

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ОБЕЧАЙКИ</b>

УДК 621.81-434:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Лоскутов Л.Г.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

*Планируемые результаты обучения по ООП*

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности.
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности.
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля.

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А51

Руководитель ВКР

Л.Г. Лоскутов

Д.П. Ильященко

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП «Машиностроение»  
Д. П. Ильященко  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломной проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Лоскутову Леониду Геннадьевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки обечайки	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p align="center">Материалы преддипломной практики</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор и анализ литературы.</li> <li>2. Объект и методы исследования.</li> <li>3. Разработка технологического процесса.</li> <li>4. Конструкторский раздел.</li> <li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li> <li>6. Финансовый менеджмент.</li> <li>7. Социальная ответственность.</li> </ol>

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.8071-10.219.00.000 СБ Обечайка 1 лист (А1).  2. ФЮРА.000001.219.00.000 СБ Саморегулирующиеся роликовые опоры 1 лист (А1).  3. ФЮРА.000002.219 ЛП План участка 1 лист (А1).  4. ФЮРА.000003.219 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).  5. ФЮРА.000004.219 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1).  6. ФЮРА.000005.219 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).  7. Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Полицинская Е.В.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**


**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
310А51	Лоскутов Л.Г.		

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

**Дипломный проект**

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2020	Обзор литературы	20
17.02.2020	Объекты и методы исследования	20
17.03.2020	Расчеты и аналитика	20
17.04.2020	Финансовый менеджмент	20
20.05.2020	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2020 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А51	Лоскутову Леониду Геннадьевичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	2071701,92 руб 51254,27 руб 4356077,22 руб
2. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	упрощенная 13% 32,8%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Определение капитальных вложений
2. Расчет составляющих себестоимости
3. Расчет количества приведенных затрат

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	К.П.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Лоскутов Л.Г.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10A51	Лоскутову Леониду Геннадьевичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки обечайки на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></li> </ul>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>



<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Лоскутов Л.Г.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 108 страниц, 4 рисунка, 27 таблиц, 44 источника, 3 приложения, 7 листов графического материала.

Ключевые слова: обечайка, сварка под флюсом, инверторный преобразователь, комплекс автоматической сварки под слоем флюса, дуговая сварка плавлением.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки обечайки для вновь строящихся объектов предприятия, в результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

Целью работы является: разработка технологии сборки и сварки обечайки из стали 12х18н10т-М2б, диаметром 1200 мм и толщиной стенки 12 мм автоматической сваркой под слоем флюса. В процессе исследования проводились расчет параметров режима сварки, прогнозирование химического состава и свойств сварного шва, определение расхода сварочных материалов. В результате исследования был произведен подбор сварочного оборудования, сварочной проволоки, флюса по полученным результатам. Область применения: сборка и сварка обечайки работающей в агрессивных средах.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и КОМПАС–3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

## Abstract

Final qualifying work 108 pages, 4 drawings, 27 tables, 44 sources, 3 applications, 7 sheets of graphic material.

Key words: shell, submerged arc welding, inverter Converter, The complex of automatic welding under flux, fusion arc welding.

Relevance of work: in this final qualification work, the design of the assembly-welding section of the shell is designed.

The purpose of the work is: development of technology for assembling and welding of the shell made OF 12x18n10t-2Mb steel and 12mm wall thickness by automatic welding under a layer of flux. During the research, the parameters of the welding mode were calculated, the chemical composition and properties of the weld were predicted, and the costs of welding materials were determined. As a result of the BYD research, the selection of welding equipment, welding wire, and flux was made based on the results obtained. Application: Assembly and welding of the shell working in aggressive environments.

The goals and objectives of the study (work): as a result of this work should get production with the highest degree of mechanisation and automation improves productivity.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 2016 and KOMPAS-3D V16 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

## Оглавление

Введение.....	15
1 Обзор литературы .....	17
1.1 Программирование автоматической установки дуговой сварки (наплавки) при ремонте магистральных газопроводов.....	17
1.2 Автоматизация сварочных процессов с использованием механического сварочного оборудования.....	18
1.3 Перспективы развития автоматической сварки под флюсом.....	20
1.4 Сварка в защитном газе, с управляемым каплепереносом методом STT .....	21
1.5 Заключение .....	23
2 Объект и методы исследования.....	24
2.1 Описание сварной конструкции .....	24
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции .....	24
2.2.1. Технологическое обеспечение геометрических размеров листовых заготовок, формирование обечаек.....	25
2.2.2 Выбор способов сварки .....	26
2.3 Методы проектирования .....	27
2.4 Постановка задачи .....	29
3 Расчеты и аналитика .....	30
3.1 Анализ исходных данных.....	30
3.1.1 Основные материалы.....	30
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки .....	34
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов.....	35
3.2 Расчет технологических режимов .....	38
3.3 Выбор основного оборудования.....	40
3.4 Выбор оснастки .....	46
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы .....	46
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование .....	47
3.6.1 Обеспечение качества сборки и сварки кольцевых стыков и корпусов аппаратов.....	48
3.7 Разработка технической документации.....	51

3.8 Техническое нормирование операций .....	52
3.9 Материальное нормирование.....	55
3.9.1 Расход металла .....	55
3.9.2 Расход сварочной проволоки.....	56
3.9.3 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс .....	56
3.9.4 Расход электроэнергии .....	56
4 Конструкторский раздел .....	58
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений .....	58
5 Проектирование участка сборки-сварки.....	63
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха .....	63
5.2 Расчет основных элементов производства .....	64
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования .....	64
5.2.2 Определение состава и численности рабочих .....	66
5.3 Пространственное расположение производственного процесса .....	67
5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха .....	67
5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха .....	69
6 Финансовый менеджмент.....	71
6.1 Финансирование проекта и маркетинг .....	71
6.2 Экономический анализ техпроцесса .....	71
6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления .....	72
6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями.....	74
6.2.3 Определение затрат на основные материалы.....	75
6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы .....	76
6.2.5 Определение затрат на заработную плату .....	76
6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих.....	77
6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала .....	78
6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию .....	78
6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух .....	79
6.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования.....	79
6.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений .....	80
6.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования .....	81
6.2.13 Определение затрат на содержание помещения.....	82

6.3 Расчет технико-экономической эффективности.....	82
6.4 Основные технико-экономические показатели участка .....	83
7 Социальная ответственность .....	85
7.1 Описание рабочего места .....	85
7.2. Законодательные и нормативные документы .....	86
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды .....	88
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке .....	96
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	96
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов.....	99
7.5 Охрана окружающей среды .....	99
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	101
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	101
Заключение .....	103
Список использованных источников .....	104
Приложение А. (Спецификация Обечайка).....	106
Приложение Б (Технологическая карта).....	108
Приложение В (Технологическая карта).....	110
Дискета CD.....	В конверте на обложке
Графическая часть.....	На отдельных листах
ФЮРА.8071-10.219.00.000 СБ Обечайка. Сборочный чертеж....	Формат А1
ФЮРА.000001.219.00.000 СБ Саморегулирующиеся роликовые опоры.....	Формат А1
ФЮРА.000002.219 ЛП План участка.....	Формат А1
ФЮРА.000003.219 ЛП Безопасность жизнедеятельности.....	Формат А1
ФЮРА.000004.219 ЛП Экономическая часть.....	Формат А1
ФЮРА.000005.219 ЛП Карта организации труда.....	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия.....	Формат А1

## Введение

Современный технический прогресс в промышленности неразрывно связан с совершенствованием сварочного производства. Сварка – высокопроизводительный процесс изготовления неразъёмных соединений, находит широкое применение при изготовлении металлургического, химического и энергетического оборудования, различных трубопроводах, в машиностроении, в производстве строительных и других конструкций.

Сварка – такой же необходимый технологический процесс, как и обработка металлов, литьё, ковка, штамповка. Большие технологические возможности сварки обеспечили её широкое применение при изготовлении и ремонте судов, автомобилей, самолётов, турбин, котлов, реакторов, мостов и других конструкций. Её применение способствует совершенствованию машиностроения и развития ракетостроения, атомной энергетике, радиоэлектронике.

На современном этапе развития сварочного производства в связи с развитием научно-технической революции резко возрос диапазон свариваемых толщин, материалов, видов сварки. В настоящее время сваривают материалы толщиной от несколько микрон (в микроэлектронике) до нескольких метров (в тяжелом машиностроении).

Сварка – экономически выгодный, высокопроизводительный и в значительной степени механизированный технологический процесс, широко применяемый практически во всех отраслях машиностроения.

Преимущество сварки перед этими процессами следующие:

- экономия металла – 10-30% и более в зависимости от сложности конструкций;
- уменьшение трудоёмкости работ, срока работ и их стоимость;
- возможность использовать наплавку для восстановления деталей;

- герметичность сварочных соединений;
- уменьшение производственного шума и улучшение условий труда.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки обечайки. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке и это важнейшая задача в современной экономической политике России.



## 1 Обзор литературы

### 1.1 Программирование автоматической установки дуговой сварки (наплавки) при ремонте магистральных газопроводов

При эксплуатации объектов газовой промышленности большое внимание уделяется диагностике и ремонту линейных частей магистральных газопроводов (ЛЧМГ). Одним из методов ремонта является сварка (наплавка) выбранного механическим способом дефектного участка. При ручной сварке (наплавке) вопросы обеспечения безопасности персонала, качества и стабильности процесса являются наиболее важными. Вывод из эксплуатации ЛЧМГ на время ремонта приводит к увеличению материальных затрат, связанных с простоем объекта и экологическими штрафами за выброс газа в окружающую среду. Применение автоматизации процесса повышает качество и стабильность процесса и позволяет вести ремонт без остановки эксплуатации газопровода, тем самым снижая затраты на его проведение.

Согласно требованиям нормативных документов основными этапами ремонта являются:

- просушка дефектного участка;
- механическая выборка зоны дефекта;
- предварительный подогрев;
- сварка (наплавка) выборки с межслойным контролем температуры;
- механическая зачистка.

В зависимости от положения места ремонта на трубе выбирается тип выборки: симметричная-на верхней и нижней четвертях трубы, несимметричная-на боковых четвертях.

Не секрет, что при сварке в среде газовых смесей сварной шов лучше формируется и приобретает аккуратный внешний вид, снижается разбрызгивание и набрызгивание металла электродной проволоки, а механические свойства металла шва повышаются. Благодаря применению

качественного смесителя газов сокращаются затраты на электроэнергию и возрастает производительность. Именно к такому классу электрооборудования относится MG2-A.

Благодаря отсутствию традиционных для такого оборудования элементов как мембраны, пружины, ротаметры и манометры, удалось достичь принципиально нового уровня потребительских характеристик, – отметил технический директор ООО «РИМ»

Среди основных преимуществ MG2-A можно отметить высокую точность смешивания, оперативность реагирования на изменение настроек – после регулировки новый состав смеси начинает поступать к месту сварки уже через 3-5 секунд, плавную регулировку соотношения газов одним движением, вне зависимости от давления в баллонах, беспрецедентную надежность, автоматическую блокировку необходимого уровня остаточного давления газа в баллонах, автоматическое включение и выключение смесителя газов при включении и выключении расхода смеси сварочным аппаратом и четырехступенчатую систему фильтрации. После модификации смесителя появилась возможность приготавливать смесь с параметрами 98% аргона + 2% углекислоты, что позволяет производить сварку нержавеющей стали полуавтоматическими сварочными аппаратами.

Сварщик сможет самостоятельно регулировать процентное соотношение газовой смеси при изменении толщины или марки стали. Помимо этого, не секрет, что качество отдельных газов всегда выше качества готовых смесей. Приобретение MG2-A – это выгодное вложение средств [1].

## 1.2 Автоматизация сварочных процессов с использованием механического сварочного оборудования

Выполнение сварочных работ связано с необходимостью использования комплекса оборудования, обеспечивающего, зачастую при

участии сварщика, получение швов заданного качества и конфигурации. На условия выполнения сварки больше, чем на какой-либо другой технологический процесс обработки металлов, влияют размеры и форма заготовок, качество и точность сборки, а также изменение в процессе работы размеров деталей вследствие тепловых деформаций. Поэтому к оборудованию, которое используется для организации сварочных работ, предъявляются многочисленные требования и уделяется огромное внимание. В состав комплекса технологически связанного между собой оборудования, обеспечивающего проведение сварочных работ, в зависимости от степени его оснащённости входят:

- источник питания и сварочный аппарат с приборами управления, регулирования процесса и электрододержателем;
- механическое и вспомогательное оборудование, предназначенное для манипулирования свариваемым изделием в процессе наложения шва и для крепления и перемещения сварочных аппаратов;
- технологические сборочно-сварочные приспособления, позволяющие осуществить быструю и точную сборку деталей под сварку, удержать их в нужном положении во время работы и предотвратить или уменьшить при этом коробление свариваемого изделия.

В каждом отдельном случае комплекс или сварочная установка может иметь все перечисленные элементы или некоторые из них. Поскольку значительное время расходуется на вспомогательные, сборочные и дополнительные работы, что снижает эффективность применения современных высокопроизводительных способов сварки, сокращение цикла производства и высокое качество сварных швов могут быть достигнуты только при комплексной механизации и автоматизации сварочных, сборочных и вспомогательных операций. Уровень комплексной механизации обуславливает наличие в составе установки технологических приспособлений, механического, вспомогательного и другого оборудования (транспортного, контрольного и тому подобного).

Как известно, установка для автоматической сварки содержит устройства для укладки, сборки и вращения свариваемого изделия, площадку для сварщика и другое оборудование. В ней механизированы, по крайней мере, две основные операции сварочного процесса: подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок. Соответственно установки, где механизирована только одна из этих операций, считаются установками для полуавтоматической сварки [2].

### 1.3 Перспективы развития автоматической сварки под флюсом

При выполнении автоматической сварки под флюсом прочностные свойства шва обеспечиваются в основном за счет легирующих элементов, содержащихся в сварочной проволоке, тогда как уровень их хладостойкости в значительной мере определяется применяемым сварочным флюсом. Достижение необходимых свойств сварных соединений контролируется использованием соответствующих материалов и технологий сварки.

Поэтому важной технологической задачей при сварке хладостойких сталей является правильный выбор сочетания сварочной проволоки, флюса и технологии сварки.

Как уже отмечалось при автоматической сварке под флюсом сварочные материалы (сочетание флюс плюс сварочная проволока) должны обеспечивать требуемый уровень:

- прочностных и пластических свойств наплавленного металла и сварного соединения;
- работы удара металла сварного соединения при испытаниях на динамический изгиб образцов типа Шарпи с V-образным надрезом при температуре эксплуатации в зависимости от категории применяемых материалов;
- диффузионно-подвижного водорода в наплавленном металле.

Многие факторы, влияющие на работу удара, в той или иной степени определяются сварочным флюсом. К применяемому сварочному флюсу предъявляется комплекс дополнительных требований по отделимости шлаковой корки, формированию сварного шва, устойчивости горения дуги под флюсом, а в некоторых случаях по количеству неметаллических включений в сварочном шве, содержанию кислорода и азота в наплавленном металле.

Плохая отделимость шлаковой корки может быть обусловлена как прилипанием шлака к поверхности металла шва, так и заклиниванием шлака кромками сварного соединения. Заклиниванию шлака способствует наличие дефектов формирования шва (подрезов, несплавлений, неблагоприятного соотношения ширины и высоты валика и пр.).

Для обеспечения низкого содержания диффузионного водорода и кислорода в металле шва, а также измельчения зерна сварка проводится на возможно низких режимах. Особенно это относится к напряжению дуги. В результате технология однодуговой автоматической сварки низколегированных хладостойких сталей является недостаточно производительной, а введение сопутствующего подогрева при сварке высокопрочных сталей больших толщин снижает привлекательность данного процесса при использовании в промышленных условиях [3].

#### 1.4 Сварка в защитном газе, с управляемым каплепереносом методом STT

Метод STT, это так называемый механизм переноса капли с помощью сил поверхностного натяжения. Он представляет собой один из разновидностей процесса переноса короткими замыканиями, который реализуется при дуговой сварки в среде защитных газов с одним важным отличием-расплавленный металл переносится за счет сил поверхностного

натяжения (относительно больших) сварочной ванны, которая втягивает в себя жидкую каплю (относительно низкие силы поверхностного натяжения) на конце проволоки. Этот вид переноса позволяет значительно сократить разбрызгивание и дымообразование в отличие от традиционных методов. Процесс прост в использовании, обеспечивает хороший контроль сварочной ванны и позволяет значительно снизить вероятность образования несплавов. Он не требует от сварщика высокой квалификации для того, чтобы выполнить качественное сварное соединение.

Процесс STT особо рекомендуется для выполнения корневых швов при сварке труб с зазором, а также для сварки тонколистового металла. Он позволяет сваривать все стали, начиная с простой углеродистой и заканчивая сплавами с высоким содержанием никеля.

Сварка корневых швов, является наиболее сложным этапом при сооружении трубопровода. Используя сварку STT, с ее возможностью управлять механизмом переноса и отличным контролем за формированием сварочной ванны, удастся значительно облегчить выполнение корневого шва.

Сварка STT относится к так называемым «холодным» процессам. Общее количество тепла выделяемое дугой значительно ниже, чем при обычной сварке в среде защитных газов, так как размер сварочной ванны меньше. Однако это не приводит к образованию таких дефектов, как несплавления, потому, что маленький размер сварочной ванны не позволяет ей убежать и она постоянно находится под контролем сварщика.

В основном сварка корня шва ведется на спуск, но возможна и сварка на подъем. При этом процесс происходит на низких скоростях подачи сварочной проволоки и характеризуется невысокой производительностью. Заполняющие и облицовочные слои могут быть также выполнены с помощью STT, однако низкие скорости наплавки замедляют процесс сварки [4].

## 1.5 Заключение

В результате обзора литературы было принято решение внедрить автоматическую сварку под слоем флюса на предприятие химической промышленности КАО «Азот» так как данный вид сварки обладает рядом преимуществ, такие как повышенная производительность, минимальное количество дефектов, минимальные материальные вложения в процессе эксплуатации, максимальная защита зоны сварки, повышенное качество сварного шва, низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва и др.

Применение автоматизации и комплексного оборудования значительно упрощает технологический процесс изготовления изделия, повышает качество продукции, обеспечивает предприятие собственными мощностями при изготовлении сварочных изделий. Внедрение комплексного оборудования для сварки под флюсом в производство должно дать большой положительный эффект.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Описание сварной конструкции

Обечайка является частью оборудования химической промышленности, изготавливается из хромоникелевой стали, одним из главных эксплуатационных качеств хромоникелевых аустенитных сталей является высокая химическая стойкость к солевым водным растворам, к щелочным и кислотным средам в широком диапазоне температур. Сочетая при этом достаточную прочность и чрезвычайно высокую пластичность, данные стали являются уникальным конструкционным материалом, применяемым во многих отраслях промышленности и народного хозяйства. Хромоникелевые аустенитные стали с точки зрения требований прочности, пластичности, отсутствия трещин и пор свариваются без ограничений. Предназначена для хранения химически активных веществ.

Обечайка в процессе эксплуатации подвергается воздействию рабочего давления, параметры давления зависят от заданных технических условий на эксплуатацию. Изделие эксплуатируется круглогодично, на открытой местности. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

Габаритные размеры изделия: 1900 мм×1200 мм.

Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.8071-  
10.219.00.000 СБ.

Масса, кг: 687 кг.

### 2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Требования, предъявляемые к изготовлению обечайки.



Заводы-изготовители и ремонтные производства должны располагать необходимым набором оборудования и оснастки, позволяющие выполнять все основные технологические операции по изготовлению и ремонту, а также обеспечивать высокое качество выполняемых работ. Поверочный и измерительный инструмент и приспособления, применяемые при выполнении контрольных операций, могут быть любого образца из числа принятых в практике аппаратостроения, при условии обеспечения требуемой точности измерения и прошедших необходимую метрологическую аттестацию и ряд других требований согласно РД 26.260.225-2001 [5], ГОСТ 5264-80 [7], ОСТ 26-291-94 [8].

2.2.1. Технологическое обеспечение геометрических размеров листовых заготовок, формирование обечаек

Обработка кромок.

Перед началом выполнения сварочных работ необходимо произвести зачистку основного металла, на ширину более 10-20 мм от ширины шва. Зачистку следует производить металлической щеткой, близкой по химическому составу по отношению к основному металлу.

Механическая разделка кромок под сварку под флюсом должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 8713-79 [6].

Разделка кромок под ручную дуговую сварку выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 5264-80 [7].

Сборка и сварка листов.

Сборку под сварку и сварку рекомендуется производить на специальных стендах, обеспечивающих необходимую точность геометрических параметров стыковых сварных соединений, в соответствии с требованиями ОСТ 26 291-94 [8].

Гибка обечаек.

Гибка листов может осуществляться на прессах (например, толстостенных обечаек), а также на специальных устройствах, конструкция которых позволяет производить гибку листа по радиусу, например, нежестких или негабаритных обечаек.

При гибке не допускается образование трещин, задиров, вмятин и закатывания в материал листа окалины, шлака, грата.

Сборка и сварка стыка.

После гибки заготовки производится предварительная сборка стыка обечайки с помощью струбцин на листогибочной машине.

Сборку стыка на прихватках рекомендуется производить на сборочных плитах или специализированных стендах и руководствоваться требованиями ОСТ 26 291-94 [8], ГОСТ 8713-79 [6].

Правка (калибровка).

Правка (калибровка) обечаек и корпусов производится с целью получения заданной геометрической формы. Овальность обечаек после правки должна находиться в пределах допусков на их диаметр в соответствии с требованиями нормативных документов [5].

### 2.2.2 Выбор способов сварки

Выбор способа и технологии сварки произведен на основе обзора литературы и с учетом требований нормативных документов, удовлетворяющих требованиям из пункта 2.2 на сварку обечайки, с учетом требований относящихся к категории опасных производственных объектов, когда к качеству сварного соединения предъявляются повышенные требования.

Ручная дуговая сварка рекомендуется для широкого диапазона толщины, марок свариваемых сталей, применительно к приварке к корпусам аппаратов следующих изделий: люков, штуцеров, фланцев, деталей

внутренних устройств, деталей арматуры и пр., а также для подварки корня шва с последующим заполнением разделки другими способами сварки.

Основным достоинством ручной дуговой сварки является: сварка в любых пространственных положениях, сварка большого вида сталей, чугуна, цветных металлов, простота и дешевизна сварочного оборудования.

Автоматическая сварка под флюсом рекомендуется для сварки продольных и кольцевых швов сосудов и аппаратов.

Автоматическая сварка под флюсом характеризуется высокой производительностью и качеством сварки. Высокая производительность достигается использованием форсированных режимов сварки, а свойства сварных соединений обеспечиваются ограничением погонной энергии за счет снижения режимов сварки (уменьшения сечения валиков многопроходных швов) [6].

## 2.3 Методы проектирования

Разработка нового объекта осуществляется не только путем проектирования, но и путем конструирования. Проектирование и конструирование являются взаимосвязанными процессами, дополняющими друг друга. Проектирование принято рассматривать как процесс построения общей схемы установки, агрегата, их узлов и систем, а конструирование как более детальную проработку этой схемы с учетом технологии изготовления.

Цель проектирования и конструирования- это разработка нового изделия, которое не существует или существует в другой форме и имеет иные размеры и параметры.

Стадии проектирования выделяют научно-исследовательскую работу, эскизный проект, опытно-конструкторские работы, технические и рабочие проекты др.

Техническое задание является первичным, основополагающим документом. Оно отражает технические, технико-экономические характеристики будущего изделия. Требования технического задания основывается на современных достижениях науки и техники, на выполнении научно-исследовательских и экспериментальных работах.

Техническое предложение – это начальный этап проектирования. Основная задача этого этапа, проверка совместимости требований технического задания с возможностью реализации технических решений. Содержит анализ возможных вариантов технического решения и обоснование предлагаемого варианта решения.

Эскизный проект-конструкторская проработка оптимального варианта изделия, дающая общее представление об устройстве и принципах работы изделия.

Технический проект выполняют на основе согласованного и утвержденного эскизного проекта, но если последний не разрабатывается, то на основе согласованного и утвержденного технического задания.

Разработка рабочей документации составляет заключительный этап проектирования, задачей которого является полная детализация проектных решений, обеспечивающей возможность осуществления всех производственных операций.

Методы автоматизации проектирования.

Является одним из наиболее важных этапов. Автоматизация проектирования осуществляется САПР. В САПР машиностроительных отраслей промышленности выделяют систему конструкторского(система CAD), функционального(системы расчетов и инженерного анализа-системы CAE) и технологического проектирования. [9].

## 2.4 Постановка задачи

Целью работы является создание технологии изготовления обечайки.

Задачей данной работы является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

Целью работы является: разработка технологии сборки и сварки обечайки из стали 12х18н10т-М2б, диаметром 1200 мм и толщиной стенки 12 мм автоматической сваркой под слоем флюса. В процессе исследования проводились расчет параметров режима сварки, прогнозирование химического состава и свойств сварного шва, определение расхода сварочных материалов. В результате исследования был произведен подбор сварочного оборудования, сварочной проволоки, флюса по полученным результатам. Область применения: сборка и сварка обечайки работающей в агрессивных средах.

Цели и задачи исследования (работы): в результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

### 3 Расчеты и аналитика

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Обечайка, это цельносварная конструкция из элементов листового проката, изготовленная из стали марки 12Х18Н10Т-М26.

Химический состав и механические свойства стали 12Х18Н10Т-М26 приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 12Х18Н10Т-М26 (ГОСТ 7350-77) в % [10]

Cr	Ni	Ti	C	Si	Mn	S	P
17,02-19,0	9,0-11,0	Не более	Не более				
		0,80	0,12	0,80	2,00	0,020	0,035

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 12Х18Н10Т-М26 (ГОСТ 7350-77) [10]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	КСU <sub>40</sub> МДж/м <sup>2</sup>
235	530	38	-

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах (ширина ОШЗ зависит от толщины металла, вида и режима сварки, при РДС она составляет 5-6 мм, при автоматической сварке под слоем флюса ОШЗ составляет от 2,5 мм и более, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение

металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [11].

Тепловое воздействие на металл в около шовных зонах и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу и режиму сварки принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д., в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств около шовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо свариваемые стали, Сэ<sub>кв</sub> до 0,25%, без ограничений;



- вторая группа – удовлетворительно свариваемые стали, Сэкв 0,25%-0,35%, только при температуре окружающей среды не ниже +5 С, Sмет < 20 мм при отсутствии ветра;
- третья группа – ограниченно свариваемые стали, Сэкв 0,35%-0,45%, с предварительным или сопутствующим подогревом до +250 С;
- четвёртая группа – плохо свариваемые стали, Сэкв свыше 0,45%, с предварительным или сопутствующим подогревом, термообработкой после сварки.

Основные характеризующие признаки свариваемости сталей, это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для оценки свариваемости сталей применяют различные величины, такие как эквивалент углерода, фактор склонности, единица склонности, критическая скорость деформирования, хромоникелевый эквивалент. В данной выпускной квалификационной работе был выбран хромоникелевый эквивалент, исходя из химического состава стали. При определении хромоникелевого эквивалента учитывается химический состав сталей, так как влияние легирующих элементов на свариваемость стали очень большое. Для определения склонности металла к образованию закалочных структур при сварке, применяют формулу [12]:

$$Cr_{\text{э}} = Cr + 1,37Mo + 1,5Si + 2Nb + 3Ti$$

$$Ni_{\text{э}} = Ni + 0,31Mn + 22C + 14,2N + Cu,$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

При содержании хромоникелевого эквивалента менее 1,5%, сварочный шов не склонен к образованию закалочных структур и не склонен к образованию холодных трещин, предварительный подогрев и термообработка не требуется. Если хромоникелевый эквивалент более 1,5%, то требуется термообработка для обеспечения стойкости около шовной зоны против

образования холодных трещин и закалочных структур, в этом случае следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание хромоникелевой стали 12Х18Н10Т-М2б:

$$Cr_{\text{э}}=18 + 1,37 + 1,5 + 2 + 3 = 0,55\%$$

$$Ni_{\text{э}}=10+0,31+22+14,2$$

Исходя из полученного расчета, предварительный подогрев и термообработка не требуется. Свариваемость данной марки стали без ограничений.

12Х18Н10Т-М2б – ГОСТ 7350-77 (СТ СЭВ 6434-88) Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия (с Изменениями №1, 2, 3) [10].

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для стали 12Х18Н10Т-М2б рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка; сварка в среде защитных газов; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и

комбинированными электродами [13]. Выбираем автоматическую дуговую сварку под флюсом и для выполнения прихваток ручную дуговую сварку.

### 3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для автоматической дуговой сварки под слоем флюсом выбираем сварочную проволоку Св-05Х20Н9ФБС ГОСТ 2246-70 диаметром 3 мм. Сварочная проволока Св-05Х20Н9ФБС (ЭП 649)[14], применяется для сварки ответственных узлов конструкций при допустимой температуре эксплуатации до 350 °С при наличии требований по стойкости к МКК.

Сварочно-технологические свойства Св-05Х20Н9ФБС:

Стабильное горение дуги, отличное качество формирования корневого, заполняющих и облицовочного слоёв шва. Проволока наплавленного металла применяется в сочетании со сварочным плавным флюсом (тип АН-26С или его аналогов), в среде инертного газа (аргон), или смеси аргона с углекислым газом.

Химический состав проволоки представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки Св-05Х20Н9ФБС, % [14]

Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	V, %	Nb, %	C, %	Mo, %	Ti, %	S, %	P, %	Cu, %
0,9-1,5	1,0-2,0	19,1-21,0	8,0+10,0	0,9-1,2	1,0-1,4	0,07	0,25	0,2	0,02	0,03	0,25

Механические свойства наплавленного металла (испытание при сварке под флюсом) представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Механические свойства наплавленного металла [14]

Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа	Предел текучести, $\sigma_T$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ , %	Ударная вязкость, КСУ Дж/см <sup>2</sup>	
			+20°C	-20°C
613,6	421,5	44	128,7	121,4

Для выполнения прихваток ручной дуговой сваркой применяются электроды ЦЛ-11 (ГОСТ 9466-75)[15,16]. Электроды ЦЛ-11 применяются для сварки нержавеющей стали, сварка ведется на короткой дуге. Это одна из наиболее распространенных марок, среди используемых для этих целей в промышленности и быту. В состав стержня электрода входят высоколегированные стали и сплавы. С их помощью можно проводить сварку практически во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз. Для электродов нужно подбирать сварочный аппарат, который будет работать на постоянном токе с обратной полярностью.

Сварочные электроды ЦЛ-11 лучше всего проявляют себя при сварке таких металлов и сплавов:

- 12Х18Н9Т;
- 08Х18Н12Т;
- 08Х18Н12Б;
- 12Х18Н10Т;
- коррозионностойкие стали;
- хромоникелевые соединения.

Уникальные свойства электродов позволяют готовому шву успешно противостоять агрессивной среде при эксплуатации. Нержавеющие трубы часто используются для транспортировки таких сред, которые могут повредить другие виды металлов. При выборе подходящего электрода состав его стержня является одним из главных параметров, поэтому ЦЛ-11 лучше всего проявляют себя при работе именно с вышеуказанными марками металлов.

В основу электрода входит стальной стержень. Он производится из проволоки с высоким уровнем легирования СВ08Х19Н10Б. Это требуется для компенсации тех элементов нержавеющей стали, которые подвергаются выгоранию при высокой температуре соединения. В марке используется фтористо-кальциевое покрытие.

Основной целью применения электродов ЦЛ-11 является сварка различных металлоконструкций и их узлов, которые используются в пищевой промышленности, машиностроении, атомной, тепловой и гидроэнергетике. Также их могут применять в авиационной отрасли, кораблестроении, химической промышленности, на заводах по нефтепереработке и т.д. [15, 16].

Механические характеристики наплавленного металла представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Механические характеристики наплавленного металла [15,16]

Характеристика	Значение
Временное сопротивление на разрыв, МПа	660
Относительное удлинение, %	34
Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>	120
Предел текучести, МПа	420

Состав наплавленного шва представлен в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Состав наплавленного шва в % [15, 16]

С	Mn	Si	Ni	Cr	S	P	Nb
0,1	1,8	0,53	9,8	20,8	0,011	0,02	0,99

Характеристики электрода [15, 16]:

- электродное покрытие – основное;
- коэффициент наплавки электродов – 11,0 г/А·ч;
- производительность наплавки металла для электродов диаметром 4 мм составляет – 1,5 кг/ч;
- расход электродов ЦЛ-11 на 1 кг наплавленного металла – 1,7 кг.

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используем флюс АН-26С.

Сварочный флюс АН-26С ГОСТ 9087-81 предназначен для механизированной сварки низколегированных сталей обычной и повышенной прочности [17]; для сварки кольцевых швов труб из дисперсионно-упрочненной стали типа Х60-65.

Устойчивость дуги хорошая, разрывная длина дуги до 10 мм, формирование шва хорошее с плавным переходом к основному металлу, склонность к образованию пор и трещин низкая, отделимость шлаковой корки хорошая.

Характеристика флюса:

- низкремнистый, среднемарганцовистый, солеоксидный флюс с химической активностью  $A_{\text{ф}} = 0,45-0,5$ ;
- цвет зерен - от серого до светло-зеленого всех оттенков;
- размер зерен 0,25-2,5 мм;
- строение зерен - стекловидное;
- объемная масса 1,4-1,8 кг/дм<sup>3</sup>.
- ударная вязкость металла швов составляет 150 Дж/см<sup>2</sup> при 20 °С.

Постоянный и переменный ток до 1200А,  $V_{\text{св max}}$  до 120 м/ч;  $U_{\text{хх}}$  источника питания – не ограничено; сушка при  $T = 400$  °С, 2 ч.

Химический состав наплавленного металла представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Химический состав наплавленного металла в % [17]

SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	CaF <sub>2</sub>	S	P
29-33	<1,5	19-23	4-8	15-18	2,5-4,0	20-24	0,08	0,08

### 3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем стыковое соединение С29 АФф которое показано на рисунке 3.1.

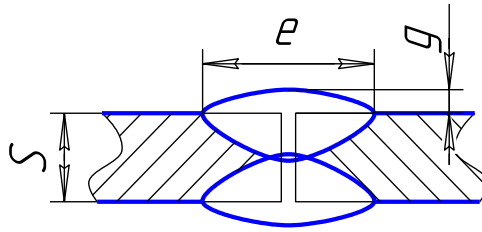


Рисунок 3.1 Стыковое соединение С29 АФф: S – толщина листа, e – ширина шва, g – усиление шва

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [18]:

$$d_{\text{ЭП}} = K_d \cdot F_H = (0,036 \dots 0,080) \cdot 67 = 2,4 \dots 5,36 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_{\text{ЭП}} = 3 \text{ мм.}$

Скорость сварки при переменном токе рассчитываем по следующей формуле:

$$V_c \approx 110 \cdot \frac{d_{\text{ЭП}}}{F_H} = 110 \cdot \frac{3}{67} = 4,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Принимаем  $V_c = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$

Определяем скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{ЭП}} = \frac{4 \cdot F_H \cdot V_c}{\pi \cdot d_{\text{ЭП}}^2} = \frac{4 \cdot 67 \cdot 4}{\pi \cdot 3^2} = 37,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 136 \frac{\text{м}}{\text{ч}},$$

Сварочный ток определяется по формуле:

$$\begin{aligned} I_c &= d_{\text{ЭП}} \cdot \left( \sqrt{450 \cdot d_{\text{ЭП}} \cdot V_{\text{ЭП}} + 5185} - 72 \right) = \\ &= 3 \cdot \left( \sqrt{450 \cdot 3 \cdot 37,9 + 5185} - 382 \right) = 496 \text{ А,} \end{aligned}$$

Расчетный ток не выходит за пределы допусков:

$$I_c \leq 190 \cdot d_{\text{ЭП}} \leq 190 \cdot 3 = 570 \text{ А.}$$

Напряжение сварки:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c = 14 + 0,05 \cdot 496 = 32 \text{ В.}$$

Вылет электродной проволоки найдем по следующей зависимости:

$$l_b = 10 \cdot d_{\text{ЭП}} \pm 2 \cdot d_{\text{ЭП}} = 10 \cdot 3 \pm 2 \cdot 3 = 24-36 \text{ мм.}$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.8:

Таблица 3.8 – Режимы сварки под слоем флюса стали 12X18H10T-2МБ [18]

Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	U, В	Скорость сварки, м/ч	$n_{\text{пр}}$
12	3	496	32	14,4	2

Аналогично рассчитаем другие швы, данные запишем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Режимы сварки под слоем флюса [18]

№ шва	Тип шва	$d_{\text{ЭП}}$ , мм	$V_c$ , м/ч	$I_c$ , А	$U_c$ , В	$l_b$ , мм	$V_{\text{ЭП}}$ мм/с	N
1	C29 АФф	3	14...15	490...500	32...33	24...36	37...38	2
2	C21 АФш	3	28...29	540...550	32...33	24...36	43...44	2

### 3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для автоматической сварки.

Для сварки под слоем флюса плавящимся электродом нужно оборудование, обеспечивающие ток сварки  $I_c = 490-550$  А, напряжение сварки  $U = 32-33$  В. Согласно требуемым условиям выбираем комплекс автоматической сварки под слоем флюса (SAW) компании BOTA [19]. В его состав входят:

Сварочная головка BMZ9-b.

Сварочная головка для автоматической сварки под слоем флюса (SAW). Регулируемое крепление сварочной головки на консоли позволяет осуществлять поворот сварочной головки по вертикальной оси, для



применения как на продольных так и на кольцевых швах. Головка снабжена перекрестными слайдерами для точного позиционирования в месте сварки.

Подача проволоки осуществляется 4-х роликовым механизмом с орбитальным редуктором. Обеспечивается высокая стабильность и точность регулировки скорости подачи проволоки.

Открытый механизм подачи проволоки с кассетой для установки катушек сварочной проволоки массой 25 кг. Технические характеристики сварочной головки VMZ9-b представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики сварочной головки VMZ9-b [19]

Наименование характеристики	Величина измерения	Значение
Скорость подачи проволоки	мм/мин	200-2000
Диаметр сварочной проволоки	мм	3-5
Горизонтальное перемещение	мм	±50
Вертикальное перемещение	мм	±50
Угол наклона сварочной головки	°	±45

Сварочный источник ASAW-1000 (AOTAI).

ASAW 1000 – инверторный источник, с микропроцессорной системой управления и контроля сварочных параметров производства компании AOTAI. Аппараты данной серии отличаются превосходными статическими и динамическими характеристиками источников питания, а также высокой стабильностью сварочного процесса. Аппараты предназначены для высокопроизводительной сварки под слоем флюса, ручной дуговой сварки покрытым электродом и воздушной электродуговой строжки угольным электродом, ответственных конструкций из различных сталей и сплавов. Технические характеристики сварочного источника ASAW-1000 (AOTAI) представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики сварочного источника ASAW-1000 (AOTAI) [20]

Наименование характеристики	Величина измерения	Значение
Диапазон сварочного тока	А	100-1000
Сварочное напряжение	В	20-50
Сварочный ток при 60% ПВ	А	1000
КПД	%	89
Мах. потребляемая мощность	кВА	45
Питающая сеть	В / Гц	~3 /380 /50
Масса	кг	95

Система рециркуляции флюса ВТ-НС100 [19].

Автоматическая установка рециркуляции флюса ЛТ-НС100 предназначена для подачи сварочного флюса в малый бункер сварочной головки и сбора излишков флюса после сварки:

- позволяет снизить расходы на сварку за счёт рационального использования флюса;
- устанавливается непосредственно либо на консоль сварочной колонны (с противоположной стороны от сварочной головки) либо рядом с колонной;
- сепарация пыли.

Технические характеристики системы рециркуляции флюса ВТ-НС100 представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Технические характеристики системы рециркуляции флюса ВТ-НС100 [19]

Наименование характеристики	Величина измерения	Значение
Вместимость бункера флюса	кг	50
Давление сжатого воздуха на входе	МПа	0,5-0,6
Забор флюса	кг/мин	8-15
Подача флюса	кг/мин	2-20
Питающая сеть	В / Гц	~3 /400 /50

PLC контроллер [19].

PLC (Programmable Logic Controller) контроллер осуществляет централизованное управление электронными системами сварочного комплекса. Состоит из основного шкафа управления и пульта ДУ. Возможно два режима управления: автоматическое и ручное. Благодаря сенсорному дисплею прост в эксплуатации.

Позволяет управлять следующими параметрами:

- все функции стандартного ПДУ;
- регулировка сварочного тока и напряжения;
- регулировка скорости подачи проволоки;
- подача флюса;
- настройка параметров ролик-опорного станда.

Система управления учитывает функции безопасности оборудования, автоматически сигнализирует и не позволяет продолжать работу при обнаружении неисправностей (потеря фазы, перегрузки, падение напряжения).

Ручная или автоматическая блокировка органов управления для обеспечения безопасности оператора и сохранности оборудования. Автоблокировка при открытии основного шкафа управления.

Система управления работает на постоянном токе с использованием низковольтных компонентов.

Тактильная система слежения по стыку ВТ-ST [19].

Слайдеры системы слежения устанавливаются между консолью сварочной колонны и головкой автоматической сварки под слоем флюса. Тактильный датчик (щуп) устанавливается перед мундштуком сварочной головки (по ходу движения). При отклонении траектории разделки кромок от траектории движения горелки, щуп посылает сигнал о изменившемся воздействии в контроллер, который компенсирует отклонение перемещением слайдеров.

Функции системы слежения по стыку:

- перемещение горелки вверх/вниз; влево/вправо;
- аварийное поднятие горелки;
- поиск стыка под сварку;
- определение конца сварки;
- дистанционное управление.

Технические характеристики тактильной системы слежения по стыку ВТ-ST представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Технические характеристики тактильной системы слежения по стыку ВТ-ST [19]

Наименование характеристики	Величина измерения	Значение характеристики
Ход корректирующих слайдеров	мм	200 x 200
Скорость слеживания	мм/мин	200
Точность	мм	$\pm 0,25$ мм
Способ сварки	-	SAW
Максимальная грузоподъемность	кг	100
Общая масса	кг	29

Системы видеонаблюдения за зоной сварки BVS [19].

Система видео наблюдения позволяет оператору наблюдать за процессом сварки в трудно доступных местах (малый диаметр, большая высота и т.п.) на LED- дисплее, вмонтированном в шкаф управления и своевременно вводить корректировки (положение сварочной головки относительно стыка, режимы сварки и т.п.).

Прихватка выполняется ручной дуговой сваркой, для нее выбираем сварочный выпрямитель ВД-306 УЗ КаВик. ВД-306 УЗ КаВик (3х380в) – сварочный выпрямитель для ручной дуговой сварки, резки и наплавки (ММА) на токе до 300А низкоуглеродистых, низколегированных, нержавеющей сталей и чугуна штучными покрытыми электродами. Регулировка сварочного тока – плавная механическая. Контроль сварочного тока производится по амперметру, расположенному на лицевой панели выпрямителя [21].

Технические характеристики сварочного выпрямителя ВД-306 УЗ КаВик представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Технические характеристики сварочного выпрямителя ВД-306 УЗ КаВик [21]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В, 50Гц	3х380
Номинальный сварочный ток, А	300
Диапазон регулирования сварочного тока, А	30-315
Потребляемая мощность, кВА, не более	24
Продолжительность включения (ПВ), %	60
Диаметр электрода	2,0-5,0
Напряжение холостого хода, В	75
Габаритные размеры ДхШхВ, мм	560х510х660
Масса, кг	104

### 3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении обечайки применяются: сварочная колонна BCZZ 4x4, саморегулирующиеся роликовые опоры [19].

### 3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Производственный процесс изготовления обечайки состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

При изготовлении обечайки используется прямой поток создания изделия.

В приложении В представлена схема изготовления обечайки.

### 3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная задача в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции.

Дефекты при сварке металлов плавлением образуются вследствие нарушения требований нормативных документов к сварочным материалам, подготовке, сборке и сварке соединяемых элементов, термической и механической обработке сварных соединений и конструкции в целом согласно ГОСТ 30242-97 Дефекты соединений при сварке металлов плавлением [24]. Классификация, обозначение и определения, дефекты классифицируются на шесть групп:

- трещины;
- полости, поры;
- твердые включения;
- несплавления и непровары;
- нарушение формы шва;
- прочие дефекты, не включенные в вышеперечисленные группы.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные. Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или НТД на ОТУ на данный вид изделия.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;

- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- свищи;
- прожоги;
- подрезы;
- газовые полости;
- кратер;
- усадочная раковина;
- утяжины;
- непровар в корне шва;
- флюсовые включения;
- тугоплавкие включения;
- скопления включений;
- цепочки включений;
- шлаковые включения.

### 3.6.1 Обеспечение качества сборки и сварки кольцевых стыков и корпусов аппаратов

Обечайки, поступающие на сборку, должны быть изготовлены в соответствии с картой раскроя корпуса и иметь обработанные под сварку кромки согласно требованиям чертежей и нормативных документов.



Сборку кольцевых стыков из обечаек из тонколистового проката рекомендуется выполнять методом последовательного наращивания обечаек в корпус на специализированных стендах, оснащенных пневматическими или гидравлическими устройствами для выравнивания кромок. По способу сборки устройства делятся на два типа: с последовательным и одновременным выравниванием кромок стыкуемых обечаек по их периметру.

Для сборки и автоматической сварки изделий из малогабаритных обечаек и труб рекомендуются специализированные установки, состоящие из сварочного манипулятора с раздвижной планшайбой, колонны сварочной, консоли сварочной с зажимным устройством и роликоопорами.

При сборке и сварке корпусов из условно нежестких обечаек следует применять внутренние и наружные распорки или бандажные кольца. Последние служат также средством для предотвращения пластических деформаций в зоне контакта корпуса с роликовым стендом.

При изготовлении аппаратов из тонкостенных (не жестких) обечаек, при наличии в цехе достаточной высоты до подкрановых путей, рекомендуется осуществлять сборку корпусов в вертикальном положении.

Сварку стыков выполнять в соответствии с требованиями нормативных документов, рабочего чертежа и руководствоваться рекомендациями раздела 7 настоящего документа [5].

При изготовлении обечайки применяются методы неразрушающего контроля [22], такие как визуальный и измерительный контроль и метод проникающего вещества капиллярный.

**Визуальный и измерительный контроль:**

Данным способом устанавливают порядок проведения визуального и измерительного контроля основного материала и сварных соединений при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

Для ВИК применяются лупа измерительная, лупа просмотровая, фонарь осветительный, фонарь ультрафиолетовый, линейка измерительная металлическая, рулетка металлическая, угольники, УШС, шаблон Ушерова-Маршака, шаблоны, нутрометры микрометрические и индикаторные, штриховые меры длины, калибры, эндоскопы, угломеры с нониусом, щупы, штангенциркули, толщинометры, микрометры, поверочные плиты, допускается применение других средств визуального и измерительного контроля при условии наличия методик их применения и соответствующих инструкций.

Преимущества визуального и измерительного контроля заключается в простоте и информативности контроля, не требующий какого-либо дорогостоящего оборудования или специальных навыков. Достаточно высокая скорость проведения [25].

ПВК, капиллярный метод неразрушающего контроля:

Основан на проникновении внутрь поверхностной несплошности индикаторной жидкости с последующей регистрацией индикаторных следов, возникающих вследствие взаимодействия индикаторной жидкости, оставшейся в полости капилляра, с проявителем.

Контроль изделий осуществляют с помощью дефектоскопических материалов, представляющих собой наборы, в которые входят: индикаторный пенетрант, очищающая жидкость и проявитель. В качестве основы индикаторных пенетрантов применяют бензол, керосин, скипидар, ксилол и другие вещества, трудно смываемые водой

Преимущества данного метода в том, что индикаторные следы легко различимы глазом даже без использования оптических средств, индикаторные следы полностью повторяют контуры поверхностных несплошностей, данный метод позволяет выявить несплошности с поперечным размером 0,1-500 мкм. Этот вид контроля позволяет диагностировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамики, а также других твердых материалов. Также к

преимуществам можно отнести широкий температурный диапазон окружающего воздуха от -40 °С до +40 °С [26].

### 3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [30, 31, 32, 33].

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Технологический процесс производства обечайки приведен в приложении А.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы [27].

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [27]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \cdot L + t_{\text{в.и}}$$

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

$L$  – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100}\right),$$

где  $T_{\text{о}}$  – основное время сварки;

$t_{\text{в.ш}}$  – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_{\text{о}} = \frac{60}{V_{\text{св}}} \cdot n,$$

Время сварки для шва №1 С29 АФф:

$$T_{\text{о}} = \frac{60}{15} \cdot 2 = 8 \text{ мин.}$$

Определим время на первую операцию.

Масса детали поз. 1  $m_1=542,4$  кг; установка изделия краном на станок  $t_1= 2,1$  мин.; фиксация и обработка кромок  $t_2=3,8$  мин.; отжатие прижимов и разворот детали поз. 1 на  $180^0$   $t_3=2,2$  мин.; фиксация и обработка кромок  $t_4=3,8$  мин.; отжатие прижимов и перемещение  $t_5=2,2$  мин.

$$t_{\text{в.и}} = 2,1+3,8+2,2+3,8+2,2=14,1 \text{ мин.}$$

Определим время на вторую операцию.

Масса детали поз. 2  $m_1=144,6$  кг; установка изделия краном на станок  $t_1= 1,8$  мин.; фиксация и обработка кромок  $t_2=3,8$  мин.; отжатие прижимов и разворот детали поз. 1 на  $180^0$   $t_3=1,6$  мин.; фиксация и обработка кромок  $t_4=3,8$  мин.; отжатие прижимов и перемещение  $t_5=1,9$  мин.

$$t_{в.и} = 1,8+3,8+1,9+3,8+1,9=13,2 \text{ мин.}$$

Определим время на третью операцию.

Масса детали поз. 1  $m_1=542,4$  кг; установка изделия краном на вальцы  $t_1=2,1$  мин.; фиксация вальцами  $t_2=0,3$  мин.; вальцовка детали поз. 1  $t_3=1,7$  мин.; установка двух струбцин  $t_4=0,6$  мин.

$$t_{в.и} = 2,1+0,3+1,7+0,6=4,7 \text{ мин.}$$

Определим время на четвертую операцию.

Снятие струбцин  $t_1=0,4$  мин.;

Произвести прихватку

$$t_{пр} = 0,15 \cdot 16 = 2,4 \text{ мин.}$$

$$t_{в.и} = 2,4+0,4=2,8 \text{ мин.}$$

Определим время на пятую операцию.

Вальцевать  $t_1=0,6$  мин.; масса детали поз. 1  $m_1=542,4$  кг; перемещение  $t_2=2,1$  мин.

$$t_{в.и} = 0,6+2,1=4,7 \text{ мин.}$$

Определим время на шестую операцию.

Масса детали поз. 1  $m_1=542,4$  кг; кантовать на  $180^\circ$   $t_1=0,2$  мин.; отжиг  $t_2=25$  мин.; перемещение  $t_3=2,1$  мин.;

$$t_{в.и} = 0,2+25+2,1=27,3 \text{ мин.}$$

$$T_{н.ш-к} = (8+0,75) \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 10,1 \text{ мин.}$$

$$T_{ш} = 10,1 \cdot 1,5 + 10,1 \cdot 1,5 + 27,3 = 54,49 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления обечайки [27]

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
---------	-----------------------	-----------

1	Слесарная	17,1
2	Слесарная	16,2
3	Вальцовка	7,7
4	Сварочная	7,8
5	Вальцовка	5,7
6	Сварочная	58,5
7	Вальцовка	7,4
8	Сварочная	7,8
9	Вальцовка	7,4
10	Сварочная	37,5
11	Сварочная	94,4
12	Слесарная	28,6
13	Контроль	15,5
14	Остывание	360
Итого:		670,78

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_o,$$

где  $m$  – вес одного изделия, кг;

$k_o$  – коэффициент отходов,  $k_o = 1,3$ ;

$$m_M = 687 \cdot 1,3 = 893,1 \text{ кг},$$

### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки под слоем флюса [18]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО},$$

где  $K_{р.п.}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$ ; принимаем  $K_{р.п.} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $\psi_p = 0,1$ ;

$M_{н.о.}$  – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 6,446 = 7,3 \text{ кг.}$$

### 3.9.3 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле [18]:

$$M_{ф} = K_{р.ф.} \cdot M_{Эп},$$

где  $K_{р.ф.}$  – коэффициент расхода флюса,  $K_{р.ф.} = 1,1 \dots 1,3$ ; принимаем  $K_{р.ф.} = 1,2$ .

$$M_{ф} = 1,2 \cdot 7,3 = 8,76 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$Z_{ф} = Q_{ф} \cdot Ц_{ф},$$

где  $Ц_{ф}$  – цена флюса, руб/кг;  $Ц_{ф} = 125,84$  руб/кг.

$$Z_{ф} = 8,76 \cdot 125,84 = 1102,95 \text{ (руб.)}$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [18]:



$$W_{ТЭ} = \sum \left( \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right),$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$t_c$  – основное время сварки шва;

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока;

$P_x$  – мощность холостого хода источника.

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{Э.Э.},$$

где  $W_{ТЭ}$  – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{Э.Э.}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии,  $Ц_{Э.Э.} = 3,21$  руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{33 \cdot 500 \cdot 0,707}{0,82} + \frac{33 \cdot 550 \cdot 0,79}{0,82} + 0,4 \cdot \left( \frac{1,51}{0,7} - 1,51 \right) = 31934 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$Z_{ТЭ} = 31,934 \cdot 3,21 = 102,51 \text{ руб.}$$

## 4 Конструкторский раздел

### 4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [29, 34].

Приспособление сборочно-сварочное.

Для сварки обечайки применяются приспособления:

Сварочная колонна BCZZ 4x4, основными компонентами которыми являются: сама колонна, консоль, каретка-слайдер, механизм подъема консоли, механизм вращения колонны, передвижная рельсовая тележка, направляющие, привод консоли, шкаф управления и стандартный ПДУ. Внешний вид колонны показан на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 Сварочная колонна BCZZ 4x4

Описание:

– колонна и стрела представляют собой цельные коробчатые конструкции высокой прочности, обладают хорошей стабильностью, компактной структурой. Линейные направляющие обеспечивают дополнительную жесткость и минимальное отклонение в крайних точках рабочего положения консоли;

– коробчатая конструкция колонны и консоли изготавливается путём гибки листового проката и дальнейшей сварки. Это позволяет уменьшить общую протяжённость сварных швов конструкции и минимизировать сварочные деформации при изготовлении;

– фрезерная обработка Г-образных направляющих после приварки к раме также способствует повышенной точности и долговечности конструкции.

– подъем каретки и консоли осуществляется цепной передачей, усилие на которую передаётся через червячный редуктор. Для безопасного подъема консоли колонна снабжена самоблокирующимся механизмом защиты от падения консоли;

– в основании колонны установлен механизм вращения, включающий в себя электродвигатель, редуктор и механизм блокировки. Угол вращения колонны  $\pm 180^\circ$  ограничен концевыми выключателями. Это позволяет избежать скручивания подводимых силовых кабелей и газовых шлангов, подводимых к колонне;

– горизонтальное перемещение консоли осуществляется при помощи двигателя переменного тока с регулируемой частотой вращения. Высокий крутящий момент на старте в сочетании с зубчатой рейкой обеспечивают плавность движения консоли без вибраций и проскальзывания. Вертикальный и горизонтальный ход консоли также контролируется концевыми выключателями, для перемещения в безопасных пределах;

– колонна установлена на рельсовую тележку с моторизованным приводом, что позволяет произвести быструю смену рабочей зоны [19].

Технические характеристики Сварочная колонна BCZZ 4x4 приведены в таблице 4.1 [19].

Таблица 4.1 – Технические характеристики Сварочная колонна BCZZ 4x4 [19]

Наименование характеристики	Величина измерения	BCZZ 4x4
Вертикальное перемещение	мм	4 000
Скорость вертикального перемещения	мм/мин	800
Горизонтальное перемещение	мм	4 000
Скорость горизонтального перемещения	мм/мин	120-900
Угол вращения колонны	°	$\pm 180$
Частота вращения колонны	об/мин	0,15
Максимальная грузоподъемность консоли	кг	300
Скорость перемещения по рельсовому пути	мм/мин	2000

Роликовый стенд самоцентрирующийся VZT-20.

Роликовый стенд состоит из одной приводной и одной холостой роликовой опоры. Приводная опора оснащена редукторами и двигателем переменного тока для вращения изделия. Все ролики (4 шт.) на приводной опоре вращаются синхронно. Внешний вид роликового стенда показан на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 Роликовый стенд самоцентрирующийся VZT-20 [19]

Поверхность роликов полиуретановая для более надёжного сцепления с изделием, снижения вероятности механического повреждения поверхности изделия, и повышения срока эксплуатации роликов.

Каждая опора оснащена двумя парами роликов. Механизм опоры самостоятельно подстраивается под диаметр изделия.

На оси вращения роликов устанавливаются высококачественные подшипники, способные нести большие нагрузки и обеспечивающие длительный срок службы.

Все компоненты на раме опоры распределены симметрично, что способствует более лёгкому размещению изделия на опорах и снижает риск столкновения выпирающих элементов изделия с элементами опоры при работе.

Роликовый стенд спроектирован и изготовлен в полном соответствии с национальным отраслевым стандартом «JB/ T9187-1999» и соблюдением требований системы менеджмента качества.

Роликовые станды обладают высокой жёсткостью, просты в эксплуатации и обслуживании. Роликовые станды оснащены частотными преобразователями, позволяющими выполнять плавную регулировку частоты вращения, а также защитой от перегрузок.

Проводной пульт дистанционного управления управляет скоростью и направлением вращения.

Технические характеристики роликового станда самоцентрирующегося ВЗТ -20 показаны в таблице 4.2 [19].

Таблица 4.2 – Технические характеристики роликового станда самоцентрирующегося ВЗТ-20 [19]

Наименование характеристики	Величина измерения	Значение
Грузоподъемность станда	т	20
Размер роликов (диаметр / ширина)	мм	Ø300 / 120
Диаметр изделия	мм	Ø300-3000
Скорость вращения	мм/мин	150-800
Питающая сеть	В / Гц	~3 /380 /50

## 5 Проектирование участка сборки-сварки

### 5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса требует разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения.

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода.

Вспомогательные отделения. Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой. Кладовые сварные проволоки, баллоны с защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов.

Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

Административно-конторские и бытовые помещения. Контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

## 5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [35].

### 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d},$$

где  $T_r$  – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T,$$

где  $N$  – годовая программа выпуска продукции,  $N = 500$  шт.;

$T$  – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-015 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{14,1 + 13,2}{60} = 227,5 \text{ ч.},$$



$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени при односменной работе равен 1976 часов, найдем действительный отрыв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 1976 - 5\% = 1877 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{227,5}{1877} = 0,12,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,12}{1} = 0,12.$$

Так как операции 020-030 и 040-050 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{4,7+2,8+2,7+4,4+2,8+2,4}{60} = 165 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{165}{1877} = 0,09,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,09}{1} = 0,09.$$

Так как операции 035, 055 и 060 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{57,49+35,05+94,44}{60} = 1558 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{1558}{1877} = 0,83,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,83}{1} = 0,83.$$

Так как операции 065, 070 и Остывание выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{27,6 + 49,1 + 360}{60} = 3639 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{3639}{1877} = 1,94,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 2$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{1,94}{2} = 0,97.$$

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 227,5 + 165 + 1558 = 1951 \text{ ч.}$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1769 \text{ ч.}$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{1951}{1976} = 0,99.$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 1$ .

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_d} = \frac{1951}{1739} = 1,12.$$

Примем число сварщиков равным  $R_{СП} = 2$ .

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

### 5.3 Пространственное расположение производственного процесса

#### 5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [34, 35].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и разметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;

- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления дефектов, нанесения покрытий и отделки продукции;

– цех по техническому диагностированию опасных производственных объектов (ЦТД) в данном цехе есть два участка, участок неразрушающих методов контроля (УНМК) проводит визуальный, ультразвуковой, радиографический, капиллярный и магнитопорошковый контроль и участок контроля эксплуатационных свойств конструкционных материалов (УКЭСМ) проводит механические испытания, измерение твердости, определение содержания ферритной фазы, стилоскопирование и металлографические исследования.

При изготовлении обечайки применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

– вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

– административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [34].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

### 5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [34].

Для проектируемого участка сборки и сварки обечайки принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным и поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей,

сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

## 6 Финансовый менеджмент

### 6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

### 6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления обечайки допускает различные варианты решения.

Обечайка 8071-10, является частью оборудования химической промышленности. Предназначена для хранения химически активных веществ.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [35]:

$$Z_n = C + E_n \cdot K,$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_n$  – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

$K$  – капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление, на котором имеются пневмоприжимы, упоры, рычажные фиксаторы и винтовые прижимы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

Применим сварочное оборудование для сварки под слоем флюса комплекс автоматической сварки под слоем флюса (SAW) компании BOTA.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления обечайки приведены в таблице 3.15.

### 6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [35]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi},$$

где  $C_{oi}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2020 [6.1].



Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [19, 20, 21]

Наименование оборудования		Ц <sub>о</sub> , руб.
BMZ9-b	1 шт.	1360500
ASAW-1000 (АОТАИ)	1 шт.	
BT-HS100	1 шт.	
BT-ST	1 шт.	
ВД-306 УЗ КаВик	1 шт.	44400

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование [19,20.21]

Наименование оборудования		К <sub>со</sub> , руб.·год
BMZ9-b	1 шт.	1129215
ASAW-1000 (АОТАИ)	1 шт.	
BT-HS100	1 шт.	
BT-ST	1 шт.	
ВД-306 УЗ КаВик	1 шт.	36852
Итого		1166067

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [35]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j},$$

где  $K_{\text{пр}j}$  – оптовая цена единицы приспособления  $j$ -го типоразмера, руб.;

$\Pi_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$  – коэффициент загрузки  $j$ -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [19, 20, 21]

Наименование оборудования	Ц <sub>пр.</sub> руб	С <sub>п.</sub> шт	К <sub>пр.</sub> руб/ед.год
Саморегулирующиеся роликовые опоры ФЮРА.000001.219.00.000 СБ	634500	1	526635
Вальцы	431000	1	37928
Кромкострогальный станок	678000	1	82038
ИТОГО			646601

6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [35]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot h \cdot C_{зд}, \text{ руб.},$$

где  $S_{O_i}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 229,64 \text{ м}^2$ ,

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 12 \text{ м}$ ;

$C_{зд}$  – стоимость 1м<sup>3</sup> здания на 01.01.2020 составляет,  $C_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$ .

$$K_{зДП} = 229,64 \cdot 12 \cdot 94 = 259034 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием [19, 20, 21]

Наименование оборудования	К <sub>зд.</sub> руб.
BMZ9-b ASAW-1000 (AOTAI) BT-HS100 BT-ST ВД-306 УЗ КаВик	259034

### 6.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [35]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M - H_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.},$$

где  $m_M$  – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$C_M$  – средняя оптовая цена стали 12Х18Н10Т-М2б на 01.01.2020, руб./кг;  
для стали 12Х18Н10Т-М2б  $C_M=238,76$  руб./кг, при  $m_M = 687 \cdot 1,3 = 893,1$  кг.;

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.}=1,04$  [32].

$H_0$  – норма возвратных отходов,  $H_0 = m_M \cdot 0,3 = 687 \cdot 0,3 = 206,1$  кг/шт;

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 20$  руб/кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_M = 1,04 \cdot (893,1 \cdot 238,76) - 206,1 \cdot 20 = 217644,02 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [35]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.},$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:  $G_d = 6,446$  кг – для проволоки 4Св-05Х20Н9ФБС для предлагаемого технологического процесса;

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [16],  $k_{п.с.} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,1$ ;

$C_{п.с1} = 368$  – стоимость сварочной проволоки 4Св-05Х20Н9ФБС, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{п.средн.} = (6,446 \cdot 368) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 2687,62 \text{ руб.}$$

#### 6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Расчет расхода и затрат на сварочный флюс.

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле:

$$M_{\phi} = K_{р\phi} \cdot M_{сп},$$

где  $K_{р\phi}$  - коэффициент расхода флюса,  $K_{р\phi} = 1,1 \dots 1,3$ ; принимаем  $K_{р\phi} = 1,2$ .

$$M_{\phi} = 1,2 \cdot 7,3 = 8,76 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \cdot Ц_{\phi},$$

где  $Ц_{\phi}$  - цена флюса, руб/кг;  $Ц_{\phi} = 125,84$  руб/кг

$$З_{\phi} = 8,76 \cdot 125,84 = 1102,95 \text{ (руб.)}$$

#### 6.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left( 1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right),$$

где  $TC$  – тарифная ставка на 01.01.2020, руб.,  $TC = 85,3$  руб.;

$K_{д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_{д} = 1,15$ ;

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий процент премии,  $K_{пр} = 1,5$ ;

$K_{рай}$  – районный коэффициент,  $K_{рай} = 1,3$ ;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

$$C_{з.п.сд} = 85,3 \cdot \frac{670,78}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 2839,92 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

## 6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{врj} \cdot \frac{F_{д}}{12} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right),$$

где TC – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2020, руб.:

- для слесарей TC – 74,5 руб.;
- для контролера ОТК TC – 166 руб.;
- для МОП TC – 66,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

Ч<sub>врj</sub> – численность рабочих по соответствующей профессии;

F<sub>д</sub> – действительный фонд рабочего времени, F<sub>д</sub> = 1769 ч;

K<sub>д</sub> – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, K<sub>д</sub>=1,15;

K<sub>пр</sub> – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, K<sub>пр</sub>=1,3;

K<sub>рай</sub> – районный коэффициент, K<sub>рай</sub>=1,3;

α<sub>1</sub>, α<sub>2</sub>, α<sub>3</sub>, α<sub>4</sub> – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 74,5 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 32706,45 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 166 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 72876,11 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 66,76 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 29308,49 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 32706,45 + 72876,11 + 29308,49 = \\ = 134891,05 \text{ руб.}$$

### 6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right),$$

где  $C_{зуп}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала,  $C_{зуп} = 36865$  руб.;

$Ч_{ауп}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности,  $Ч_{ауп} = 1$  чел.

$$C_{з.п.ауп} = 36865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 1317425,34 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

### 6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [18]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o\right),$$

где  $U_c$  и  $I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$T_0$  – основное время сварки;

$\eta_u$  – КПД оборудования,  $\eta=0,82$ ;

$P_x$  – мощность холостого хода источника,  $P_x=0,4$  Вт;

$K_u$  – коэффициент, учитывающий простой оборудования,  $K_u=0,5$ ;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [16]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э,$$

где  $Ц_э$  – средняя стоимость электроэнергии,  $Ц_э = 3,21$  руб.

Затраты на электроэнергию:  $C_{э.с.} = 102,51$  руб.

### 6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [35]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд.},$$

где  $g_{возд}^{ЭН}$  – расход воздуха,  $м^3/ч$ .

$k_{тп}$  – коэффициент, учитывающий тип производства,  $k_{тп} = 1,15$ .

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{возд}^{ЭН} = 1,2 \text{ м}^3/ч.;$$

$Ц_{возд} = 0,184295$  руб/ $м^3$ , стоимость воздуха на 01.01.2020 г.;

$$C_{возд пр} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

### 6.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [32]:

$$C_з = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера, % [35];

$$a_{ni} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб.}$$

где  $T_{co}$  – срок службы оборудования ( $T_{co}=3 \div 12$  лет);

$$a_{ni} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.}$$

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$ .

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования [19, 20, 21]

Наименование оборудования	$a_i$ , %	$C_3$ , руб/изд.
BMZ9-b ASAW-1000 (АОТАИ) BT-HS100 BT-ST	14,3	387,16
ВД-306 У3 КаВик	14,3	12,63
Итого		399,79

#### 6.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [35]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

где  $a_j$  – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -го типоразмера,  $a_j=0,15$  [32];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.



Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений [19]

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	С <sub>п</sub> , шт.	С <sub>ап</sub> , руб/ед. год
Саморегулирующиеся роликовые опоры ФЮРА.000001.219.00.000 СБ	634500	1	157,99
Вальцы	431000	1	11,78
Кромкострогальный станок	678000	1	24,61
ИТОГО			193,98

### 6.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [35]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

где  $R_m$   $R_{\text{э}}$  – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части  $R_m = 0$  [35];

$\omega$  – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$  – длительность ремонтного цикла,  $T_{\text{рц}} = 8000$ ч. [35].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования [19, 20, 21]

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T, ч	$C_p$ , руб/год.
BMZ9-b ASAW-1000 (AOTAI) BT-HS100 BT-ST ВД-306 УЗ КаВик	7	1096	11,18	0,29

Итого:				0,29
--------	--	--	--	------

### 6.2.13 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [35]:

$$C_{\Pi} = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot C_{\text{ср.зд}}}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 229,64 \text{ м}^2$ ;

$C_{\text{ср.зд}}$  – среднегодовые расходы на содержание 1  $\text{м}^2$  рабочей площади, руб./год.м,  $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м}$ .

$$C_{\Pi} = \frac{229,64 \cdot 250}{500} = 114,82 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\Pi} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K,$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\epsilon_{\text{н}}$  – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,  $\epsilon_{\text{н}} = 0,15 \text{ (руб./ед)/руб.}$  [32];

$K_{\text{у}}$  – удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{М}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}},$$

где  $C_{\text{М}}$  – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{вм}}$  – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{зп.сд}$  – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;  
 $C_{зп.вс.р}$  – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;  
 $C_{зп.АУП}$  – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{э.с}$  – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{возд.}$  – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_з$  – затраты на амортизацию оборудования, руб;

$C_и$  – затраты на амортизацию приспособлений, руб;

$C_р$  – затраты на ремонт оборудования, руб;

$C_п$  – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{со} + K_{пр} + K_{зд.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 1166067 + 646601 + 259034 = 2071702 \text{ руб/изд. год,}$$

$$C = 500 \cdot (217644,02 + 2687,62 + 1102,36 + 2839,92 + 102,51 + 0,35 + 399,79 + 193,98 + 0,29 + 114,82) + 134891,05 \cdot 12 + 1317425,34 = 115478946,82 \text{ руб/изд.}$$

год,

$$Z_{п}^2 = 115478946,82 + 0,15 \cdot 2071702 = 115789702,1 \text{ руб/изд. год.}$$

#### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	34,6
3	Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	229,64

4	Количество оборудования, шт.	1
5	Списочное количество рабочих, чел.	2
6	Явочное количество рабочих, чел	1
7	Количество рабочих в первую смену, чел	1
8	Количество вспомогательных рабочих	1
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество дефектоскопистов	2
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Количество приведенных затрат, руб./изд.·год	115789702,1
14	Капитальные вложения	2071702
15	Себестоимость	115789702,1

Вывод. На основе приведенных технико-экономических расчетов определена стоимость изготовления одной обечайки.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка обечайки. При изготовлении обечайки осуществляются следующие операции: сборка и сварка автоматическая под слоем флюса, слесарные операции.

При изготовлении обечайки на участке используется следующее оборудование:

BMZ9-b	1 шт.
ASAW-1000 (AOTAI)	1 шт.
BT-HS100	1 шт.
BT-ST	1 шт.
ВД-306 УЗ КаВик	1 шт.
Саморегулирующиеся роликовые опоры	1 шт.
ФЮРА.000001.219.00.000 СБ	
вальцы	1 шт.
кромкострогальный станок	1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, обечайка 8071-10, является частью оборудования химической промышленности. Предназначена для хранения химически активных веществ. Масса обечайки составляет 687 кг.

Детали изготавливаются из стали 12Х18Н10Т-М2б. Сварка производится под слоем флюса сварочной проволокой 4Св-05Х20Н9ФБС диаметром 3 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2 шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 229,64 \text{ м}^2$ .

## 7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основными нормативными актами, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;

- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ. – издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

### 7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

#### 1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

Выделение пыли при самой сварке под флюсом небольшое. Наибольшие концентрации ее (до 8 мг/м<sup>3</sup>) наблюдаются на расстоянии 200 мм



от дуги. В состав сварочного аэрозоля при сварке малоуглеродистых и низколегированных сталей входят:

- окислы железа (до 80%);
- марганца (до 12%)
- двуокись кремния (8%).

Концентрация окислов марганца (в пересчете на марганец) – 0,4 мг/м<sup>3</sup>, окиси кремния – до 1,6 мг/м<sup>3</sup>.

Из выделяющихся при сварке под флюсом (SAW) вредных газов наиболее опасны окись углерода и фтористые соединения – фтористый водород и фтористый кремний. Концентрация окиси углерода при применении керамических флюсов (без вентиляции) доходит до 400 мг/м<sup>3</sup>, фтористого водорода – до 1,7 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшее количество фтористых соединений выделяется при сварке под флюсами ОСЦ-45 (до 360 мг/кг) и АН-348А (до 160 мг/кг), а наименьшее – при использовании флюсов ФЦ-9 (до 65 мг/кг) и АН-51, АН-10 (до 85 мг/кг). Кроме того, на выделение соединений фтора существенно влияют технологические режимы (скорость сварки, диаметр электрода, сила тока и др). Так, с увеличением скорости сварки количество выделяющихся фтористых соединений уменьшается, то же происходит и при увеличении диаметра электрода (электродной проволоки). Однако для коренного улучшения условий труда следует отказаться от применения флюсов, содержащих фтористые соединения, заменив их менее вредными.

Запыленность в зоне дыхания при нормальном течении процесса и достаточной квалификации сварщика не превышает ПДК. Однако отсос и сбор флюса, пересыпка для повторного его использования являются дополнительными источниками пылевыведения.

Концентрация пыли в зоне дыхания сварщика во время сбора флюса составляет в среднем 30 мг/м<sup>3</sup>, что превышает ПДК. Установлено, что при повторном использовании флюса запыленность воздушной среды выше в 2 раза, чем при сварке под свежим флюсом. При повторном применении флюса иногда наблюдается прорыв газов и пыли в месте дуги, что увеличивает в

несколько раз количество выделяющихся вредных веществ. Кроме того, следует иметь в виду общий для всех видов сварки фактор увеличения выделений пыли при интенсификации процесса (работа на больших силах тока) за счет уноса мелкодисперсных частиц конвективными потоками. Для борьбы с пылеобразованием при сборе флюса желательно применять пневматические эжекторные флюсосборники, снабженные фильтром [33, 34].

К особенностям сварки под флюсом следует еще добавить, что рабочий, наблюдающий за процессом сварки на некотором расстоянии от дуги, в меньшей степени подвергается воздействию вредных веществ даже при отсутствии местного отсоса.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бензопирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [34].

На участке сборки и сварки изготовления обечайки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [37,38].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [36]:

$$L_m = S \cdot V_{эф}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

где  $S$  – площадь, через которую поступает воздух,  $\text{м}^2$ ;

$V_{эф}$  – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, согласно ГОСТ 12.3.003-86  $V_{эф} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [37];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [37]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}},$$

где  $t_{\text{и}}$  и  $t_{\text{в}}$  – температура поверхности источника и воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.}$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,}$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,}$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 2 = 26,35 \text{ м}^2,$$

$$L_{\text{м}} = 26,35 \cdot 0,2 = 5,28 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L_{\text{м}} = 18973 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 1,5 кВт 3000 об.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

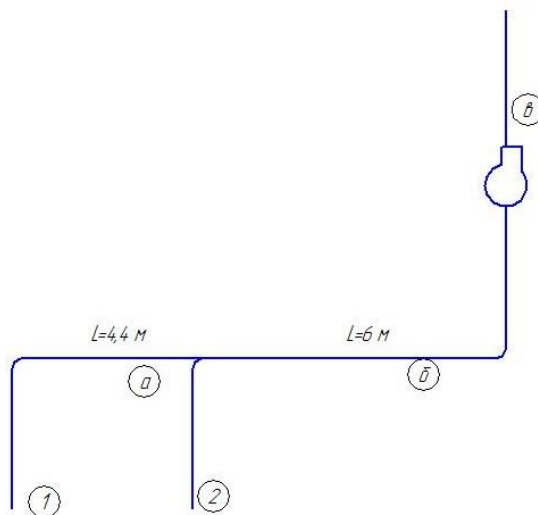


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Определим диаметр воздуховода по формуле [39]:

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left( \frac{18973}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм,}$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- BMZ9-b;
- ASAW-1000 (АОТАИ);
- ВД-306 УЗ КаВик;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток (m = 2 кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран-балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [40].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [41].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА [40, 41]

Категория напряженности	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая	Средняя физическая	тяжелый труд 1	тяжелый труд 2	тяжелый труд 3

трудового процесса	нагрузка	нагрузка	степени	степени	степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [36].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки применяется подвесная сварочная головка [36].

4. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

#### 5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

#### Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;

ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

### 7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 6 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 3 светильника.

### 7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Прихватки выполняются ручной дуговой сваркой. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую



дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>·мин [42].

## 2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке [43]

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91

Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

### 3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

### 4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

#### 7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация обечайки на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

#### 7.5 Охрана окружающей среды

##### 1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т.д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение

«селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [44].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

## 2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки обечайки ФЮРА.8071-10.219.00.000 используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [44].

## 3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

#### 4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки обечайки предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [36, 44].

#### 7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

#### 7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19 °С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22 °С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки обечайки.

Для сборки-сварки обечайки применены саморегулирующиеся роликовые опоры, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 229,64 м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 34,6 %;

Количество приведенных затрат – 115789702,1 руб./изд.·год.

## Список использованных источников

1. К.Ю. Труханов, А.В. Царьков, С.А. Басов Программирование автоматической установки дуговой сварки (наплавки) при ремонте магистральных газопроводов. Сварка и диагностика 2018 №5 С. 43-44.
2. И.В. Лендел, В.А. Лебедев, С.Ю. Максимов, Г.В. Жук Автоматизация сварочных процессов с использованием механического сварочного оборудования. Автоматическая сварка 2017 №5-6 С. 99-104.
3. Перспективы развития автоматической сварки под флюсом в судостроении / А. С. Орыщенко, докт. техн. наук, тел. 812-2747756, Р.В. Бишоков, В. В. Гежа, А. В. Шаталов (ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»)
4. Технология полуавтоматической сварки процесса STT [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.lincolnweld.ru>
5. РД 26.260.225-2001. Корпуса цилиндрических сосудов и аппаратов. Технология, методы обеспечения качества.
6. ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1, 2, 3, с Поправкой)
7. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1)
8. ОСТ 26-291-94 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия (с Изменениями № 1, 2)
9. Берлинер Э.М. САПР конструктора машиностроителя. Учебник / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов. – М.: Инфра-М, Форум, 2015. – 288 с.
10. Марочник сталей и сплавов/ Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.
11. Овчинников, В. В. Основы теории сварки и резки металлов / В.В. Овчинников. – М.: КноРус, 2011. – 248 с.



12. Неровный В.М. Теория сварочных процессов. 2е издание.– М: Академия, 2016- 704 с.

13. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.

14. Сварочная проволока Св-05Х20Н9ФБС (ЭП 649) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.edinstwo.ru/katalog-produkcii/svarochnaya-provoloka/svarochnaya-provoloka-vyisokolegirovannaya-nerzhaveyuschaya-rossiyskogo-proizvodstva-gost-2246-70/svarochnaya-provoloka-sv-05h20n9fbs-ep-649.html>

15. Технические характеристики электродов ЦЛ-11 (ЭП 649) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://svarkaipayka.ru/material/elektrodyi/tehnicheskie-harakteristiki-elektrodov-tsl-11.html>

16. Электроды ЦЛ-11 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://mmasvarka.ru/elektrody-cl-11.html>

17. Флюс сварочный АН-26С 1 кг [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://svartehopt.ru/produkcija/svarochnye-materialy/svarochnyj-flyus/flyus-svarochnyj-an-26c>

18. Федько В.Т. Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ» – 1993. – 98 с.

19. Оборудование для механизации и автоматизации сварки БОТА [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://weber.ru/device/proizvoditeli/bota/>

20. Сварочное оборудование производства Aotai Electric [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://aotai-rus.ru>

21. Сварочный выпрямитель ВД-306 УЗ КаВик [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/ruchnaya-dugovaya-svarka-mma/vypryamiteli/vd-306-kavik/>

22. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
23. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985.– 256 с.
24. ГОСТ 30242-97 Дефекты соединений при сварке металлов плавлением
25. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
26. ГОСТ Р ИСО 3452-1-2011 Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть первая. Основные требования.
27. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. – 240 с.
28. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000 – 24 с.
29. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учебное пособие для ст. спец. 120500, Изд-во ТПУ, г. Томск-2010 г.
30. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
31. Крампит Н. Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.
32. Ковалев Г.Д., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г. Томск – 2012г.

33. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Крампит М.А. Устройства для поворота изделия. Вращатели и манипуляторы. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012.

34. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

35. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» – Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. – 32 с.

36. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)».

37. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

38. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

39. О.Н. Русак, доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция. Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

40. М.В. Гришагин, В.Я. Фарберов «Расчеты комфорта и безопасности». – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

41. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

42. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

43. Брауде М.З. «Охрана труда при сварке в машиностроении» / М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

44. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>