

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

Тема работы
<b>Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки грейфера погрузчика экскаватора</b>

УДК 621.757:621.791:621.86.063

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Сангинзода А.Г.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

*Планируемые результаты обучения по ООП*

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2.	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3.	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4.	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)- 12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
ПК(У)- 13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)- 14	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)- 15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 10А82  
Руководитель ВКР

Сангинзода А.Г.  
Крюков А.В

Школа Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Специализация «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:

ВКР бакалавра
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10A82	Сангинзода Абдусаломи Гафор

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака перегружателя	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24.01.2022 г. № 24-21/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<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>	<b>Материалы преддипломной практики</b>
<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>	<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. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.</li> <li>5. Проектирование участка сборки-сварки.</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>7. Социальная ответственность.</li> </ol>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.000001.084.00.000СБ Челюсть грейфера Формат (А1) 2. ФЮРА.000002.084.00.000 СБ Приспособление сборочно сварочное Формат 3 (А1) 3. ФЮРА.000003.084.00.000 ЛП План участка Формат (А1) 4. ФЮРА.000004.084.00.000 ЛП Система вентиляции участка Формат (А1) 5. ФЮРА.000005.084.00.000 ЛП Основные технико-экономические показатели Формат (А1) 6. ФЮРА.000006.084.00.000 ЛП Схема изготовления грейфера погрузчика Формат (А1) 7. ФЮРА.000007.084.00.000ЛП Карта организации труда Формат (А1)
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ильященко Д.П.

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.01.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В	к.т.н.		25.01.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Сангинзода А.Г.		25.01.2022

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

---

Школа Юргинский технологический институт  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 – 2022 учебного года)

Форма представления работы:

ВКР бакалавра
---------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	1. Обзор и анализ литературы.	15
25.02.2022	2. Объект и методы исследования.	15
25.03.2022	3. Разработка технологического процесса.	20
25.04.2022	4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.	15
25.05.2022	5. Проектирование участка сборки-сварки.	15
25.05.2022	6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	10
25.05.2022	7. Социальная ответственность.	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		25.01.2022 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Сангинзода А.Г		25.01.2022 г.

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А82	Сангинзода Абдусаломи Гафор

<b>Школа</b>	Юргинский технологический институт	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Специализация</b>	Оборудование и технология сварочного производства

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

<b>1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР):</b>	
<i>Материально-технических</i>	246635,6
<i>Энергетических</i>	126
<i>Человеческих</i>	1335,5
<b>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов:</b>	
<i>Металл</i>	16254
<i>Сварочные материалы</i>	6494
<i>Используемая система налогообложения</i>	Общая
<i>Ставка налогов</i>	13%
<i>Ставка отчисления</i>	30%
<b>3. Расчет количества приведенных затрат</b>	
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</b>	
<b>1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)</b>	
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	25.01.2022

**Задание выдал:**

<b>Руководитель ООП «Машиностроение»</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

**Консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А82	Сангинзода А.Г		25.01.2022 г.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10A82	Сангинзода Абдусаломи Гафор

<b>Школа</b>	Юргинский технологический институт	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Специализация</b>	Оборудование и технология сварочного производства

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

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка ремонта котла 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>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

### 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 производственной 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>	03.02.2022 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		03.02.2022 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Сангинзода А.Г.		03.02.2022 г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 105 с., 3 рисунка, 16 таблицы, 40 источника, 3 приложения, 7 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом исследования является челюсть грейфера.

Цель работы – разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки челюсти грейфера.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия; обзор и анализ литературы; разработка требований НД предъявляемых к конструкции; выбор сварочных материалов, оборудования, оснастки, методов контроля; расчёт режимов сварки, элементов приспособления и основных элементов; техническое и материальное нормирование; составление схем узловой и общей сборки; разработка сборочно-сварочного приспособления; рассчитаны основные технико-экономические показатели; произведен анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.

Основные технико-экономические показатели:

- капитальные вложения 534000 руб;
- себестоимость продукции 24659,7 руб;
- количество приведенных затрат 12329850 руб/изд. год

## **Abstract**

Final qualifying work 105 pages, 3 figures, 16 tables, 40 sources, 3 applications, 7 sheets. graphic material.

Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES, WELDING CURRENT, WELDING EQUIPMENT, PERFORMANCE, SITE PLAN, DEVICES, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of the study is the jaw of the grab.

The purpose of the work is the development of technology and the design of the assembly-welding section of the clamshell jaw.

In the process of performing the work, the component parts of the product were studied; review and analysis of literature; development of ND requirements for the design; selection of welding materials, equipment, tooling, control methods; calculation of welding modes, fixture elements and main elements; technical and material regulation; drawing up diagrams of the nodal and general assembly; development of assembly and welding fixture; the main technical and economic indicators are calculated; the analysis of the identified harmful and dangerous factors of the designed production environment was carried out.

Main technical and economic indicators:

- capital investments 534,000 rubles;
- the cost of production is 24659.7 rubles;
- the number of reduced costs 12329850 rubles / ed. year

## Содержание

Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	19
1.2.1 Кантователи книжного типа	20
1.2.2 Сварочные вращатели с подъёмными центрами	20
1.2.3 Кантователь цепной для сварки хребтовых балок	21
1.2.4 Кантователь кольцевой	21
1.2.5 Сварочные роликовые вращатели	21
1.2.6 Горизонтальные сварочные вращатели	21
1.2.7 Манипуляторы	22
1.2.8 Кантователи для электродуговой сварки	22
1.2.9 Манипуляторы - позиционеры.	22
1.3 Траверсы-кантователи	23
1.4 Заключение	23
2 Объект и методы исследования	24
2.1 Описание сварной конструкции	24
2.2 Требования нормативной документации, предъявляемые к конструкции	24
2.2.1 Требования к подготовке кромок	25
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	26
2.2.3 Требования к сборке сварного соединения	27
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва	28
2.2.5 Требования к оформлению документации	29
2.2.6 Требования к контролю	30
2.3 Методы проектирования	32
2.4 Постановка задачи	32
3 Разработка технологического процесса	34
3.1 Анализ исходных данных	34

3.1.1	Основные материалы	34
3.1.2	Обоснование и выбор способа сварки	35
3.1.3	Выбор сварочных материалов	36
3.2	Расчёт технологических режимов	40
3.3.	Выбор основного оборудования	41
3.4	Выбор оснастки	41
3.5	Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы	43
3.6.1	Визуальный и измерительный контроль	44
3.6.2	Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	45
3.6.3	Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.	46
3.6.4	Ультразвуковой контроль	46
3.6.5	Подготовка поверхности к контролю	47
3.7	Разработка технологической документации	48
3.8	Техническое нормирование операций	49
3.9	Материальное нормирование	51
3.9.1	Расход металла	51
3.9.2	Расход сварочной проволоки	52
3.9.3	Расход защитного газа	52
4	Конструкторский раздел	53
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	53
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	54
5	Проектирование участка сборки-сварки	57
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	57
5.2	Расчет основных элементов производства	58
5.2.1	Определение количества необходимого оборудования	58
5.2.3	Определение состава и численности рабочих	60

5.3	Пространственное расположение производственного процесса	60
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	60
5.3.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	62
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
6.1	Расчет объемов капитальных вложений	63
6.1.1	Капитальные вложения в сварочное оборудование	63
6.1.2	Капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и оснастку	63
6.1.3	Капитальные вложения в здания	64
6.2	Расчет себестоимости годового объема производства	65
6.2.1	Затраты на основные материалы	65
6.2.2	Затраты на сварочные материалы	66
6.2.3	Затраты на электроэнергию	67
6.2.4	Затраты на заработную плату	68
6.2.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	68
6.2.6	Затраты на амортизацию приспособлений	69
6.2.7	Затраты на содержание помещения	70
7	Социальная ответственность	71
7.1	Описание рабочего места	71
7.2	Законодательные и нормативные документы	72
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	73
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	78
7.5	Обеспечение требуемого освещения на участке	80
7.6	Охрана окружающей среды	81

7.7	Чрезвычайные ситуации	82
7.8	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	84
7.9	Вывод	86
	Заключение	87
	Библиография	88
	Приложение А	92
	Приложение Б	93
	Приложение В	95
	Диск CD-R	В конверте на обложке
	Графическая часть	На отдельных листах
	ФЮРА. 000001.084.00.000 СБ Челюсть грейфера	Формат (А1)
	ФЮРА.000002.084.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат 3 (А1)
	ФЮРА.000003.084.00.000 ЛП План участка	Формат (А1)
	ФЮРА.000004.084.00.000 ЛП Система вентиляции участка	Формат (А1)
	ФЮРА.000005.084.00.000 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат (А1)
	ФЮРА.000006.084.00.000 ЛП Схема изготовления грейфера погрузчика	Формат (А1)
	ФЮРА.000007.084.00.000 ЛП Карта организации труда	Формат (А1)

## Введение

Сварка – один из наиболее широко распространенных технологических процессов получения неразъемных соединений. Основное применение находит сварка металлов и их сплавов при сооружении новых конструкций, ремонте различных изделий, машин и механизмов и т.д. Прочность сварного соединения в большинстве случаев не уступает прочности основного металла.

Качественная технологическая подготовка производства позволяет: ускорить выпуск продукции, повысить качество изделий и повысить эффективность производства.

Целью работы является разработка технологичной и эффективной технологии производства челюсти грейфера.

В ходе работы было выполнено:

- в первой главе произведен анализ современной технологической оснастки применяемой в сварочном производстве;
- во второй главе произведен технологический анализ изделия;
- в третьей главе произведены расчеты технологических режимов, выбор и обоснование сварочных материалов и оборудования, разработка технологического процесса сборки - сварки челюсти грейфера;
- в четвертой главе приведены сведения связанные с проектированием сборочного приспособления;
- в пятой главе произведен расчет основных элементов производства и планирование производственного участка;
- в шестой главе произведен расчет себестоимости изготовления продукции;
- в седьмой главе рассмотрены аспекты связанные с негативными факторами функционирования производства и меры борьбы с ними. Разработана вентиляция сварочного участка.

## 1 Обзор и анализ литературы

Кантователь - приспособление, предназначенное для изменения пространственной ориентации объекта поворотом на заданный угол вокруг горизонтальной оси. Принцип работы подобных приспособлений заключается в принудительном смещении центра тяжести груза с помощью ручного или механического привода. Большинство подобных механизмов используется для поворота груза на 90 или 180, кантование облегчает дальнейшие манипуляции с грузом в процессе его перемещения, складирования, монтажа.

Приспособления для сварки Манипуляторы - позиционеры.

К этой группе относятся механизмы, предназначенные удерживать изделия в удобном для сварки положении и обеспечивающие только маршевую (ускоренную) скорость вращаемого изделия при различных углах его наклона. Позиционеры применяют при ручной и полуавтоматической сварке [1].

Кинематические схемы оборудования, применяемого для механизации сварочных производственных процессов, выбирают в зависимости от характера манипуляции, проводимых со свариваемым изделием.

К основным конструктивным элементам сварочных манипуляторов относятся стойки, опоры привода, токоподводящее устройство, поворотная платформа (планшайба), механизм вращения, наклона и подъема планшайбы, рама и силовой орган к зажимным элементам.

Сварочными приспособлениями называются дополнительные, технологические устройства к оборудованию, используемые для выполнения операций сборки под сварку, сварки, термической резки, пайки, наплавки, устранения или уменьшения деформаций и напряжений, а также для контроля. В комплексно-механизированном сварочном производстве широко применяются загрузочные, разгрузочные, подъемно-транспортные и комбинированные приспособления.

В современной практике наиболее часто используются кантователи

следующих типов [1]:

### **1.2.1 Кантователи книжного типа**

Напольные кантователи книжного типа распространены на металлообрабатывающих предприятиях, они применяются для кантования штрипс, рулонов стали или бухт проволоки. Поворот груза осуществляется на  $90^\circ$  и обеспечивает удобный подход грузозахватных приспособлений для дальнейшей его транспортировки. Подобные кантователи снабжаются гидравлическим или электрическим приводом [1].

### **1.2.2 Сварочные вращатели с подъёмными центрами**

Вращатели (кантователи) с подъёмными центрами предназначены для установки, подъёма и поворота рамных металлоконструкций в удобное для сварки положение. Модельный ряд и соответственно грузоподъёмность кантователей очень обширен и может колебаться от нескольких сот килограмм до десятков тонн.

Преимущества:

- Сварка в удобном положении, что повышает качество сварного шва;
- Необходимость использования крана только для загрузки и выгрузки изделия;
- Быстрое позиционирование изделия снижает время цикла сварки, что повышает производительность;
- Возможность вращения изделия как по часовой, так и против часовой стрелки;
- Возможность устанавливать изделие на удобной при изготовлении высоте.

### **1.2.3 Кантователь цепной для сварки хребтовых балок**

Предназначен для установки хребтовой балки в положение, удобное для выполнения сварочных и других работ, требующих её поворота вокруг горизонтальной оси.

### **1.2.4 Кантователь кольцевой**

Предназначен для установки балки в положение, удобное для выполнения сварочных и других работ, требующих её поворота вокруг горизонтальной оси [1].

### **1.2.5 Сварочные роликовые вращатели**

Настраиваемые сварочные роликовые вращатели позволяют в ручном режиме настраивать оборудование на необходимый диаметр вращаемой обечайки. Сварочные вращатели состоят из двух секций: приводной и не приводной.

### **1.2.6 Горизонтальные сварочные вращатели**

Горизонтальный сварочный вращатель обеспечивает установку изделия в положение, удобное для выполнения сварных швов.

### **1.2.7 Манипуляторы**

Это устройства, обеспечивающие вращение изделия с заданной рабочей скоростью при различных углах наклона оси вращения изделия [1].

### **1.2.8 Кантователи для электродуговой сварки**

Среди средств механизации сварочных процессов, выполняемых электродуговой сваркой, широкое применение нашла технологическая оснастка, в которую входят кантователи, вращатели, манипуляторы и позиционеры. Выбор типа кантователя определяется заданной программой выпуска изделия, его конструктивными элементами (конфигурацией, габаритными размерами, массой), способами сварки и предъявляемыми к сварному узлу техническими требованиями.

### **1.2.9 Манипуляторы - позиционеры.**

К этой группе относятся механизмы, предназначенные удерживать изделия в удобном для сварки положении и обеспечивающие только маршевую (ускоренную) скорость вращаемого изделия при различных углах его наклона. Позиционеры применяют при ручной и полуавтоматической сварке.

Кинематические схемы оборудования, применяемого для механизации сварочных производственных процессов, выбирают в зависимости от характера манипуляции, проводимых со свариваемым изделием.

К основным конструктивным элементам сварочных манипуляторов относятся стойки, опоры привода, токоподводящее устройство, поворотная

платформа (планшайба), механизм вращения, наклона и подъема планшайбы, рама и силовой орган к зажимным элементам [1].

### **1.3 Траверсы-кантователи**

К более мобильным приспособлениям относятся траверсы-кантователи с ручным или электрическим приводом. Несомненным плюсом подобных изделий является возможность не только вращать груз, но и транспортировать его. Приспособление представляет собой линейную или пространственную траверсу с блочными обоймами, в которые запасованы цепные или ленточные кольцевые стропы. Кантователи могут комплектоваться мотор-редукторами, которые обеспечивают вращение роликов. Существуют модификации как с одним мотор-редуктором, так и с несколькими, в этом случае для синхронизации вращения используется частотный преобразователь [1].

### **1.4 Заключение**

. Основываясь на приведенном выше анализе кантователей и манипуляторов. целесообразно использовать сварочный позиционер для обеспечения кантовки изделия в удобное для сварки положение.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Изготавливаемое изделие – челюсть грейфера, представляет собой сварную конструкцию, которая является грузозахватным приспособлением грузоподъемных кранов, погрузчиков и монорельсовых тележек для сыпучих материалов, скрапа и стружки, крупнокусковых каменных и волокнистых материалов, а также длинномерных лесоматериалов.

Эта конструкция подвергается большим статическим и циклическим нагрузкам. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.000001.084.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 872x675x225 мм. Масса, кг.: 91,9 кг.

### **2.2 Требования нормативной документации, предъявляемые к конструкции**

Челюсть грейфера экскаватора относится к грузоподъемному оборудованию. РД 36-62-00 «Оборудование грузоподъемное» руководящий нормативный документ устанавливает общие требования к изготовлению, приемки, испытаниям, комплектации, консервации и транспортировке грузоподъемных машин [3]

Приказ от 11 декабря 2020 года № 519 “Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах” [4];

– ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1, 2, 3);

Настоящий документ устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварочных швов в зависимости от сварочного соединения, наличия скоса кромок и т.д. [5]

– СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»;

– Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782-86.

### **2.2.1 Требования к подготовке кромок**

Кромки под сварку обрабатывают способом, который обеспечивает необходимые формы, размеры, шероховатости, которые указываются в рабочих чертежах.

Размеры и допуски после обработки кромок под сварку должны соответствовать требованиям для дуговой сварки в защитном газе ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 23518-79.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от грязи, ржавчины, масла, влаги и др.

После кислородной и дуговой резки кромки заготовок необходимо очистить от шлака, брызг, наплывов металла. Точность и качество деталей должно соответствовать ГОСТ 14792-80 «Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность и качество поверхности реза»

Не прямолинейность реза не должна превышать 1 мм, а все наплывы следует удалить и зачистить.

Необходимость механической обработки кромок деталей определяется согласно чертежам и технологической документации.

Если после машинной кислородной резки высота неровностей реза не

превышает 0,3 мм, то обработку кромок можно не производить [3].

### **2.2.2 Требования к сварке при прихватке**

Собранные элементы (изделия) должны прихватываться в нескольких местах прихватки должны располагаться на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва.

Длина прихваток должна быть не менее 50 мм и расстояние между ними не более 500 мм, а в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа длина прихваток должна быть не менее 100 мм, расстояние между прихватками не более 400 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3 - 0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм.

Катет шва прихваток под механизированную сварку должен быть 3 - 5 мм и при наложении основного шва прихватка должна быть переплавлена.

Запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов.

Прихватки должны выполняться сварщиками, имеющими допуск на сварку подобных изделий, и по возможности теми, кто будет сваривать данное соединение, теми же сварочными материалами, которые будут применяться для сварки основных швов.

Прихватки должны быть полностью перекрыты и по возможности переварены при наложении основного шва.

Прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки таких швов. Прихватки должны быть проконтролированы. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалять механическим способом.

В сварных соединениях, осуществляемых полуавтоматами, прихватки

могут выполняться электродами, обеспечивающими заданную прочность шва, или механизированной сваркой.

Необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток определяются теми же критериями, что и при сварке основного шва [3].

### **2.2.3 Требования к сборке сварного соединения**

При сборке под сварку необходимо обеспечить точность сборки деталей в пределах размеров и допусков, которые установлены рабочими чертежами и нормативными документами.

Требуемая точность обеспечивается специальными сборочно-сварочными кондукторами и приспособлениями, которые должны исключать возможность появления деформаций, не затрудняя при этом выполнение сварки.

Приспособления, используемые при сборке под сварку, необходимо периодически проверять. Периодичность проверки, а также ее порядок устанавливает предприятие-изготовитель.

Перед сборкой, детали необходимо высушить, очистить и выровнять.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от ржавчины, грязи, масла, влаги и др.

Если необходимо перед сваркой дополнительно очистить место сварки и удалить концентрации влаги. Зачистка должна обеспечить необходимое качество.

Уступы и неровности, которые мешают правильной сборке, необходимо обработать.

Отклонения от геометрических размеров и формы, а также расположения поверхностей деталей в сборочной единице указаны на чертежах [3].

## **2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва**

Сварку металлоконструкций необходимо производить в помещениях, которые исключают воздействие отрицательных атмосферных условий на качество сварных соединений.

Механизированную сварку в защитных газах необходимо производить проволокой диаметром до 1,6 мм, вертикальные и потолочные швы - проволокой диаметром 0,8-1,2 мм.

Механизированную сварку в большинстве случаев выполняют с использованием выводных планок. В тех случаях, когда применение выводных планок невозможно, допускается производить сварку без них, но с обязательной заваркой кратера. При полуавтоматической сварке не рекомендуется зажигать дугу на основном металле вне границ сварного шва и выводить кратер на основной металл.

В случае перерыва в процессе сварки допускается возобновление после зачистки концевого участка сварного шва длиной не менее 50 мм и кратера от шлака. Кратер необходимо полностью перекрыть швом.

При двухсторонней сварке первым необходимо проварить корень шва, затем очистить шлак и протекший металл, после чего наложить с обратной стороны основной шов.

При многослойной сварке после наложения каждого слоя нужно зачистить швы и свариваемые кромки от шлака, обнаруженные дефекты необходимо устранить согласно технологии предприятия-изготовителя.

В случаи если применяются закрепления и обратные выгибы для выполнения определенных швов, необходимо их удалить после полного остывания детали. Сварку с закреплением деталей проводить только, если данное закрепление предусмотрено технологическим процессом.

После завершения сварки все швы, а также прилегающую к ним зону

основного металла очистить от шлака, брызг, натеков металла, и удалить выводные планки. Удаление выводных планок осуществлять кислородной 32 резкой или механическим путем, после этого торцы швов зачистить. Запрещается удалять выводные планки ударами молотка или кувалды.

Зачистку сварных брызг разрешается не проводить в труднодоступных местах металлоконструкции, если это указано в конструкторской документации.

После выполнения сварки каждый сварщик должен поставить свое клеймо: если одну металлоконструкцию сваривает группа сварщиков, то клеймо ставится рядом с выполненным швом, если сварку выполнял один сварщик, то клеймо ставится один раз в определенном месте, которое предусматривает чертеж или технологическая документация [3].

### **2.2.5 Требования к оформлению документации**

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ Р 2.105-2019 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ Р 2.105-2019 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборке. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов [6].

Библиография оформляется по ГОСТ Р 7.0.100–2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

## 2.2.6 Требования к контролю

Требования к контролю устанавливаются на основе РД 36-62-00. Изготовленные детали, сборочные единицы и готовые грузоподъемные машины должны принять отдел технического контроля предприятия изготовителя.

Приборы и аппараты, применяемые при контроле размеров и параметров деталей, сборочных единиц и готовых грузоподъемных машин должны пройти государственную или ведомственную проверку и признаны пригодными.

ГОСТ 29266-91 контролирует точность измерений параметров.

Из партии деталей приемку должны пройти не менее 10% деталей партии, но не меньше 2.

При нахождении хотя бы одной бракованной детали, количество образцов удваивают. Если вновь обнаруживают брак, то приемка проводится на все детали этой партии.

Количество проверяемых деталей при приемке устанавливает предприятие-изготовитель и указывает их в технологической или нормативной документации.

Контроль качества сварных швов металлоконструкций производится: визуальным контролем и измерениями, ультразвуковым контролем.

Визуальный контроль и измерения выявляют наружные дефекты, ему подвергаются все швы сварного соединения.

Визуальным контролем проверяют, предварительно очищенную от шлака, брызг, подтеков металла, поверхность сварного шва и прилегающий к нему участок металлоконструкции шириной не менее 20 мм по обе стороны от сварного шва.

Визуальный контроль и измерения служат для проверки размеров и форм швов, взаиморасположения сварных деталей и сборочных единиц,

перпендикулярность осей, а также смещение кромок.

Визуальный контроль сварных соединений проводят невооруженным глазом или при помощи оптических приборов.

При осмотре расчетных соединений применяют лупы десятикратного увеличения.

Визуальным осмотром выявляют прожоги, не провары корня шва, наплывы, подрезы, не заваренные кратеры, наружные трещины, пористость.

Для измерения размеров швов, которые указаны в конструкторской документации, служат шаблоны и универсальные измерительные инструменты.

Визуальный и измерительный контроль проводится в соответствии с СТО 9701105632-003-2021.

С целью проверки соответствия прочности и пластичности сварных соединений металлоконструкций проводят механические испытания контрольных образцов.

Предприятие-изготовитель устанавливает перечень сборочных единиц, которые необходимо проверить этим способом. Оно также устанавливает периодичность проведения испытаний. Механические испытания проводятся на специализированных предприятиях в соответствии с ГОСТ 6996-66.

Ультразвуковым методом контроля швов сварных соединений проверяют ответственные сварные швы объемом 100%, чтобы полностью выявить дефектные места.

Ультразвуковой метод контроля проводят при неудовлетворительных результатах механических испытаний контрольных образцов.

Основанием для проверки ультразвуковым методом контроля является инструкция по проверке качества швов сварных соединений и технологическая документация, которую разрабатывает предприятие- 35 изготовитель. Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782-86 [3].

## **2.3 Методы проектирования**

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме исследования технологии и функции сварочных источников питания.

Расчет технологических режимов, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть [7].

Проектирование участка сборки-сварки челюсти грейфера, сборочно-сварочного приспособления ФЮРА.000000.084.00.001

## **2.4 Постановка задачи**

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления челюсти грейфера.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- произвести технологический анализ изделия;
- выбрать и обосновать способ сварки, сварочные материалы и оборудование;
- произвести техническое нормирование операций;
- определить состав основных элементов производства;
- выбрать или разработать технологическую оснастку;

- произвести рациональное размещение элементов производства на производственном участке.

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – челюсть грейфера.

Ножи изготавливаются из стали 10ХСНД (ГОСТ 19281-2014), зубья из стали 45 (ГОСТ 370-71). Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью

Сталь 10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70°С до плюс 450°С [8]. Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.1 и 3.2 [8].

Таблица 3.1 – Химического состава стали 10ХСНД [8]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>V</i>
не более 0,12%	0,80-1,10%	0,50-0,80%	не более 0,030%	не более 0,035%	0,60-0,90%	0,50-0,80%	0,40-0,60%	не более 0,12%

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [8]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_B$ , %
350	390	19

## Сталь 45 конструкционная углеродистая качественная

Использование в промышленности: вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

Химический состав и механические свойства стали 45 ГОСТ 380-2005 приведен в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 45[9]

C	Si	Mn	P	Ni	Cr	S	Cu	As
0.42 - 0.5 %	0.17- 0.37 %	0.5- 0.8 %	<0.035 %	<0.25 %	<0.25 %	<0.04 %	<0.25 %	<0.08 %

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 45 [9]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_B$ , %
340	690	20

### 3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Для сталей Сталь45, 10ХСНД рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, механизированная сварка в смеси газа Ar+CO<sub>2</sub>; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами.

По конструкторской документации выбираем механизированную сварку в среде защитных газов (Ar+CO<sub>2</sub>) плавящимся электродом которая сочетает в себе требуемую производительность и качество сварного шва. При сварке в смеси газов

электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки.

Данный способ сварки характеризуется следующими факторами:

- 1) Наличие возможности вести механизированную сварку, а при наличии в изготавливаемом изделии сварных швов протяженностью больше 1 м, то использование механизированной сварки очень важно;
- 2) Высокие механические свойства сварных соединений;
- 3) Высокая производительность и легкость механизации;
- 4) Отсутствие сварочных брызг;
- 5) Отсутствие операций по удалению шлака;
- 6) Меньшая склонность к образованию горячих трещин [11].

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

По рекомендациям конструкторской документации выберем сварочную проволоку Св-08Г2С по ГОСТ 2246 – 70.

Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен.

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и таблице 3.6

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О [12]

Марка проволоки	Химический состав, %					
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>C</i> <i>r</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
					не более	
Св-08Г2С-О	0,05-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	≤0,2	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.6 – Механические свойства наплавленного металла шва [13]

Марка проволоки	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$KCU$ , кДж/см <sup>2</sup>	
			20°C	-20°C
Св-08Г2С-О	540	24	100	60

Для подогрева металла в качестве горючих газов могут быть использованы ацетилен, водород, природный и нефтяной газ, пары бензина и керосина. Наибольшее применение получил ацетилен, так как он дает при горении в технически чистом кислороде самую высокую температуру пламени, достигающую 3150 °С. От температурного показателя, которого может достигать полученное с помощью технического газа пламя, зависит время выполнения работы. Поэтому он очень важен для процесса нагрева поверхности. В этом отношении хороших показателей можно достигнуть, используя ацетилен. Для подогрева будем использовать ацетиленовую горелку Г2-06 А. Состав кислорода и свойства ацетилена приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.7 - Состав кислорода по ГОСТ 5583 – 78

Кислород технический	Содержание кислорода
Сорт I	99,7
Сорт II	99,5
Сорт III	99,2

Таблица 3.8 - Свойства ацетилена

Максимальная температура пламени, °С		Пределы взрываемости (%) газов и паров жидкости в смеси	
с воздухом	с кислородом	с воздухом	с кислородом
2325	3150	1,5 – 100	1,5 – 100

При выборе материалов один из главных критериев — это свариваемость основного металла. Свариваемость – способность металла образовывать качественные сварные соединения, удовлетворяющие эксплуатационным требованиям конструкции. Различают физическую и технологическую свариваемость.

Физическая свариваемость металлов – свойство материалов давать монолитное соединение, т.е. способность их к взаимной кристаллизации с образованием твердых растворов, химических соединений и мелкодисперсных смесей фазовых составляющих (эвтектик). Эти процессы происходят на границе основного и наплавленного металла и характеризуют свариваемость с точки зрения возможности образования металлической связи и принципиальной возможности получения неразъемных сварных соединений.

Технологическая свариваемость металлов – технологическая характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать неразъемное сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами с наименьшими затратами. То есть она отражает технологическую реакцию материала на тепловое, силовое и металлургическое воздействие сварки.

Свариваемость металла зависит от его химических и физических свойств, типа кристаллической решетки, степени легирования, наличия примесей и ряда других факторов.

Свариваемость сталей оценивается по следующим показателям:

- склонность металла шва к образованию горячих и холодных трещин;
- склонность к изменению структуры в околошовной зоне и к образованию закалочных структур;
- физико-механические качества сварного соединения (прочность, пластичность, ударная вязкость и т.п.);
- соответствие специальных свойств сварного соединения требованиям технических условий на конструкцию (коррозионная стойкость,

жаростойкость, жаропрочность, сопротивление хрупкому разрушению при низких температурах и т.п.).

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод. Свариваемость ухудшается при увеличении содержания углерода, а также ряда других элементов. Для изготовления сварных конструкций в основном применяют конструкционные низкоуглеродистые, низколегированные и легированные стали. Главными трудностями при сварке легированных сталей является их склонность к образованию закалочных структур, горячих и холодных трещин, а также ухудшение механических свойств – в первую очередь снижение пластичности в зоне сварного соединения. Чем выше содержание углерода в стали, тем сильнее проявляются эти недостатки, и тем труднее обеспечить необходимые свойства соединения [14].

По свариваемости стали разделяют на 4 группы:

I группа – хорошо сваривающиеся стали;

II группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

III группа – ограниченно сваривающиеся стали;

IV группа – плохо сваривающиеся стали.

Основными признаками, характеризующие свариваемость сталей являются: механические свойства сварного соединения и склонность к образованию трещин.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [15]:

$$HCS = \frac{C(S + P + 0.04Si + 0.01Ni) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если Фактор склонности  $HCS$  больше 4, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$HCS = \frac{0.10(0.04 + 0.035 + 0.04 \cdot 0.8 + 0.01 \cdot 0.5) \cdot 10^3}{3 \cdot 0.8 + 0.8} = 3,5$$

$$3,5 < 4 \text{ не склонен}$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 45

$$С_{экв} = 0,46 + (0,7/9) + (0,025/9) + (0,025/18) = 0.54 \%$$

Рассчитываем подогрев для стали 45 [16].

$$T = 750CET - 150 \quad (3.2)$$

$$T = 750 \cdot 0,54 - 150 = 255 \text{ }^\circ\text{C}$$

10ХСНД - низколегированная конструкционная сталь, относится к I группе свариваемости.

45 - Сталь конструкционная углеродистая качественная, относится к III группе свариваемости. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Вывод используемые для изготовления стали удовлетворяют требованиям применимости механизированной сварки в среде защитных газов.

### 3.2 Расчёт технологических режимов

С приходом синергетического управления, процесс сварки стал проще. Для настройки сварщику необходимо только выбрать металл, диаметр проволоки и используемый защитный газ. Далее выбирается толщина свариваемого металла, а все остальные параметры, в том числе напряжение и скорость подачи проволоки, выставляется аппаратом самостоятельно. В процессе сварки вручную сварщик лишь корректирует скорость подачи электродной проволоки.

### 3.3. Выбор основного оборудования

Для сварочных операций выбираем следующее оборудование:

Таблица 3.9 - Технические характеристики сварочного аппарата *Genesis 3000 SMC* [18].

Диапазон регулирования сварочного тока, А	3 – 300
Сварочный ток при ПВ 100%, А	240
Сварочный ток при ПВ 60%, А	270
ПВ при максимальном токе, %	40
Сетевое напряжение, В	3~400
КПД	85%
Синергетические программы	32
Габаритные размеры	685*305*535
Масса источника, кг	32

### 3.4 Выбор оснастки

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда.

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить:

- трудоемкость работ;
- повысить производительность труда;

- сократить длительность производственного цикла;
- улучшить условия труда;
- повысить качество продукции;
- расширить технологические возможности сварочного оборудования;

Для производства сварочных работ для данной работы предлагается использовать:

- сварочный позиционер Robus RWM-6;
- для сборки рекомендуется разработать сборочное приспособление.



Рисунок 3.1 Общий вид Robus RWM-6

Таблица 3.10 - Технические характеристики позиционера Robus RWM-6

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, кг	600
Скорость вращения, об/мин	0,09 - 0,9
Угол наклона планшайбы, град	0 - 90
Диаметр планшайбы, мм	1000



сборочная единица в целом. При сборке изделия контролю подлежит: форма и размеры сварных соединений (зазоры), чистота поверхностей, образующих сварное соединение, основные размеры, определяющие работоспособность конструкции.

На участке сборки и сварки челюсти грейфера ФЮРА.000000.084.00.000СБ используются следующие методы контроля качества:

- 100 % осмотр сварных швов (визуальный и измерительный контроль);
- 100% ультразвукового контроля УЗК
- ВИК (визуально и измерительный контроль) по РД 03.606.03. Для проведения визуального и измерительного контроля выбираем комплект ВИК “Эксперт”.

- УЗК для проведения ультразвукового контроля выбираем дефектоскоп А1212 МАСТЕР.

### **3.6.1 Визуальный и измерительный контроль**

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии. Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла. Цель визуального контроля – выявление вмятин, заусенцев, ржавчины, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до 20ти кратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального и измерительного контроля, предусматривает разработку технологической

карты - документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ [19]

### **3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля**

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роlikоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стенов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рис. 3.1) [20].

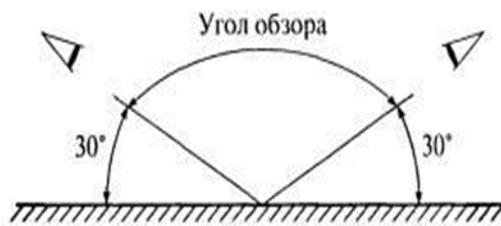


Рисунок 3 - Условия визуального контроля

### **3.6.3 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений.**

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных дефектов и геометрических параметров сварного шва.

### **3.6.4 Ультразвуковой контроль**

Ультразвуковой метод контроля (УЗК) позволяет выявить скрытые дефекты сварных швов: пустоты, трещины, непровары, разнородный химический состав, механические повреждения и т.д.

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых

волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал [21].

### **3.6.5 Подготовка поверхности к контролю**

Ширина зоны сканирования должна быть достаточной для проведения указанного объема контроля. В качестве альтернативы ширина поверхности сканирования может быть уменьшена, если проведение контроля указанного объема может быть достигнуто при сканировании с обеих поверхностей сварного соединения (верхней и нижней).

Поверхность сканирования должна быть ровной и не иметь загрязнений, которые могут негативно повлиять на акустический контакт (например ржавчина, рыхлая окалина, брызги металла, зарубки, бороздки). Зазор между поверхностью и преобразователем в результате волнистости изделия не должен быть более 0,5 мм. При необходимости, следует профилировать преобразователь по кривизне поверхности. Допускаются локальные нарушения формы поверхности, например вдоль кромки шва, которые приводят к увеличению зазора до 1 мм, при условии использования при контроле с данной стороны сварного соединения как минимум одного дополнительного угла ввода. Это дополнительное сканирование необходимо, чтобы компенсировать уменьшение проконтролированного объема из-за зазора такого размера [22].

### 3.7 Разработка технологической документации

Технологический процесс сборки и сварки челюсть грейфера начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно спецификации.

Далее устанавливаем на плиту проушина поз. №8 (2 шт.). После перпендикулярно устанавливаем детали поз. №2. Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах.

Далее устанавливаем поз. 12. После перпендикулярно устанавливаем детали поз.11. Затем детали прихватывают в порядке установки. Далее проводится сварка в защитных газах.

Далее перемещаем сборочные единицы 1 (2 шт.) и 2 (2 шт.) по на рабочее место 2.

На рабочем месте 2 собираем детали на приспособлении в следующем порядке. Установить в приспособлении нож поз. 14 согласно чертежу и прижать пневмо-прижимами. После устанавливаем детали; полоса поз.9 (1 шт.); полоса поз.10 (1 шт.) согласно чертежу размер, обеспечивается приспособлением. На трубу поз.1 надеть сборочные ед. №1 (2 шт.) и №2 (2 шт.) согласно чертежу, зажать трубу прижимом, расстояния между узлами №1 обеспечивает направляющими, установить технологические валы, расстояния между сборочными ед. обеспечивают втулки. Далее установить на приспособление дно поз. №3 согласно чертежу. Установить на приспособление боковины поз. №6 (2 шт.), пластины поз. №7 (2 шт.) и боковины поз. №4 и №5 зафиксировать. Прихватить детали в порядке установки.

Далее перемещаем сборочную единицу №3 на рабочее место 3.

Далее на 3 рабочем месте устанавливаем на сварочный позиционер. Производим проварку швов.

После проварки сварных швов устанавливаем на сборочную ед. зубья поз. № 13 (4 шт.) согласно чертежу. Выполнить предварительный подогрев деталей. Далее прихватим к сб. ед. четыре зуба поз 13, производим сварку в среде защитных газов.

В конце сб. ед. устанавливается на плиту сборочную, где производят зачистку

швов от брызг.

Контроль осуществляют на сборочно сварочной плите.

### 3.8 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [23].

$$T_{шт} = (T_{нш} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_n \quad (3.3)$$

где  $T_{нш}$  - неполное штучно-калькуляционное время, ч;

$L$  - длина свариваемого шва по чертежу, м;

$t_{ви}$  - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное  $T_{ншк}$  определяется по формуле [23].

$$T_{н.ш.к} = (T_0 \cdot t_{шв}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{отл} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (3.4)$$

где  $T_0$  - основное время сварки, ч;

$t_{шв}$  - вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

$a_{обсл}$ ;  $a_{отл}$ ;  $a_{п-з}$ ; - соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды, подготовительно-заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ( $a_{обсл} + a_{отл} + a_{п-з}$ ) составляет 28,8 % [23].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [23]:

$$T_0 = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (3.5)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм<sup>2</sup>;

$I$  - сила сварочного тока, А;

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>; (при сварке сталей составляет 7,8г/см<sup>3</sup>);

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 010 технологического процесса сборки и сварки

Исходные данные:

марки стали: 10ХСНД, сталь 45;

марка электродной проволоки: Св-08Г2С;

шов №4 ГОСТ 14771-76-Т1-Д6;

длина шва – 1м;

положение шва тавровое

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва  $F= 18$  мм<sup>2</sup>;

коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С ; при механизированной сварке,  $\alpha_n = 8,5$  г/(А·ч) [23].

-из установленного производителем сварочного оборудования режима сварки (зависит от толщины свариваемого металла) принимаем величину сварочного тока  $I=200$ А.

При сварке в среде углекислого газа  $K_{пн} = 1$ .

Определяем основное время сварки по формуле [52]:

$$T_0 = \frac{18 \cdot 7,8 \cdot 60}{200 \cdot 8,5} = 4,9 \text{ мин} = 0,081 \text{ ч}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (3.4), с учётом того, что  $t_{вш}$ , согласно картам, составляет 0,4 мин;

$$T_{н.ш.к} = (4,9 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 6,8 \text{ мин} = 0,11 \text{ ч}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.3 с учётом того,

что  $t_{\text{ВИ}}$  согласно картам 78-87 [24] равен 0,78 мин.;  $K_{\text{п}} = 1,2$ , то:

$$T_{\text{ш}} = (6,8 \cdot 1 + 0,78) \cdot 1,2 = 9 \text{ мин.} = 0,15 \text{ час}$$

Таблица 3.11 - Нормы времени на изготовление челюсти грейфера

005	Комплектование	4,8
010	Сборочно-сварочная	9
015	Сборочно-сварочная	9
020	Сборочно-сварочная	3
025	Сборочно-сварочная	3
030	Перемещение	2,2
035	Сборочно-сварочная	17,5
040	Перемещение	2
045	Сборочно-сварочная	72,1
050	Перемещение	3,2
055	Слесарная	11,2
060	Контроль	21,5
Итого:		158,5

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_{\text{м}} = m \cdot k_{\text{o}}, \quad (3.6)$$

где  $m$  – вес одного изделия, кг;

$k_{\text{o}}$  – коэффициент отходов,  $k_{\text{o}} = 1,3$ ;

$$m_m = 91,9 \cdot 1,3 = 119,5 \text{ кг},$$

### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в  $\text{CO}_2$  [25]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р. п.}} \cdot (1 + \psi_{\text{р}}) \cdot M_{\text{НО}}, \quad (3.7)$$

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

$K_{\text{р}}$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $K_{\text{р}} = 0,01 \dots 0,15$ , принимаем  $K_{\text{р}} = 0,02$ ;

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

$$M_{\text{ЭП}} = 1,02 \cdot (1 + 0,02) \cdot 3,2 = 3,32 \text{ кг}.$$

### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [26]:

$$Q_{\text{з.г.}} = q_{\text{з.г.}} \cdot t_{\text{с}}, \quad (3.8)$$

где,  $q_{\text{з.г.}}$  – расход защитного газа.

$$Q_{\text{з.г.}} = 12,5 \cdot 110 = 1375 \text{ л}.$$

## **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 [27].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении челюсти грейфера применяется приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.084.00.000 СБ, на котором для соосности деталей используют технологическую трубу, технологические валы для прижима деталей пневмо прижимы. Расстояния между сборочными ед. фиксируются направляющими, втулки.

## 4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.084.00.000 СБ используется пневмоприжим для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра  $D$  и ход штока.

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром  $D = 80$  мм и длиной хода  $L = 200$  мм.

Площадь штока пневмоцилиндра:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (4.1)$$

где  $d$  – диаметр штока, мм,  $d = 25$  мм;

$$S_{\text{ш}} = \frac{3,14 \cdot (80^2 - 25^2)}{4} = 4533 \text{ мм}^2.$$

Площадь пневмоцилиндра:

$$S_{\text{пц}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.2)$$

$$S_{\text{пц}} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пц}} + S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (4.3)$$

где  $F$  – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого  $F = 278$  кгс ;

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 5,59 \text{ МПа}.$$

Скорость перемещения поршня цилиндра:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (4.4)$$

где  $L$  – длина хода, мм;

$t$  – время срабатывания цилиндра, с,  $t = 5$  с ;

$$v = \frac{100}{5} = 20 \text{ мм/с}$$

Расход сжатого воздуха:

$$Q = S \cdot v, \quad (4.5)$$

$$Q = 491 \cdot 20 = 9820 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

### **4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособления**

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [29].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [29]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;

- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;

- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных.

- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению.

Перечень таких изделий составляют в установленном порядке);

- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);

- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);

- сведения о сертификации (при наличии);

- сведения о приемке;

- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;

- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления, представлена в приложении Г.

## **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 [27].

**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 работники, оборудование, материалы и энергетические затраты [28].

### 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d} \quad (5.1)$$

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

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

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

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

$T$  – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-025:

$$T_r = 500 \frac{9+9+3+3}{60} = 200ч$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени в 1 смены равен 1973 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 1973 - 5\% = 1874 ч.,$$

$$n_p = \frac{200}{1874} = 0,11ч$$

Принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,094}{1} = 0,11\%$$

- для операций 035:

$$T_r = 500 \frac{17,5}{60} = 142ч$$

$$n_p = \frac{142}{1874} = 0,075$$

Принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,075}{1} = 0,075\%$$

- для операций 045:

$$T_r = 500 \frac{72,1}{60} = 600ч$$

$$n_p = \frac{600}{1874} = 0,32$$

Принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,32}{1} = 0,32\%$$

- для операций 055-060:

$$T_r = 500 \frac{11,2 + 21,5}{60} = 273ч$$

$$n_p = \frac{273}{1874} = 0,14$$

Принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{0,14}{1} = 0,14\%$$

### 5.2.3 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 1215 \text{ ч.}$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени равен 1973 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1973 - 12\% = 1736,2 \text{ ч.,}$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{1215}{1973} = 0,62 \text{ (чел.)} \quad (5.3)$$

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

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{1215}{1736,2} = 0,70 \text{ (чел.)} \quad (5.4)$$

Примем число рабочих списочных  $P_{\text{сп}} = 1$ .

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих  $P_{\text{сп}}$ ) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих  $P_{\text{сп}}$ ) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих  $P_{\text{сп}}$ ) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих  $P_{\text{сп}}$ ) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих  $P_{\text{сп}}$ ) – 1.

## 5.3 Пространственное расположение производственного процесса

### 5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки 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 [28].

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 наметки 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 пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

- 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 [28].

- 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 прямо поточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположено одно сборочно-сварочное приспособление, один кантователь сварочный, две сварочные плиты, два сварочных полуавтомата *Genesis 3000 SMC*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q = 1$  т и краном мостовым  $Q = 3,2$  т перемещаются готовые изделия.

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

Размещение цеха и всех его отделений, участков и вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно удовлетворять всем требованиям процессов, которые подлежат выполнению в каждом из этих отделений.

Требования устанавливаются в соответствии с особенностями данных сварных изделий и соответствующих выбранных способов изготовления; особенностями типа производства и форм его осуществления; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха.

Для участка сборки-сварки челюсти грейфера выбрали параллельную схему сборки-сварки.

## 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 6.1 Расчет объемов капитальных вложений

#### 6.1.1 Капитальные вложения в сварочное оборудование

Стоимость сварочного оборудования представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Стоимость сварочного оборудования [32, 33]

Сварочное оборудование	Шт.	Цена, руб.
<i>Genesis 3000 SMC</i>	1	113982

Капитальные вложения в сварочное оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{CO} = C_o \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \text{ руб.} \quad (6.1)$$

где -  $C_o$  оптовая цена единицы оборудования. (см. таблица 6.1);

$O_i$  - количество оборудования  $i$ -его типоразмера, ед. (см. таблица 6.1);

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -его типоразмера (см. таблица 5.1).

$$K_{CO} = 113982 \cdot 1 \cdot 0,8 = 91185,6 \text{ руб.}$$

#### 6.1.2 Капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и оснастку

Стоимость сборочно-варочных приспособлений и оснастки [34] представлена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Стоимость сборочно-сварочных приспособлений и оснастки

Сборочно-сварочные приспособления и оснастку	Шт.	Цена, руб.
Сборочно-сварочное приспособление	1	200000
Плита сборочно-сварочная	2	520000
Кантователь <i>HBL-500</i>	1	450000

Капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку следует рассчитывать по формуле:

$$K_{np} = K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj}, \quad (6.2)$$

где -  $K_{npj}$  стоимость приспособления  $i$ -его типоразмера. (см. таблица 6.2).;

$\Pi_j$  - количество приспособления  $j$ -его типоразмера (см. таблица 6.2).;

$\mu_{nj}$  – коэффициент загрузки оборудования  $j$ -его приспособления (см. таблица 5.1).

$$K_{np} = 1 \cdot 200000 \cdot 0,8 = 160000 \text{ руб.}$$

$$K_{np} = 1 \cdot 450000 \cdot 0,6 = 270000 \text{ руб.}$$

$$K_{np} = 1 \cdot 520000 \cdot 0,2 = 104000 \text{ руб.}$$

$$K_{np} = 160000 + 270000 + 104000 = 534000 \text{ руб.}$$

### 6.1.3 Капитальные вложения в здания

Капитальные вложения в здания рассчитываются по формуле:

$$K_{зд} = S_{oi} \cdot O \cdot k_e \cdot \mu_{oi} \cdot \Pi_{зд}, \quad (6.3)$$

где  $S_{oi}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, (115,2 м<sup>2</sup>) м<sup>2</sup>/ед. (см.

План участка ФЮРА 084.00.000);

$h - 12$  – высота здания по подкрановым путям, м.;

$K_g - 1,75 \dots 3$  – коэффициент учитывающий вспомогательную площадь для проходов, проездов и хранения деталей;

$C_{зд} - 250$  стоимость 1 м<sup>3</sup> производственного здания, руб./м [35].

$$K_{зд} = 115,2 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0,4 \cdot 250 = 276480 \text{ руб.}$$

#### **6.1.4 Расчет объемов капитальных вложений**

$$K = (K_{co} + K_{np} + K_{зд}) \text{ руб.} \quad (6.4)$$

где  $K_{co}$  – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб. (см. п. 6.1.1);

$K_{np}$  – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб. (см. п. 6.1.2);

$K_{зд}$  – капитальные вложения в здания, руб. (см. п. 6.1.3).

$$K = (91185,6 + 534000 + 276480) = 1722336 \text{ руб.}$$

### **6.2 Расчет себестоимости годового объема производства**

#### **6.2.1 Затраты на основные материалы**

Расчет стоимости основных материалов Стоимость основных материалов, комплектующих, полуфабрикатов определяется:

$$M_i = K \cdot \sum_{i=1}^G \Pi_{,m1} \cdot M_{,m1}, \quad (6.5)$$

где  $M_m$  – норма расхода основного материала на единицу продукции, кг представлена в таблице 3.20.

$\Pi_m$  – оптовая цена единицы основного материала, руб.

Таблица 6.3 Стоимость основных материалов [36];

Наименование	Цена, руб. за тонну
10ХСНД	89000
Сталь 45	105 990

$K$  – коэффициент, учитывающий транспортно–заготовительные расходы ( $K = 1,05 - 1,07$  от стоимости материалов).

$$M = (10ХСНД) = 1,05 \cdot 1 \cdot 89 \cdot 152 = 14204 \text{ руб./изд.}$$

$$M = (Сталь45) = 1,05 \cdot 1 \cdot 88,7 \cdot 22 = 2050 \text{ руб./изд.}$$

## 6.2.2 Затраты на сварочные материалы

Затраты на сварочные материалы технологического назначения могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$M_{св} = M_{эн} + M_{г} + M_{ф}, \quad (6.6)$$

где  $M_{св}$  – затраты на сварочные материалы, руб.;

$M_{эн}$  – затраты на электродную проволоку, руб.; Св-08Г2С-О составляет 4,25 кг цена за кг 387 руб. [37];

$M_г$  – затраты на защитные и горючие газы, руб.; CO<sub>2</sub> составляет 1,1 литр,

цена за баллон 4850 руб. [38];

$M_{\phi}$  – затраты на флюсы, руб. Флюс АН-348 составляет 10 кг цена за кг 170 руб. [39]

$$M_{cs} = (4.25 \cdot 387) + (1,1 \cdot 4450) = 1644 + 4850 = 6494.$$

### 6.2.3 Затраты на электроэнергию

Расчет затрат на энергию для технологических целей, связанных со сварочными работами Удельный расход технологической электроэнергии (кВт ч/кг), затрачиваемой при различных видах дуговой сварки плавлением на 1 кг наплавленного металла, приближенно определяется:

$$A_{эл} = \frac{(V \cdot G_{нм})}{a_n \cdot \eta \cdot a_o}, \quad (6.7)$$

где  $G_{нм}$  – масса наплавленного металла (п. 3.9 таблица 3.20);

$V$  – напряжение на дуге, В. принимается согласно таблицы 3.13 и 3.14;

$a_n$  – коэффициент наплавки, г/ (А ч) (указывается в паспортах на электродный материал). Сварочная проволока Св-08Г2С –О– 9 г/ (А ч)[37].

$\eta$  – коэффициент полезного действия сварочного оборудования. *Genesis 3000 SMC* – 0,85 [40];

$a_o$  – коэффициент, учитывающий время горения дуги в общей продолжительности сварки (0,5...0,7).

$$A_{эл} = \frac{(26 \cdot 4.25)}{9 \cdot 0,85 \cdot 0,7} = 21 \text{ кВт.ч., для сварки защитном газе}$$

$$M_{элэ} = 21 \cdot 6 = 126 \text{ руб. на 1 изд.}$$

## 6.2.4 Затраты на заработную плату

При сдельно–премиальной системе оплаты труда заработная плата определяется:

$$Z_{сд.пр} = K_1 \cdot P, \quad (6.8)$$

где  $K_1$  – премиальное вознаграждение за высокое качество и выполнение плана производства ( $K_1 = 1,5$ ) от заработной платы по тарифу;

$P$  – сдельная расценка на единицу изделия, руб.

$$P = T_{СТ} \cdot t_{ум}, \quad (6.9)$$

где  $T_{СТ}$  – часовая тарифная ставка, соответствующая разряду работ, руб. [41];

$t_{ум}$  – норма времени на единицу продукции, ч. (см. п. 3.8)

$$P = 337,5 \cdot 2,64 = 891, \text{ руб./изд.}$$

$$Z_{сд.пр} = 1,5 \cdot 891 = 1336,5 \text{ руб./изд.}$$

## 6.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяется по формуле:

$$C_a = k_q \sum_{i=1}^n \frac{(C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_1 \cdot r_1)}{N}, \quad (6.10)$$

где  $C_o$  оптовая цена единицы оборудования. (таблица 6.1);

$O_i$  - количество оборудования  $i$ -его типоразмера, ед. (таблица 6.1);  
 $\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -его типоразмера. (таблица 5.1);  
 $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -его типоразмера, %

$r_i$  – 1,15...1,20-коэффициент затрат на ремонт оборудования;

В тех случаях, когда отсутствуют нормы амортизационных отчислений, принимают  $a_i = 0,15$ .

1120000 руб. – общая стоимость сварочного оборудования (см п. 6.1.1, таблица 6.1.)

$$C_a = \frac{91185.6 \cdot 0,15 \cdot 1,15}{500} = 31,5 \text{ руб./изд.} \quad (6.11)$$

### 6.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений и другой оснастки определяются по формуле:

$$C_n = k_q \sum_{j=1}^n \frac{(K_{npj} \cdot P_j \cdot \mu_{oj} \cdot a_j)}{N}, \quad (6.12)$$

где -  $K_{npj}$  стоимость приспособления  $j$ -его типоразмера. (таблица 6.2);

$P_j$  - количество приспособления  $j$ -его типоразмера (таблица 6.2);

$\mu_{nj}$  – коэффициент загрузки оборудования  $j$ -его приспособления (таблица 5.1);

$a_j$  – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -его типоразмера,  
 1049000 руб. – общая стоимость сборочно-сварочных приспособлений и оснастки (см. п. 6.2.1, таблица 6.2).

$$C_a = \frac{534000 \cdot 0,15}{500} = 160,2 \text{ руб./изд.} \quad (6.13)$$

### 6.2.7 Затраты на содержание помещения

При заданном годовом объеме работ затраты на содержание помещения для одного изделия определяются по формуле:

$$C_{II} = k_q \sum_{j=1}^n \frac{(S_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oj} \cdot C_n)}{N}, \quad (6.14)$$

где –  $S_{oi}$  площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед. (см. План участка ФЮРА 084.00.000);

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -его типоразмера, ед. (таблица 6.1);

$\mu_{nj}$  – коэффициент загрузки оборудования  $j$ -его приспособления (таблица 5.1);

$C_n$  – оптовая цена единицы оборудования (таблица 6.1).

$$C_{II} = \frac{(116717)}{500} = 233,4 \text{ руб./изд.}$$

Таблица 6.4 – Себестоимость изготовления одного изделия

Наименование	Цена, руб.
Основной материал	16254
Сварочные материалы	6494
Зарплата	1336,5
Электроэнергия	126
Затраты на оборудования	31,5
Затраты на амортизацию приспособления	160,2
Затраты на содержание помещения	233,4
Итого 246635,6 руб.	

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка челюсти грейфера ФЮРА.000000.084.00.000. При изготовлении челюсти грейфера осуществляются следующие операции: сборка и сварка, механизированная в среде углекислого газа, слесарные операции.

При изготовлении челюсти грейфера на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *Genesis 3000 SMC* 4 шт.

- приспособление сборочно-сварочное

ФЮРА.000001.084.00.000СБ 1 шт.

- Плита сборочно-сварочная 2 шт.

- Кантователь сварочный 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 3,2 т.

Изготавливаемое изделие – Изготавливаемое изделие – челюсть грейфера, представляет собой сварную конструкцию, которая является грузозахватным приспособлением грузоподъемных кранов, погрузчиков и монорельсовых тележек для сыпучих материалов, скрапа и стружки, крупнокусковых каменных и волокнистых материалов, а также длинномерных лесоматериалов.

Масса изделия составляет 91,9 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД, Сталь 45. Сварка производится в углекислом газе CO<sub>2</sub> (100 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2.

Проектируемый Участок находится в цехе, имеет одну капитальную

стену, с другой стороны расположен проход шириной 2м для перемещения рабочих. Оконные проемы в количестве 2шт. Стены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) 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  $S = 115,2 \text{ м}^2$ .

## **7.2 Законодательные и нормативные документы**

В данной работе использованы: а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;

б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;

в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);

г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;

д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;

ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;

- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- т) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;82
- ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».
- ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

### **7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.) [44].

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

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.[45]

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028–76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. Также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор загрязненного воздуха из рабочей зоны. Подвижность воздуха в зоне сварки  $83$  должна быть  $0,2 \div 0,5$  метров в секунду.

Основным средством от повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны является применение приточно – вытяжной вентиляции.

Согласно требованиям СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки, не доходящие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивка по всему периметру не должна доходить до пола на расстояние 300 мм.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом –

зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений.

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

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.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76-1,4 мкм), которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона (9-420 мкм) задерживаются в поверхностных 84 слоях кожи.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса коронки источниками ультрафиолетового и инфракрасного излучения является сварочная дуга, а также источником инфракрасного излучения является расплавленная сварочная ванна и свариваемые детали.

«Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (СН 4557-87) регламентируют данный производственный фактор.

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. Рекомендуется использование светофильтров из темного стекла ЭЗ, С4.

### Шум

Параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления на участке при эксплуатации оборудования составляет:

74÷99 дБ, что является нормой и не требует специальных средств защиты.

Источниками шума на участке сборки и сварки основания являются: сварочный полуавтомат *Genesis 3000 SMC*; сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумные наушники по ГОСТ Р 12.4.255-2011

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы 85 установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

### Вибрация

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 риск, сопутствующий работе виброактивных машин, должен быть снижен до минимально возможного, а вибрационная характеристика такой машины должна быть указана в сопроводительных документах.

Согласно ГОСТ30873.4 вибрация в каждом из направлений оказывает

одинаково вредное воздействие на оператора. Поэтому измерения необходимо проводить во всех трех направлениях.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием ГОСТ 12.1.012-2004 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования". Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

На данном производственном участке вибрацию создает ручная шлифовальная пневматическая машина ИП 2002, применяемая для зачистки деталей от брызг сварки. Вибрация в данном случае – локальная, т.е. воздействующая на отдельные части организма.

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) виброускорения – от 1,4 м/с до 89 м/с. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза), по интегральной оценке, или в какой-либо октавной полосе не допускается.8бвижущиеся механизмы.

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 12.5 т.), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа. В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

Проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м; при эксплуатации подъемнотранспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

При эксплуатации шлифовальной машины — защитный кожух на шлифовальном круге.

#### **7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды**

Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В. Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81.

На проектируемом участке применяются искусственные заземляющие устройства, которые состоят из заземлителей и заземляющих проводников. Заземлители представляют собой стальные трубы диаметром 50...70 мм с толщиной стенок 3...5 мм либо стержни из угловой стали размером 50x50x5 мм, забиваемые в землю на глубину 2...2,5 м с шагом, равным их длине, так, чтобы их верхние части были под поверхностью земли на глубине 0,5...0,8 м.

87

Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.

Термические ожоги.

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, в соответствии ГОСТ Р 12.4.238-2007 шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – 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,

исключающие попадание искр и капель расплавленного металла ГОСТ 12.4.250-2013.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой ГОСТ 12.4.010.2013.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке представлен в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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
Щиток защитный для э/сварщика типа НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Пожаро взрывобезопасность.

Пожаро взрывобезопасность производства определяется показателями пожаровзрывоопасности веществ и материалов и их агрегатным состоянием.

К этим показателям относится группа горючести, температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения, условия теплового самовозгорания.

Участок сборки и сварки относится к категории В (пожароопасный).

## 7.5 Обеспечение требуемого освещения на участке

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов и проездов.

Освещение не должно давать резких теней и бликов, оказывающих ослепляющее действие. Требуемый уровень освещения определяется степенью зрительных работ.

В дневное время можно пользоваться естественным освещением, но чаще всего при учёте того, что производственные помещения имеют большие площади, применяют комбинированное освещение, то есть, как естественное, так и искусственное.

Естественное освещение можно осуществлять через световые проёмы – окна и световые фонари.

Хорошее искусственное освещение производственного помещения и рабочих мест зависит от правильного выбора мест расположения светильников, его типа и мощности ламп.

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Рассчитаем требуемое количество светильников.

Световой поток светильников определяем по формуле [46]:

$$\varphi = \frac{E \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (7.1)$$

где  $E$  – заданная минимальная освещённость, Лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;  $K_3 = 1,8$ ;

$S$  – освещаемая площадь;  $S = 115,2 \text{ м}^2$ ;

$Z$  – коэффициент минимальной освещённости;  $Z = 1,2$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока;  $\eta = 48$ .

Для светильников типа ОД с лампой ДРЛ-750,  $\varphi = 33000 \text{ Лм}$ .

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta} \quad (7.2)$$

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 115,2 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 7,85 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников  $N = 8 \text{ шт}$

## 7.6 Охрана окружающей среды

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 используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с (ФЮРА.000003.084.00.000 поз 3).

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях: -температура окружающего воздуха  $-30^\circ\text{C}$  до  $45^\circ\text{C}$ ;  
- относительная влажность 80% при  $15^\circ\text{C}$ .

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2. 04. 02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и

сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке.

На проектируемом участке сборки и сварки основания 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.

## **7.7 Чрезвычайные ситуации**

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;
- б) пожары, взрывы;
- в) внезапное обрушение зданий и сооружений;
- г) аварии на коммунальных системах снабжения.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность — это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения

предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

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).

Для предотвращения обрушения зданий и сооружений создана специальная комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением.

## **7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Размещение оборудования и организация рабочих мест на проектируемом участке выполнена согласно требованиям приведенных в ГОСТ 12.2.061-81.

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами, перемещаемыми деталями составляет 0,8 м. Зоны с опасными производственными факторами огорожены, и знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026 -76.

В качестве материала для стен кабины используется тонкое железо, Каркас кабины сделаны из металлических труб. Дверной проем кабины закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Для отделки стен кабины применяют желтый крон, который хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи.

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

В реальной обстановке в цехе 14 ООО «Юргинский машзавод» фиксировалась температура воздуха от  $T=+7\div+10\text{оС}$  до  $T = + 25 \div + 35 \text{ оС}$ , относительная влажность  $\varphi = 60-70 \%$ , скорость движения воздуха на рабочем месте  $V = 0,4 - 2 \text{ м / с}$ .

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0, 2...0,5 метров в секунду. Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}} \text{ м}^3 \cdot \text{ч} \quad (7.3)$$

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n, \quad (7.4)$$

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

$n$  – количество зонтов 3шт.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_H + t_B} \quad (7.5)$$

где  $t_u$  и  $t_v$  – температура поверхности источника и воздуха,  $0\text{С}$ .

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

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

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 + 1,68} = 2,47 \quad (7.6)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 3 = 39,5 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 39,5 \cdot 0,2 = 7,9 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_M = 56916 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор осевой ВО 25-188-10 с двигателем АИР160S4 15 кВт 1500 об/мин.

Рассчитаем диаметр воздуховодов. Определим диаметр воздуховода по формуле.

$$Q = 1,13 \cdot \left( \frac{L}{v} \right)^{\frac{1}{2}} = 1,13 \cdot \left( \frac{56916}{0,2} \right)^{\frac{1}{2}} = 602 \text{ мм}$$

## 7.9 Вывод

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности трудового коллектива на проектируемом участке были разработаны и приняты следующие меры:

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется обще обменная система вентиляции с использованием вентилятора осевой ВО 25-188-10 с двигателем АИР160S4 15 кВт 1500 об/мин.;

б) для предотвращения опасности поражения электрическим током применяется: защитное разделение сети; защитное заземление; изолирующая обувь;

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 8 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или 95 защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

д) для защиты от шума - противοшумные наушники типа РОСОЗМ -8, от вибрации - антивибрационные рукавицы;

е) при слесарной обработке для защиты глаз рабочих от частиц металла – очки защитные типа ЗПР, при работе шлифовальными машинами и при сварке для защиты органов дыхания рабочих – респираторы «Лепесток»;

ж) участок обеспечивается средствами тушения: огнетушителями порошковыми ОП-8; ящиками с песком; краном внутреннего пожарного водопровода

## Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта, на основании технологического анализа изделия был произведен выбор и обоснование сварочных материалов и оборудования; разработано сборочное приспособление; разработан технологический процесс сборки-сварки изделия и произведена расстановка основных средств на производственном участке.

Показатели производственного участка:

1. Площадь участка, м <sup>2</sup>	115,2
2. Оснастка	
Сборочное приспособление, шт	1
Плита сборочно-сварочная, шт	1
Кантователь сварочный	1
3. Количество смен	1
4. Количество рабочих, чел	
явочное	1
списочное	1
5. Оборудование:	
<i>Genesis 3000 SMC</i>	

## Библиография

1. Autowelding.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.autowelding.ru/index/0-42>
2. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. – М.: Машиностроение, 1990 – 360 с.
3. РД 36-62-00 «Оборудование грузоподъемное» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.skunb.ru/data/upload/documents/files/ibo/GOST\\_new.pdf](http://www.skunb.ru/data/upload/documents/files/ibo/GOST_new.pdf)
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573264187?marker=6520IM>
5. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004932 //>
6. Требование к оформлению документации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001260>
7. Методы проектирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://science.wikia.org/ru/wiki/Методы\\_проектирования](https://science.wikia.org/ru/wiki/Методы_проектирования)
8. ГОСТ 19281-2014 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200113779>
9. Металлический портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://metallischekiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/45](https://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/45)
10. Крампит А.Г., Зернин Е.А., Крампит М.А. Современные способы импульсно-дуговой *MIG/MAG* сварки. ГОУ ВПО «Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета»
11. Сварочно-технологический центр «TEWLIN» [Электронный ресурс]

– Режим доступа: <https://www.telwin.com/ru/telwin-academy/saldatura/mig-mag-welding/>

12 ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов [Электронный ресурс]

– Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-14175-2010>

13 Проволока сварочная СВ08Г2С ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005429>

14 Сварочная проволока СВ-08Г2С [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.оопульсар.рф/svarochnye-materialy-esab/svarochnaya-provoloka/sv-08g2s/>

15 Проф – Инструмент [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://kirov.xn--e1afmdcbhkihdej.xn--p1ai/stati/stati-po-svarke/chto-takoe-svarivaemost-materialov/>

16 Свариваемость металлов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/manual-arc-welding/251-kons6>

17 Куликов В.П. Технология сварки плавлением и термической резки: учебник / В.П. Куликов. – Минск: Новое знание; М. : ИНФРАМ-М 2016. – 463. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат)

18 Selco [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://selco-welding.ru/product/genesis-3000-smc/>

19 НТЦ Эксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/vic>

20 РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865879>

21 НТЦ Эксперт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/uc>

22 ГОСТ Р ИСО 17640-2016 Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://docs.cntd.ru/document/1200133735>

23 Механизация и автоматизация сварочного производства - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.shtormits.ru/info/articles/mekhanizatsiya-i-avtomatizatsiya-svarochnogo-proizvodstva/>

24 Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293846/4293846544.htm#i204713>

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

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

27 Хайдарова А.А. Сборочно–сварочное приспособление. Этапы конструирования: учебное пособие/ А.А.Хайдарова; Томский политехнический университет. –Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013.–132 с.

28 Петкау Э. П. Организация производства и менеджмент в машиностроении: учебное пособие / Э.П. Петкау. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 205 с.

29 Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

30. <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=10140>

31. <http://selco-welding.ru/product/genesis-3000-smc/>

32. <https://www.zavod-vto.ru>. Оборудование для сварки

33. [http://vashproect.ru/index/stoimost\\_stroitelstva/0-115](http://vashproect.ru/index/stoimost_stroitelstva/0-115). Проектно-строительная компания" Аркада-М"

34. <https://kemerovo.evraz.market> металлопрокат "ЕВРАЗ"

35. <https://www.promgaznovosib.ru>. "Промгаз".

36. <https://tscomp.ru>. "ТСКОМП"

37. <https://www.pro-personal.ru/article/1099254-20-m8-chasovaya-tarifnaya-stavka-na-2022-god>. Часовая тарифная ставка

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

39. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении" / М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

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

Приложение А  
(Спецификация ФЮРА.000001.084.00.000 СП)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.				<u>Документация</u>			
	A1		ФЮРА.000001.084.00.000 СБ	Сборочный чертеж			
Справ. №				<u>Детали</u>			
		1	ФЮРА.000001.084.00.001	Труба	1		
		2	ФЮРА.000001.084.00.002	Втулка	2		
		3	ФЮРА.000001.084.00.003	Дно	1		
		4	ФЮРА.000001.084.00.004	Боковина	1		
		5	ФЮРА.000001.084.00.005	Боковина	1		
		6	ФЮРА.000001.084.00.006	Боковина	2		
		7	ФЮРА.000001.084.00.007	Пластина	2		
		8	ФЮРА.000001.084.00.008	Проушина	4		
		9	ФЮРА.000001.084.00.009	Полоса	1		
		10	ФЮРА.000001.084.00.0010	Полоса	1		
		11	ФЮРА.000001.084.00.0011	Втулка	2		
		12	ФЮРА.000001.084.00.0012	Проушина	2		
		13	ФЮРА.000001.084.00.0013	Зуб	4		
	14	ФЮРА.000001.084.00.0014	Нож	1			
Подп. и дата							
Изм. № докл.							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
				ФЮРА.000001.084.00.000 СП			
Изм. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Сангинзайда					
	Пров.	Крюков					
	Н.контр.	Крюков					
	Утв.						
					Челюсть грейфера		
					Лит. Лист Листов 4 1 1		
					ЮТИ ТПУ гр.10А82		
					Копировал	Формат А4	

**Приложение Б**  
**(Спецификация приспособление сборочно-сварочное)**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документация</u>		
	A1		ФЮРА.000002.084.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
Справ. №				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ФЮРА 000002.084.00.001	Пневмоприжим	4	
		2	ФЮРА 000002.084.00.002	Подставка	1	
		3	ФЮРА 000002.084.00.003	Прижим с конусом	1	
		4	ФЮРА 000002.084.00.004	Прижим	1	
		5	ФЮРА 000002.084.00.005	Упор	1	
		6	ФЮРА 000002.084.00.006	Подставка	1	
Подл. и дата				<u>Детали</u>		
		7	ФЮРА 000002.084.00.007	Пластина	2	
		8	ФЮРА 000002.084.00.008	Стойка	2	
		9	ФЮРА 000002.084.00.009	Упор	1	
		10	ФЮРА 000002.084.00.010	Стержень	1	
Взам. инв. №		11	ФЮРА 000002.084.00.011	Пластина	4	
		12	ФЮРА 000002.084.00.012	Технологический вал	1	
		13	ФЮРА 000002.084.00.013	Втулка	1	
Подл. и дата		14	ФЮРА 000002.084.00.014	Прижим	3	
		15	ФЮРА 000002.084.00.015	пластина	2	
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФЮРА 000002.084.00.00 СП  Сборочно-сварочное приспособление  ЮТИ ТПУ гр. 10А82
	Разр. и	Сангинзайда				
	Пров.	Крюков				
	Н.контр.	Крюков				
	Утв.					Лист 4 Лист 1 Листов 2
Копировал						Формат А4





Дubl.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разработ.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код. наименование оборудования		Код. наименование детали, сб. единицы или материала		Обозначение документа		Обозначение, код		ЕН	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.р.сх.					
К/М																			
01																			
002	<i>Техника безопасности</i>																		
03																			
04	<i>1. Детали и сварочная проволока перед сваркой должны быть очищены от масла, ржавчины и влаги.</i>																		
05	<i>Детали должны быть отдробеструены.</i>																		
06	<i>2 При выполнении сборочных и сварочных работ руководствоваться технологической инструкцией по</i>																		
07	<i>изготовлению сварных конструкций изделий горношахтного оборудования инв. № 2815</i>																		
08																			
09	<i>Требования безопасности</i>																		
010																			
011	<i>1. При работе соблюдать требования инструкций по охране труда:</i>																		
012	<i>№ 410-11 – для слесарей механо-сборочных работ; № 238-11- для контролеров</i>																		
13	<i>№ 23-11- для эл. сварщиков № 98-11- для лиц, работающих с инструментом</i>																		
14	<i>№ 403-11- для газорезчиков создающим вибрацию</i>																		
15	<i>№ 90-11- для стропалей № 7-11- для лиц, работающих с кран – балками</i>																		
16																			
МК	Маршрутная карта																		2





Дцдл. Взам. Подп.																
	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа				Кшт.	Тшт.	Н.расх.	
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.	Н.расх.			
Б	Код, наименование оборудования				Обозначение, код				ОПП	ЕВ	КИ					
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала															
01																
02	005 Комплектование															
03																
04	Кран балка Q=1 т, Строп Q>5 т.															
05	1. Подобрать детали, входящие в сборочную единицу, согласно спецификации.															
06	2. Проверить наличие клеем на деталях.															
07																
08	010 Сборочно-сварочная															
09	То = 7,6 мин.															
010	Кран балка Q=1 т, Строп Q>5 т, сварочный стол, сварочный аппарат Genesis 3000 SMC															
011	1. Установить на сварочный стол детали поз. 2 и поз. 8 (2 шт.) согласно чертежу. То = 1,6 мин.															
012	2. Прихватить детали между собой колбо прихваток 12 То = 2 мин.															
13	3. Сварить детали между собой То = 4 мин.															
14	Тип соединения				Длина, мм.				Расход, кг.				Проходов			
15	№3 T <sub>1</sub> -△6				1000				0,3				1			
16																
КТП	Карта технологического процесса													5		

Дц/дп. Взам. Подп.															
Разраб. Проб. Нормир. Нач. БТК Н. контр.															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
					Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код										
01	<i>015 Сварочно-сварочная</i>										<i>To = 7,6 мин.</i>				
02															
03	<i>Кран балка Q=1 т, Строп Q&gt;5 т, сварочный стол, сварочный аппарат Genesis 3000 SMC</i>														
04	<i>1. Установить на сварочный стол детали поз. 2 и поз. 8 (2 шт.) согласно чертежу.</i>										<i>To = 1,6 мин.</i>				
05	<i>2. Прихватить детали между собой колво прихваток 12</i>										<i>To = 2 мин.</i>				
06	<i>3. Сварить детали между собой</i>										<i>To = 4 мин.</i>				
07	<i>Тип соединения</i>				<i>Длина, мм.</i>				<i>Расход, кг.</i>						
08	<i>№3 T<sub>1</sub>-△ 6</i>				<i>1000</i>				<i>0,3</i>						
09															
010	<i>020 Сварочно-сварочная</i>										<i>To = 3 мин</i>				
011															
012	<i>Кран балка Q=1 т, Строп Q&gt;5 т, сварочный стол, сварочный аппарат Genesis 3000 SMC</i>														
13	<i>1. Установить на сварочный стол детали поз. 11 и поз. 12 согласно чертежу</i>										<i>To = 0,4 мин.</i>				
14	<i>2. Прихватить детали между собой колво прихваток 6</i>										<i>To = 0,5 мин.</i>				
15	<i>3. Сварить детали между собой</i>										<i>To = 2,1 мин.</i>				
16															
КТП										Карта технологического процесса				6	

Дубл.	Взам.	Подп.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование оборудования	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
									Обозначение документа											
									Обозначение, код											
Разработ.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач БТК																				
Н. контр.																				
А																				
Б																				
К/М							Наименование детали, сб. единицы или материала													
01							Тип соединения	Длина, мм.	Расход, кг.	Проходов										
02							№3 T <sub>1</sub> -△7	760	0,2	2										
03																				
04										025 Сборочно-сварочная										
05										То = 3 мин										
06										Кран балка Q=1 т, Строп Q>5 т, сварочный стол, сварочный аппарат Genesis 3000 SMC										
07										1. Установить на сварочный стол детали поз. 11 и поз. 12 согласно чережу То = 0,4 мин.										
08										2. Прихватить детали между собой колва прихваток 6 То = 0,5 мин.										
09										3. Сварить детали между собой То = 2,1 мин.										
010							Тип соединения	Длина, мм.	Расход, кг.	Проходов										
011							№3 T <sub>1</sub> -△7	760	0,2	2										
012																				
13										030 Перемещение										
14										То = 2,2 мин										
15										Кран мостовой Q=3,2, Строп Q>5 т. Приспособление сборочно сварочное ФЮРА.000001.082.00.000 СБ,										
16										1. Переместить сборочную еденцу 1 (2шт.) и 2 (2 шт.), на приспособление . Т= 2,2 мин										
КТП										Карта технологического процесса										
										7										

Дубл. Взам. Подл.																
	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	Код, наименование оборудования								Обозначение документа							
Б	Наименование детали, сб. единицы или материала															
К/М	Обозначение, код															
01	035 Сборочно сварочная															
02	То =17,5															
03	Кран балка Q=1 т, Строп Q>5 т.; Приспособление сборочно сварочне ФЮРА.000001082.00.000 СБ,															
04	сварочный аппарат Genesis 3000 SMC															
05	1. Установить в приспособление нож поз. 14 согласно чертежу, прижать пневмо-прижимом. То =0,7 мин															
06	2. Установить по приспособлению полосу поз. 9 и поз. 10 согласно чертежу размер То =1,9 мин															
07	обеспечивается приспособлением															
08	3. На трубу поз.1 надеть сб. вл №1 (2 шт) и №2 (2 шт) согласно чертежу. То =2,5 мин															
09	захватить трубу прижимом, расстояние между сб. узлами №1 обеспечивается направляющими															
010	установить технологические валы, расстояние между сб. узлами обеспечивают втулки.															
011	4. Установить по приспособлению дно поз. 3 согласно чертежу. То =1,6 мин															
012	5. Установить по приспособлению боковины поз. 6 (2 шт.), пластины поз. 7 (2 шт.) То =2,9 мин															
13	и боковины поз. 4 и 5, зафиксировать															
14	6. Прихватить детали между собой в порядке установки.															
15	То =7,9 мин															
16																
КТП	Карта технологического процесса														8	





Дудл. Взам. Подп.																	
	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	Н.расх.
А	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код												
Б	Код, наименование оборудования																
К/М																	
A01					<i>Обозначения документа</i>												
002					<i>060 Контроль</i>												
03					<i>То = 21,5 мин.</i>												
A04					<i>Плита сборочно сварочная Набор ВИК "Экспет" и Ультразвуковой дефектоскоп А1212 Мастер.</i>												
B05					<i>1. Проверить сб. ед. соответствию КД и ТД.</i>												
06					<i>2. Клеймить клеем БТК на табличке поз. 12.</i>												
07																	
08																	
09																	
010																	
011																	
012																	
T13																	
T14																	
T15																	
16																	
КТП					Карта технологического процесса												
																11	