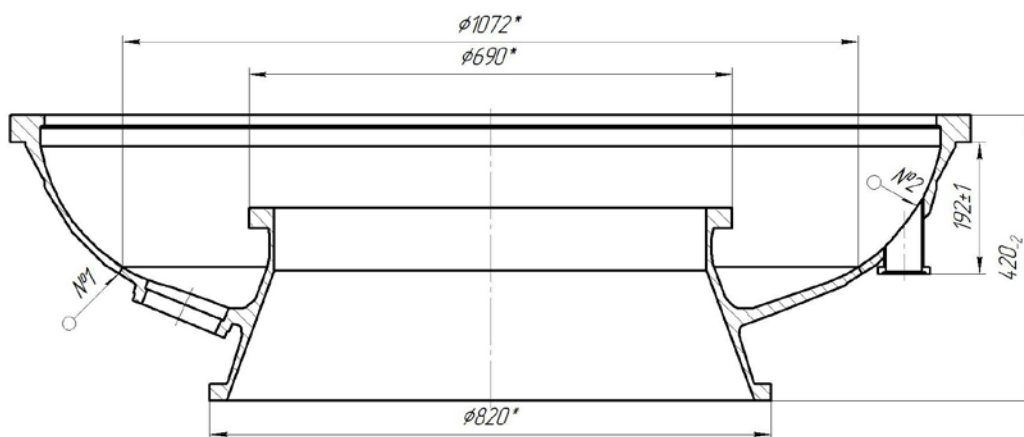


Рисунок 1 – Днище химического аппарата

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Лист

6

Днище является наиболее нагруженной частью химического аппарата, поэтому учитывая условия рабочих нагрузок изготавливается из сплава титана ВТ6.

## 1.2 Характеристика конструкционного материала

Титановые сплавы, применяемые в машиностроении, в зависимости от химического состава, способов получения и вида обработки подразделяют на деформируемые (т.е. используемые в прессованном, катаном, кованом видах) и литые.

Материал днища – титановый сплав ВТ6 по ГОСТ 19807-91 [ ]. Это термически упрочняемый деформируемый сплав мартенситного типа с  $\alpha+\beta$  структурой. Сплав ВТ6 поставляется в виде листов, плит, прутков, поковок, штамповок, сварных колец. Сплав ВТ6 применяется для изготовления сварных деталей, длительно работающих в отожженном состоянии при температурах до 400°C, а в термически упрочненном состоянии — при температурах до 350°C. Сплав ВТ6 рекомендуется для изготовления штамповочных конструкций, работающих длительно при температурах до 350—400°C и кратковременно при температурах до 700°C [ ].

Титановый сплав ВТ6 по ГОСТ 19807-91[ ] имеет следующий химический состав, %по массе:

Ti.....	Основа
Al.....	5.3-6.8
V.....	3.5-5.3
Zr.....	0.3
Si.....	0.1
Fe.....	0.6
O.....	не более 0.2
H.....	не более 0.015
N.....	не более 0.05

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ					Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



C.....не более 0.1

Прочие примеси.....0.3

И обладает следующими механическими свойствами в форме поставки штамповки в отожженном виде:

$\sigma_B$  .....950-1100 МПа

$\delta_5$  .....10-13%

$\psi$  .....35-60%

KCU.....400-800 кДж / м<sup>2</sup>

Физические свойства сплава ВТ6:

$\rho$ .....4.43 г/см<sup>3</sup>

R.....1.6 Ом·мм<sup>2</sup>/м

T<sub>пл</sub>.....1680°C

### 1.3 Анализ свариваемости титанового сплава ВТ6

Большая химическая активность титана и его сплавов при высоких температурах и, особенно, в расплавленном состоянии по отношению к газам (кислороду, азоту и водороду) затрудняет сварку этого металла. Обязательным условием получения качественного соединения при сварке плавлением является надежная защита от газов атмосферы не только сварочной ванны, но и остывающих участков металла шва и околошовной зоны вплоть до температуры 400°C, когда титан начинает активно поглощать кислород. Необходимо также тщательно защищать и обратную сторону (корень) шва, даже в том случае, если слои металла не расплавлялись, а только нагревались выше этой температуры.

Так же немалое внимание следует уделять подготовке основного металла и сварочных материалов, так как состояние поверхности кромок и присадочного металла оказывает влияние на качество сварных соединений титана. Окисно-

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						8

нитридная пленка, которая образуется после горячей обработки полуфабрикатов (ковки, штамповки, прокатки на воздухе и др.), удаляется механической обработкой или путем пескоструйной обработки и последующего травления металла. При неполном удалении пленки окислов на поверхности титана может сохраниться альфирированный слой. Такое название этот слой получил вследствие повышенной концентрации в нем газов (азота, кислорода), стабилизирующих  $\alpha$ -фазу, и способности сохранять непревращенную  $\alpha$ -фазу при закалке от температур несколько выше температуры фазового превращения. Флюсы перед применением прокаливают, инертные газы осушают [ ].

Дополнительные затруднения при сварке создает большая склонность титана к росту зерен при нагреве до высоких температур, особенно в области  $\beta$ -фазы (выше  $880^{\circ}\text{C}$ ). Низкая теплопроводность титана способствует увеличению времени пребывания шва и околошовной зоны при высоких температурах. Чтобы преодолеть указанное затруднение, сварку выполняют при минимально возможной погонной энергии.

Наиболее частыми дефектами сварных швов являются поры и холодные трещины. Возбудителями пор являются газы и среди них в первую очередь водород. Скачкообразное резкое уменьшение растворимости водорода в твердом титане по сравнению с жидким приводит к интенсивному выделению этого газа при кристаллизации сварочной ванны, что, в свою очередь, может при неблагоприятных условиях вызвать образование газовых полостей – пор. Во избежание данного дефекта необходимо обеспечить требуемую чистоту основного металла и сварочных материалов, сварку выполнять на оптимальных режимах.

Холодные трещины в сварных соединениях возникают при пониженной пластичности разных его участков. К этому приводит чрезмерное содержание в основном металле и шве примесей внедрения — газов. Трещины такого типа могут возникать сразу же после сварки, а также в результате процесса замедленного разрушения со временем после вылеживания сварных изделий. Основной причиной такого процесса является выделение водорода из твердого раствора с

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

образованием гидридов титана, связанное с охрупчиванием титана и возникновением в шве больших внутренних напряжений.

Для сварки титановых сплавов характерно применение специальных приспособлений, позволяющих защитить зону сварки, остывающие участки шва и околошовную зону, а также корень шва. К ним относятся удлиненные насадки с отверстиями, защитные козырьки, ползушки и другие приспособления, обеспечивающие защиту металла шва и участков основного металла, подвергнутых нагреву.

О надежности газовой защиты в процессе сварки и при последующем охлаждении сварного соединения при всех видах сварки в инертных газах можно судить по внешнему виду шва. Блестящая серебристая поверхность свидетельствует о хорошей защите. Появление на шве цветов побежалости указывает на нарушение стабильной защиты, а серых налетов — на плохую защиту. Достаточно простым критерием оценки степени загрязнения шва примесями внедрения — газами (азотом и кислородом) служит твердость металла шва и околошовной зоны.

При хорошей защите твердость металла шва не превосходит исходной твердости основного металла. При этом сварные соединения равнопрочны основному металлу и имеют достаточно высокие пластические свойства.

Сплав ВТ6 удовлетворительно сваривается всеми видами дуговой сварки, применяемыми для титана. Сварное соединение сплава ВТ6 непосредственно после сварки имеет несколько пониженную пластичность в связи с образованием в структуре шва довольно прочной мартенситной  $\alpha'$  - фазы. Структура околошовной зоны представляет собой мартенситную игольчатую  $\alpha'$  – фазу на фоне остаточной  $\beta$  фазы. Применение сплавов мартенситного класса (ВТ6 в частности) в состоянии после сварки может привести к дальнейшему снижению пластических свойств в процессе дисперсионного твердения вследствие распада метастабильных фаз под действием нагрузки и температуры. Для восстановления пластичности сварного соединения требуется стабилизирующая термическая

Ив. № подл.	Подп. и дата
	Ив. № дубл.
Взам. инв. №	Подп. и дата
	Ив. № подл.

					ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист 10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

обработка, в результате которой не только снимаются сварочные напряжения, но и  $\alpha'$  – фаза превращается в стабильные  $\alpha+\beta$  составляющие.

Сплав сваривается со всеми листовыми титановыми сплавами. В качестве присадочного материала в случае сварки с присадкой используют проволоку из сплавов ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ2, СПТ2, ВТ6С. Предел прочности сварного соединения, выполненного сваркой плавлением, составляет не менее 90% от предела прочности основного металла.

#### 1.4 Выбор способа сварки

Для соединения деталей из титана и его сплавов широко применяют дуговую сварку неплавящимся и плавящимся электродами с защитой инертным газом, дуговую сварку под флюсом и электрошлаковую сварку, а так же электроннолучевую и сварку сжатой дугой, в том числе микроплазменную.

Сварку неплавящимся электродом в защитных газах ведут вручную или автоматом. При этом возможна сварка деталей с толщиной от 0.5 до 15 мм.

Большое распространение для сварки неплавящимся электродом получил аргон. Удовлетворительное качество сварных соединений можно получить, используя чистый аргон марки А (ГОСТ 10157—62). Сварку вольфрамовым, обычно лантанированным, электродом выполняют постоянным током прямой полярности. Выбор прямой полярности варочная дуга между вольфрамовым электродом и титаном при питании постоянным током прямой полярности (вольфрам— катод) более устойчива, чем при обратной полярности. Это обусловлено тем, что дуга W — Ti является так называемой катодной дугой, когда основной поток заряженных частиц исходит из катода. Если катодом служит вольфрамовый электрод, то при его быстром перемещении относительно изделия из титана, разрыва дуги не происходит, так как дуговой разряд непрерывно поддерживается потоком заряженных частиц с катодного пятна на вольфраме, а анодное пятно свободно перемещается по титану. При обратной полярности (ти-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
											11

тан — катод) поток заряженных частиц направлен с изделия на вольфрамовый электрод. Перемещение электрода приводит к постепенному удлинению столба дуги и ее разрыву, так как свободное перемещение катодного пятна по изделию ограничено снижением интенсивности термоэлектронной эмиссии при его переходе на более холодные участки металла.

Автоматическую сварку титана под флюсом производят с использованием стандартной аппаратуры. Сварку ведут постоянным током обратной полярности на автоматах с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. Сварку под флюсом применяют для соединения титана толщиной более 3 мм. Однако преимущества этого способа перед дуговой сваркой в защитных газах становятся наиболее разительными при выполнении сварных соединений средней толщины (6—10 мм). При этом главные достоинства связаны с повышением производительности и возможностью ведения сварки в один проход, благодаря применению повышенных токов и больших скоростей перемещения дуги, и подачи электродной проволоки.

В качестве флюса используют тугоплавкие флюсы на основе фторидов и хлоридов щелочноземельных металлов.

Электрошлаковую сварку титана производят при необходимости соединить детали больших сечений.

Возможно так же применение контактной сварки. В настоящее время контактная сварка используется при производстве листовых конструкций из титановых сплавов толщиной 2- 2.5 мм. При этом режимы сварки близки к режимам сварки нержавеющей сталей. Стыковая сварка титановых сплавов так же возможна в варианте сварки оплавлением. При этом возможно получение удовлетворительного соединения без газовой защиты.

Краткая классификация способов сварки титана и его сплавов приведена на рисунке 2

Име. № подл.	
Подп. и дата	
Взам.име. №	
Име. № дубл.	
Подп. и дата	

					ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

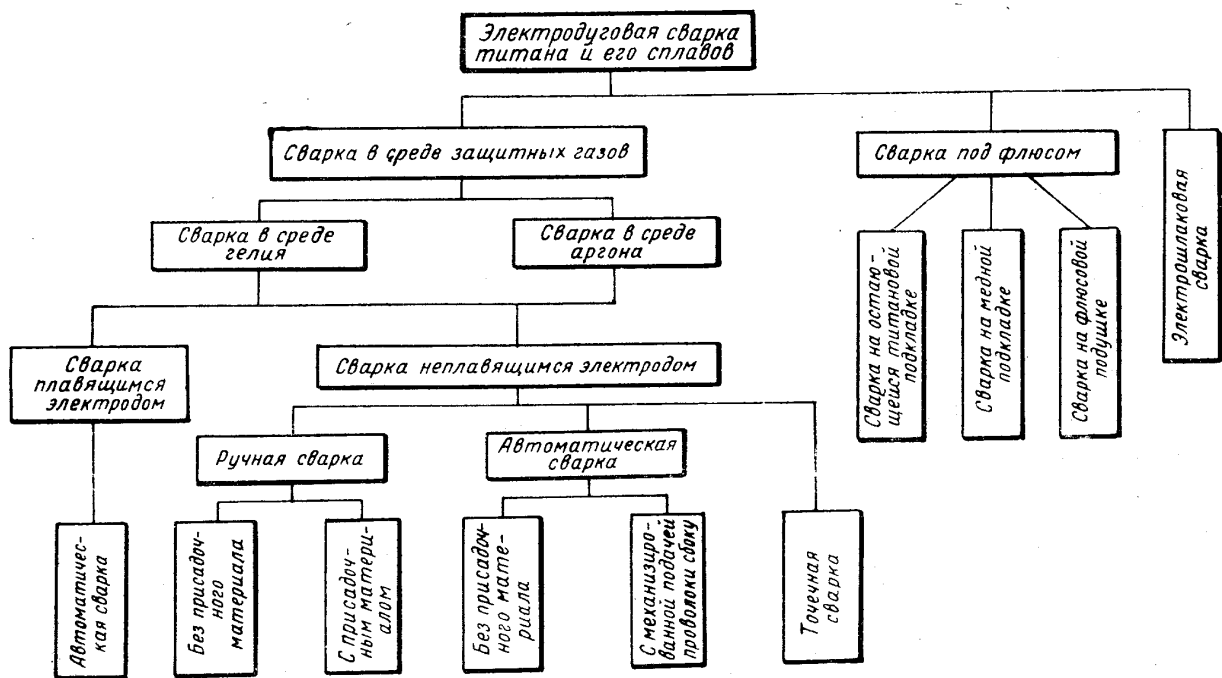


Рисунок 2 - Классификация способов дуговой сварки титановых сплавов

Как уже было отмечено выше сплав ВТ6 удовлетворительно сваривается всеми перечисленными способами.

Основным направлением усовершенствования технологии сварки является улучшение её технико-экономических показателей: увеличение производительности, уменьшение трудоемкости, уменьшение затрат на производство.

В данном случае повышения технико-экономических показателей трудно добиться используя ручную дуговую сварку неплавящимся электродом в инертном газе. Для повышения производительности необходимо перейти к автоматизированным способам сварки. Для сварки изделия таких габаритов и толщиной свариваемого металла 11 мм из рассмотренных в 2.2 способов сварки Наиболее рациональны и обладают наибольшей производительностью такие способы как автоматическая сварка в защитном газе погруженным неплавящимся электродом, сварка в защитном газе неплавящимся электродом по активирующему флюсу, автоматическая сварка плавящимся электродом под флюсом. Высокая

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

производительность этих способов позволяет уменьшить количество проходов, снизив, тем самым, вероятность возникновения дефектов шва.

Из вышеперечисленных способов считаю наиболее целесообразным переход от ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в инертном газе к автоматической сварке в защитном газе погруженным неплавящимся электродом.

Способ сварки погруженной дугой, разработанный для титана А.П. Горячевым заключается в том, что по мере расплавления металла вольфрамовый электрод погружают в кратер сварочной ванны до полного проплавления свариваемых кромок и перемещают вдоль линии стыка при этом электрод опускается ниже поверхности основного металла рисунок 3

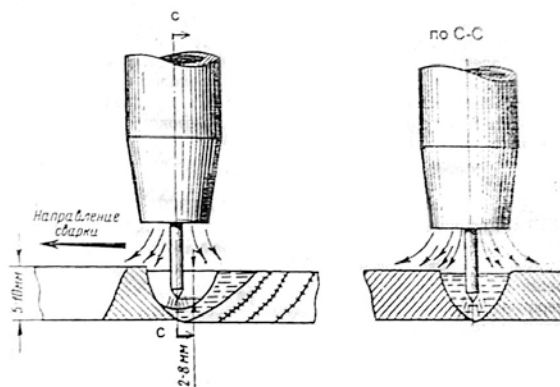


Рисунок 3 - Схема процесса

Возможен вариант сварки с присадкой, тогда присадочный материал вводится в виде вставок между свариваемыми кромками.

Данный способ обладает такими преимуществами как повышенная погонная энергия, что позволяет сваривать металл больших толщин, возможность сварки без присадочного материала и без разделки, а так же высокое качество сварного соединения. Согласно справочным данным прочность соединений сплава ВТ6, полученных этим способом составляет 90-100% от прочности основного металла, после термообработки металл шва равнопрочен основному ме-

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

таллу. Ударная вязкость по сравнению с основным металлом незначительно снижается. В применении к данной конструкции и с учетом технических требований чертежа данный способ хорош тем, что швы, сваренные без присадочного материала обладают минимальным усилением, что снижает затраты на механическую обработку.

Автоматическая сварка плавящимся электродом под флюсом также как и сварка погруженным электродом обеспечивает стабильный состав и структуру металла шва, и обладает высокой производительностью однако, имеет некоторые недостатки.

Для данного способа сварки помимо подготовки свариваемых кромок необходимо подготовить проволоку и флюс перед сваркой (вакуумный отжиг проволоки и прокалка флюса). В применении к данной конструкции некоторые технологические особенности способа становятся недостатком. При сварке кольцевого шва для сварки под флюсом необходимы специальные флюсоудерживающие устройства, предотвращающие «стекание» флюса с криволинейной поверхности (флюс наносится в виде пасты, замешанной на ацетоне или ректификате).

Способ сварки под флюсом требует изготовления разделки на свариваемых кромках, так же после сварки, согласно техническим требованиям чертежа необходимо удалять усиление шва.

Кроме того особенности применяемых флюсов (их высокая температура плавления) и особенности физико-химических свойств титана позволяют усомниться в надежности защиты околошовной зоны. Титан является химически активным металлом и начинает активно взаимодействовать с атмосферой при температуре свыше 400°C, в то время как температура плавления применяемых при сварке титана тугоплавких флюсов лежит в пределах 1300-1400°C

Таким образом, существует вероятность газонасыщения околошовной зоны, не защищенной шлаком. Для гарантированной защиты металла необходимо вводить дополнительную газовую защиту околошовной зоны.

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист 15



В свете приведенных доводов считаю оправданным выбор способа сварки погруженным неплавящимся электродом в защитном газе, как обеспечивающим меньшую сложность изготовления изделия. Еще одним поводом для предпочтения данного способа является особенность существующего производства (специализация участка на сварке изделий из высоколегированных сталей и цветных сплавов в инертном газе).

### 1.5 Выбор сварочных материалов

Разновидностью применения вольфрамового электрода является сварка погруженной дугой, при которой используют электрод повышенного диаметра и повышенный сварочный ток. Соединение собирают встык без разделки кромок, без зазора. При увеличении подачи защитного газа через сопло до 40-50 л/мин дуга обжимается газом, что повышает ее температуру. Как и в плазмотронах, проходящий через дугу газ, нагреваясь, увеличивает свой объем и приобретает свойства плазмы. Давление защитного газа и дуги, вытесняя расплавленный металл из-под дуги, способствует ее углублению в основной металл. Таким образом, дуга горит в образовавшейся металле полости. Это позволяет опустить электрод так, чтобы дуга горела ниже поверхности металла (погруженная в металл дуга). Образующаяся ванна расплавленного металла при кристаллизации образует шов. Шов при этом имеет специфическую бочкообразную форму, определяемую тем, что дуга горит ниже верхней плоскости металла.

Для данного вида сварки будут подобраны следующие сварочные материалы:

- 1) Вольфрамовый электрод

Исходя из того что сварка кольцевого шва будет проводиться неплавящимся погруженным электродом в защитном газе при силе сварочного тока в районе 600 А необходимо выбрать вольфрамовый лантанированный электрод марки ЭВЛ Ø10мм, где добавление лантана повышает его стойкость примерно

Ине. № дубл.	Подп. и дата			
	Ине. № дубл.			
Взам. инв. №	Подп. и дата			
	Ине. № дубл.			
Ине. № подл.	Подп. и дата			
	Ине. № дубл.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.551 ПЗ				Лист
				16

на 50% и допускает применение повышенных на 15% сварочных токов, и так же повышается долговечность электродов и уменьшается загрязнение вольфрамом сварного шва.

## 2) Защитные газы

Высокая химическая активность титана по отношению к газам требует применения инертных газов высокой степени чистоты. В качестве таковых выступают аргон и гелий, имеющие некоторые технологические отличия друг от друга.

Гелий обеспечивает более плавный переход шва от усиления к основному металлу. Он позволяет повысить тепловую мощность дуги и производительность процесса расплавления, что важно при сварке деталей средних и больших толщин.

Аргон дает более узкое и глубокое проплавление основного металла, его расход оказывается в 1,5-2 раза меньше, чем гелия. Аргон, являясь более тяжелым, чем воздух, своей струей лучше защищает металл при сварке в нижнем положении. Растекаясь по поверхности свариваемого изделия, он защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла

Чтобы объединить достоинства газов, иногда используют их смесь в соотношении 75 % аргона и 25 % гелия



Рисунок 4 – Форма шва и проплавление для различных защитных газов

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для проектируемой технологии будут выбраны следующие газы :

а) Аргон высшего сорта (ГОСТ 10157-79)

ГОСТ 10157-79 разделяет аргон на два сорта — высший и первый.

Таблица 1 - Состав Аргона (ГОСТ 10157-79)

Наименование показателя	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не более	0,005	0,01
Объемная доля водяных паров, %, не более	0,0009	0,001
Температуре насыщения аргона водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), °С, не выше	- 61	- 58
Объемная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчете на CO <sub>2</sub> , %, не более	0,0005	0,001

б) Гелий газ высокой чистоты марка 5.0 ТУ 0271-001-37924839-2014

Объемная доля состава Гелия представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Состав Гелия марки 5.0 ТУ 0271-001-37924839-2014

Наименование показателя	Объемная доля, %	
	2	3
1		
Гелий (He)	не менее	99,999
Кислород+Аргон (O <sub>2</sub> +Ar)	не более	0,0001
Азот (N <sub>2</sub> )	не более	0,0002
Водород (H <sub>2</sub> )	не более	0,00002

Инд. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

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

Окончание таблицы 2

1	2	3
CO <sub>2</sub> +CO	не более	0,0001
Метан	не более	0,00005
Неон (Ne)	не более	0,0005
Водяные пары	не более	0,0005

В проектируемой технологии гелий будет подаваться в горелку, а аргон в сварочную оснастку и защитный козырек.

### 1.6 Расчет режимов сварки

В связи с невозможностью расчета, значения параметров режима сварки будет проведен расчет температурного поля при сварке титановых пластин толщиной 11 мм неплавящимся погруженным электродом в защитном газе. Режимы первого прохода принимаются по справочным данным:

Толщина свариваемого металла, см  $\delta = 1.1$

Ток 600А

Диаметр электрода 10 мм

Заглубление электрода 1.4 мм

Напряжение дуги 13В

Скорость сварки 18 м/ч

Расход защитного газа:

в горелку, гелий 20 л/мин

в козырек, аргон 20 л/мин

в подложку, аргон 20 л/мин

Несмотря на то, что при сварке погруженной дугой должно происходить сквозное проплавление, нельзя считать, что температуры на внешней и обратной

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

стороне пластины различаются несущественно. Обосновать выбор схемы «Плоский слой» можно тем, что на макрошлифе можно выявить форму проплавления, что свидетельствует о градиенте температур вдоль оси Z. Ознакомиться с фотографиями макрошлифов можно в приложении В

Примем схему нагреваемого тела «Плоский слой», источник нагрева принимаем точечный непрерывно действующий подвижный. Шов достаточно удален от границ изделия. Расчетная схема «Плоский слой» показана на рисунке 12

Для расчета примем следующие теплофизические свойства сплава ВТ6:  
 коэффициент теплопроводности, Вт/(см•град)  $\lambda = 0.91$   
 коэффициент полной поверхностной теплоотдачи, Вт/(см<sup>2</sup>•град)  $\alpha = 0.4$   
 объемная теплоемкость, Вт/(см<sup>3</sup>•град)  $C\gamma = 3.56$

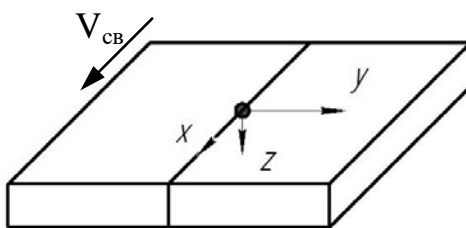


Рисунок 5 - Расчетная схема «Плоский слой»

Для такой модели расчет производят по формуле

$$T(x, y, z) = m(x, y, z) \cdot \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot \delta} \cdot e^{-\frac{V_{cb} \cdot x}{2 \cdot a}} \cdot K_0 \left( \frac{V_{cb} \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{2 \cdot a} \right) + T_H \quad (1)$$

Где:

$q$  - тепловая мощность источника нагрева, Дж.

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

$$q = U_{св} \cdot I_{св} \cdot \eta \quad (2)$$

$\eta$  коэффициент полезного действия источника нагрева,  $\eta=0.8$

$a$  - коэффициент температуропроводности,  $см^2/с$

$$a = \frac{\lambda}{c\gamma}$$

$K_0$  – функция Бесселя нулевого порядка

График функции температурного поля вдоль оси  $x$  представлен на рисунке 6

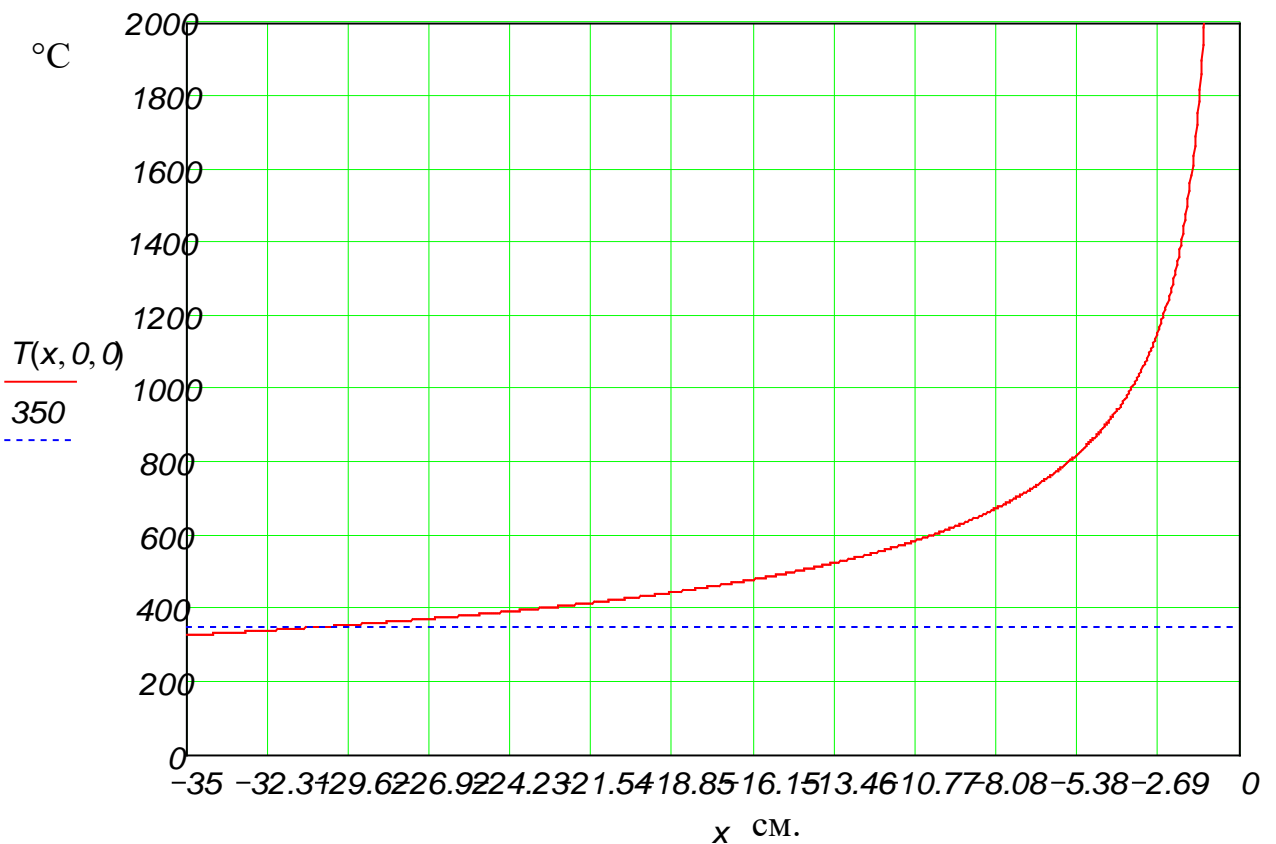


Рисунок 6 - График функции температурного поля вдоль оси X

График функции температурного поля вдоль оси  $x$  позволяет оценить длину требуемого козырька для защиты горячего металла от окисления.

Температурное поле вдоль оси  $Y$  позволяет оценить ширину участка, прогретого до температуры свыше  $400^{\circ}C$ .

Ив. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Ив. № подл.	

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

График функции температурного поля вдоль оси Y представлен на рисунке 7

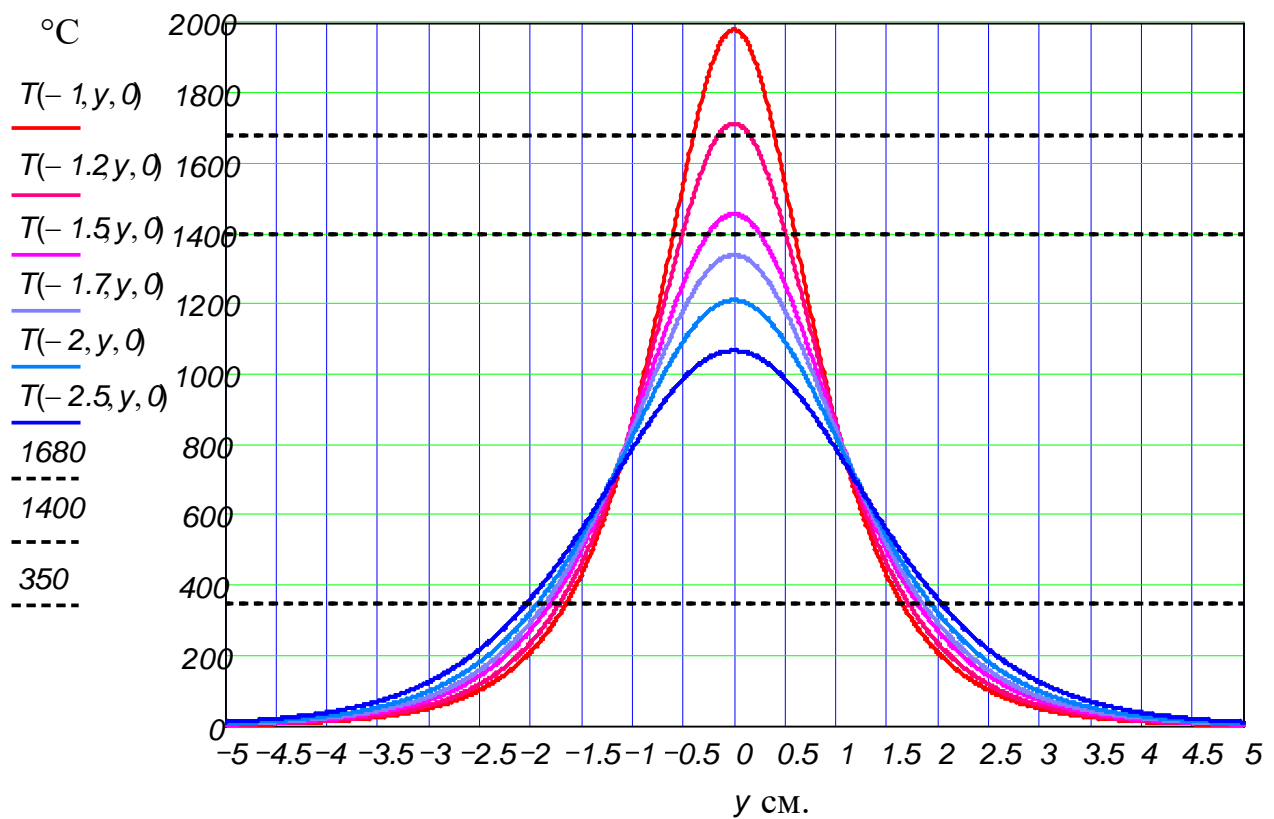


Рисунок 7 - График функции температурного поля вдоль оси Y

График функции температурного поля вдоль оси x позволяет оценить длину требуемого козырька для защиты горячего металла от окисления.

## 1.7 Подбор оборудования (сварочное, сборочное)

### 1.7.1 Состав установки

Сварка днища химического аппарата будет проводиться автоматической сваркой погруженным электродом в защитных газах, для этих целей будет скон-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

понована установка на базе разработанной в ОАО «Электромеханика» сварочного комплекса СКПД 2500.

В состав установки для сварки днищ входят:

Сварочная головка ГСПД-1М

система управления на базе программируемого логического контроллера Direct Logic семейства DL-205 и сенсорной панели EZ-S6C-K

источник питания ВСВ-2500.

автомат радиальный консольный АРК-2

модернизированный сварочный манипулятор МАС-2.

пульт оператора

шкафа управления

### 1.7.2 Сварочная головка ГСПД-1М

Основные технические данные и характеристики ГСПД-1М.

Свариваемые материалы: нержавеющие стали, алюминиевые и титановые сплавы

Толщина свариваемых материалов, мм	40
Напряжение питающей сети, В	220±10% / 380±15%
Максимальный сварочный ток, А	2500+20
Род сварочного тока	постоянный
Диаметр вольфрамового электрода, мм	8, 10
Величина погружения электрода, мм	20±2
Скорость погружения электрода, м/с	0,0002... 0,0015
Скорость перемещения горелки: в вертикальном направлении, м/с	0,001... 0,005
Скорость перемещения горелки в поперечном направлении, м/с	0,001... 0,005

Перечень составных частей головки приведен в таблице 3.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						23
Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата		



Таблица 3 - Перечень составных частей головки

Позиции составных частей	Наименование	Кол.	Примечание
1	Горелка	1	
2	Устройство навесное	1	
3	Суппорт копирования	1	ГСПД-Ш
4	Механизм вертикального перемещения	1	ГСПД-1М
5	Механизм поперечного перемещения	1	ГСПД-1М

Общий вид головки на рисунке 8

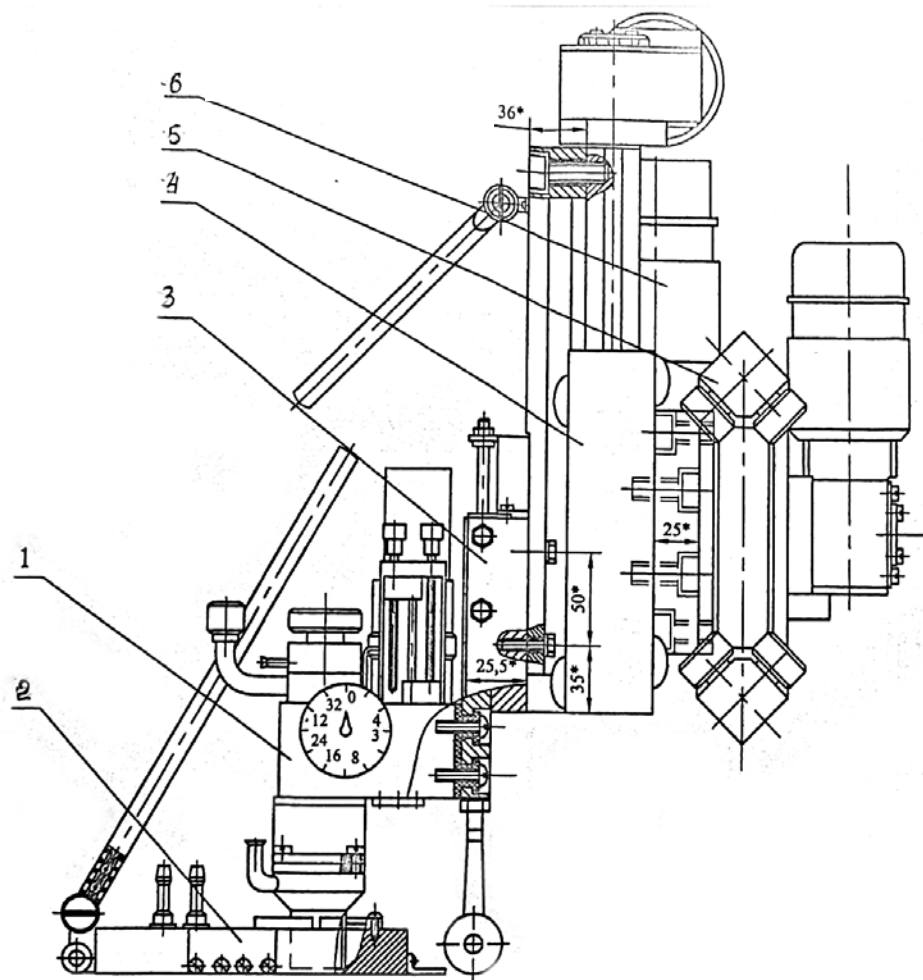


Рисунок 8 - Общий вид головки ГСПД-1М

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Лист

24

Сварочная головка ГСПД-1М предназначена для сварки погруженным вольфрамовым электродом и соответствует всем требованиям при проектировании данного технологического процесса.

### 1.7.3 Система управления установки

Состоит из логического программируемого контроллера семейства DL-205. Контроллер выполняет все функции управления технологическим процессом сварки, обеспечивает анимацию процесса, цифровую и графическую визуализацию параметров процесса (ток, напряжение дуги, глубина погружения электрода, скорость сварки), документирование параметров процесса сварки.

В процессе сварки погруженным электродом из-за возмущений (изменение теплопередачи, ширины зазора в стыке и других) возможно изменение длины дуги. Это приводит к нарушению стабильности процесса.

Для индикации параметров процесса сварки и средств управления применяется сенсорная панель EZTouch Panel

Конструктивно система управления включает электрический шкаф управления; пульт сварщика, пульт ручного перемещения,

Система управления обеспечивает работу установки в нескольких режимах: «Ручное управление», «Программирование», «Автоматический». Режим «Ручное управление» реализован на базе контроллера и обеспечивает безопасную эксплуатацию комплекса с соблюдением всех блокировок. Режим «Программирование» обеспечивает просмотр, ввод и редактирование программ сварки с любым количеством кадров. Оператор имеет возможность многократного доступа к любому параметру и визуального контроля программы. Хранение программ организовано на жестком диске компьютера. Автоматический режим обеспечивает реализацию циклограммы процесса сварки погруженным электродом, программное управление скоростью сварки, поддержание длины дуги.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
																25

При аварии предусмотрен автоматический отвод электрода из сварочной ванны вверх.

#### 1.7.4 Источник питания ВСВ-2500

Выпрямитель для сварки погруженной дугой ВСВ-2500 предназначен для питания установок автоматической электродуговой сварки погруженной дугой жаропрочных и нержавеющей сталей и титановых сплавов в аргоне. обеспечивает плавное регулирование тока сварки в диапазоне от 25 до 2500 А. Режим сварки на токах свыше 2000 А — кратковременный

Технические характеристики источника питания ВСВ – 2500 представлены в таблице 4

Таблица 4 - Технические характеристики источника питания ВСВ – 2500

Номинальное напряжение трехфазной питающей сети, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток при ПВ = 60% и продолжительности цикла сварки 60 мин., А	315
Диапазон регулирования сварочного тока, А	5-315
Диапазон регулирования дежурного тока, А	5-100
Напряжение холостого хода, В	100
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Потребляемая мощность, кВт·А	21
Габаритные размеры, мм	530x910x1237
Масса, кг	550

Источник питания ВСВ – 2500 гарантированно обеспечит режимы сварки в составе скомпонованной установки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 1.7.5 Автомат радиальный консольный АРК-2

Автомат предназначен для дуговой сварки плавящимся и вольфрамовым электродом в среде защитных газов на постоянном и переменном токе.

Технические характеристики Автомата представлены в таблице 5

Таблица 5 - Технические характеристики Автомата АРК-2

Скорость сварки, м/час	5-85
Максимальные габариты свариваемых изделий, мм:	
по диаметру	1500 и 3000
по длине	1800 и 2500
Напряжение питающей сети, В	380
Скорость подъема и опускания консоли, м/мин	0,58
Поворот консоли вокруг оси	360°
Установочные перемещения	
сварочной головки, мм	
поперек шва	± 25
по вертикали	± 30

Общий вид автомата представлен на рисунке 9.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Лист

27

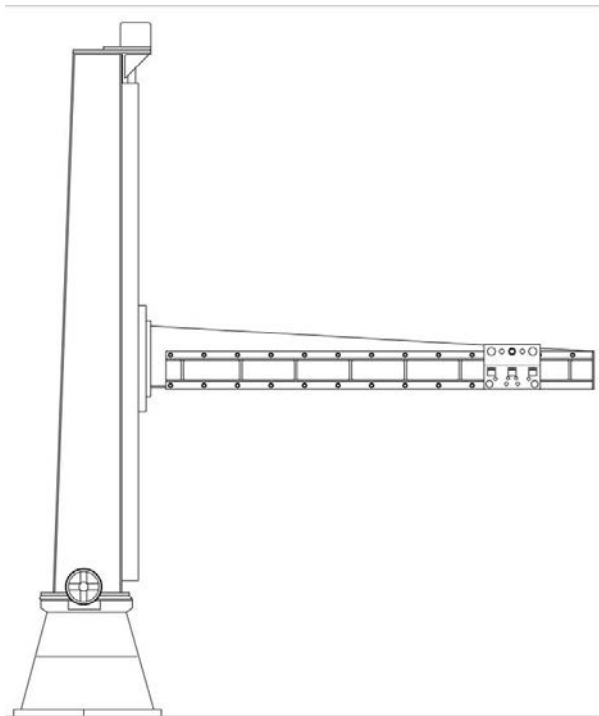


Рисунок 9 - Общий вид Автомата АРК-2

Автомат полностью подходит для сварки габаритного изделия и обеспечивает пространственные установочные перемещения сварочной головки

### 1.7.6 Модернизированный сварочный манипулятор МАС-2

Манипулятор предназначен для механизации и автоматизации процессов сварки продольных и кольцевых швов разнообразных изделий цилиндрической и конической формы.

Манипулятор работает в сочетании со сварочными установками, что позволяет автоматизировать сварочные процессы крупногабаритных изделий

Технические характеристики.

Напряжение питающей сети, В	380
Диапазон регулирования оборотов двигателя, об/мин	300-1500

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

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

постоянное передаточное число $i_{\Sigma}$	8625
передаточное число подвижной консоли $i$	75
Диапазон регулирования скорости вращения	0.035- 0.1 об/мин
Грузоподъемность, т.	2
Масса, кг, не более	1100
Общий вид манипулятора представлен на рисунке 10	

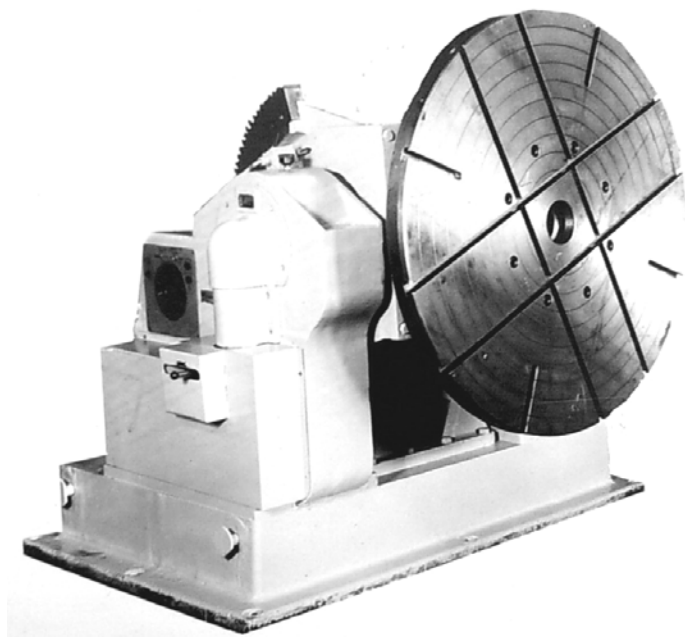


Рисунок 10 - Общий вид манипулятора MAC-2

Модернизация манипулятора заключается в изменении его электрической схемы в целях интеграции электрической схемы манипулятора в систему управления всей установкой. Для этого штатный автотрансформатор заменен на драйвер двигателя постоянного тока DCS4010020, Имеющий возможность подключения к контроллеру DL 205 по шине Profibus.

### 1.7.7 Сборочное оборудование

В состав сборочного оборудования входит оснастка для сборки и сварки применяемая также в базовой технологии. сборочно – сварочная оснастка пред-

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ставлена в приложении - . В оснастке проводится сборка всех входящих деталей днища а так же сварка. Для защиты сварного шва с обратной стороны в оснастке предусмотрена подложка через которую подается аргон, подложка представляет собой закрепленную в основании овальную трубку в (поперечном сечении), расположенную по всему диаметру и примыкает к сварному кольцевому стыку. В трубке просверлены отверстия в шахматном порядке шагом 10 мм.

Сборочно – сварочная оснастка обеспечивает надежное крепление всех деталей, удерживает изделие в процессе сварки от короблений и позволяет выдерживать контролируемые размеры на выходе готового изделия.

### 1.8 Контроль качества сварных соединений

В плане сварки и контроля качества сварных соединений чертежом установлены следующие требования к сборке:

1. Шов №1 1-ой категории по ПИ 1.41898-2003. Согласно ПИ 1.4.1898-2003

К 1 категории должны относиться сварные соединения, для подтверждения работоспособности которых в заданных условиях обеспечен возможность проведения контроля, необходимого для выявления характера и количества внутренних дефектов.

2. Шов №2 2-ой категории по ПИ1.41898-2003. Согласно ПИ 1.4.1898-2003 к соединениям II категории должны относиться соединения, в которых для подтверждения работоспособности достаточно выявить поверхностные дефекты специальными методами контроля (капиллярным магнитным и т.д.). Если это невозможно по каким-либо причинам, а также, по указанию конструктора (в чертеже), сварные соединения подвергать контролю радиографическими методами.

3. Относительное смещение свариваемых кромок шва №1 со стороны внутренней поверхности днища не более 0.3 мм.

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						30

4. Сварные швы №1(фланец днища), №2(горловина) обработать заподлицо поверхности Ш деталей поз.1, 2.

5. Обеспечить равнопрочность металла шва №1 основному металлу.

6. Кромки дет. Поз.3 (патрубок) подогнать по месту.

7. Контроль сварного шва №1 радиографическим методом с применением рентгеновского излучателя по ГОСТ 7512-82.

### 1.8.1 Визуальный контроль

Для всех швов обязателен визуальный ГОСТ Р ИСО 17637-2014 и измерительный контроль. Визуальный контроль и измерения производятся:

На стадии входного контроля материала для выявления поверхностных дефектов (трещин, расслоений, забоин, закатов, раковин, шлаковых включений и др.), а также отклонений геометрических размеров заготовок от проектных;

На стадии подготовки деталей под сборку и сварку для подтверждения соответствия установленным требованиям конструктивных элементов разделки и чистоты кромок, и прилегающих поверхностей, отсутствия углового и поверхностного смещения, величины зазоров, количества, расположения и качества прихваток;

по окончании сварки, либо на отдельных её этапах - для выявления в сварном соединении поверхностных дефектов и несплошностей (трещин, раковин, пор, свищей, подрезов, прожогов, наплывов, грубой чешуйчатости и западаний между валиками, непроваров и др.); а также отклонений геометрических размеров сварного шва от требований, установленных стандартами.

На стадии технического диагностирования - для выявления отклонений размеров и формы конструкции от проектных; эксплуатационных дефектов основного металла и сварного шва (усталостных трещин, коррозионных язв, питтингов и др.).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						31



## 1.8.2 Радиографический контроль

В связи с тем что в технологическом процессе на основании требований КД установлен кольцевой сварной шов I категории, подобрано оборудование для радиографического контроля имеющее наименование:

Гамма-дефектоскоп Гаммарид 192/120 МД

Предназначен для радиографического контроля металла и сварных соединений с применением источников ионизирующих излучений на основе радионуклида Селен-75, Иридий-192 и Кобальт-60, а также для перевозки этих источников с максимальной активностью до 120 Ки (4,44 ТБк).

Гамма-дефектоскоп Гаммарид 192/120 МД обеспечивает панорамное и фронтальное просвечивание. Сравнительно небольшие размер и вес радиационной головки, с возможностью перемещения источника в ампулопроводе делают гамма-дефектоскопы исключительно удобными для работы в полевых, труднодоступных и затесненных условиях. Радиационные головки гамма дефектоскопа Гаммарид 192/120 МД соответствуют требованиям российских и международных стандартов и правил МАГАТЭ и сертифицированы в качестве упаковочного комплекта типа В(и).

Гамма дефектоскоп ГАММАРИД -192 120МД – незаменим при эксплуатации в суровых условиях Крайнего Севера где температура опускается ниже 40°С

Таблица 6 - Технические характеристики ГАММАРИД -192 120МД

Источник излучения	192 Ir 137 Cs
Исполнение	Переносной
Привод устройства для выпуска и перекрытия пучка гамма-излучения и перемещения источника излучения	Ручной
Максимальное удаление источника излучения от радиационной головки, м	0.25
Масса радиационной головки, кг	17

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						32

Толщина просвечиваемого материала составляет :

стали	1 – 80 мм;
легкие металлы и сплавы	1,5 – 250 мм;
бетона	25 – 375 мм.

### Комплектация:

Гамма-дефектоскоп ГАММАРИД -192/120МД поставляется со стандартным комплектом принадлежностей:

- Головка радиационная - 1 шт.
- Головка направляющая - 1 шт.
- Пульт управления в сборе (трос зубчатый, два рукава гибких 8м, барабан, привод, рукоятка, два штуцера) – 1шт.
- Комплекта принадлежностей, состоящий из:
  - Коллиматор - 1 шт.
  - Ампулопровод L=8м - 1 шт.
  - Муфта соединительная - 1 шт.
  - Штуцер - 1 шт.
  - Наконечник для работы с коллиматором -1 шт.

Для доставки и перезарядки гамма-дефектоскопа «Гаммарид 192/120МД» источниками иридий-192 указанных типов в полевых и промышленных условиях выпускается «Комплект упаковочный транспортный УКТ-Д11МД».

### 1.8.3 Капиллярный метод контроля сварного соединения

Для сварки патрубков задана 2 категория сварных швов, к которым применим капиллярный метод контроля. В качестве индикаторной жидкости будет применяться керосин ГОСТ 18499 – 73, проявителем будет выступать водный раствор мела (концентрация — 450 г на 1 л).

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ
					33

Капиллярный контроль основан на капиллярной активности жидкостей - их способности втягиваться, проникать в мельчайшие каналы (капилляры), имеющиеся на поверхности материалов, в том числе поры и трещины сварных швов. Чем выше смачиваемость жидкости и чем меньше радиус капилляра, тем больше глубина и скорость проникновения жидкости.

С помощью капиллярного контроля можно контролировать материалы любого вида и формы - ферромагнитные и неферромагнитные, цветные и черные металлы и их сплавы, керамику, пластмассы, стекло. В основном, капиллярный метод применяют для обнаружения невидимых или слабовидимых невооруженным глазом поверхностных дефектов с открытой полостью. Однако с помощью некоторых материалов (керосина, например) можно с успехом обнаруживать и сквозные дефекты.

Для капиллярного контроля разработан ГОСТ 18442-80 "Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования".

### 1.9 Технологический процесс изготовления

#### 1. Комплектование

Детали на сварку поставляются комплектами. Скомплектовать Детали поз.1 фланец днища, поз.2 горловина, поз.3 патрубок (2 штуки), технологические пластины (2 штуки)

#### 2. Технический контроль

- 1) Контролировать наличие клейм ОТК,
- 2) Визуально - измерительный контроль. Размеры деталей согласно эскизам. (рисунки 11 - 13) Недопустимы надрывы, вмятины, забоины, заусенцы и другие дефекты на свариваемых кромках.

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

Горловина

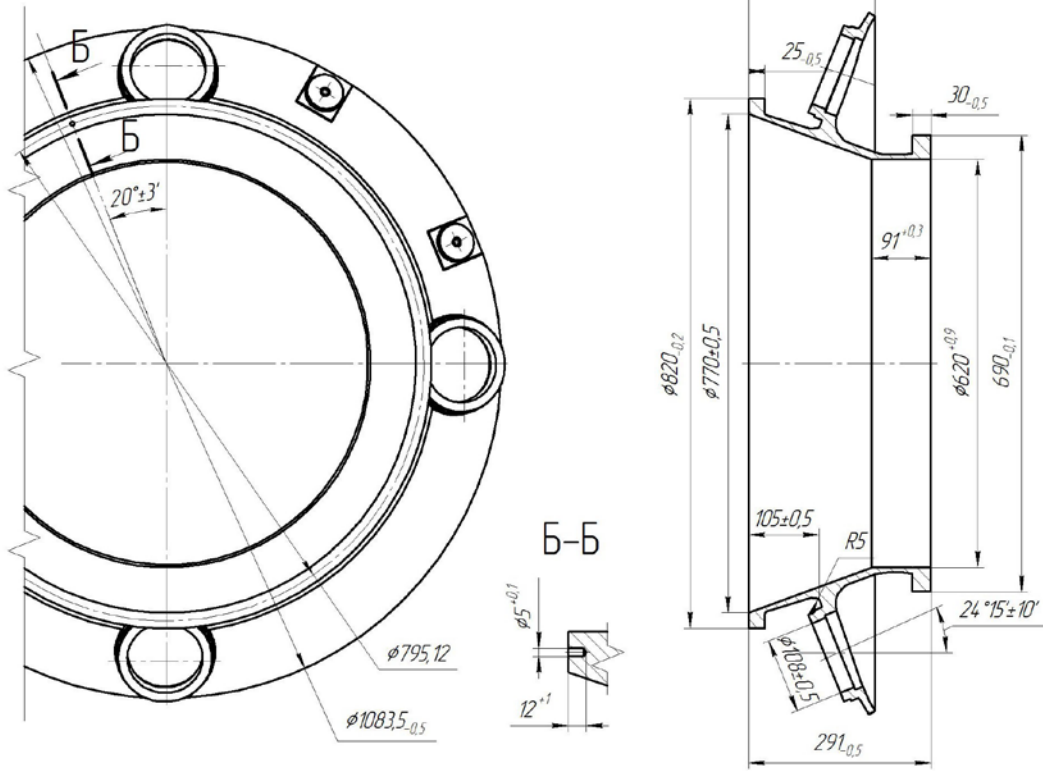


Рисунок 11 - Эскиз горловины поз.1

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Фланец днища

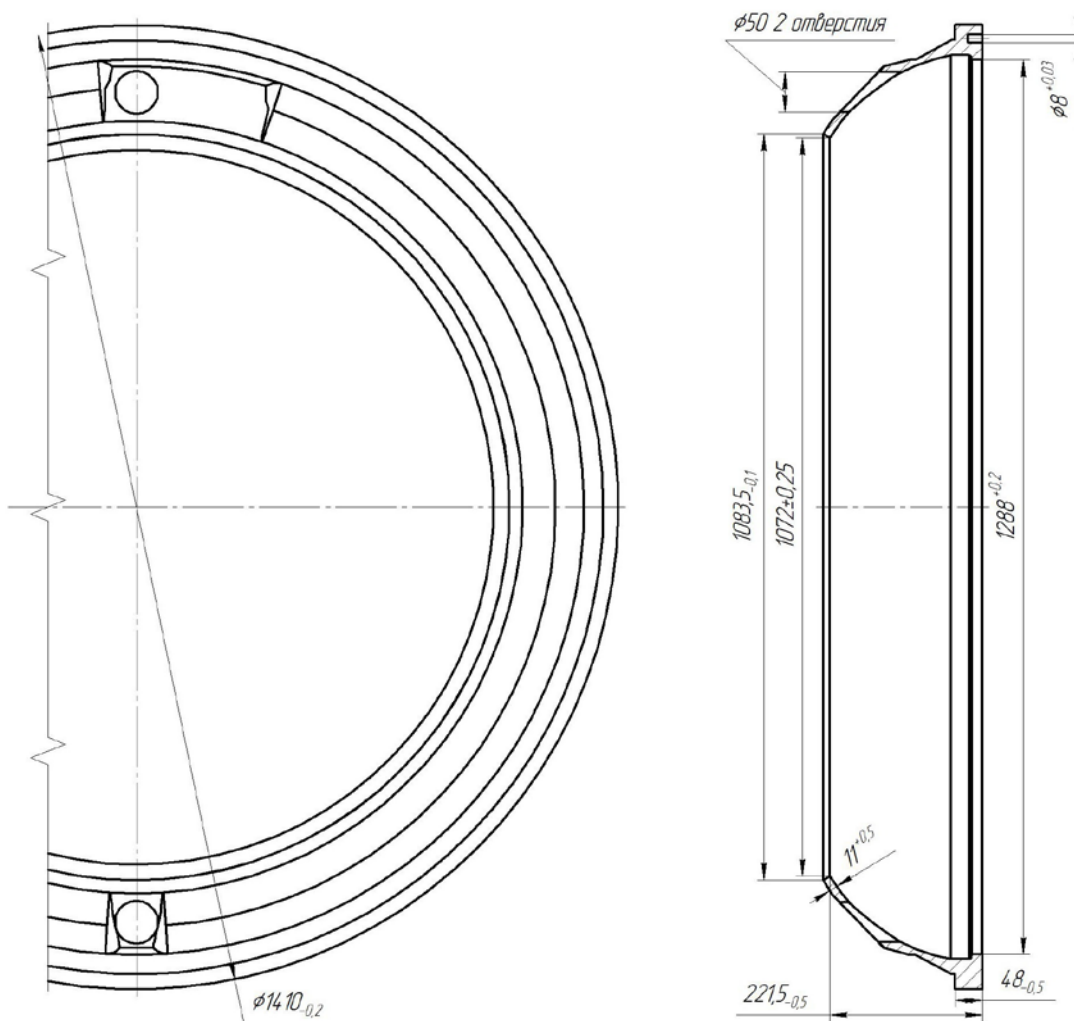


Рисунок 12 - Эскиз фланца днища поз.2

Инев. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инев. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Лист

36

# Патрубок

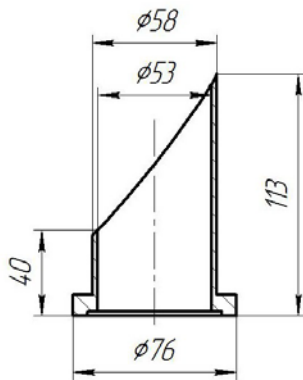


Рисунок 13 - Эскиз патрубка днища поз.3

## 3 Слесарная

Зачистить свариваемые кромки и торцы до металлического блеска. Согласно эскизу (рисунок 14). Зачищенные поверхности протереть ацетоном до отсутствия следов на салфетке

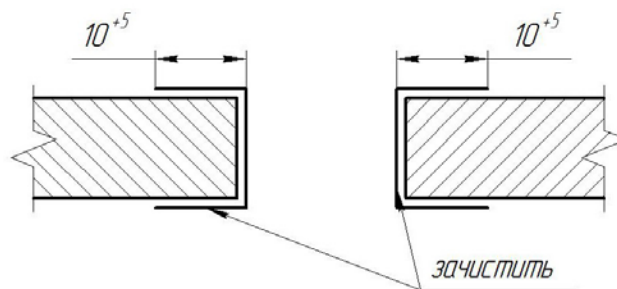


Рисунок 14 - Эскиз зачищенных кромок

Пневмодрель, круг шлифовальный ГОСТ2275-77, очки защитные ГОСТ Р 12.4.013-97, стакан-тара, салфетка Х/б.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

#### 4 Сборка

1) Установить на манипулятор приспособление для сварки образцов- свидетелей.

2) Собрать технологические пластины в приспособлении для сварки образцов- свидетелей. Зазор между свариваемыми кромками не более 0.3 мм.

приспособление для сварки образцов- свидетелей, набор щупов №4 ТУ-034-225-87

#### 3. Автоматическая сварка

Общие требования к сварке:

1) Заканчивать сварные швы перекрывая начало на 80-100 мм. В случае замерзания электрода продолжать сварку только после вырубки дефекта.

2) Перед сваркой проверить заточку вольфрамового электрода по шаблону. Форма электрода согласно эскизу. (рисунок 15)

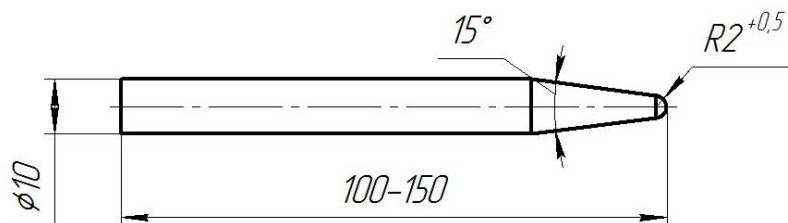


Рисунок 15 - Эскиз заточенного электрода

3) Установить защитный козырек на головку. Обеспечить плотное прилегание козырька к изделию.

4) Установить электрод по оси шва Проверить биение стыка относительно горелки (не более 0.5мм)

5) Подключить водяное охлаждение горелки,

6) Продуть защитным газом приспособления и головку в течение 3 минут, расход газов- 20л/мин.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7) Сварить Образцы- свидетели

Полярность	Прямая
Род тока	Постоянный
Ток	600А
Заглубление электрода	1.4 мм
Напряжение дуги	13В
Скорость сварки	0.18 м/мин.
Расход защитных газов:	
Гелий (горелка)	20л/час
Аргон (защитный козырек)	20л/час
Аргон (приспособление)	20л/час

Манипулятор МАС2, Автомат радиально-консольный АРК-2, Головка сварочная ГСПД-1М, Источник питания ВСВ2500, козырек защитный, набор щупов №4ТУ-034-225-87, штангенциркуль ЩЦ-1-125 ГОСТ 166-80

4. Сборка

Собрать в приспособлении для сварки внутреннего прохода детали поз.1 и поз.2. Зазор между свариваемыми кромками не более 0.3 мм.

Приспособление для сварки днища, набор щупов №4ТУ-034-225-87

5. Технический контроль

Контролировать зазор между свариваемыми кромками не более 0.3 мм

Набор щупов №4 ТУ-034-225-87

6. Установка

1) Установить собранные на приспособлении детали на манипулятор, закрепить.

2) Установить наклон планшайбы  $58^{\circ} \pm 2^{\circ}$ . Установить защитный козырек.

Манипулятор МАС-2

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	39



7. Автоматическая сварка

Выполнять общие требования к сварке.

- 1) Установить электрод по оси шва со смещением вдоль стыка 50 мм от самой нижней точки против вращения планшайбы.
- 2) Проверить биение стыка относительно горелки (не более 0.5мм)
- 3) Подключить водяное охлаждение горелки
- 4) Продуть защитным газом приспособления и головку в течение 3 минут, расход газов- 20л/мин.
- 5) Сварить детали поз. 1 и поз. 2 изнутри.  
Режим в операции 5.
- 6) Снять приспособление с планшайбы манипулятора
- 7) Освободить сборку от приспособления.

Манипулятор МАС2, Автомат радиально-консольный АРК-2, Головка сварочная ГСПД-1М, Источник питания ВСВ2500, козырек защитный, набор щупов №4ТУ-034-225-87, штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80

8. Технический контроль

- 1) Визуально - измерительный контроль качества сварного соединения: смещение кромок после сварки не более 0.8 мм, не допускаются поры, свищи, допускаются соломенный, коричневый цвета побежалости шва (не более 20% длины), соломенный, коричневый, синий цвета околошовной зоны.
- 2) Проверить геометрию сварного шва по шаблону. Геометрия сварного шва согласно эскизу (рисунок 16).

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	Ине. № подл.						Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ					

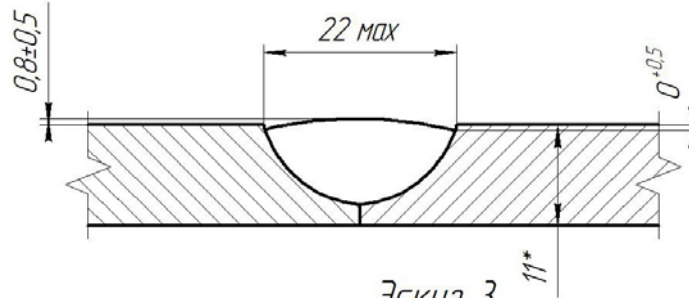


Рисунок 16 – Эскиз сварного соединения.

Лупа 4-х кратная, шаблон универсальный УШС ТУ 102.338-8, шаблон

9. Установка

- 1) Установить сборку в приспособление для сварки шва с наружной стороны.
- 2) Закрепить на манипуляторе.

Манипулятор МАС-2

10. Автоматическая сварка

Выполнять общие требования к сварке.

- 1) Установить электрод по оси шва со смещением вдоль стыка 50 мм от высшей точки против вращения планшайбы
  - 2) Проверить биение стыка относительно горелки (не более 0.5мм)
  - 3) Продуть защитным газом приспособления и головку в течение 3 минут, расход газов- 20л/мин.
  - 4) Сварить дет. Поз.1, 2 снаружи.
- Режимы сварки в оп.8.
- 5) Снять приспособление с планшайбы манипулятора
  - 6) Освободить сборку от приспособления.

Манипулятор МАС2, Автомат радиально-консольный АРК-2, Головка сварочная ГСПД-1М, Источник питания ВСВ2500,

Изн. № подл.		Подп. и дата				ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
Взам. инв. №		Изн. № дубл.					41
Подп. и дата		Взам. инв. №					
Изн. № подл.		Подп. и дата					
Изн. № подл.		Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Козырек защитный, набор щупов №4ТУ-034-225-87, штангенциркуль ЩЦ-1-125  
ГОСТ 166-80

### 11. Технический контроль

- 1) Визуально – измерительный контроль качества сварного соединения: смещение кромок после сварки не более 0.8 мм, не допускаются поры, свищи, допускаются соломенный, коричневый цвета побежалости шва (не более 20% длины), соломенный, коричневый, синий цвета околошовной зоны
- 2) Проверить геометрию сварного шва по шаблону. Геометрия сварного шва согласно эскизу (рисунок 12).
- 3) Проверить размер  $420_{-2}$  (рисунок 17)

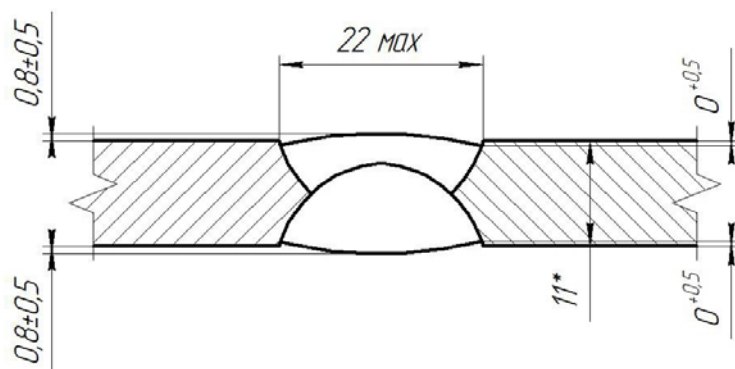


Рисунок 17 – Эскиз сварного соединения

Лупа 4-х кратная, шаблон универсальный УШС ТУ 102.338-8, шаблон

### 12. Слесарная

Зачистить поверхность сварного шва и околошовной зоны от окисления с обеих сторон заподлицо с основным металлом

Пневмодрель,

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Лист

42

13. Радиографический контроль

Проверить шов на отсутствие дефектов радиографическим методом с излучением по ГОСТ 7512-82. Класс чувствительности 2.

Гаммарид 192/120МД

14. Разметка дефектов

15. Разделка дефектов

16. Исправление дефектов 30%

Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитном газе.

Режимы в оп.(29)

После исправления дефектов ширина шва не должна превышать 1.5 номинальной. Исправление повторной сваркой дефектного места допускается не более 2х раз. К исправлению дефектов допускается сварщик не ниже 4 разряда. После исправления дефектов ширина шва не должна превышать 1.5 номинальной.

17. Технический контроль

Визуально – измерительный контроль качества сварного соединения: не допускаются поры, свищи, допускаются соломенный, коричневый цвета побежалости шва (не более 20% длины), соломенный, коричневый, синий цвета околошовной зоны.

Лупа 4-х кратная, шаблон универсальный УШС ТУ 102.338-8, шаблон

18. Радиографический контроль

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	43
Подп. и дата				ДП 44.03.04.551 ПЗ	

Проверить шов на отсутствие дефектов радиографическим методом с излучением по ГОСТ 7512-82. Класс чувствительности 2.

Гаммарид 192/120МД

19. Нанесение эмали ЭВТ 7

Нанести эмаль на поверхность изделия с обеих сторон, на расстояние 200 мм в обе стороны от сварного шва .

Кисть ГОСТ 10597-87.

20. Термообработка

Неполный отжиг ТВЧ.

T отжига 600°C, t= 2 часа, охлаждение на воздухе.

21. Пескоструйная

22. Испытания механических свойств контрольных образцов

Испытать образцы на прочность при растяжении при постоянных нагрузках  $\sigma_a$  не менее 100 Кгс/мм<sup>2</sup>

Испытать на изгиб при статических нагрузках. Угол изгиба не менее 25°

23. Маршрутная

Передать на участок механообработки. Перевозки осуществлять в закрытой таре.

24. Технический контроль

1) Контролировать наличие клейм ОТК,

2) Визуально - измерительный контроль. Недопустимы надрывы, вмятины, забоины, заусенцы и другие дефекты на свариваемых кромках.

25. Слесарная

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Име. № дубл.			
	Взам. инв. №			
Изм.	Подп. и дата			
	Име. № дубл.			
	Взам. инв. №			
Лист	Лист			
№ докум.	ДП 44.03.04.551 ПЗ			
Подп.	44			
Дата				

Зачистить свариваемые кромки и торцы до металлического блеска. Согласно эскизу (рисунок 18). Зачищенные поверхности протереть ацетоном до отсутствия следов на салфетке

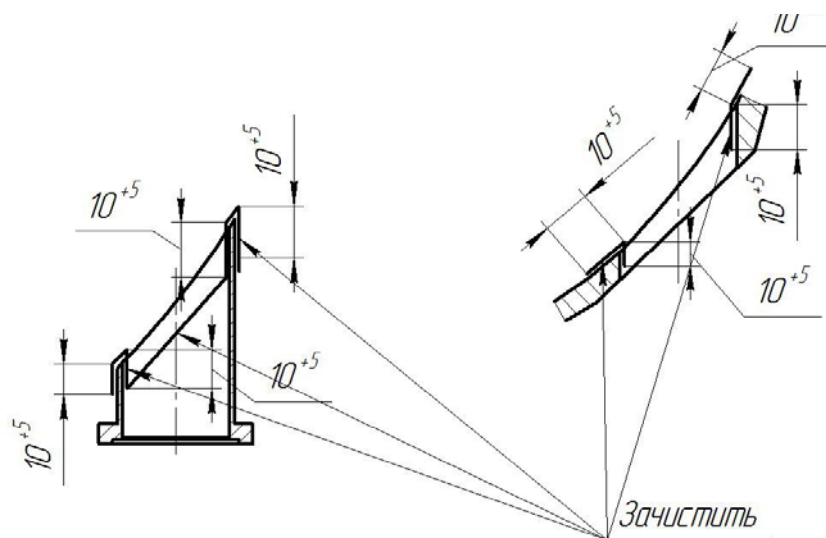


Рисунок 18 – Участки зачистки

Пневмодрель, круг шлифовальный ГОСТ2275-77, очки защитные ГОСТ Р 12.4.013-97, Бумага наждачная ГОСТ 13344-79, стакан-тара, салфетка Х/б.

## 26. Сборка

Собрать в сварочном приспособлении сборку позиций 1,2 и деталь поз.3  
Обеспечить параллельность поверхности среза патрубка поверхности Г  
Приспособление для приварки патрубка

## 27. Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитном газе

1) Перед началом сварки продуть систему защиты в течение 3 х минут.

Расход аргона 20л/мин.

2) Приварить патрубок к подсборке герметичным швом.

$I_{св}$  150-200 А

Расход аргона 13-18 л/мин.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Инв. № дубл.			
Инв. № подл.	Взам. инв. №			
	Подп. и дата			
Инв. № подл.	Изм.			
	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.551 ПЗ				Лист
				45

Электрод ЭВТ-15 Ø5

Присадочный материал – СПТ2 Ø3

Источник питания ВСВУ 315,

Горелка типа РГА 400 ГОСТ 5.917-71.

28. Установка

Переустановить сборку в приспособлении для приварки второго патрубка.

29. Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитном газе

1. Приварить второй патрубок.

Режим и требования в оп.29.

2. Освободить изделие от приспособления.

30. Технический контроль

1) Визуально - измерительный контроль качества сварного соединения: смещение кромок после сварки не более 0.8 мм, не допускаются поры, свищи, допускаются соломенный, коричневый цвета побежалости шва (не более 20% длины), соломенный, коричневый, синий цвета околошовной зоны.

2) Проверить катет сварного шва (не менее 2.5мм)

3) Контролировать размер 420 ± 0.2

4) Контролировать размер 192 ± 1. рисунок 14

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	Ине. № подл.	Лист	
											Ине. № дубл.
										ДП 44.03.04.551 ПЗ	46

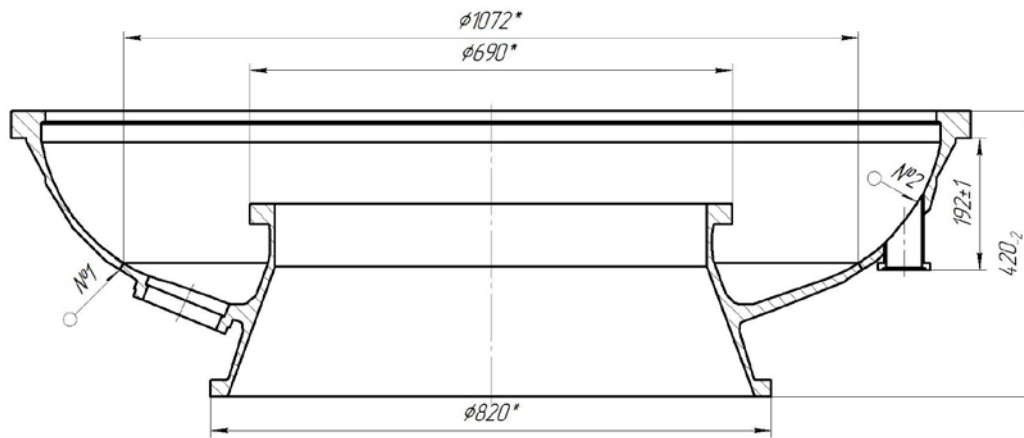


Рисунок 19 - Контролируемые размеры

Лупа 4х, штангенциркуль ЩЦ-1-125 ГОСТ 166-80

Штангенрейсмасс

31. Слесарная

Зачистить окисленный металл. Допускаются к зачистке цвета побежалости соломенного, коричневого цветов не более 20% длины шва.

Пневмодрель,

Круг шлифовальный ГОСТ2275-77, очки защитные ГОСТ Р 12.4.013-97,

32. Капиллярный контроль

Контролировать шов на отсутствие дефектов по ГОСТ 18442-80. Класс чувствительности 1.

33. Разметка дефектных мест

34. Исправление дефектов 30%

Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитном газе.

Режимы в оп.(29)

Исправление повторной сваркой дефектного места допускается не более 2х раз. К исправлению дефектов допускается сварщик не ниже 4 разряда.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.551 ПЗ



35. Маркировка

Маркировать изделие номером в партии

Кисть

36. Маршрутная

Передать изделие Перевозки осуществлять в закрытой таре.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ					

## 2 Техничко – экономическое обоснование проекта

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки днища химического аппарата, изготавливаемого из сплава марки ВТ6 с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой в среде Аргона. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный источник питания ВСВУ 315, сварочная горелка, сварочная плита, баллон с Аргоном.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки днища химического аппарата на автоматическую сварку погруженной дугой в защитных газах Гелий и Аргон

### 2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

Определение технологических норм времени на сварку кольцевого шва горловины с днищем.

Общее время на выполнение сварочной операции  $T_{шт-к}$ , ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_n, \quad (3)$$

где  $T_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$  – основное время, ч.;

$t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{в}$  – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, ч.;

$t_n$  – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
	Дата
ДП 44.03.04.551 ПЗ	
Лист	
49	

Основное время ( $t_{осн}$ , ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (4)$$

где  $L_{шв}$  – сумма длин всех швов(базовый), м  $\Sigma L_{шв} = 20,4$  м;

$L_{шв}$  – сумма длин всех швов(проектируемый), м  $\Sigma L_{шв} = 6,8$  м;

$V_{св}$  – скорость сварки (базовый), м/ч,  $V_{св} = 5,6$  м/ч;

$V_{св}$  – скорость сварки (проектируемый), м/ч,  $V_{св} = 13,2$  м/ч

Определяем основное время по формуле (43) для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{20,4}{5,6} = 3,6 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{6,8}{13,2} = 0,5 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ( $t_{пз}$ ) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени  $t_{пз}$  делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн} \quad (5)$$

$$t_{пз} = \frac{3,6 \cdot 10}{100} = 0,36 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0,05 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ( $t_g$ ) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой  $t_э$ , осмотр и очистку свариваемых кромок  $t_{кр}$ , очистку швов

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						50

от шлака и брызг  $t_{бр}$ , клеймение швов  $t_{кл}$ , установку и поворот изделия, его закрепление  $t_{уст}$ :

$$t_{\text{в}} = t_{\text{э}} + t_{\text{кр}} + t_{\text{бр}} + t_{\text{уст}} + t_{\text{кл}} \quad (6)$$

При ручной дуговой и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_{\text{э}} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва  $t_{кр}$  вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (7)$$

где  $n_C$  – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$  – длина шва, м,  $L_{шв} = 20,4$  м (базовый вариант)

$L_{шв} = 6,8$  м (проектируемый вариант)

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (45) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 20,4 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot 5) = 134,6 \text{ мин.} = 2,2 \text{ ч. (базовый)}$$

$$t_{кр} = 6,8 \cdot (0,6 + 1,2) = 12,2 \text{ мин.} = 0,2 \text{ ч (проектируемый)}$$

Сварка и в базовом варианте производится в 6 проходов, в проектируемом варианте в два. Время на очистку швов от шлака и брызг  $t_{бр}$  рассчитываем по формуле

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_C - 1)) \quad (8)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				51
	Инв. № дубл.				
Изм.					Лист
№ докум.					Лист
Подп.					Лист
Дата					Лист
ДП 44.03.04.551 ПЗ					Лист

$$t_{кр} = 20,4 \cdot (0,6 + 1,2 \cdot 5) = 134,6 \text{ мин.} = 2,2 \text{ ч. (базовый)}$$

$$t_{кр} = 6,8 \cdot (0,6 + 1,2) = 12,2 \text{ мин.} = 0,2 \text{ ч (проектируемый)}$$

Время на установку клейма ( $t_{кл}$ ) принимают 0,03 мин. на 1 знак,  $t_{кл} = 0,21$  мин.

Время на установку, поворот и снятие изделия ( $t_{узм}$ ) зависит от его массы, данные указаны в таблице 7

Таблица 7 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{узм} = 0,14 \text{ ч.} \quad (9)$$

Таким образом рассчитываем значение  $t_{\theta}$  для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_{\theta} = 0,083 + 2,2 + 2,2 + 0,21 + 0,14 = 4,8 \text{ ч. (базовый)}$$

$$t_{\theta} = 0,083 + 0,2 + 0,2 + 0,21 + 0,14 = 0,8 \text{ ч. (проектируемый)}$$

Время на обслуживание рабочего места ( $t_{обс}$ ) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{осн} \quad (10)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ( $t_{обс}$ ) по формуле (46) для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 3,6 = 0,252 \text{ ч.}$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,5 = 0,035 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (11)$$

Рассчитываем  $t_n$  по формуле (47) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 3,6 = 0,252 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 0,5 = 0,035 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени  $T_{шт-к}$  на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (3)

$$T_{шт-к} = 3,6 + 0,36 + 4,8 + 0,252 + 0,252 = 9,26 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 0,5 + 0,05 + 0,8 + 0,035 + 0,035 = 1,42 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 9,26 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 1,42 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Име. № подл.	Подп. и дата				ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
Взам.име. №	Име. № дубл.					53
Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы*  $T_{\text{произв. пр.}}$  сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле (1), где  $N$  – годовая программа, *шт.*, в нашем случае  $N = 500$  *шт.*

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N \quad (12)$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 9,26 \cdot 500 = 4630 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 1,42 \cdot 500 = 710 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

### *Расчет количества оборудования и его загрузки*

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса  $C_p$  :

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\delta} \cdot K_n} \cdot 100 \quad (13)$$

$$C_p = \frac{4630}{1914 \cdot 1,2} = 2,06; \text{ примем } C_{\text{п}} = 2 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{710}{1914 \cdot 1,2} = 0,30; \text{ примем } C_{\text{п}} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования  $C_{\text{п}}$  определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

Таким образом, по базовой технологии используются две установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно одной установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						54

Расчёт коэффициента загрузки оборудования  $K_3$  :

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{II}} \quad (14)$$

$$K_3 = \frac{2,06}{2} = 1,03 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{0,30}{1} = 0,3 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия. 0,30

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

#### *Расчет капитальных вложений*

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 8.

Таблица 8 – Исходные данные для расчета балансовой стоимости

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	500	500
Полуавтомат ВСВУ-315	руб./шт.	587000	
Источник питания ВСВ-2500	руб./шт.	-	770000
Автомат радиальный консольный АРК-2	руб./шт.		4300000
Вращатель	руб./шт.	1100000	1100000
Сплав ВТ 6	руб./т	990000	990000

Име. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Име. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						55



Окончание таблицы 8

1	2	3	4
Сварочная проволока СПТ 2, Ø 3 мм, Ц <sub>о.р.м</sub>	руб./кг	2900	
защитный газ ГЕЛИЙ, Ц <sub>з.г</sub>	руб./л		137
защитный газ Аргон Ц <sub>з.г</sub>	руб./л	20	20
Расход защитного газа, ГЕЛИЙ	л/мин.		20
Расход защитного газа, Аргон	л/мин.	36	40
Тариф на электроэнергию, Ц <sub>эл</sub>	руб./кВт- час.	4,25	4,25
длина сварного шва	м	204	68
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросвар- щика	разряд	6	6
Тарифная ставка, Т <sub>ст</sub>	руб.	180	180
Масса конструкции	т	0,06	0,06

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии :

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{мз}), \text{руб.} \quad (15)$$

где  $C_{обj}$  – цена приобретения единицы  $j$ -ого оборудования, руб.;

$K_{мз}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ( $K_{мз} = 0,12$ ).

$$K_{обj} = 587000 \cdot (1 + 0,12) = 657440 \text{ руб. (Базовый вариант)}$$

$$K_{обj} = 5070000 \cdot (1 + 0,12) = 5678400 \text{ руб. (Проектируемый вариант)}$$

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						56

Определяем капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (16)$$

$$K_{об} = 657440 \cdot 2 \cdot 1 = 1314880 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 5678400 \cdot 1 \cdot 1 = 5678400 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 9

Таблица 9 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	587000	5070000
Количество единиц оборудования, шт.	2	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	657440	5678400
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	1314880	5678400

## 2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

Расчет технологической себестоимости металлоконструкций ( $C_m$ , руб.)

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе.

Име. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дубл. Подп. и дата.

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

Расчет материальных затрат (МЗ, руб.) :

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Стоимость основных материалов ( $C_{o.m}$ , руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов

Стоимость конструкционного материала ( $C_{к.м}$ )

Затраты на конструкционный материал, которым является сплав ВТ6

$$C_{к.м} = m_{к} \times Ц_{к.м}, \quad (17)$$

где  $m_{к}$  – масса конструкции, т;

$Ц_{к.м}$  - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 0,06 \cdot 990000 = 59400 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 59400 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

*Расчет затрат на электродную проволоку СПТ - 2*

Исходные данные для расчетов:

$$L_{шв} = 20,4 \text{ м} = 2040 \text{ см}$$

$$F_{нм} = 70,5 \text{ мм}^2 = 0,75 \text{ см}^2.$$

$$V_{нм} = 2040 \cdot 0,75 = 1530 \text{ см}^3.$$

$$M_{нм} = 1530 \cdot 4,5 = 6885 \text{ г} = 6,885 \text{ кг}$$

Производим расчеты  $C_{св.пр}$  на изготовление одной металлоконструкции

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр}, \text{ руб.} \quad (18)$$

$$C_{св.пр} = 6,885 \cdot 2100 \cdot 1,05 = 15181 \text{ руб. (базовый вариант – сварка в Аргоне)}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист 58
	Инв. № дубл.				
	Взам. инв. №				
Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист 58
	Инв. № дубл.				
	Взам. инв. №				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ

В проектируемом варианте – сварка в Гелии и Аргоне проводится погруженной дугой без присадочного материала поэтому расчет затрат на электродную проволоку не проводится.

### Расчет затрат на защитный газ

Исходные данные:

$$t_{осн} = \frac{20,4}{5,6} = 3,6ч = 216 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$t_{осн} = \frac{6,8}{13,2} = 0,5 ч = 30 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

Расход защитного газа:

$$q_{зг} = 36 \text{ л/мин. (базовый вариант, газ Аргон)}$$

$$q_{зг} = 40 \text{ л/мин (проектируемый вариант, газ Аргон)}$$

$$q_{зг} = 20 \text{ л/мин (проектируемый вариант, газ Гелий)}$$

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_p \cdot C_{зг(фл)} \cdot K_m \quad (19)$$

где  $t_{осн}$  – время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{зг}$  – расход флюса, защитного газа, кг/ мин; л/мин.;

$k_p$  – коэффициент расхода флюса, газа;  $k_p = 1,1$ ;

$C_{зг(фл)}$  – цена газа за один литр, флюса за 1 кг, руб.;

$K_m$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{зг} = 216 \cdot 36 \cdot 1,1 \cdot 16 \cdot 1,05 = 143700 \text{ руб. (базовый вариант – защитный газ Аргон)}$$

$$C_{зг} = 30 \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 16 \cdot 1,05 = 22176 \text{ руб. (проектируемый вариант – защитный газ Аргон).}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$C_{зз} = 30 \cdot 20 \cdot 1,1 \cdot 60 \cdot 1,05 = 41580$  руб. (проектируемый вариант – защитный газ Гелий).

$C_{зз} = 41580 + 22176 = 63766$  руб. (проектируемый вариант – защитный газ Гелий + Аргон)

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ( $C_{эн}$ , руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию

$$Z_э = \alpha_э \cdot W \cdot Ц_э, \text{ руб.} \quad (20)$$

где:  $\alpha_э$  – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

$W$  – расход электроэнергии, кВт·ч;

$Ц_э$  – цена за 1 кВт·ч;  $Ц_э = 4,25$  кВт·ч.

Для укрупнённых расчётов величину  $\alpha_э$  можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, кВт·ч/кг 3...4;
- при многопостовой сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 6...8;
- при автоматической сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 5...8;
- под слоем флюса, кВт·ч/кг 3...4.

Принимаем  $\alpha_э$  для базового варианта = 6 ; для проектируемого = 5

$Z_э = 6 \cdot 6,885 \cdot 4,25 = 175,5$  руб. (базовый вариант);

$Z_э = 5 \cdot 6,885 \cdot 4,25 = 146,3$  руб. (проектируемый вариант);

Стоимость основных материалов ( $C_{о.м}$ , руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Изм. Лист № докум. Подп. Дата				
Взам. инв. №	Ине. № дубл.				60
	Подп. и дата				
ДП 44.03.04.551 ПЗ					

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \quad (21)$$

где  $K_{тр}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{o.m} = (59400 + 15181 + 143700) \cdot 1,05 = 229195 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_{o.m} = (59400 + 63766) \cdot 1,05 = 129324 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Материальные расходы ( $MЗ$ ) на основные материалы на одно изделие (исключая затраты на основной конструкционный материал)

$$MЗ = C_{o.m} + C_{эн} + C_{др.} \quad (22)$$

$$MЗ = (229195 - 59400) + 175,5 = 169970,5 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$MЗ = (129324 - 59400) + 146,3 = 70070,3 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет технологической себестоимости

$$C_T = MЗ + Z_з + Z_{пр}, \quad (23)$$

$$C_T = 169970,5 + 175,5 + 8034 = 178180 \text{ руб.}$$

$$C_T = 70070,3 + 146,3 + 1231,8 = 71448,4 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих  $Ч_{ор}$  определяется для каждой операции

$$Ч_{ор} = \frac{T_{произв.пр.}}{\Phi_{др} \cdot K_B} \quad (24)$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

где:  $T_{\text{произв. пр}}$  - трудоемкость производственной программы, час.;

$\Phi_{\text{ор}}$  - действительный фонд времени производственного рабочего ( $\Phi_{\text{ор}} = 1870$  час.);

$K_B$  – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{\text{ор}} = \frac{4630}{1870 \cdot 1,1} = 2,25 \text{ примем } Ч_{\text{ОР}} = 2 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{\text{ор}} = \frac{710}{1870 \cdot 1,1} = 0,35 \text{ примем } Ч_{\text{ор}} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает два сварщика, по новой измененной технологии работает 1 сварщик.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих  $Ч_{\text{ор}}$ .

*Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды*

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ( $Z_{\text{пр}}$ )

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $Z_{\text{пр}}$ ) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име.№ дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист 62

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика:  $T_{ст}$  сварщика ручной дуговой сварки - 180 руб./час,  $T_{ст}$  сварщика автоматической сварки - 180 руб./час.

Рассчитанное  $T_{шт-к} = 9,26 \text{ ч.} = 555,6 \text{ мин.}$  (базовый вариант);

$T_{шт-к} = 1,42 \text{ ч.} = 85,2 \text{ мин.}$  (проектируемый вариант).

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ( $P_{сд}$ )

$$P_{сд} = \frac{T_{ст} \cdot T_{шт-к.}}{60}, \quad (25)$$

где:  $T_{ст}$  - тарифная ставка, руб./час.;

$T_{шт-к}$  - штучно-калькуляционное время выполнения сварочных работ в расчете на одно металлоизделие, мин.

$$P_{сд} = \frac{180 \cdot 555,6}{60} = 1666,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{180 \cdot 85,2}{60} = 255,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (26)$$

где:  $D_{вр}$  – доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{ст}$  – тарифная месячная ставка, руб./час

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам.име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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



$$D_{ep} = \frac{180 \cdot 555,6 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 3,33 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{ep} = \frac{180 \cdot 85,2 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,51 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $Z_{np}$ ) при применении сдельной оплаты труда

$$Z_{np} = P_{cd} \cdot K_{np} \cdot K_{\partial} \cdot K_{cc} + D_{ep} \quad (27)$$

где:  $P_{cd}$  – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

$K_{np}$  – коэффициент премирования, (данные предприятия),  $K_{np} = 1,5$ ;

$D_{ep}$  – доплата за вредные условия труда, руб.;

$K_{cc}$  – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (социальный взнос),  $K_{cc} = 1,3$ ;

$K_{\partial}$  – коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы,  $K_{\partial} = 1,2$ .

$$Z_{np} = 1666,8 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 3,33 = 3253,99 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Z_{np} = 255,6 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 0,51 = 498,93 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии

$$ZП_{\partial} = K_{\partial} \cdot ZП_{O} \cdot K_{cc}, \quad (28)$$

где:  $ZП_{\partial}$  – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ZП_{O}$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

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

$K_{\partial}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.  $K_{\partial} = 1,13$ ;

$K_{cc}$  – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.

$K_{cc} = 1,3$ .

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 3253,99 \cdot 1,3 = 4780,1 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 498,93 \cdot 1,3 = 732,9 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, составляют:

$$З_{np} = ЗП_{O} + ЗП_{\partial}, \quad (29)$$

где:  $ЗП_{O}$  – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_{\partial}$  – дополнительная заработная плата, руб.

$$З_{np} = 3253,99 + 4780,1 = 8034 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{np} = 498,93 + 732,9 = 1231,8 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости  $C_T$  изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ( $N= 500$  шт.) в таблицу 10

Таблица 10 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$ , руб.	114597500	64662000
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$ , руб.	87750	73150
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды $З_{np}$ , руб.	4017000	615800
Технологическая себестоимость годового выпуска, $C_T$ , руб.	89090000	35724200

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						65

### Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ( $C_{ПР}$ , руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством .

$$C_{ПР} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (30)$$

где  $C_T$  – технологическая себестоимость, руб.;

$P_{пр}$  – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{хоз}$  – общехозяйственные расходы, руб.

### Общепроизводственные расходы

В статью «Общепроизводственные расходы» ( $P_{ПР}$ , руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

### Затраты на амортизацию оборудования.

Затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к} \cdot K_O}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B} \quad (31)$$

Инв. № дубл.	Подп. и дата			
Взам. инв. №				
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.551 ПЗ				Лист
				66

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

$H_A$  – норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки  $H_A = 14,7$  %;

$\Phi_D$  – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час.  $\Phi_D = 1914$  час.;

$T_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час.;

$K_O$  – коэффициент загрузки оборудования,  $K_O = 0,9$ ;

$n_o$  – количество оборудования, шт.;

$K_B$  – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени,  $K_B = 1,1$ .

$$C_A = \frac{1314880 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 555,6}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 102014,3 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{5678400 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 85,2}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 33779,1 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

*Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования*

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100} \quad (32)$$

где:  $K_{об}$  – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

$D$  принимается равным 3 %.

$C_p = \frac{1314880 \cdot 3}{100} = 39446,4$  руб./на производственную программу или 78,89 руб в расчете на одно металлоизделие ( 39446,4 руб./500), - базовый вариант;

$C_p = \frac{5678400 \cdot 3}{100} = 170352$  руб./на производственную программу или 340,70 руб./на металлоконструкцию (170352 руб./500 шт), - проектируемый вариант.

Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Инв. № подл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ		Лист
							67

*Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение)*

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (33)$$

где  $ЗП_o$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{\text{пр}}$  – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %.  $P_{\text{пр}} = 10$ .

$$P_{\text{пр1}}^* = \frac{4017000 \cdot 10}{100} = 401700 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр2}}^* = \frac{615800 \cdot 10}{100} = 61580 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

*Общепроизводственные расходы :*

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}^* \quad (34)$$

$P_{\text{пр}} = 102014,3 + 39446,4 + 401700 = 543160,7$  руб. (базовый вариант);

$P_{\text{пр}} = 33779,1 + 170352 + 61580 = 265711,1$  руб. (проектируемый вариант).

В статью «Общехозяйственные расходы» ( $P_{\text{хоз}}$ , руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих

$P_{ХОЗ}$  при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{ХОЗ} = \frac{\%P_{ХОЗ} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (35)$$

где:  $ЗП$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\% P_{ХОЗ}$  – процент общехозяйственных расходов, %.  $\% P_{ХОЗ} = 25$ .

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 8034}{100} = 2008,5 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 1231,8}{100} = 307,95 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии,  $C_{ПР}$ , по формуле (30)

$$C_{ПР} = 89090000 + 543160,7 + 1004250 = 90637410,7 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{ПР} = 35724200 + 265711,1 + 153975 = 36143886,1 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ( $P_k$ , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках.

$$P_k = \frac{\% P_k \cdot C_{ПР}}{100} \quad (36)$$

где  $\%P_k$  – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости,  $\%P_k - 0,1-0,5\%$ .

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$P_{\kappa} = \frac{0,1 \cdot 90637410,7}{100} = 90637,41 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\kappa} = \frac{0,1 \cdot 36143886,1}{100} = 36143,89 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ( $C_{\Pi}$ ) включает затраты на производство ( $C_{\Pi P}$ ) и коммерческие расходы ( $P_{\kappa}$ )

$$C_{\Pi} = C_{\Pi P} + P_{\kappa} \quad (37)$$

$$C_{\Pi} = 90637410,7 + 90637,41 = 90728048,11 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 36143886,1 + 36143,89 = 36180029,99 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 11.

Таблица 11 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	500	500	
1. Материальные затраты, МЗ:	169970,5	70070,3	- 99900,2
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $Z_{\Pi P}$	4017000	615800	- 3401200
3. Технологическая себестоимость $C_{\Gamma}$ , руб.	89090000	35724200	- 53365800
4. Общепроизводственные расходы, $P_{\Pi P}$	543160,7	265711,1	- 277449,6
5. Общехозяйственные расходы, $P_{\text{ХОЗ}}$	567259,6	153975	- 413284,6
6. Производственная себестоимость, $C_{\Pi P}$	90637410,7	36143886,1	- 54493524,6
7. Коммерческие расходы, $P_{\kappa}$ ,	90637,41	36143,89	- 54493,52
8. Полная себестоимость, $C_{\Pi}$	90728048,11	36180029,99	- 54548018,12

Име. № дубл.	Подп. и дата
Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Име. № подл.	Подп. и дата

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

## 2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (днище) составляет 500 шт.

Годовая экономия ( - ) или превышение ( + ) по технологической себестоимости,  $\Delta C$  рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N, \quad (38)$$

где:  $C_{T1}$ ,  $C_{T2}$  - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

$N$  - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете годовая экономия по технологической себестоимости составит:

$$\Delta C = (89090 - 35724,2) \cdot 500 = 26682,9 \text{ тыс. руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте не превышает технологическую себестоимость в базовом варианте за счет расходов на вспомогательные материалы (сварочная проволока, газ)

Расчет годового экономического эффекта по полной себестоимости,  $\mathcal{E}_z$ , производим по формуле:

$$\mathcal{E}_z = (C_{m2} - C_{m1}) + K_n * K_{дон}, \quad (39)$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						71



где:  $K_n$  - нормативный к-т эффективности, 0,17 - 0,2;

$K_{доп}$  - дополнительные капитальные вложения в проектируемый вариант.

$$\mathcal{E}_2 = (35724,2 - 89090) + 0,17 \cdot 1314880 = 170163,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$\mathcal{E}_2 = (35724,2 - 89090) + 0,17 \cdot 5678400 = 911962,2 \text{ (проектируемый вариант).}$$

*Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб.*

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции,  $K_p$ , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц = C_n * K_p \quad (40)$$

где  $C_n$  - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

$K_p$  - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

$$Ц_1 = 181456,1 \cdot 1,3 = 235892,93 \text{ руб.}$$

$$Ц_2 = 72360 \cdot 1,5 = 108540 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по базовому и проектируемому вариантам:

$$В = Ц * N \quad (41)$$

$$В_1 = 235892,93 \cdot 500 = 117946465 \text{ руб.}$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ					Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

$$B_2 = 108540 \cdot 500 = 54270000 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий:

$$\Pi = B - C_{\Pi}, \quad (42)$$

$$\Pi_1 = 117946465 - 90728048,11 = 27218417 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 54270000 - 36180029,99 = 18089970 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли  $\Delta\Pi$  в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым:

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1, \quad (43)$$

$$\Delta\Pi = 18089970 - 27218417 = -9128447 \text{ руб.}$$

*Определение точки безубыточности* (критического объема выпуска металлоконструкций,  $N_{кр}$ ) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост.}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (44)$$

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

$C_{пост.}$  - постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий,  $C_{\Pi}$ , за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска,  $C_T$ );

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				73
	Инв. № дубл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ

Ц - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

С<sub>пер.</sub> - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

$$N_{кр1} = \frac{90728048,11 - 89090000}{235892,93 - 178180} = 28 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{36180029,99 - 35724200}{108540 - 71448,4} = 12 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R, :

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100 \quad (45)$$

$$R_1 = \frac{27218417}{90728048,11} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{18089970}{36180029,99} \cdot 100 = 49 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственно-го рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), П<sub>тр</sub>, соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{Ч_{ор}} \quad (46)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$П_{mp1} = \frac{117946465}{2} = 58973232,5 \text{ руб./чел.} = 58973,23 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$П_{mp2} = \frac{54270000}{1} = 54270000 \text{ руб./чел.} = 54270 \text{ тыс. руб./чел.}$$

где: В - выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

Ч<sub>ор</sub> – численность производственных рабочих, чел.

*Расчет срока окупаемости капитальных вложений, T<sub>ок</sub> :*

$$T_o = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi} \quad (47)$$

где: ΔK<sub>д</sub> – дополнительные капитальные вложения, руб.;

ΔΠ - изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.

$$T_o = \frac{5678400}{-9128447} = - 0,6 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы (12), которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

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

Таблица 12 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	500	500	
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	117946465	54270000	- 63676465
3	Капитальные вложения, К	руб.	1314880	5678400	4363520
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, С <sub>т</sub>	руб.	89090000	35724200	- 53365800
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С <sub>п</sub>	руб.	90728048,11	36180029,99	- 54548018
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	27218417	18089970	- 9128447
7	Годовой экономический эффект, Э <sub>г</sub>	руб.	170163,8	911962,2	741798,4
8	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	2	1	-1
9	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П <sub>тр</sub>	тыс.р уб./чел.	58973,23	54270	- 4703,23
10	Рентабельность продукции, R	%	30	49	19
11	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т <sub>ок</sub> )	лет	-0,6		
12	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	28	12	-16

**Вывод:**

Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестои-

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						76

мость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 1 человека.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата				Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.			Дата	Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата	Изм.	Лист	

### 3 Методическая раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки детали «Днище» химического аппарата. В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую сварку неплавящимся электродом на механизированную с погружным неплавящимся электродом в защитных газах. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 6-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности «Электросварщик ручной дуговой сварки» 6-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать краткосрочную программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести переобучение в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

#### Анализ квалификационных характеристик

Квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для разных квалификационных разрядов содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике (ЕТКС) работ и профессий [ ].

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изучены квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик ручной дуговой сварки» 6-го разряда

«Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го и 6-го разрядов.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 6-го разряда

Электросварщик ручной дуговой сварки 6-го разряда

**Характеристика работ.** Ручная дуговая и плазменная сварка сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из различных сталей, цветных металлов и сплавов. Ручная дуговая и газэлектрическая сварка сложных строительных и технологических конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками, и конструкций сложной конфигурации. Сварка экспериментальных конструкций из металлов и сплавов с ограниченной свариваемостью, а также из титана и титановых сплавов. Сварка сложных конструкций в блочном исполнении во всех пространственных положениях сварного шва.

**Должен знать:** конструкцию обслуживаемого оборудования; разновидности титановых сплавов, их сварочные и механические свойства; виды коррозии и факторы, вызывающие ее; методы специальных испытаний свариваемых изделий и назначение каждого из них; схемы откачных систем камер с контролируемой атмосферой; основные виды термической обработки сварных соединений; основы металлографии сварных швов.

Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах 6-го разряда

**Характеристика работ.** Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубо-

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

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



проводов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, в том числе титановых, на универсальных многодуговых и многоэлектродных автоматах и полуавтоматах, а также на автоматах, оснащенных телевизионными, фотоэлектронными и другими специальными устройствами, автоматических манипуляторах (роботах). Механизированная сварка с использованием плазмотрона строительных и технологических конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками, и конструкций сложной конфигурации при выполнении сварных швов в потолочном положении и на вертикальной плоскости. Сварка экспериментальных конструкций из металлов и сплавов с ограниченной свариваемостью. Сварка конструкций в блочном исполнении во всех пространственных положениях сварного шва.

**Должен знать:** конструкции электросварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и машин; электрические и кинематические схемы сложных автоматов, плазмотронов и машин, причины их наиболее вероятных неисправностей, способы их устранения; методы контроля, способы и методы испытания сварных соединений ответственных конструкций; принципиальное устройство электронных схем управления; правила обучения роботов и работы с робототехническими комплексами; разновидности сплавов, их сварочные и механические свойства; виды коррозии и факторы, вызывающие ее; основные виды термической обработки сварных соединений; основы металлографии сварных швов.

Проведя анализ квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 5-го и 6-го разрядов выявлено соответствие 6-го разряда по отношению к проектируемой технологии, а также установлено, что для выполнения работ по 6-му квалификационному разряду, рабочий имеющий 6-й квалификационный разряд Электросварщика ручной сварки, должен

знать:

- конструкции электросварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и машин;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

-электрические и кинематические схемы сложных автоматов, плазмотронов и машин, причины их наиболее вероятных неисправностей, способы их устранения

-методы контроля

-принципиальное устройство электронных схем управления;

-правила обучения роботов и работы с робототехническими комплексами

– влияние режимов сварки на геометрию сварного шва

**уметь выполнять следующие виды работ:**

-автоматическую и механизированную сварку с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, в том числе титановых, на универсальных многодуговых и многоэлектродных автоматах и полуавтоматах

-сварку на автоматах, оснащенных телевизионными, фотоэлектронными и другими специальными устройствами, автоматических манипуляторах (роботах)

-механизированную сварку с использованием плазмотрона строительных и технологических конструкций, работающих под динамическими и вибрационными нагрузками, и конструкций сложной конфигурации при выполнении сварных швов в потолочном положении и на вертикальной плоскости

- сварку экспериментальных конструкций из металлов и сплавов с ограниченной свариваемостью

- сварку конструкций в блочном исполнении во всех пространственных положениях сварного шва.

### **Анализ учебного плана переподготовки**

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 квалификацион-

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						81

ный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке 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 квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

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

Таблица 13 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 6-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		60
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	50
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		116
2.1	Упражнения по автоматической сварке на учебно-производственном участке	42
2.2	Работа на предприятии	64
	Консультации	3
	Квалификационный экзамен	7
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

### 3.1 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 переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 14 - Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для механизированной сварки	3
2	Стандартное механическое оборудование	3
3	Оборудование для сварки погруженным неплавящимся электродом в защитных газах	8
3.1	Устройство и основные узлы сварочных автоматов	3
3.3	Сварочные автоматы	3
3.4	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология механизированной сварки погруженным неплавящимся электродом в защитных газах	12
4.1	Особенности сварки погруженным неплавящимся электродом в защитных газах	8
4.2	Режимы механизированной сварки погруженным неплавящимся электродом в защитных газах	7
4.3	Механическое оборудование, для сварочных работ погруженным неплавящимся электродом в защитных газах	3
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Охрана труда	2
	Итого:	60

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии произ-

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						83

водства, 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 переподготовки и учета требований работодателей

### 3.2 Разработка плана - конспекта урока

Выбранный раздел предмета «Спецтехнология» - «Оборудование для сварки погруженным неплавящимся электродом в защитных газах».

Тема урока : «Устройство, принцип работы и характеристики головки ГСПД – 1М»

#### Цели занятия:

**Обучающая:** Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, их назначении и принципе работы.

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

**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: – плакат «Сварочный автомат АРК 2», «Сварочная головка ГСПД-1М»– учебники:

Долотов- Б. И. «Основы сварки погруженным электродом», 1988 г., [2]  
В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки»1997г;

#### Структура урока:

1. Организационный момент;

Инв. № подл.	Подп. и дата						Лист	
								84
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № дубл.	Подп. и дата							
Взам. инв. №	Подп. и дата							

2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний.

Основные вопросы для повторения:

- 1) Для чего предназначен сварочный комплекс СКПД 2500 ?

Эталон ответа: Сварочный комплекс СКПД 2500 предназначен для сварки продольных и кольцевых швов неплавящимся погруженным электродом изделий из конструкционных, жаропрочных, нержавеющей сталей, титановых и алюминиевых сплавов.

- 2) Что входит в состав комплекса СКПД 2500 ?

Эталон ответа: В состав комплекса СКПД–2500 входят: радиально консольный автомат АРК–2, сварочная головка ГСПД–1М, манипулятор, система управления (СУ), выпрямитель ВСВ–2500.

- 3) Какие режимы работы обеспечивает система управления (СУ) комплекса СКПД 2500 ?

Эталон ответа: Система управления (СУ) обеспечивает работу комплекса СКПД 2500 в не скольких режимах: «Ручное управление», «Программирование», «Автоматический».

5. Изложение нового материала

6. Подведение итогов занятия

7. Выдача домашнего задания

Организация урока, этапы, время их проведения, содержание учебного материала, описание учебных действий представлены мною в виде плана-конспекта урока.

План- конспект урока по предмету «Спецтехнология» на тему: «Устройство, принцип работы и характеристики головки ГСПД – 1М»

План – конспект урока представлен в таблице 15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
											85

Таблица 15 - План- конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 мин.	Здравствуйтесь, ребята! Прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 мин.	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для сварки погруженным неплавящимся электродом в защитных газах» Тема занятия: «Устройство, принцип работы и характеристики головки ГСПД – 1М». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочной головки, ее назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 мин.	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Для чего предназначен сварочный комплекс СКПД 2500 2. Что входит в состав комплекса СКПД 2500 3. Какие режимы работы обеспечивает система управления (СУ) комплекса СКПД 2500	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 35 мин.	Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение, состав и основные характеристики сварочного автомата АРК 2; – Устройство, принцип работы и основные характеристики сварочной головки ГСПД-1М; По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам. В настоящее время широко применяется механизированная сварка. Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы, записываем основные моменты.

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	<p><b>Автомат радиально консольный АРК 2</b> - предназначен для дуговой сварки неплавящимся вольфрамовым электродом в среде защитных газов на постоянном и переменном токе. Автомат состоит из основания с фундаментной плитой, колонны, консоли, самоходной каретки, сварочной головки и шкафа управления.</p>  <p>Плакат - Автомат АРК 2</p> <p>АРК–2 — радиально консольный автомат с выдвигной консолью, на котором закреплена сварочная головка ГСПД–1М. Благодаря электромеханическим механизмам поворота на 350° и вертикальному перемещению консоли автомат может обслуживать несколько сварочных постов. Конструкция предусматривает рабочий ход сварочной головки, равный 2000 мм. Безлюфтовый механизм погружения электрода обеспечивает высокую стабильность поддержания напряжения дуги.</p> <p><b>Сварочная головка ГСПД-1М</b></p> <p>– предназначена для автоматической сварки погруженным неплавящимся электродом круговых, кольцевых и продольных швов. Аппарат предназначен для сварки нержавеющей стали, алюминия, алюминиевых и титановых сплавов с помощью непрерывно горящей дуги постоянного тока в среде аргона, гелия или их смеси. Наибольшая толщина соединяемых материалов — 40 мм.</p>	<p>Давайте разберемся что представляет собой сварочный автомат</p> <p>Показываю плакат с общим видом автомата. Показываю составные части, объясняю принцип работы</p> <p>Прошу учащихся зарисовать автомат</p> <p>Переключаю внимание от консоли автомата к сварочной головке, рассказываю ее назначение</p>

Изн. № подл.	
Подп. и дата	
Изн. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



Продолжение таблицы 15

1	2	3
	 <p data-bbox="464 1055 1007 1093">Плакат – Сварочная головка ГСПД-1М</p> <p data-bbox="392 1133 1126 1570">Аппарат реализует корневой способ сварки, при котором провар шва осуществляется в направлении от корня к верху. Поднимаясь вверх, электрод постоянно находится в расплавленном металле, что обеспечивает высокое качество соединения заготовок большой толщины. Без разделки кромок и применения присадочного материала аппарат позволяет производить одностороннюю сварку. Максимальный сварочный ток составляет 2000 А. В связи с малым количеством требуемых проходов трудоемкость работ, выполняемых корневой сваркой, существенно ниже, чем при других способах.</p> <p data-bbox="392 1610 1126 1794">В ГСПД-1М используются вольфрамовые электроды диаметром 8 или 10 мм. Система управления обеспечивает защиту электрода от расплавленного металла ванны при погружении. Длина погруженного электрода — 22 мм.</p> <p data-bbox="392 1834 1126 1939">Приводы вертикального перемещения электрода и горизонтального перемещения консоли оснащены фотодатчиками обратной связи по положению. Скор</p>	<p data-bbox="1150 465 1445 714">Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом сварочной головки и начинаем разбирать основные части</p> <p data-bbox="1150 1126 1445 1346">Объясняю устройство, принцип работы, характеристики, бегло прохожусь по используемым электродам</p> <p data-bbox="1150 1603 1445 1928">Рассказываю о процессе управления сварочной головкой, по мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы. Записываем основные моменты.</p>

Ивл. № подл.	
Подп. и дата	
Ивл. № дубл.	
Взам. ивл. №	
Подп. и дата	
Ивл. № подл.	

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

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	<p>ость перемещения электрода в поперечном и вертикальном направлении составляет 1–5 мм/с. В режимах регулировки тока (РТ) и напряжения (РН) управление процессом сварки осуществляется программно в соответствии с заданными алгоритмами.</p> <p><b>Система управления установки</b> - включает логический программируемый контроллер семейства DL-205. Контроллер выполняет все функции управления технологическим процессом сварки, обеспечивает анимацию процесса, цифровую и графическую визуализацию параметров процесса (ток, напряжение дуги, глубина погружения электрода, скорость сварки), документирование параметров процесса сварки.</p> <p>В процессе сварки погруженным электродом из-за возмущений (изменение теплопередачи, ширины зазора в стыке и других) возможно изменение длины дуги. Это приводит к нарушению стабильности процесса.</p> <p>Для индикации параметров процесса сварки и средств управления применяется сенсорная панель EZTouch Panel</p> <p>Конструктивно система управления включает электрический шкаф управления; пульт сварщика, пульт ручного перемещения,</p> <p>Система управления обеспечивает работу установки в нескольких режимах: «Ручное управление», «Программирование», «Автоматический». Режим «Ручное управление» реализован на базе контроллера и обеспечивает безопасную эксплуатацию комплекса с соблюдением всех блокировок. Режим «Программирование» обеспечивает просмотр, ввод и редактирование программ сварки с любым количеством кадров. Оператор имеет возможность многократного доступа к любому параметру и визуального контроля программы. Хранение программ организовано на жестком диске компьютера. Автоматический режим обеспечивает реализацию циклограммы процесса сварки погруженным электродом, программное управление скоростью сварки, поддержание длины дуги.</p> <p>При аварии предусмотрен автоматический отвод электрода из сварочной ванны вверх.</p>	<p>Перехожу к системе управления установкой</p> <p>Объясняю принцип работы системы управления</p>

Име. № подл.	
Подп. и дата	
Взам.име. №	
Име. № дубл.	
Подп. и дата	

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

Окончание таблицы 15

1	2	3
Подведение итогов занятия 10 минут	Теперь давайте проверим что вы усвоили по пройденной теме. Должны знать: что представляет собой сварочный автомат АРК 2, принцип работы головки ГСПД-1М. Запишем домашние задание, повторить материал Долотов- Б. И. «Основы сварки погруженным электродом», 1988 г., стр 24 – 29	Провожу фронтальный опрос обучающихся, все ли им понятно по данной теме. Разбираем домашние задание, что нужно повторить к следующей теме.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 4 Безопасность и экологичность проекта

### 4.1 Безопасность труда

В данном разделе проекта освещаются вопросы безопасности работы на производстве. Человек как на производстве, так и вне его сталкивается с опасными факторами (техническими, антропогенными и др.).

Прогресс ведет к усложнению системы взаимодействия между человеком и техникой, поэтому с усложнением техники параллельно следует рассматривать вопросы обеспечения безопасности производства, его влияния на природную среду и организм человека, а также уделять внимание прогнозированию, разработке мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для предприятия важно увеличить прибыль, а для этого нужно повышать объем и качество продукции, что подразумевает повышение культуры производства, проработку структуры технологического процесса, внедрение передового оборудования и новейших методов обработки..

В процессе эксплуатации технологического оборудования в атмосферный воздух выбрасываются: пыль неорганическая до 20% SiO<sub>2</sub>, железа оксид, пыль абразивная, взвешенные вещества, хром шести валентный, марганец, кислота азотная, кислота ортофосфорная, водород фтористый, кислота серная.

Практически при всех видах сварки присутствуют такие опасные факторы, как пыль, газ, световое излучение, высокая температура, тепловое и ультрафиолетовое излучения. Открытая сварочная дуга, нагретый металл изделия, брызги жидкого металла создают опасность ожогов и повышают опасность возникновения взрыва и пожара. Также вредными факторами являются вибрации от движущихся частей механизмов и создаваемый ими шум, существует опасность поражения током.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	Име. № подл.	Лист

#### 4.1.1 Характеристика условий труда

Сборка и сварка днища химического аппарата состоящего из сплава ВТ6 производится в одном цехе. Площадь цеха составляет 7297 м<sup>2</sup>. Объем производственного помещения составляет 60051 м<sup>3</sup>. Количество работающих – 137 человек.

Площадь, приходящаяся на одного работающего, фактически 53 м<sup>2</sup> / норма 4,5 м<sup>2</sup> [21]

Объем помещения, приходящийся на одного работающего, фактически 430 м<sup>3</sup>/норма 25 м<sup>3</sup> [21]

При выполнении сварочных работ рабочие подвергаются воздействию многочисленных вредных и опасных факторов, которые могут привести к получению травм, а также возникновению профессиональных заболеваний:

- механическое травмирование;
- возникновение пожара;
- шумы и вибрация;
- запыленность;
- загазованность;
- поражение электрическим током;

излучение

#### 4.1.2 Условия труда

##### *Воздух рабочей зоны*

В базовой технологии сварка днища представлена ручной дуговой сваркой в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом с присадочной проволокой СПТ2, в проектируемой технологии используются те же материалы за исключением присадочной проволоки, что влечет за собой уменьшение вы-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						92

бросов вредных веществ. Исходя из этих данных все вопросы касающиеся защитных мер по безопасности труда будут рассмотрены применительно к проектируемой технологии подразумевающей автоматическую сварку.

Автоматическая сварка в проектируемом варианте сопровождается выделением аэрозоля, содержащего мелкодисперсную твердую фазу и газы. Интенсивность выделений зависит от характеристики процесса, марки сварочных материалов и свариваемого металла. При этом определяющее влияние оказывает состав сварочного материала. В состав аэрозоля в различных сочетаниях входят соединения титана, марганца, никеля, хрома и других веществ, а также газы (оксиды азота, оксид углерода, аргон, гелий озон).

#### *Защита от отравлений вредными газами, пылью и испарениями*

Сварочная пыль представляет собой аэрозоль взвешенных частиц, оксидов металлов и минералов в газовой среде. Вредные вещества, присутствующие на рабочем месте сварщика:

- оксиды азота;
- оксид углерода;
- хроматы, бихроматы.
- оксид титана;

. Наиболее вредными из них являются соединения оксид титана, оксиды углерода и азота. В таблице (16) рассмотрены ПДК веществ в воздухе, которые допускаются на рабочем месте по ГОСТ 12.1.005-88\* [9]. Проектом предусмотрена общая механическая приточно-вытяжная вентиляция и местная вытяжная вентиляция. Вентиляция обеспечивает параметры микроклимата, а также приток свежего воздуха и удаление запыленного воздуха.

Вредные вещества, выделяющиеся при сварке, приведены в таблице 16

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						93

Таблица 16 - Вредные вещества, выделяющиеся при сварке

Наименование вредного вещества	$M_i$ , Т/год	ПДК* среднесуточная, мг/м <sup>3</sup>	Предельно допустимый выброс (ПДВ), т	Класс опасности вещества	$a_i$
Железа оксид	0,0098	0,0400	0,00980	3	1
Взвешенные вещества	0,0026	0,1500	0,00260	3	1
Уайт-спирит	0,0731	0,1500	0,0731	4	0.9
Хрома (IV) оксид	0,0005	0,0015	0,00005	1	1.7
Азотная кислота	0,0844	0,1500	0,0103	2	1.3
Натр едкий	0,0075	0,0127	0,00006	2	1.3
Серная кислота	0,0133	0,1000	0,01330	2	1.3
Алюминия оксид	0,1682	0,0100	0,16820	2	1.3

\*- ГОСТ 12.1.005-88\* [9]

### Микроклимат

Вентиляция и централизованное отопление обеспечивают параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88\* [9] для категории тяжести работ II б. [9]

Данные параметры приведены в таблице 17

Таблица 17 - Параметры микроклимата

Период года	Категория тяжести работ	Температура Град.С	Влажность %	Скорость воздуха, м\с
теплый	II б	20...22	40-60	0,3
холодный	II б	17...19	40-60	0,2

В цехе для отопления в холодный период времени года используются батареи с теплоносителем – водой, температура воды 70 – 80 о С.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88\* интенсивность теплового облучения не должна превышать 140 Вт/ м<sup>2</sup>.

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

Для оздоровления воздушной среды и обеспечения необходимых параметров микроклимата производственных помещений предусмотрена естественная и механическая приточно-вытяжная обще-обменная вентиляция, которая осуществляет удаление загрязненного или нагретого и подачу свежего воздуха. Загрязненный воздух через фильтры удаляется за пределы цеха. Свежий воздух также проходит фильтрацию.

Технологическое оборудование, выбрасывающее в атмосферу загрязняющие вещества (гальваническая и механическая обработки металлов, сварка), обеспечено вытяжной вентиляцией.

### *Освещенность*

В цехе предусмотрено естественное и искусственное освещение:

- естественное – это дневной свет, проходящий через окно, верхние световые проемы;
- искусственное – это газоразрядные лампы и лампы накаливания;
- комбинированная система состоит из общего и местного освещения.

В проекте выполняются работы средней точности. Категория зрительных работ разряда III б. Нормируемое значение освещенности 300 люкс в соответствии с СНиП 23-05-95\* [10]

Рабочее освещение создает освещенность на рабочем месте сварщика не менее 300 люкс. Аварийное освещение создает освещенность в 10% от рабочей освещенности. Эвакуационное освещение предусмотрено вдоль основных проходов.

### *Защита от излучений*

Основным источником электромагнитных излучений в сборочно-сварочном цехе являются токоведущие части действующих электроустановок, источники пи-

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						95



тания и сварочная дуга. Источником ультрафиолетового, светового излучения также является сварочная дуга.

Согласно ГОСТ 12.1.002-84 [11]

предельно допустимый уровень напряженности воздействующего электромагнитного поля не должен превышать 25кВ/м

Для защиты от излучений в сборочно-сварочном цехе при сварке проектом предусмотрены следующие средства защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 [12] и ГОСТ 12.3.004-75 [13]

- светофильтры марок С-6, С-7 по ГОСТ 12.4.011-89 [12] в качестве индивидуальных средств защиты

- специальная одежда и ботинки для сварщиков.

#### *Защита от шума*

Источниками шума в сборочно-сварочном цехе являются, электромостовые краны, самодвижущиеся тележки, сварочные аппараты, источники питания для сварки.

Допускаемое значение шума на постоянных рабочих местах регламентируется ГОСТ 12.1.003-2014 [14]

На участке сварки уровень шума не должен превышать нормируемый уровень – 80 дБ(А) [14]

Для снижения шума в сборочно-сварочном цехе проектом предусмотрены следующие методы звукоизоляции и звукопоглощения:

- источники питания звукоизолированы в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 [15]

- акустическая обработка помещений. Части внутренних поверхностей ограждений в помещениях для сварочных работ облицовываются звукопоглощающими материалами в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 [15]

#### *Защита от вибраций*

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ

Источниками вибраций в сборочно-сварочном цехе являются:

- установки и агрегаты для сварки;
- ручной механизированный инструмент;
- конструкции воздухопроводов;
- транспортные средства.

На участке сварки фактический уровень локальной вибрации не должен превышать нормируемого уровня локальной вибрации – 109 дБ в соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 [16]. Уровень общей вибрации на участке сварки не должен превышать нормируемого уровня общей вибрации – 92 дБ в соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 [16].

С целью уменьшения уровня вибрации в сборочно-сварочном цехе при сборке и сварке проектом предусмотрены следующие методы:

- оборудование, являющееся источником вибрации, устанавливается на массивном фундаменте;
- гибкие вставки и упругие прокладки в конструкциях воздухопроводов.

#### *Защита от механического травмирования*

Возможные механические опасности: движущиеся машины, подвижные части производственного оборудования, перемещающиеся изделия и заготовки, острые кромки и заусенцы на поверхности заготовок и оборудования, наличие приямка.

Проектом предусмотрена защита обслуживающего персонала от механического травмирования:

- - защитные ограждения по ГОСТ 12.2.003-91 [17]
- движущиеся части установки закрываются специальными – кожухами, устанавливаются конечные выключатели, блокировки;
- применение средств индивидуальной защиты – защитные перчатки, каски.

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
						97

## *Электробезопасность*

По опасности поражения электрическим током помещение является особо опасным ПУЭ - 7 [18]

Все промышленное оборудование работает от сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 380 В. Для предупреждения поражения током и обеспечения безопасности проектом предусмотрены следующие средства защиты:

- заземление, сопротивление 4 Ом, что соответствует ГОСТ 12.1030– 2001 [19]
- зануление;
- изоляция токоведущих частей и оградительные устройства;
- применение низкого напряжения в цепях управления.
- разделение сетей

## *Пожарная безопасность*

Согласно НПБ 105-95 [20] помещение относится к категории «Г»  
Степень огнестойкости здания – I, СНиП 2.08.02-89 [10]

Возможные причины возникновения пожара:

- короткое замыкание электрической цепи;
- самовозгорание обтирочного материала (ветоши);
- возгорание материалов вследствие неправильного хранения горючих веществ на рабочем месте.

Для обеспечения пожарной безопасности проектом предусмотрены следующие средства пожаротушения:

- пожарные краны, укомплектованные двумя рукавами и двумя стволами;
- пожарный щит, укомплектованный огнетушителем ОП-10, ведром, багром, ломом, совковой лопатой, топором и ящиком с песком объемом 0,2 м<sup>3</sup>;
- ящики с песком, укомплектованные совковой лопатой;

Подп. и дата									
Инв. № дубл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
									Лист
									98
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ДП 44.03.04.551 ПЗ

-асбестовые одеяла;

- передвижной огнетушитель ОВП-100;

- для тушения электроустановок и электрооборудования проектом предусматривается использование углекислотных огнетушителей марок ОУ-2 и ОУ-5.

Для обеспечения своевременной эвакуации людей проектом предусмотрены следующие пути эвакуации;

- ширина центрального прохода 4 метра;

- максимальное удаление от выхода 25 метров;

- ширина проходов между сварочными установками 2 метра;

- число эвакуационных выходов –1, шириной не менее 1,5 метра (ворота). Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания.

Резюме:

Таким образом проект выполнен в соответствии с требованиями нормативных документов и внедрение его позволит снизить функциональную нагрузку на организм работающих а также обеспечивает достаточную безопасность для оператора сварочной установки за счет приведенных выше защитных мер.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам.име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата						Лист
										99
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ					

## 4.2 Глобальные экологические проблемы современности

Среди всех видов антропогенного загрязнения именно химическое загрязнение атмосферы представляет наибольшую опасность для природных экосистем и человека. По расчетам специалистов, в настоящее время в окружающей среде содержится более 4 млн. химических соединений, причем их список ежегодно пополняется еще 250 тыс. новых веществ. Многие из них небезопасны для человека, поскольку обладают разной степенью токсичности.

В настоящее время объемы выбросов вредных веществ в атмосферу сравнимы с их поступлением в нее в результате естественных процессов. Причем наиболее опасны те воздействия человека на атмосферу, которые приобрели значение глобальных или имеют тенденцию перерастания в них.

По объему выбросов химических веществ в атмосферу лидируют такие химические вещества, как двуокись углерода, промышленная пыль, моноокись углерода, летучие углеводороды, окислы серы, окислы азота и другие вещества.

Многие загрязняющие вещества, особенно в виде аэрозолей, могут переноситься в атмосфере на чрезвычайно большие расстояния. Это загрязнение не имеет национальных границ, а носит глобальный характер. Загрязняющие вещества нередко обнаруживаются на расстояниях, отдаленных от источника загрязнения на сотни и даже тысячи километров.

В проекте предусмотрена сварка в среде защитного газа. Сварка в среде защитных газов – один из самых производительных способов сварки, но с позиции экологии, он так же является одним из самых вредных способов. В процессе автоматической сварки в сварочной ванне происходят металлургические процессы, продукты реакций которых попадают в окружающую атмосферу в виде токсичных газов и металлической пыли.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ				
					Лист				

#### 4.2.1 Анализ связей технологического процесса с экологическими системам

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления сборки и сварки днища химического аппарата. Применение разработанного технологического процесса вызывает появление дополнительных различных видов отходов по сравнению с технологическим процессом при РДС. Общий вид отходов, возникающий при автоматической сварке сплава ВТ6 в среде защитного газа представлен на рисунке 14.

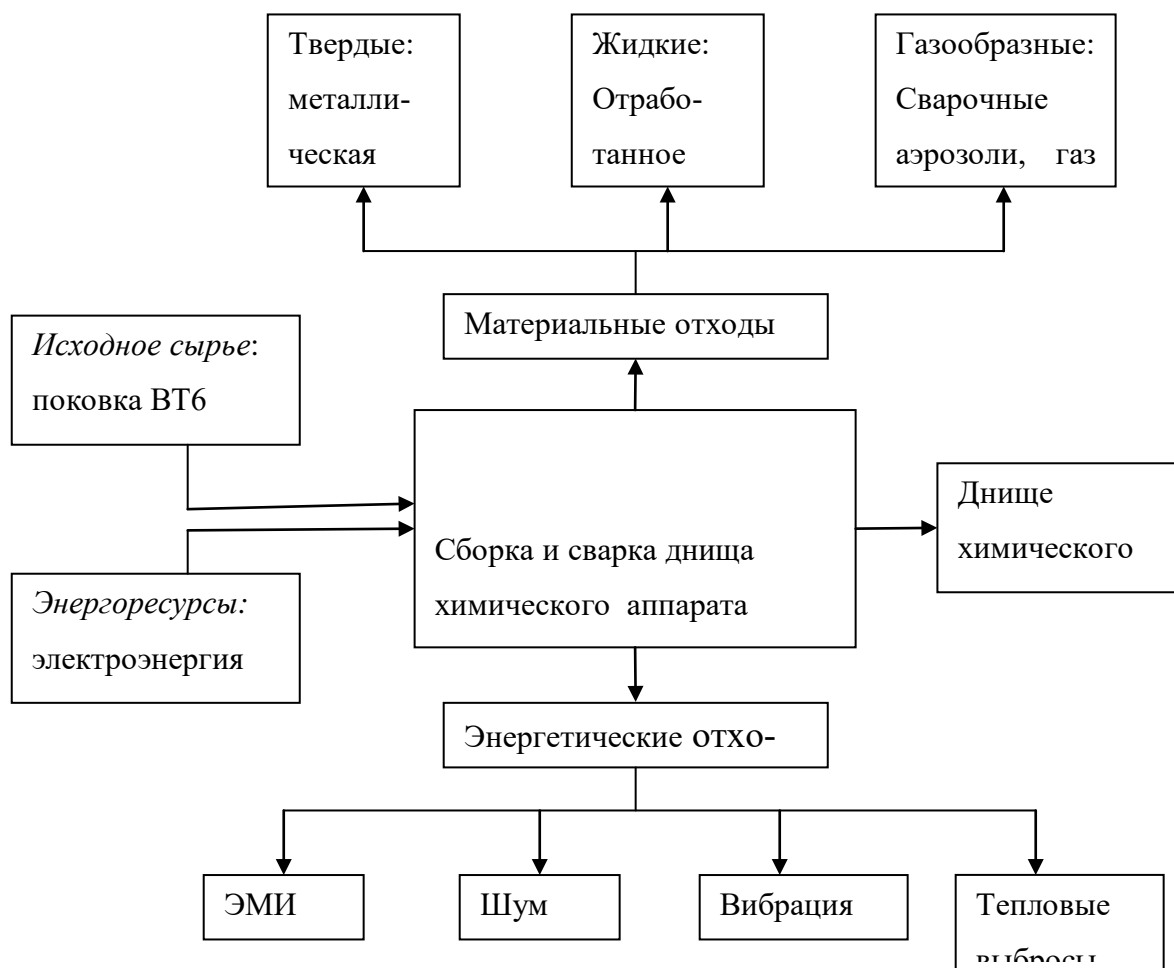


Рисунок 14 - Связи технологического процесса технического контроля с внешней средой

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

Для осуществления цели дипломного проекта основным сырьем является поковка ВТ6. В качестве энергоресурса используется электроэнергия постоянного тока. В ходе технологического процесса сварки образуются следующие виды отходов: материальные и энергетические, к которым в частности относятся ультрафиолетовое и инфракрасное излучения.

Виды отходов, возникающие в процессе изготовления сварной конструкции:

- Материальные: твёрдые (металлическая пыль), жидкие (вода, отработанное масло), газообразные (Сварочные аэрозоли, газ CO<sub>2</sub>);
- Энергетические: ЭМИ, шум, вибрация, тепловые выбросы.

Виды отходов, возникающие в процессе изготовления корпуса днища представлены в таблице 18

Таблица 18 - Виды отходов при изготовлении днища химического аппарата.

№ п/п	Операция	Материальные отходы	Энергетические отходы
1	Получение материала доставка кран-балкой на заготовительный участок	-	Тепловой выброс
2	Обработка деталей: чистка, правка	Металлическая пыль, вода, отработанное масло	Тепловой выброс, шум, вибрация, ЭМИ
3	Сборка и сварка конструкции	Металлическая пыль, сварочные аэрозоли, газы	Тепловой выброс, световое, ультрафиолетовое излучение, шум вибрация

Источниками формирующими каждый из приведенных видов отходов, являются:

- Работа кран-балки – расходуется электроэнергия в двигателе, кнопочной станции, в проводах, в тормозах. При расходе электроэнергии выделяется

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист

тепловая энергия в этих элементах которая нагревает окружающую среду – тепловой выброс.

- При зачистке под сварку деталей, а также последующей обработке сварных швов возникают отходы в виде вибрации, шума, пыли, тепловые выбросы.
- В процессе сварки электрическая сварка дает тепловой эффект, инфракрасное, ультрафиолетовое и световое излучение. Работа подающего двигателя дает тепловой выброс и ЭМИ. Дуга и источник питания электрического тока дают тепловой, ЭМИ и шумовой эффект – все это энергетические отходы. Так же имеют место и материальные отходы при сварке – металлическая пыль, сварочные аэрозоли, газы.
- Анализ технологического процесса сварки днища химического аппарата, свидетельствует о его не замкнутом характере, так как все выше перечисленные отходы попадают непосредственно в атмосферу, ухудшая ее состояние, и в конечном счете эти отходы влияют на состояние людей, животных, растительный мир, то есть на экологию.

#### 4.2.3 Основные требования экологизации проекта

Основной источник выделения вредных веществ в окружающую среду – сварочная дуга. Непосредственно вблизи ее концентрация вредных веществ очень высока. Далее конвективный поток эти вещества выносит воздух помещения и повышает общий фон загрязнения окружающей среды. В зоне дыхания сварщика содержание вредных компонентов сварочного аэрозоля значительна (7-10 раз) превосходит ПДК. Придельная допустимая концентрация (ПДК) веществ в воздухе рабочей зоны сварщика представлена в таблице 19

Ив. № подл.		Подп. и дата		Ив. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Ив. № инв.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ						Лист



Таблица 19 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика и атмосферы

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	
	Рабочей зоны по ГОСТ 12.01.005-88	Атмосферы ГН 2.1.6.1338-03
Хроматы, бихроматы	0,01	0,01
Оксид Cr (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,00	0,2
Титан и его двуоксид	10,00	0,5
Вольфрам	6,00	0,15
Двуоксид кремния аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10-60%	2,00	0,03
Двуоксид азота	2,00	0,04
Озон	0,10	0,03
Оксид углерода	20,00	3

#### 4.2.4 Основные характеристики технологического проекта

Основные характеристики технологического проекта представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Основные характеристики технологического проекта

Показатели	Ед.изм	Количество
1	2	3
<b>Сырье:</b>		
1. Сплав ВТ6	т/год	150
2. Защитный газ Гелий	т/год	10
3. Защитный газ Аргон	т/год	20
<b>Энергия</b>		
1. Электроэнергия	млн. кВт*ч	0,8

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

Окончание таблицы 20

1	2	3
<b>Продукция</b>		
1. Днище	т/год	30
<b>Отходы материальные:</b>		
1. Металлическая пыль	т/год	0,2
2. Сварочные аэрозоли, газы:		
1) Хроматы, бихроматы	т/год	0,0001
2) Оксид Cr (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	т/год	0,5
3) Титан и его двуоксид	т/год	5
4) Вольфрам	т/год	0,3
5) Двуоксид кремния в виде аэрозоля	т/год	0,1
6) Двуоксид азота	т/год	0,1
7) Озон	т/год	0,05
8) Оксид углерода	т/год	2
3. Вода, отработанное масло	т/год	10

Для утилизации тепловых выбросов возможна установка на вытяжной вентиляции после очистительных фильтров отвода теплого воздуха для обогрева каких-нибудь вспомогательных не отапливаемых помещений, путем пропуска этого воздуха через радиатор. Это исключит тепловой выброс в атмосферу.

Так же можно устанавливать источники питания сварочной дуги согласно требуемой мощности, устанавливать принудительную систему воздухообмена (вентиляции) для ограничения выбросов (аэрозоли, пары) из рабочей зоны (системы приточно-вытяжной вентиляции с очисткой загрязненного воздуха

Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки представлены в таблице 21.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист

Таблица 21 - Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки

Предложенные мероприятия	Вредные выбросы до выполнения мероприятий	Вредные выбросы после выполнения мероприятий
Установка источников питания сварочной дуги согласно требуемой мощности	Температура окружающей среды в районе сварочного поста выше, чем по цеху на 4 градуса (18-20 градуса)	Средняя температура в районе сварочного поста в пределах нормы
Сборка металлической пыли в местах чистки листов и шлаков от сварки и переплав ее на литейном участке	Эта пыль выбрасывалась в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	В результате переплавки металлической пыли и шлаков от сварки, увеличится выход чистого металла на 1%, идущего на изделие.
1)Установка принудительной системы воздухообмена (вентиляции) для ограничения выбросов (аэрозоли, пары) из рабочей зоны (системы приточно-вытяжной вентиляции с очисткой загрязненного воздуха). Для очистки от газа и пыли используют поворотный воздухоприёмник лиот-1. 2)Для очистки вредных при месей используют Гидрофильтр SMOKI JUNIOR 200 3)Ввести очистку загрязненного воздуха перед выбросом в атмосферу абсорбционным способом путем установки соответствующего оборудования.	Общещеховая приточно - вытяжная вентиляция.	Чистота окружающей территории (рабочей зоны).

В части дипломного проекта отвечающей за экологическую безопасность разработаны мероприятия по ограничению выбросов в процессе сварки изделия,

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист

откуда следует, что количество вредных выбросов в атмосферу уменьшится, а природные ресурсы будут использоваться экономично. Таким образом, рекомендуемые к внедрению мероприятия позволят сделать данный технологический процесс по сварке днища химического аппарата, более экономичным и ресурсосберегающим.

Ине. № дубл.		Ине. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Подп. и дата		Ине. № подл.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ					Лист	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем дипломном проекте разработана технология и подобрано оборудование для сборки и сварки неплавящимся электродом погруженной дугой в инертных газах днища химического аппарата. Была заменена ручная аргонодуговая сварка на автоматическую.

Выполнен сравнительный анализ технико-экономических показателей базовой и проектируемой технологии сварки днища химического аппарата.

Разработана краткосрочная программа переподготовки “Электросварщиков ручной сварки” 6 разряда на “Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах” 6 разряда. Разработан учебный план переподготовки “Электросварщиков ручной сварки” 6 разряда на “Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах” 6 разряда.

Разработан тематический план на основании анализа квалификационной характеристики “Электросварщиков ручной сварки” и “Электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах”. План-конспект урока по предмету «Спецтехнология» на тему: «Устройство, принцип работы и характеристики головки ГСПД – 1М» .

Проработаны вопросы безопасности и экологичности проекта.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.

2 Долотов, - Б. И. Основы сварки погруженным электродом: Учебное пособие для студентов вузов (гриф УМО) / Б. И. Долотов. Комсомольск-на-Амуре: Хабаровский политехнический институт, 1988. — 57 с.

3 Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки [Текст] : учеб. для проф. учеб. заведений / В.С. Виноградов. - М. : Высшая школа : Academia, 1997. - 320 с.

4 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А. С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М.Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.

5 Кононенко, В. Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом (Рекомендации для «чайников»). – Киев: ТОВ «Ника-Принт», 2007. – 266 с.

6 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон. дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog> . – Загл. с экрана

7 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.

8 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.

9 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]. – Введ. 2008. – М.: Стандарт информ, 2008. – 78 с.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № подл.	ДП 44.03.04.551 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

10 СНиП 23-05.95\* ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ. – Введ. 1996-01-01. – М.:1995– 28 с.

11 ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002

12 ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Введ. 1990-07-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1989. – 39 с.

13 ГОСТ 12.3.004-75 ССБТ Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности Сб. ГОСТов. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2000

14 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ Шум. Общие требования безопасности – введ. 2015-11-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 45 с.

15 ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ Средства и методы защиты от шума. Классификация - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 14 с.

16 ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. – Введ.2008-07-01. – М.: Стандартиформ, 2004. – 35 с.

17 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ. 1992-01-01. – М.: Изд-во стандартов СССР, 1991. – 12 с.

18 "Правила устройства электроустановок" седьмого издания (ПУЭ-7)

19 ГОСТ 12.1030– 2001 ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление, зануление . – 12 с.

20 НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 2003-08-01.- М.: МЧС России, 2003. – 37 с.

21 СП 2.2.1.1312—03 Санитарно-эпидемиологические правила Издательство: Введ. 2003 - ДЕАН, 2005. – 40 с,

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам.инв. №	Ив.№ дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.551 ПЗ

Лист