

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY  **ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА
СБОРКИ-СВАРКИ РУКОЯТИ ПОГРУЗЧИКА ЭКСКАВАТОРА**

УДК 621.757:621.791:621.879

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A82	Омарбаев С.Б.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

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	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2022 г.

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

Омарбаев С.Б.

Руководитель ВКР

Кузнецов М.А.

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
10А82	Омарбаеву Самату Бериковичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рукояти погрузчика экскаватора	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24 .01.2022 24-21/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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"> 1. Обзор и анализ литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Разработка технологического процесса. 4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений. 5. Проектирование участка сборки-сварки. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ФЮРА.00000.042.00.000 СБ Рукоять 1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.042.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.042 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.042 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия. 5. ФЮРА.000004.042 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.042 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.042 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
---	--

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Технологическая и конструкторская часть</p>	<p>Кузнецов М.А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Солодский С.А.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Ильященко Д.П.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>25.01.2022 г.</p>
---	----------------------

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ЮТИ</p>	<p>Кузнецов М.А.</p>	<p>К.Т.Н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>10А82</p>	<p>Омарбаев С.Б.</p>		

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	Обзор литературы	20
25.02.2022	Объекты и методы исследования	20
25.03.2022	Расчеты и аналитика	20
25.04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2022	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A82	Омарбаев С.Б.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А82	Омарбаеву Самату Бериковичу

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

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	15955,02 руб. 7,66 руб. 163,08 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ	129,48 кг 0,24 кг 127,7 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2022
--	------------

Задание выдал:

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

Консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Омарбаев С.Б.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A82	Омарбаеву Самату Бериковичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-рукоятки на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<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"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<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"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<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"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Омарбаев С.Б.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 150 с., 23 рис., 23 табл., 49 источников, 4 прил., 7 л. графического материала.

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

Объектом разработки является изготовление рукояти.

Целью работы является разработка технологии изготовления рукояти.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, расчет метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

В результате выполнения работ рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приведенных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 269931 руб;
- себестоимость продукции 8063386,9 руб;
- количество приведенных затрат 8103876,6 руб/изд. × год.

Abstract

Final qualifying work 150 p., 23 drawings, 23 tables, 49 sources, 4 applications, 7 p. graphic material.

Key words: FUSION WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES, WELDING CURRENT STRENGTH, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, FIXTURE, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the manufacture of the handle.

Objective. The aim of the work is to develop a technology for manufacturing the handle.

In the course of the work, the components of the product were studied, the steel grade was determined, the welding method was calculated, the welding modes and welding materials were determined, the operations were standardized, the technological process was drawn up, the required amount of equipment and the number of workers were calculated.

As a result of the work, welding modes were calculated, welding equipment was selected, assembly and welding operations were normalized. The coefficient of reduced costs is calculated.

Economic indicators:

- capital investments 269931 rubles;*
- cost of production 8063386,9 rubles;*
- the number of reduced costs 8103876,6 rubles / ed. × year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	20
1.1 Назначение и классификация приспособлений сварочного производства	20
1.1.1 Сборочные, сварочные и сборочно-сварочные приспособления	22
1.1.2 Приспособления для поворота свариваемых изделий	25
1.1.3 Приспособления универсальные и специальные, стационарные и переносные, с ручным и механизированным приводом	30
1.2 Конструкции универсальных сборно-разборных приспособлений для сборочно-сварочных работ (УСРП-С)	31
1.3 Обзор приспособлений для сварки	33
1.3.1 Установочные механизмы	33
1.3.2 Универсальные варианты	39
1.4 Сварочный стол: назначение, виды	40
1.5 Вывод	46
2 Объект и методы исследования	48
2.1 Описание сварной конструкции	48
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	48
2.2.1 Требования к подготовке кромок	48
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	49
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	50
2.2.4 Требования к сварке	51
2.2.5 Требования к контролю	53
2.3 Методы и средства проектирования	55
2.4 Постановка задачи	56

3	Разработка технологического процесса	57
3.1	Анализ исходных данных	57
3.1.1	Основные материалы	57
3.1.2	Обоснование и выбор способа сварки	60
3.1.3	Выбор сварочных материалов	61
3.2	Расчёт технологических режимов	62
3.3	Выбор основного оборудования	66
3.4	Выбор оснастки	68
3.5	Составление схем узловой и общей сборки	69
3.6	Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	72
3.7	Разработка технологической документации	82
3.8	Техническое нормирование операций	84
3.9	Материальное нормирование	88
3.9.1	Расход металла	88
3.9.2	Расход сварочной проволоки	88
3.9.3	Расход защитного газа	89
3.9.4	Расход электроэнергии	90
4	Разработка сборочно-сварочных приспособлений	91
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	91
4.2	Расчёт элементов приспособления	93
4.3	Разработка эксплуатационной документации на приспособление	93
5	Проектирование участка сборки сварки	96
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	96
5.2	Расчёт основных элементов производства	96
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	97
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	98
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	99
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	101
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	101

6.2 Экономический анализ техпроцесса	101
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	102
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	102
6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	104
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	104
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	105
6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы	106
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	107
6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию	107
6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	108
6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений	109
6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения	109
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	111
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	111
7 Социальная ответственность	113
7.1 Описание рабочего места	113
7.2. Законодательные и нормативные документы	114
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	116
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	122
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	122
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	125
7.5 Охрана окружающей среды	126
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	127
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	128
Заключение	129

Библиография	130
Приложение А (Спецификация Рукоять)	129
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	130
Приложение В (Технологический процесс)	131
Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	141
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.042.00.000 СБ Рукоять. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000001.042.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000002.042 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003. 042 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000004. 042 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.042 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000006.042 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

УСП – универсально-сборные приспособления;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ТУ – технические условия;

НТД – нормативно-техническая документация;

ПТД – производственно-техническая документация;

ИТР – инженерно-технические работники;

МОП – младший обслуживающий персонал;

КПД – коэффициент полезного действия;

ОСТ 105-934-82 – Соединения сварные машин для животноводства и кормопроизводства. Общие технические требования;

ОСТ 105-934-82 – Соединения сварные машин для животноводства и кормопроизводства. Общие технические требования;

РД 36-62-00– Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;

ГОСТ 14792-80 – Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность и качество поверхности реза;

ГОСТ 6996-66 – Сварные соединения. Методы определения механических свойств;

ГОСТ 14782-86 – Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;

ГОСТ 19281-89 – Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия;

ГОСТ 1050-88 – Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия;

ГОСТ 5350-88 – Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;

ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;

ГОСТ 14782-86 – Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;

ГОСТ 3.1705-81 – Правила записи операций и переходов. Сварка;

ГОСТ 3.1703-79 – Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы;

ГОСТ 7798-70 – Болты с шестигранной головкой класса точности В;

ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы»;

ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».

Введение

Экскаваторы-погрузчики – многофункциональная техника, которая выполняет разные виды работ: копка, планировка территории, погрузка, перемещение грузов на небольшие расстояния [1].

Экскаваторы-погрузчики, пожалуй, самые яркие комбинированные машины. Они состоялись как самостоятельный вид землеройно-коммунальной техники. Как и любому другому классу техники им присущи общие черты, не зависимо от производителя.

Основными элементами этой землеройной техники являются рабочие органы: погрузочный ковш спереди (чаще используется бульдозерный ковш с челюстным захватом); экскаваторная стрела с обратной лопатой сзади и базовая машина.

Данная техника выпускается преимущественно в колёсном исполнении. Если рассматривать полноценный экскаватор-погрузчик, а не навесное оборудование на сельхоз трактор, для них разработано несколько вариантов шасси [2]:

- обычное с задним приводом и управляемыми передними колёсами меньшего диаметра;
- шасси с равновеликими колёсами и, как правило, подключаемым полным приводом;
- машина с шарнирно-сочленённой рамой.

Применение сварки в среде защитных газов при изготовлении рукояти погрузчика-экскаватора является наиболее актуальным.

Целью работы является разработка технологии изготовления рукояти погрузчика-экскаватора.

Задачами выполнения работы являются: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сварочного производства по разделам.

Объектом разработки является технология изготовления рукояти погрузчика-экскаватора.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки рукояти погрузчика-экскаватора.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Назначение и классификация приспособлений сварочного производства

Применение механизированных приспособлений позволяет повысить производительность труда и улучшить качество сборки.

Эффективность использования сборочно-сварочной оснастки определяется её соответствием конструкции изделия, принятой технологии изготовления и программе выпуска. Универсальные приспособления общего назначения используют для сборки и сварки изделий широкой номенклатуры и различных размеров.

Они должны изготавливаться в централизованном порядке. Специальные приспособления одноцелевого назначения используют для выполнения определённых операций применительно к конкретному изделию. значительные затраты труда, времени и материалов предопределяют индивидуальный подход к созданию приспособлений при изготовлении изделий в условиях крупносерийного и массового производства. Для мелкосерийного и единичного производства целесообразно компоновать приспособления из нормализованных элементов, изготавливаемых централизованно. В этом случае имеется возможность многократного использования нормализованных элементов в различных приспособлениях для изготовления изделий широкой номенклатуры [3].

Приспособления сварочного производства классифицируются по нескольким признакам (рисунок 1.1) следующим образом [4]:

- по выполняемым операциям технологического процесса в сварочном производстве – приспособления для разметки, термической резки, сборки под сварку, сварки, комбинированные (сборочно-сварочные, заготовительно-сборочно-сварочные и др.); для контроля качества; термообработки; правки;

механические (для установки, поворота, подачи, передачи, съема изделия или деталей, подъема и перемещения сварщика, установки, поворота и перемещения сварочного автомата или полуавтомата); подъёмно-транспортные (в том числе чалочные, тара специальная, бункерные устройства и т.п.);

- по виду обработки и методу сварки – приспособления для электродуговой сварки (ручной, полуавтоматической и автоматической); электрошлаковой сварки; контактной сварки; наплавки; пайки; термической резки и др;

- по степени специализации – приспособления специальные, предназначенные для выполнения одной определенной операции при изготовлении конкретных узлов в условиях серийного и массового производства; переналаживаемые (групповые), служащие для выполнения данной операции для группы однотипных изделий, близких по конструктивно-технологическим параметрам в условиях мелкосерийного производства; универсальные, предназначенные для выполнения сборочно-сварочных операций в условиях единичного и мелкосерийного производства;

- по уровню механизации и автоматизации – приспособления ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические;

- по виду установки – приспособления стационарные, передвижные и переносные;

- по необходимости и возможности поворота – приспособления неповоротные и поворотные;

- по источнику энергии привода вращения, перемещения, зажатия деталей – приспособления пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электромеханические, магнитные, вакуумные, центробежно-инерционные, комбинированные (в крупносерийном и массовом производстве применяются специальные приспособления преимущественно с пневматическим приводом).

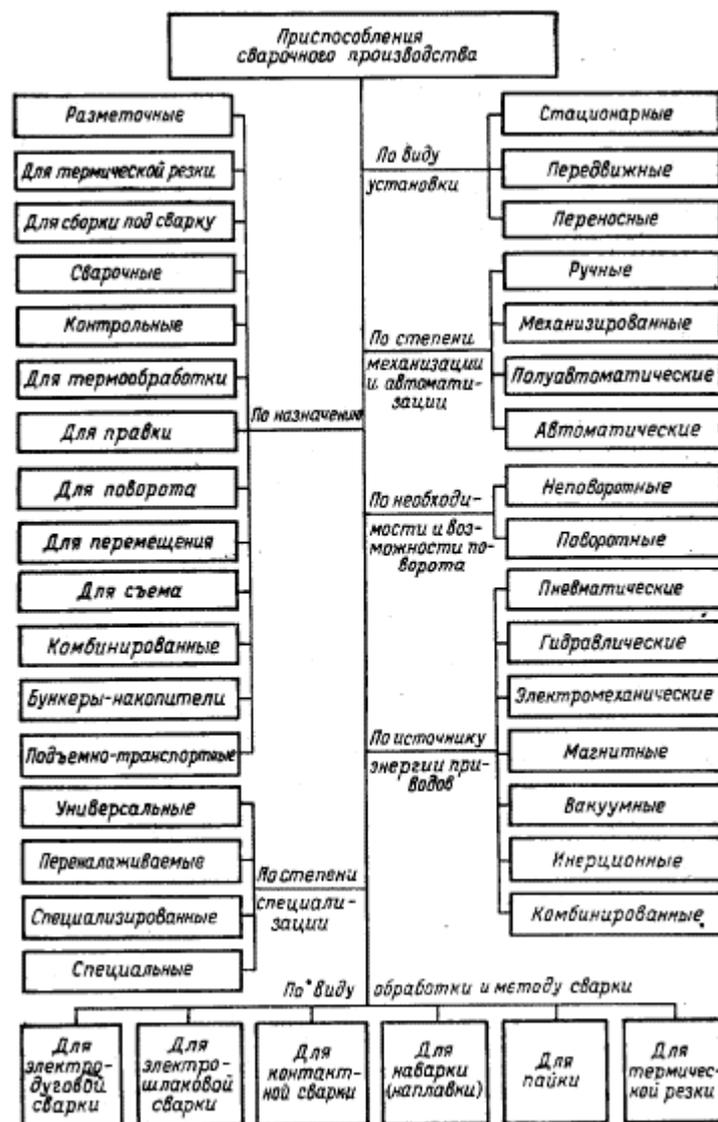


Рисунок 1.1 – Классификация приспособлений сварочного производства

1.1.1 Сборочные, сварочные и сборочно-сварочные приспособления

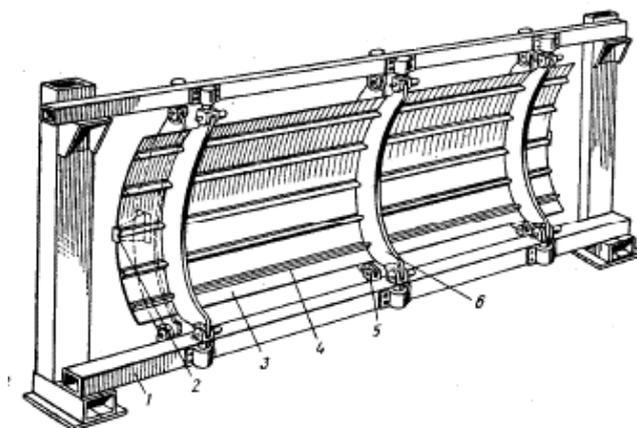
Сборочные операции осуществляют с целью обеспечения правильного взаимного расположения и закрепления деталей собираемого изделия. Применение механизированных приспособлений позволяет повысить производительность труда и улучшить качество сборки.

Собранный узел должен обладать жесткостью и прочностью, необходимой как при извлечении его из сборочного приспособления и

транспортировке к месту сварки, так и для уменьшения временных сварочных деформаций. Поэтому собранные детали наиболее часто фиксируют с помощью прихваток.

Сборочные приспособления (см. рисунок 1.2).

Основой сборочного приспособления является жесткий каркас с упорами, фиксаторами и прижимами. При сборке детали заводят в приспособление, укладывают по упорам или фиксаторам и закрепляют прижимами. Фиксация собранных деталей чаще всего осуществляется на прихватках. При назначении размеров и расположения прихваток учитывают еще и необходимость предотвращения их вредного влияния на качество выполнения сварных соединений и работоспособность конструкций. Поэтому прихватки должны иметь небольшие размеры поперечного сечения и располагаться в местах, где они полностью будут переварены при укладке основных швов. Если же прихватки накладывают в местах, где швы проектом не предусмотрены, то после сварки такие прихватки следует удалить, а поверхности тщательно зачистить [5].

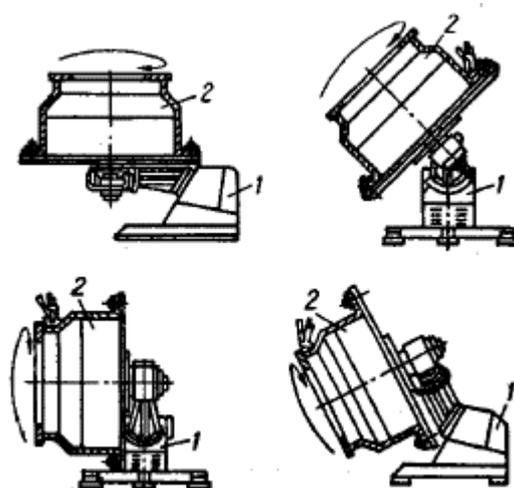


1 – рама; 2 – шаблон; 3 – обшивка; 4 – профиль; 5 – шарнир; 6 - рубильник

Рисунок 1.2 – Приспособление для сборки плоских или слегка изогнутых панелей [5]

Сварочные приспособления (см. рисунок 1.3).

Сварочные приспособления обеспечивают установку изделия, его перемещение со скоростью, равной скорости сварки, или включают элементы, направляющие движение сварочной головки.



1 – манипулятор; 2 – изделие

Рисунок 1.3 – Приспособление для поворота изделия в процессе сварки при различных углах наклона оси вращения [5]

Сборочно-сварочные приспособления (см. рисунок 1.4).

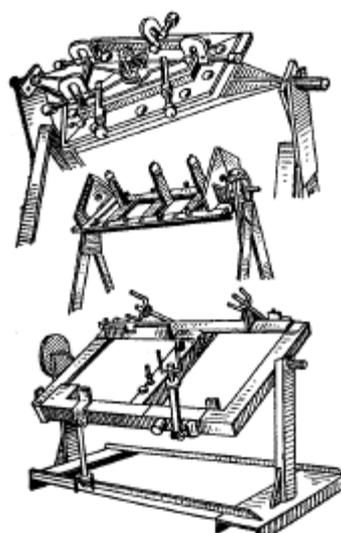


Рисунок 1.4 – Приспособления, снабжённые постоянными упорами, гнёздами и крепёжными устройствами для фиксации правильного взаимного расположения

собираемых и свариваемых деталей данного изделия [5]

При использовании сборочно-сварочных приспособлений сварку выполняют после сборки, не вынимая изделия из приспособления, поэтому в ряде случаев можно обходиться без прихваток.

Сборочно-сварочные приспособления применяются тогда, когда нецелесообразно вести сборку и сварку на разных местах.

При этом качество изделия выше, если сварка производится непосредственно после сборки, и изделие не подвергается перестановке и промежуточной транспортировке. Некоторые изделия, особенно из тонколистовых материалов, не допускают прихватки. Во многих случаях перестановка со сборочного на сварочное приспособление требует много времени, что удлиняет цикл изготовления и увеличивает трудоемкость. В то же время сборочно-сварочные приспособления обычно значительно сложнее и дороже сборочных. Поэтому в каждом отдельном случае требуется тщательный анализ всех технологических и технико-экономических факторов, определяющих выбор типа оборудования [5].

1.1.2 Приспособления для поворота свариваемых изделий

Приспособления служат для установки и перемещения изделий в наиболее удобное для выполнения технологической операции положение и обеспечивают одно, два или три рабочих движения свариваемых изделий. Такими движениями являются: вращение; вращение и наклон; вращение и подъем; вращение, наклон и подъем; горизонтальное линейное перемещение свариваемого изделия. По скорости перемещения свариваемых изделий оборудование разделяют на устройства со сварочной регулируемой скоростью и с установочной нерегулируемой скоростью. Приспособления имеют механизированный привод. Ручной привод находит применение в

устройствах для перемещения малогабаритных сварных узлов. Основные типы оборудования для установки свариваемых изделий: манипуляторы, вращатели, кантователи, роликовые стенды, перемещающиеся столы.

Манипуляторы предназначены для установки (наклона) изделий в положение, удобное для сварки и вращение их со сварочной скоростью при автоматической, полуавтоматической или ручной сварке круговых швов и наплавке цилиндрических и конических поверхностей (тел вращения) [5].

Позиционеры – отличаются от манипуляторов тем, что имеют маршевое (установочное) вращение изделий; предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение. Они непригодны для автоматической сварки кольцевых швов и используются при ручной, полуавтоматической и автоматической сварке рамных и корпусных конструкций [6].

Большинство конструкций позиционеров является фактически упрощенными модификациями соответствующих моделей манипуляторов, в которых привод со сварочной скоростью заменен приводом с постоянной (маршевой) скоростью.

Кроме универсальных позиционеров, разработанных по типажу, на заводах применяются позиционеры специального назначения (например: двухстоечные позиционеры).

Вращатели предназначены для вращения изделия с маршевой и регулируемой сварочной скоростью вокруг оси, не изменяющей своего положения в пространстве (кроме перемещения оси параллельно самой себе).

Вращатели различают [5]:

- по положению оси вращения – с горизонтальной, вертикальной и наклонной осью вращения;
- по конструкции – одностоечные (для изделий с малым отношением длины к диаметру), двухстоечные (для изделий с большим отношением длины к диаметру).

Вращатели отличаются от манипуляторов тем, что не имеют механизма наклона изделий и поэтому менее универсальны, но вместе с тем проще и дешевле манипуляторов. Вращатели используют для автоматической, полуавтоматической и ручной сварки круговых швов, наплавки цилиндрических и конических поверхностей, контактной сварки и термической резки в случаях, когда не требуется изменять положение оси вращения изделия. Кантователи предназначены для поворота и установки изделий в удобное положение при сборке, сварке и отделке. По конструктивному исполнению кантователи разделяют на двухстоечные, одностоечные, цепные, рычажные, кольцевые, домкратные [5].

К сварочным вращателям относится СВУ-01. Вращатель сварочный универсальный СВУ-01 позволяет устанавливать изделие в наиболее удобное положение за счет регулируемого угла наклона планшайбы до 135° и вращать изделие со сварочной скоростью. Надежные червячные и шестеренчатые редукторы обеспечивают бесперебойную работу и минимальный люфт узла вращения.

Планшайба сварочного вращателя представляет собой цельнолитую механически обработанную, как по плоскости, так и по окружности круглую плиту диаметром 650 мм и толщиной 30 мм, изготовленную из серого чугуна. Использование для планшайбы такого материала как серый чугун, позволяет обеспечить высокую износостойкость поверхности к воздействию высоких температур при проведении сварочных работ и исключить прилипание сварочных брызг. Четыре Т-образных паза, выполненные в планшайбе, служат для установки сборочных и прижимных приспособлений. Сварочный вращатель СВУ-01 может дополнительно комплектоваться прижимами для крепления свариваемых изделий к планшайбе.

Для удобства управления сварочный манипулятор оборудован выносным пультом и цифровым индикатором скорости вращения планшайбы [7].

Технические характеристики сварочного вращателя СВУ-01 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики сварочного вращателя СВУ-01 [7]

Параметр	Значение
Габаритные размеры, мм	875x1030x785
Высота от уровня пола до оси вращения планшайбы при ее вертикальном положении, мм	680
Диаметр планшайбы, мм	650
Угол наклона планшайбы, град.	от 0 до 135
Угол поворота планшайбы, град.	от 0 до 360
Частота вращения планшайбы, об/мин	от 0,05 до 4
Наибольшая грузоподъемность, кг	500
Наибольшая грузоподъемность при повороте на 90 град, кг	390
Наибольший диаметр свариваемого изделия, мм	1200
Наибольший диаметр свариваемого изделия, при повороте на 90 град, мм	650
Ток питающей сети:	
Род	3-х фаз.
Частота, Гц	50
Напряжение, В	380
Мощность электродвигателя привода наклона планшайбы, кВт	0,55
Мощность электродвигателя привода вращения планшайбы, кВт	0,75
Максимальный сварочный ток, А	500
Масса, кг	232

1.1.3 Приспособления универсальные и специальные, стационарные и переносные, с ручным и механизированным приводом

Универсальные приспособления общего назначения используются для сборки и сварки изделий широкой номенклатуры в условиях единичного и мелкосерийного производства. Такие приспособления изготавливаются централизованно и могут быть приобретены в готовом виде (струбцины, стяжки, фиксаторы, распоры, домкраты).

Специальные приспособления предназначены для использования на отдельных операциях для изготовления изделий в крупносерийном и массовом производстве.

Универсально-сборные (УСП) приспособления используют в мелкосерийном и единичном производстве. Оснастка такого типа представляет собой набор различных элементов: универсальных плит с продольными и поперечными пазами, типовых сменных упоров, фиксаторов, штырей, прихватов, планок, крепежных деталей. Для каждой собираемой конструкции разрабатывается своя схема настройки сборного приспособления. Сборщик отбирает необходимые элементы оснастки и по схеме устанавливает и закрепляет их на плите. Быстрота сборки обеспечивается универсальностью конструкций, высокой точностью и взаимозаменяемостью элементов. После окончания сборки требуемого числа изделий приспособление разбирают, а составляющие его элементы могут быть использованы для компоновки новых приспособлений.

Приспособления системы УСП нашли широкое применение в единичном и мелкосерийном производствах. Все элементы системы УСП унифицированы и используются для многократного применения, а система пазов и отверстий в элементах обеспечивает возможность создания различных компоновок [5].

1.2. Конструкции универсальных сборно-разборных приспособлений для сборочно-сварочных работ (УСРП-С)

Для оснащения сборочно-сварочных операций в условиях серийного производства эффективным видом технологической оснастки являются универсальные сборно-разборные приспособления.

Конструктивной особенностью системы универсальных сборно-разборных приспособлений является наличие сквозных овальных пазов в элементах, через которые последние соединяются между собой [8]. Геометрические размеры и расположение сквозных пазов обеспечивают установку и закрепление элементов УСРП-С в любых местах и положениях, что значительно расширяет и облегчает возможности конструирования приспособлений.

Стабильность размеров приспособлений УСРП-С, а с тем самым и точность сборки сварных узлов в этих приспособлениях, определяется двумя основными факторами [8]:

- а) жесткостью самих элементов УСРП-С (в первую очередь базовых и опорно-корпусных);
- б) жесткостью их соединения и фиксации в приспособлениях.

Жесткость элементов УСРП-С обеспечивается их конструкцией (необходимой толщиной, наличием ребер жесткости), выбором соответствующей марки стали и вида термической обработки.

Жесткая фиксация элементов УСРП-С между собой достигается использованием безазорного или клинового соединения.

Безазорное соединение элементов УСРП-С обеспечивается путем заполнения сквозных овальных пазов, в которых установлены стандартные крепежные элементы, быстротвердеющим наполнителем. В результате чего

устраняются зазоры между поверхностями пазов и крепежных элементов и последние работают как установочные пальцы или штифты.

При клиновом соединении в элементах УСРП-С пазы выполняются конусными, в которые устанавливаются наборы специальных крепежных элементов, состоящие из болтов с призматической (или конусной) головкой, клиновых сухарей и гаек. При создании необходимого усилия затяжки на рабочих клиновых поверхностях элементов соединения возникают довольно значительные силы трения, препятствующие их относительному перемещению при действии внешних усилий [8].

Сущность указанных видов соединений показана на рисунке 1.2.

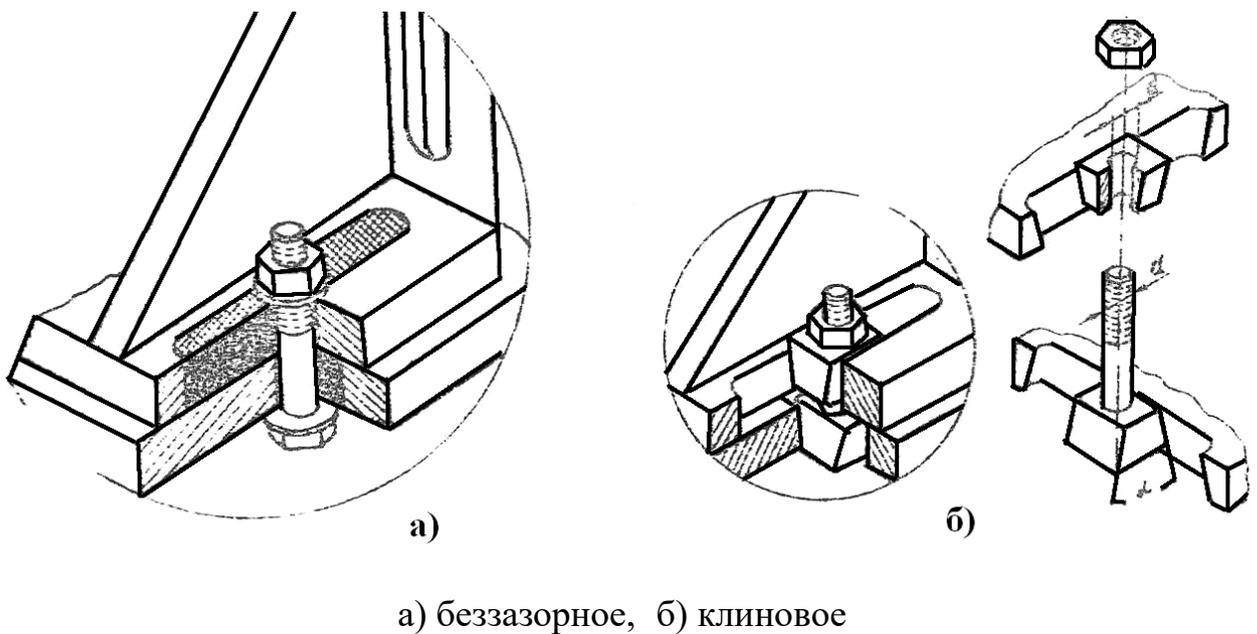


Рисунок 1.5 – Виды соединений элементов УСРП-С [8]

При клеевом соединении жесткость фиксации элементов УСРП-С в приспособлении обеспечивается в том случае, когда внешние силы, сдвигающие элементы относительно друг друга, уравновешиваются возникающими в соединении силами трения.

1.3 Обзор приспособлений для сварки

Приспособления для сварки являются важным элементом для успешного выполнения работ. При помощи этих вспомогательных элементов производится фиксация соединяемых деталей по заданным параметрам [9].

1.3.1 Установочные механизмы

Вспомогательные приспособления для сварки, используемые при расположении деталей в заданных точках, необходимы для решения важных задач. Они могут иметь разные типы конструкций, особенности фиксации, области применения. Сварочно-сборочные элементы для угловых соединений, цилиндрических форм, крепления новых элементов к уже существующим деталям и называются установочными механизмами.

Все они подразделяются на 4 основные группы.

Уголки (см. рисунок 1.6). При подготовке к сварке деталей под углом в конструкцию включаются угольники. Эти установочные механизмы обеспечивают правильное положение элементов относительно друг друга. Стандартные варианты уголков позволяют выполнять крепление под 90, 60, 45 и 30 градусов. Наиболее удобными считаются те варианты, что имеют поворотные грани. В этом случае угол крепления можно менять, устанавливая желаемый для размещения [9].

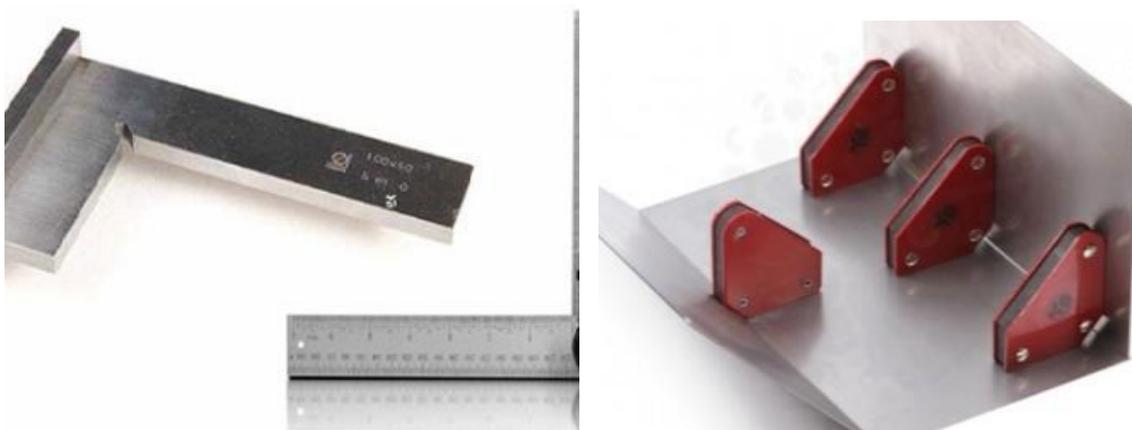


Рисунок 1.6 – Уголки [9]

Упоры (см. рисунок 1.7). Эти установочные механизмы представляют собой пластины или бруски, закрепляемые в конструкции на постоянной или временной основе. Упоры помогают зафиксировать привариваемые элементы по базовым поверхностям. Согласно действующей классификации, они бывают постоянными – несъемными, крепящимися на отведенном для них месте стационарно.

Выделяют также съемные и поворотные или откидные упоры. Они не крепятся на постоянной основе, по завершении работ убираются.

Такое использование обычно обусловлено конструктивными особенностями детали, в которой упор нужен только на период сборки.



Рисунок 1.7 – Упоры [9]

Призмы (см. рисунок 1.8). Эта группа приспособлений используется для правильного позиционирования цилиндрических элементов. Если под рукой нет готовой конструкции, призму можно собрать из уголков, просто сварив их между собой.



Рисунок 1.8 – Призмы [9]

Шаблоны (см. рисунок 1.9). Шаблоны нужны для того, чтобы обеспечить правильное расположение новых элементов конструкции относительно тех, что уже успешно закреплены.

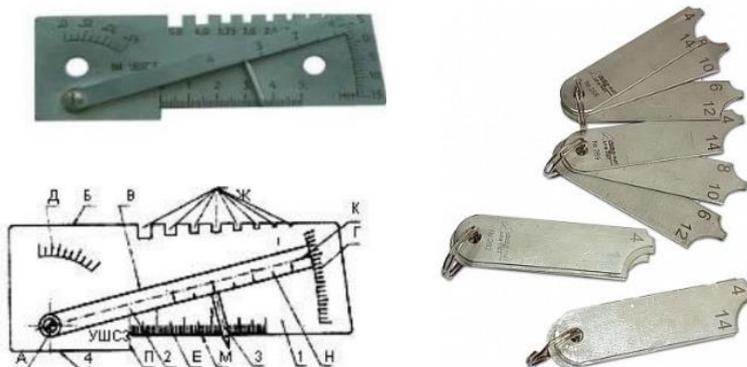


Рисунок 1.9 – Шаблоны [9]

Крепежные приспособления. Оснастка нужна для того, обеспечить надежную фиксацию деталей в определенном положении после того, как установка уже будет произведена. При помощи таких приспособлений осуществляется финальная подготовка к сварке. С их помощью можно

удержать на месте деталь под прямым углом или в другом заданном положении, предотвратить ее деформацию и смещение.

Иногда крепежные приспособления нужны при охлаждении деталей, чтобы они не меняли свои геометрические параметры.

Самыми популярными разновидностями сварочных принадлежностей в этой категории можно назвать несколько приспособлений.

Струбцины (см. рисунок 1.10). Универсальное приспособление, позволяющее существенно облегчить и ускорить процессы при любом типе сварки. Струбцины бывают разными по размеру и форме, различаются по наличию регулируемого или стационарного зева. Самые простые и популярные из них – быстрозажимные, обеспечивающие сдавливание при помощи вращения кулачкового механизма вручную со сближением упорной площадки.



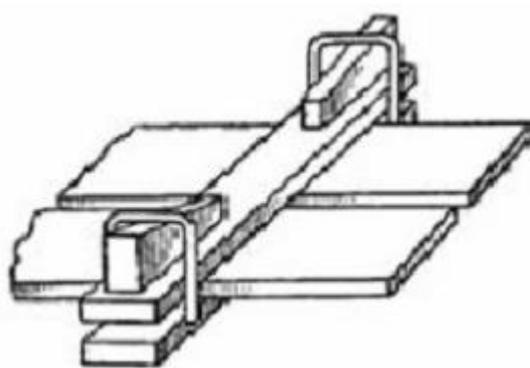
Рисунок 1.10 – Струбцины [9]

Зажимы (см. рисунок 1.11). По принципу действия они похожи на струбцины, но более универсальны и удобны при сварочных работах. Деталь фиксируется путем сжатия их рукояток. Сила сжатия регулируется винтом, но также может применяться конструкция с переставляемым штифтом и несколькими отверстиями.

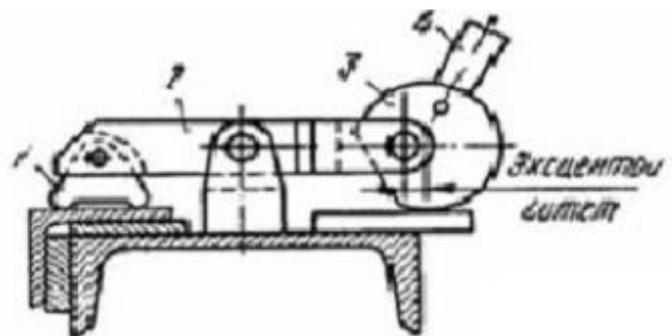


Рисунок 1.11 – Зажимы [9]

Прижимы (см. рисунок 1.12). Эта разновидность крепежных приспособлений для сварки бывает нескольких типов: с пружинами и рычагами, эксцентриком, клиньями, вставляемыми в проушины. В зависимости от того, какой именно тип конструкции используется, нужное давление оказывается на определенный участок поверхности. Простейшие прижимы выглядят, как стальные пластины с винтами, продетыми в их отверстия – между плоскостями вставляется деталь, затем регулируется степень фиксации.



Клиновой прижим



Эксцентриковый прижим

Рисунок 1.12 – Прижим [9]

Распорки (см. рисунок 1.13). Нужны для предотвращения деформационного расширения деталей. Их также используют при коррекции локальных дефектов, при придании нужной формы свариваемому изделию.



Рисунок 1.13 – Распорки [9]

Стяжки (см. рисунок 1.14). Этот элемент необходим для сведения кромок крупногабаритных свариваемых деталей. При помощи стяжек можно установить нужное расстояние, на котором будут удерживаться плоскости относительно друг друга. Длина и способ закрепления на поверхности конструкции варьируется, подбирается исходя из параметров детали.

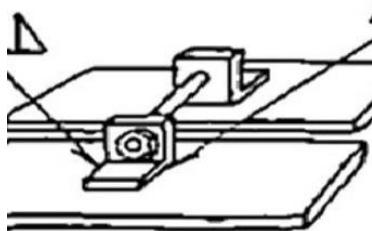


Рисунок 1.14 – Стяжки [9]

1.3.2 Универсальные варианты

Для того чтобы упростить и облегчить сварочный процесс, были созданы комплексы приспособлений, объединяющие в себе функции установочных и крепежных элементов. Такие универсальные решения удобны тем, что не требуют долгих и сложных расчетов, подгонки. Детали просто вставляются внутрь приспособления, затем их фиксируют эксцентриковым или винтовым креплением. Наиболее часто в готовом виде встречаются комплексы для сварки под прямым углом. Чтобы облегчить выемку детали по завершении сварочных работ, используется поворотной-зажимной элемент.

Универсальные приспособления часто называют комплексами для объемной сварки. Объединив установочные и закрепляющие функции, можно облегчить монтаж угловых соединений.

Приспособления на магнитах. К универсальным сборочно-сварочным изделиям можно отнести и магнитные приспособления. Они играют роль распорки, а также удерживают изделия из ферромагнитных сплавов в заданном положении. Наиболее часто встречаются угольники – разных форм, размеров, толщины. Некоторые имеют возможность изменения остроты угла. Такие приспособления довольно популярны при скреплении [9]:

- листовых деталей;
- стоек;
- рам.

Для соединения деталей разной конфигурации используются универсальные приспособления-магниты (см. рисунок 1.15). Они гораздо более функциональные, имеют 2 плоскости-опоры, которые прикладываются к поверхности соединяемых деталей. Угол между ними легко меняется. Такие магнитные приспособления подходят для работы с цилиндрическими

и плоскими элементами конструкций, а при помощи боковых площадок соединение легко можно дополнить вспомогательными сварными деталями.

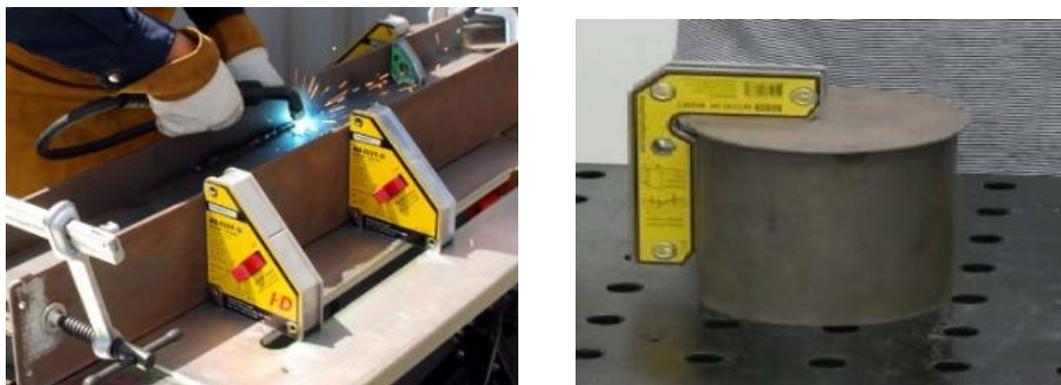


Рисунок 1.15 – Универсальные приспособления-магниты [9]

Магниты в таком установочном крепежном блоке довольно мощные, чтобы обеспечить неподвижность конструкции при сварке. При этом их легко демонтировать по завершении работ. Сборочно-сварочные магнитные элементы существенно сокращают время, затрачиваемое на монтаж деталей между собой на подготовительном этапе. Они максимально просты в эксплуатации, долговечны, наравне с классическими зажимами и струбцинами, могут с уверенностью занять центральное место на домашнем верстаке.

Единственный их недостаток – возможность размагничивания под влиянием высоких температур [9].

1.4 Сварочный стол: назначение, виды

Центральным элементом рабочего места сварщика является стол. Каким он должен быть и как правильно подойти к выбору – важные вопросы организации помещения для сварочных работ.

Неотъемлемым элементом любой сварочной мастерской является стол. Без него выполнять работу будет намного сложнее и дискомфортно.

Он служит рабочей площадкой, где соединяются металлические заготовки, а также местом хранения большого числа полезных мелочей и расходных материалов [10]. Внешний вид сварочного стола показан на рисунке 1.16.



Рисунок 1.16 – Внешний вид сварочного стола [10]

Конструкция.

Большой выбор сварочных столов обусловлен необходимостью разноплановых конструктивных решений под определенные задачи. Но у каждого продукта есть элементы, которые являются обязательными и базовыми [10]:

- столешница. Рабочая поверхность делается прочной из негорючего материала. Имеет множество отверстий и пазов, которые в процессе работы используются для фиксации заготовок;
- рама. Каркас, к которому крепится столешница, выдвижные полки и разного рода органайзеры;
- регулируемые опоры. Дают возможность выставить столешницу ровно и на нужной высоте;
- открытые и закрытые полки. Первые служат для размещения электродов, присадочной проволоки и прочих расходных материалов, которые всегда должны быть под рукой. В закрытых полках хранится инструмент;

- поддон. Располагается в нижней части стола и служит для сбора отходов производства, окалины, стружки и т.п.;

- кронштейны. Располагаются по контуру рабочей поверхности. Удерживают сварочный провод, контур заземления;

- всасывающий рукав. Элемент системы вентиляции, предназначенный для отвода отработанных газов и пыли.

Стол является центральным элементом рабочего пространства сварщика. Они дополняются другими элементами для грамотной организации пространства – шкафами, полками, стеллажами, передвижными и стационарными инструментальными тележками, а также прочей оснасткой.

Особенности.

Наиболее важным параметром оборудования и оснастки, которую использует в работе сварщик, является безопасность. В полной мере об этом можно говорить и в отношении такого безобидного предмета, как стол сварщика. Точнее будет сказать – к его рабочему месту, центральным элементом которого является стол. Среди обязательных условий обустройства рабочего места нужно выделить несколько основных положений [10]:

- принудительная вытяжка над столом. Активная вентиляция необходима, чтобы быстро удалять из помещения вредные газы и скопления пыли;

- нагнетали воздуха. Они необходимы, чтобы вентиляция работала максимально эффективно, а специалист мог продолжать трудиться как угодно долго;

- освещения рабочей зоны. Важно обеспечить оптимальный уровень освещенности. Для этого лучше всего комбинировать источники естественного и искусственного света.

- следует предусмотреть место для хранения рабочего оборудования.

Важным условием материалов для рабочего стола является их полная экологичность: они не должны выделять вредных для здоровья людей веществ при сильном нагревании. Отсюда вытекает и еще одно обязательное требование: материалы, из которых выполнен стол, должны быть негорючими.

Область применения.

Стол используется в процессе работы над индивидуальными заказами, которые характеризуются уникальностью конструкции, и для серийного производства. Он должен обеспечить максимальный комфорт и в то же время способствовать эффективности труда. Он не пригоден для монтажа крупногабаритных изделий, но отдельные узлы большой конструкции на столе собирать вполне комфортно.

Важным преимуществом сварочного стола является возможность применения направляющих с мобильными упорами. Дополнительно они могут фиксироваться струбцинами и другими зажимами. Например, часто положение заготовки фиксируется при помощи штатной линейки, предусмотренной на рабочей поверхности.

Обзор типов.

Сегодня существует большое количество различных моделей сварочных столов. Их можно разделить на три группы [10]:

- традиционный верстак;
- поворотный стол;
- универсальные столы с набором дополнительных возможностей.

Чтобы детальнее разобраться с функционалом каждой группы столов, нужно детальнее рассмотреть их устройство и особенности.

Верстак.

Самый простой вариант монтажной поверхности, изготовленной из металла. И каркас, и столешница изготовлены из металла, что обеспечивает высокую прочность конструкции. Дополнительно стол комплектуется

оснасткой – струбцинами, уголками, прижимами, слесарными тисками и другими аксессуарами.

Поворотные.

Следующий по уровню сложности класс оснастки. Он имеет электропривод, обеспечивающий возможность позиционирования поверхности по углу наклона или перемещение по какой-либо оси. Такие столы востребованы в производстве конструкций сложной формы. Слот-стол – разновидность поворотной конструкции, предназначенный для сборки, зачистки и сварки заготовок. Внешний вид поворотного стола показан на рисунке 1.17.



Рисунок 1.17 – Внешний вид поворотного стола [10]

Универсальные.

Помимо функционала поворотных такие столы имеют дополнительное оборудование, предназначенное для оптимизации сварочных, зачистных и других операций. Рабочее место рассчитано на интенсивную эксплуатацию, поэтому комплектуются вытяжками для удаления пыли и газов из помещения.

Виды столов для сварщиков и монтажников.

Номенклатура реализуемого оборудования разнообразна: от простых и компактных, которые подойдут любителям и домашним мастерам, до

серьезных установок с механизированным функционалом. Ниже описаны некоторые наиболее распространенные виды.

Сварочно-зачистные.

Столы оснащаются вентилятором или полноценной вытяжной системой для отвода пыли и отработанных газов. Для изготовления столешницы используется высокопрочная конструкционная сталь, устойчивая к износу. Она имеет отверстия или же делается в форме решетки.

Универсальные сборочно-сварочные.

Перед началом сварочных работ заготовки крепятся на поверхности с помощью разноплановых приспособлений. При необходимости столешница может быть демонтирована и перемещена в положение, которое в наилучшей степени соответствует поставленной задаче. По желанию покупателя столы комплектуются дополнительными опорами, которые делают решение универсальным.

Трансформеры.

Высота, ширина, длина стола может изменяться под размеры конструкции, с которой приходится работать сварщику.

Стационарные и мобильные.

Есть модели столов, которые намертво крепятся к основанию и все время остаются неподвижными. Это – стационарные варианты исполнения. Передвижные часто комплектуются колесиками. Они устанавливаются на ножках и легко поворачиваются вокруг оси крепежа. Сами колесика изготовлены из полиуретана и комплектуются тормозным механизмом.

Простые и профессиональные.

Первая группа столов сварщика предназначена для выполнения простых операций и несложных работ по сборке узлов конструкции. Профессиональные модели универсальны в использовании и имеют много вариантов фиксации заготовок. Они комплектуются эффективной системой

вытяжного устройства, позволяют устанавливать дополнительное оборудование – точильное, сверлильное и другое.

С вентиляцией.

Во время сваривания металлов в окружающее пространство выделяется много газов – продуктов горения. Если рабочее место сварщика оборудовано внутри помещения, то нужна эффективная система удаления отработанных газов и пыли. Наиболее часто используется местная вентиляция. Отсос и отвод продуктов горения может быть выполнен в виде автономной вентиляции, а может подключаться к общей вытяжке.

3D.

Такие модели предназначены для точного позиционирования заготовок в двух плоскостях: по вертикали и горизонтали. Приспособления позволяют сваривать любые детали с объемной конфигурацией [8]. Внешний вид 3D стола показан на рисунке 1.18.



Рисунок 1.18 – Внешний вид 3D стола [10]

1.5 Вывод

При выполнении сборки-сварки рукояти экскаватора детали привариваются с различных сторон изделия. Поэтому для изготовления

рукояти экскаватора желательно применить приспособление для поворота изделия (сварочный вращатель). В качестве такого вращателя выбираем СВУ-01, так как его грузоподъемность и размеры планшайбы позволяют производить сборочно-сварочные операции с рукоятью.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – рукоять – является частью рабочего органа погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1Б. Конструкция изделия представлена на ФЮРА.0ПЭ.105.042.00.000 СБ. Спецификация рукояти экскаватора приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 437x582x850 мм.

Масса, кг: 99,6 кг.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Данная техника, экскаватор-погрузчик ПЭ-Ф-1А относится к ГОСТ Р ИСО 6165-2010 «Машины землеройные. Классификация. Термины и определения». Рабочий цикл в режиме экскаватора включает в себя операции копания, подъема, поворота и разгрузки грунта. Рабочий цикл в режиме погрузчика включает в себя наполнение, подъем, транспортирование и разгрузку грунта [11].

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 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные».

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».

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

Необходимость механической обработки кромок деталей определяется согласно чертежам и технологической документации [12].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

Сборка деталей под сварку должна производиться в специальных или универсальных) сборочно-сварочных установках, стендах или приспособлениях, обеспечивающих изготовление сварных конструкций в соответствии с требованиями ОСТ 105-934-82 «Соединения сварные машин для животноводства и кормопроизводства. Общие технические требования» [12].

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации.

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76.

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц [12].

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Квалификация рабочего, осуществляющего прихватку деталей конструкций, подлежащих сварке, должна быть аналогична квалификации выполняющего собственно сварку работника. В том случае, если для указанных операций используются различные технологии, могут быть отличия и в применяемых для сварки материалах.

Если конструкции, по деталям которых осуществляется прихватка, относятся к категории несущих, такая операция должна осуществляться работником, официально аттестованным по правилам Ростехнадзора.

Оптимальное место расположения прихваток – непосредственно швы (кроме тех случаев, когда детали свариваются на время; в дальнейшем места расположения таких прихваток зачищаются); порядок исполнения устанавливается в соответствии с технологией.

Прихватки, выполненные в случае необходимости вне расположения швов, и технологические крепления после сварки должны удаляться и

зачищаться до основного металла, кроме случаев, оговоренных в чертеже. Прихватки, расположенные между участками прерывистого шва, допускается не удалять.

Размеры сечения прихваток должны составлять 0,7 размеров сечения шва, но не более 6 мм (при последующей сварке прихватки должны быть перекрыты швом). Прихватки с катетом более 6 мм оговариваются в технологической документации.

Прихватки необходимо выполнять теми же материалами, что и сварной шов, по режимам, установленным для сварки.

При дуговой сварке под флюсом и в среде углекислого газа допускается дуговая прихватка электродами.

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла.

Намеченные для выполнения сварки места после операции по сборке следует очистить от окалины и т.п.; при выявлении дефектов прихваток они удаляются, после чего операцию следует повторить [12].

2.2.4 Требования к сварке

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 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 концевой 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 случае 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 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 [12].

2.2.5 Требования к контролю

Требования к контролю устанавливаются на основе ОСТ 105-934-82 «Соединения сварные машин для животноводства и кормопроизводства. Общие технические требования» [12].

Готовые сварные соединения не должны иметь дефектов, выходящих за пределы нормы, установленных ОСТ 105-934-82.

При наличии в сварном соединении различных дефектов, допустимых без исправления (ОСТ 105-934-82 таблица 5), общая протяженность участков швов с дефектами не должна превышать 15% от общей длины шва.

При наличии в сварных швах дефектов, превышающих нормы, исправление дефектов следует проводить с учетом рекомендаций, содержащихся в приложении 12 ОСТ 105-934-82.

Исправление дефектов в сварных конструкциях не допускается проводить более двух раз в одном и том же месте.

При необходимости обеспечения более жестких допусков на размеры сварных швов, последние должны быть оговорены в технических требованиях чертежа.

Контроль качества сварных соединений включает:

- предварительный контроль;
- операционный контроль;
- окончательный контроль.

Методы контроля качества сварных соединений в зависимости от характера дефекта и технических условий, предъявляемых к сварным соединениям, должны соответствовать ГОСТ 3242-69.

При получении неудовлетворительных результатов любого метода контроля контролируемые сварные конструкции должны быть исправлены.

Если по характеру дефекта или по техническим условиям на данное изделие исправление дефекта невозможно, сварные конструкции следует браковать.

Принятые сварные конструкции должны иметь клеймо ОТК. При сдаче сварщиком работ – его личное клеймо. Сдача работ сварщиком под личное клеймо производится в установленном руководством предприятия порядке.

Место постановки клейма должно быть указано в технологическом процессе.

В случаях, когда постановка клейма затруднена, клеймо ОТК допускается не ставить.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится [13]: ВИК в объеме 100 %;

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

Визуальный и измерительный контроль, 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 и измерительный контроль, служит 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, непровары корня шва, наплывы, подрезы, незаваренные кратеры, наружные трещины, пористость.

Для измерения размеров швов, которые указаны в конструкторской документации, служат шаблоны и универсальные измерительные инструменты. 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 «Сварные соединения. Методы определения механических свойств» [13].

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 качества швов сварных соединений и технологическая документация, которую разрабатывает предприятие – изготовитель. Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые» [14].

2.3 Методы и средства 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:

1. Расчетный метод. Рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное

нормирование операций, вентиляция. Расчеты проводились в программе *MathCad 14*.

2. Проектировочный метод. Был спроектирован участок сборки-сварки рукояти эксковатора. Участок сборки-сварки был вычерчен в программе *Компас 3D V16*.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления рукояти погрузчика-экскаватора ПЭ-Ф-1А.

Задачами выполнения работы являются: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сварочного производства по разделам.

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление рукояти экскаватора должно быть технологичным.

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) подобрать сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) необходимо рассчитать состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки рукояти.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – рукоять погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1А. Детали изготовлены из сталей следующих марок: 10ХСНД, сталь 20 и Ст3пс.

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД (ГОСТ 19281-89), % [15]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,80- 1,10	0,50- 0,80	0,60- 0,90	0,50- 0,80	0,04- 0,60	Не более				
					0,12	0,040	0,035	0,08	0,012

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [15]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/м ²
510	390	19	44

Химический состав и механические свойства стали 20 приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 20 (ГОСТ 1050-88) в % [15]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,17- 0,24	0,17- 0,37	0,35- 0,65	Не более						
			0,040	0,035	0,30	0,25	0,3	0,08	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 20 [15]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
245	410	25	55	-

Химический состав и механические свойства стали СтЗпс приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали СтЗпс в % (ГОСТ 535-88) [15]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	As	N
Не более									
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	0,05	0,04	0,30	0,30	0,30	0,08	0,01

Таблица 3.6 – Механические свойства стали СтЗпс [15]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
245	370-480	26	-	-

При выборе материала ключевой критерий – это степень свариваемости. Определение указанного понятия должно основываться на физической природе сварочного процесса и соотношения металлов с данными процессами. Сварочный процесс носит комплексный характер и представляет собой, по сути, несколько процессов, которые осуществляются в одно и то же время; из них ключевыми выступают следующие: тепловое воздействие на металл в зонах вблизи швов; плавление; металлургические процессы; кристаллизация металла на участке сплавления. Свариваемость металлов представляет собой, таким образом, соотношение между указанными процессами и характеристиками металлов. Свариваемость может рассматриваться как с технологической позиции, так и с физической [16].

Стали, в соответствии с уровнем свариваемости, делятся на следующие категории [17]:

- хорошо свариваемые;
- удовлетворительно свариваемые;
- ограниченно свариваемые;
- плохо свариваемые.

Свариваемость сталей характеризуется, в первую очередь, такими признаками, как механические качества сварного шва и тенденция к возникновению трещин.

Устойчивость металла к трещинам определяется по предложенной французским специалистом Сеферианом формуле, через эквивалентное содержание C [17]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого химического вещества – это его предельное процентное содержание в металле, согласно действующим стандартам или ТУ.

В том случае, если значение $C_{\text{ЭКВ}}$ превышает 0,45%, для обеспечения устойчивости к трещинам зоны вблизи сварного шва должен использоваться предварительный подогрев свариваемого металла, а в некоторых случаях – также тепловая обработка после сварки.

Эквивалентное содержание C для стали 10ХСНД рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + (0,5/6) + (0,8/24) + (0,5/10) + (0,6/5) = 0,407\%.$$

Эквивалентное содержание C для стали 20 рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,17 + (0,35/6) + (0,17/24) + (0,3/10) + (0,25/5) = 0,315\%.$$

Эквивалентное содержание C для стали СтЗпс рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + (0,4/6) + (0,05/24) + (0,3/10) + (0,3/5) = 0,299\%.$$

Сталь 10ХСНД относится к низколегированным конструкционным (ГОСТ 19281-73) [18]; сталь 20 – относится к конструкционным углеродистым

качественным (ГОСТ 1050-88) [17]; сталь СтЗпс – к углеродистым (ГОСТ 380-94) [18]. Перечисленные стали включаются в 1-ю категорию по показателю свариваемости (хорошо свариваемые) [18]. Ограничения свариваемости действуют только в отношении минимально допустимой температуры окружающей среды, которая составляет – 10° С. Это обеспечивается за счёт ускоренного охлаждения шва; наплавленный металл также иногда легируется через сварочную проволоку при помощи незначительного количества марганца и кремния.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

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

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

Для сталей 10ХСНД, 20 и СтЗпс рекомендуются следующие способы сварки: плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка [18]. Так как в изделии нет протяженных швов выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов *Ar* и *CO₂* (*Ar* – 80%, *CO₂* – 20%) *ISO 14175 – M21 – ArC – 20*.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Оптимальный выбор сварочной проволоки предусматривает обязательный учёт химического состава свариваемых материалов, к которому должен быть приближен и состав проволоки. Для сварки в защитной газовой среде представляется оптимальным использование сварочной проволоки Св-08Г2С-О 2246-70 (диаметр – 1,2 мм). Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [19]

Марка проволоки	Химический состав							
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
	не более							
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.8 – Механические свойства металла шва [20]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	<i>KV</i> , Дж	<i>KCU</i> , Дж/см ²	
			-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	12	47		43

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь *ISO* 14175 – М21 – *ArC* – 20 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

3.2 Расчёт технологических режимов

К параметрам сварки в смеси газов плавящимся электродом относятся [16]:

- 1) Диаметр электродной проволоки $d_{эн}$;
- 2) Сварочный ток I_c ;
- 3) Напряжение сварки U_c ;
- 4) Расход защитного газа $g_{зг}$;
- 5) Скорость сварки V_c ;
- 6) Скорость подачи электродной проволоки $V_{эн}$;
- 7) Вылет электродной проволоки $l_в$;
- 8) Общее количество проходов $n_{по}$.

Рассчитаем тавровое соединение Т1-Δ 3 которое показано на рисунке 3.1:

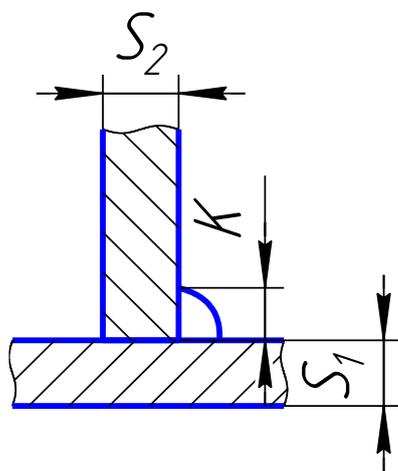


Рисунок 3.1 – Тавровое соединение Т1-Δ 3 ГОСТ 14771-76:

S – толщина листа, K – катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [16]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \times K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \times 3 = 2,1 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$ определяем по формуле [16]:

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{2,1} \pm 0,05 \times 2,1 = 1,1 \dots 1,31 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{\text{эл}} = 1,2 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [16]:

$$V_C = 1060 \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_v = 1060$;

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 3 = 4,9 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_C = 1060 \times \frac{2,1^{1,61}}{4,9^{3,36}} = 16 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 58,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [16]:

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_i = 430$.

$$I_c = 430 \times \frac{2,1^{1,32}}{4,9^{1,07}} = 207 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов $Ar + CO_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 207 \times (1,1 \dots 1,12) = 228 \dots 238 \text{ А.}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [16]:

$$U_C = 14 + 0,05 \times I_C, \quad (3.7)$$

$$U_C = 14 + 0,05 \times (228 \dots 238) = 25,4 \dots 25,9 \text{ В},$$

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [16]:

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_C^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times (228 \dots 238)^{0,75} = 0,194 \dots 0,2 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 11,6 \dots 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

Рассчитаем тавровое соединение ТЗ- Δ 5 которое показано на рисунке 3.2:

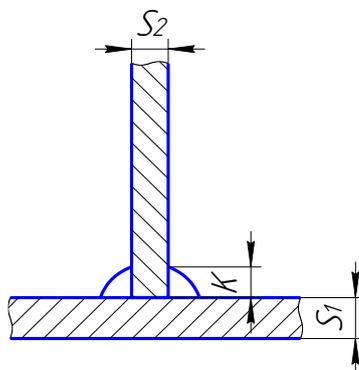


Рисунок 3.2 – Тавровое соединение ТЗ- Δ 5 ГОСТ 14771-76:

S – толщина листа, K – катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [16]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \times K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \times 5 = 3,5 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{эп}$ определяем по формуле [16]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{3,5} \pm 0,05 \times 3,5 = 1,19 \dots 1,54 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{эп} = 1,2 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [16]:

$$V_C = 1060 \times \frac{h^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_v=1060$;

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 5 = 8,5 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_C = 1060 \times \frac{3,5^{1,61}}{8,5^{3,36}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,7 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [16]:

$$I_c = K_i \times \frac{h^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_i=430$.

$$I_c = 430 \times \frac{3,5^{1,32}}{8,5^{1,07}} = 228 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов $Ar + CO_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{см}$, $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 276 \times (1,1 \dots 1,12) = 251 \dots 262 \text{ А.}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [16]:

$$U_C = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.7)$$

$$U_C = 14 + 0,05 \times (251 \dots 262) = 26,5 \dots 27,1 \text{ В,}$$

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [16]:

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_c^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times (251 \dots 262)^{0,75} = 0,208 \dots 0,215 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12,5 \dots 12,9 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	$V_{эп}$ мм/с	$n_{пр}$
T1- ∇ 3	1,2	56...58	230...240	25...26	10-14	105...110	1
T3- ∇ 5	1,2	21...22	250...260	26...27	10-14	65...70	1
C2	1,2	56...58	230...240	25...26	10-14	105...110	1
У4	1,2	21...22	250...260	26...27	10-14	65...70	1
Нест.	1,2	19...20	260...280	26...28	10-14	70...80	2

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175 – M21 – ArC – 20* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 230-280$ А, напряжение сварки $U = 25-28$. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный полуавтомат *TECH MIG 3500 (N222)*.

Аппарат серии *TECH MIG 3500 (N222)* – это универсальные источники сварочного тока для промышленного использования: механизированной сварки в среде защитных газов и их смесях (*MIG/MAG*), сварки порошковой проволокой (*FCAW*) и ручной дуговой сварки (*MMA*) [21].

Ключевые особенности [21]:

- регулировка индуктивности;
- холостой прогон проволоки;
- смена полярности;
- дожигание сварочной проволоки;
- плавное угасание дуги;

- сварка *ММА*;
- два дисплея индикации и постоянный контроль динамических параметров;
- оптимальная система вентиляции для продолжительной бесперебойной работы;
- прочная мобильная конструкция;
- выносное подающее устройство для катушек до 15 кг и возможностью использования удлинителя до 30 м;
- стандарт катушки *D300*, максимальный вес – 20 кг, диаметр – 300 мм.

Технические характеристики сварочного полуавтомата *TECH MIG 3500 (N222)* приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики сварочного полуавтомата *TECH MIG 3500 (N222)* [21]

Параметр	Значение
1	2
Напряжение питающей сети, В	380 В ±15%
Частота питающей сети, Гц	50
Потребляемая мощность <i>MIG</i> , кВа	14
Потребляемая мощность <i>ММА</i> , кВа	15
Потребляемый ток, А	21,2
Сварочный ток <i>MIG</i> , А	50-350
Сварочный ток <i>ММА</i> , А	20-350
Рабочее напряжение <i>MIG</i> , В	15,0-38,0
Рабочее напряжение <i>ММА</i> , В	20,8-34,0
ПН (40°С)	60%
Сварочный ток <i>MIG</i> (ПН 100%), А	250

Сварочный ток <i>ММА</i> (ПН 100%), А	250
Напряжение холостого хода <i>ММА</i> , В	65
Напряжение холостого хода <i>MIG</i> , В	65
Подающий механизм	Выносной
Диаметр сварочной проволоки <i>MIG</i> , мм	0,8/1/1,2/1,6
Диаметр электрода <i>ММА</i> , мм	1,5-5,0
Максимальная масса катушки, кг	20
Скорость подачи проволоки, м/мин	1,5-16,0
Количество роликов, шт.	4
КПД %	85
Коэффициент мощности	0,93
Класс изоляции	<i>F</i>
Класс защиты	<i>IP 23</i>

Продолжение таблицы 3.10

1	2
Габаритные размеры, мм	1100×520×1450
Масса аппарата, кг	107,7

3.4 Выбор оснастки

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

При изготовлении рукояти применяется сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.042.00.000 СБ, которое установлено на сварочном вращателе СВУ-01 [7].

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определённой технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям.

Различают процессы узловой и общей сборки. Объектом узловой сборки является сборочная единица – самостоятельная часть машины или устройства, которая выполняет определённую функцию и может транспортироваться либо для установки, либо для реализации.

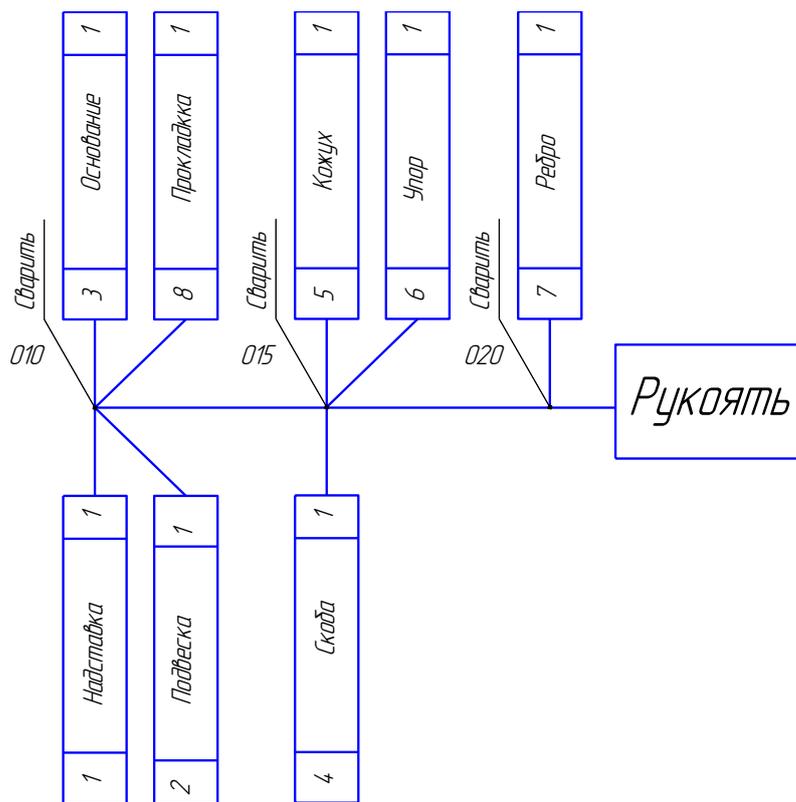
Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

Технологическая схема сборки содержит информацию о комплектующих изделиях или узлах (базовом элементе, сборочных единицах и деталях), последовательности их сборки, а также о методе сборки. Базовый элемент и готовое изделие связывает линия комплектования.

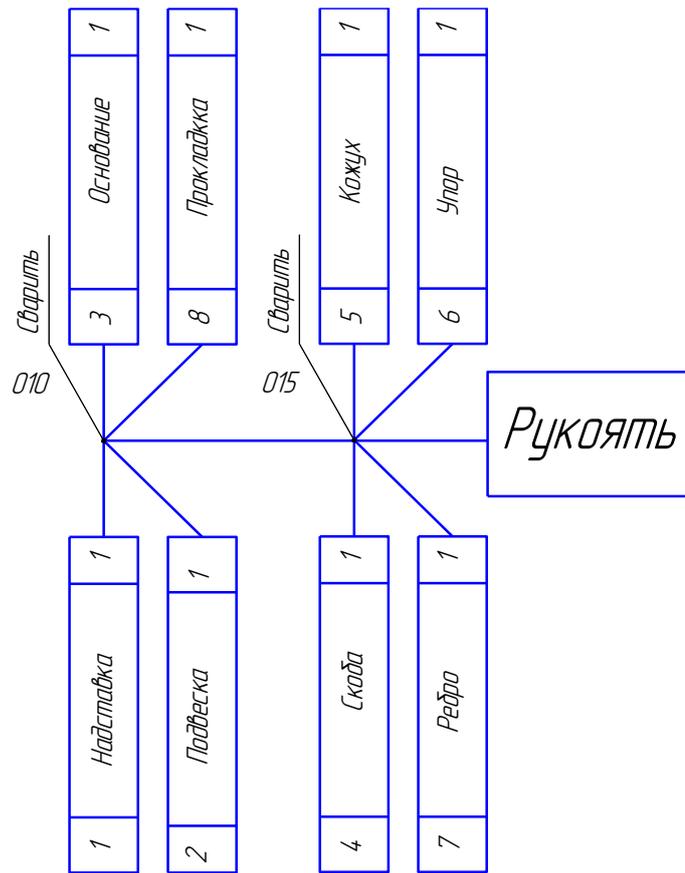
Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки [22].

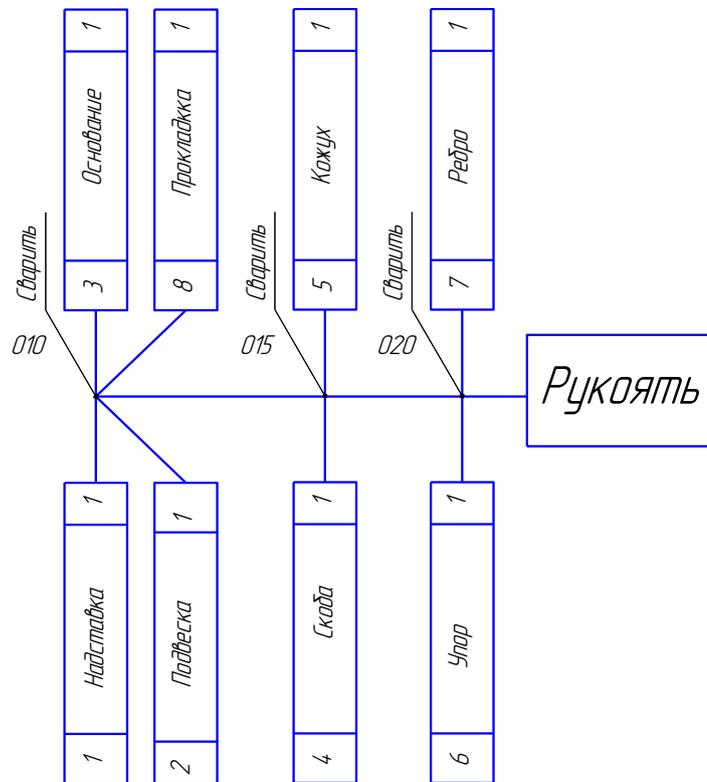
На рисунке 3.2 показаны варианты технологической схемы изготовления рукояти экскаватора.



а.



Б.



В.

Рисунок 3.3 – Технологические схемы изготовления рукояти экскаватора

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.3а как наиболее технологичный. Второй вариант невозможен, потому что деталь поз. 7 невозможно приварить к пустому месту, сначала нужно приварить кожух и ребра. Третий вариант не актуален, потому что деталь поз. 6 ни что не мешает приварить в предыдущей операции.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [23].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

При изготовлении рукояти экскаватора применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [23].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетометров.

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [22]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется [23]:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- ВИК в объеме 100%;
- неразрушающими методами (ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля

неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм [23].

При изготовлении рукояти экскаватора применяется визуальный и измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов [23]:

Для визуального и измерительного контроля применяют:

Штангенциркуль 1 кл ШЦ-1-150, лупа измерительная 10х, линейка поверочная, шаблон Ушера – Маршака, образцы шероховатости $Rz80$, ИЧТ-100, люксметр, угольник поверочный.

Ультразвуковой контроль.

Ультразвуковой контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86 и настоящей инструкции [24].

Контроль сварных соединений проводят на поисковой чувствительности, измерение характеристик, выявленных несплошностей (условной протяженности) выполняет на контрольной чувствительности, а оценку допустимости выявленных несплошностей по амплитуде проводят на уровне предельной чувствительности (п.4.19 настоящей инструкции [24]).

Контроль сварных швов, как правило, проводят по совмещенной схеме включения преобразователя, то есть используя один преобразователь в режиме излучения и приема.

При контроле преобразователь устанавливают на поверхность изделия в зоне зачистки перпендикулярно оси шва и перемещают его вдоль шва, совершая возвратно-поступательные движения и поворачивая преобразователь относительно его оси на $10-15^{\circ}$ влево и вправо. Шаг перемещения (сканирования) при этом не должен превышать половины размера пьезопластины преобразователя.

Для повышения достоверности контроль сварных швов проводят, как правило, с двух сторон шва. При отсутствии доступа с одной из сторон, контроль выполняют только с одной стороны, а в заключении по результатам контроля обязательно отмечают недоступные для контроля участки.

Признаком обнаружения дефекта является появление в зоне контроля на экране дефектоскопа эхо-сигнала, превышающего по амплитуде установленный при настройке контрольный уровень чувствительности.

Перед проведением оценки следует отделить ложные эхо-сигналы от полезных. Ложные эхо-сигналы могут быть обусловлены неровностями поверхности, конструктивными особенностями и другими причинами.

Для этого следует измерить координата и определить местоположение отражающей поверхности. Если отражатель находится в зоне контроля (в зоне наплавленного, металла), необходимо перейти к определению измеряемых характеристик [24]:

- амплитуда эхо-сигнала (или эквивалентной площади дефекта);

- условной протяженности;
- количества дефектов на определенном участке сварного шва.

Выявленные при контроле дефекты разделяют на точечные и протяженные.

Точечным считают дефект, условная протяженность которого не превышает, условной протяженности искусственного отражателя, размеры которого определяются эквивалентной площадью (или диаметром плоскодонного отверстия) и выполненного на глубине залегания дефекта.

Протяженным считается дефект, условная протяженность которого превышает значения, установленные для точечного дефекта.

Условная протяженность при этом определяется как расстояние по поверхности изделия между крайними положениями преобразователя. За крайние положения преобразователя принимаются такие, при которых амплитуда эхо-сигнала от выявленного дефекта уменьшается до контрольного уровня чувствительности (на 6 дБ выше предельного) [24].

Методика контроля стыковых сварных соединений.

При контроле стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, следует учитывать следующие особенности: помимо эхо-сигналов от дефектов типа непроваров и трещин, располагающихся преимущественно в корневой зоне, а также пор и шлаковых включений, которые могут находиться в любой зоне наплавленного металла шва, на экране дефектоскопа в зоне контроля, могут появиться эхо-сигналы от [24]:

- провисаний в корне шва;
- смещения кромок из-за различной толщины или из-за несоосности свариваемых элементов.

Контроль проводится прямым и однократно отраженным лучом с двух сторон шва с наружной стороны изделия. По внутренней поверхности допускается контролировать стыковые сварные соединения с внутренним диаметром изделия не менее 1200 мм.

При невозможности проведения контроля прямым или однократно отраженным лучом допускается проводить контроль многократно отраженным лучом. Схемы контроля стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, приведены на рисунке 5 [24].

Контроль выполняется наклонными преобразователями, параметры которых выбираются по таблице 3 [24] в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельнодопустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической документации, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 настоящей инструкции [24].

Швы стыковых сварных соединений из элементов разной толщины контролируют со стороны листа большей толщины только прямым лучом, а со стороны листа меньшей толщины – прямым и однократно отраженным лучами (рисунок 5 [24]).

Признаком обнаружения дефектов является появление на экране дефектоскопа эхо-сигналов в зоне контроля.

Чтобы отличить ложные эхо-сигналы от эхо-сигналов от дефектов, следует определить координаты обнаруженных отражателей.

Методика контроля угловых и тавровых сварных соединений

Угловые и тавровые сварные соединения могут выполняться как из плоских элементов, так и из цилиндрических.

По конструкции угловые и тавровые сварные соединения могут быть двух категорий; с полным проплавлением или с конструктивным зазором (непроваром).

При контроле угловых и тавровых сварных соединений с любым типом разделки кромок (*K*-образная, *V*-образная) особое внимание следует

обращать на корневую зону шва, где наиболее вероятно наличие дефектов типа непроваров.

Контроль проводится прямым и однократно отраженным лучами с двух сторон шва наклонными преобразователями. При контроле тавровых и угловых сварных соединений. Элементов с плоскими стенками для контроля -применяют также прямые или отдельно-совмещенные преобразователи.

Контроль всех типов угловых и тавровых сварных соединений выполняется преобразователями, параметры которых выбираются по таблице 3 [24] настоящей инструкции в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельно-допустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической документации, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 [24] настоящей инструкции.

Настройка скорости развертки и чувствительности дефектоскопа выполняется на испытательных образцах, толщина которых соответствует толщине контролируемого изделия, с искусственными отражателями, размеры которых соответствуют предельно допустимым размерам дефектов для конкретного контролируемого изделия.

Если дефектоскоп снабжен АРД-диаграммами и АРД-шкалами, то настройка проводится по ним без применения испытательных образцов в соответствии с методикой контроля, но соответствующий дефектоскоп [24].

Для УЗК используется дефектоскоп А1212 МАСТЕР. Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР приведены в таблице 3.11.

Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР это модернизированный вариант дефектоскопа А1212 Мастер Профи. Обновленная модель А1212 представляет собой современный, полностью цифровой, дефектоскоп обеспечивающий реализацию типовых и специализированных методик УЗК,

высокую производительность и точность измерений. Дефектоскоп А1212 МАСТЕР предназначен для поиска и оценки дефектов, в объектах из металлов и пластмасс, с возможностью построения функции ВРЧ по 32-м точкам и АРД – диаграмм.

Таблица 3.11 – Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР [25]

Параметр		Значение
1		2
Диапазон установки скорости ультразвука		500-14 999 м/с
Рабочие частоты		0,5-15 МГц
Допустимые расхождения рабочих и номинальных частот		± 10%
Пределы возможной абсолютной погрешности измерения глубины дефекта Н с прямым преобразователем		±(0,02Н+1,00) мм
Диапазоны измерения координат дефекта (по стали) наклонным преобразователем 65°:	глубины Н	3-1300 мм
	дальности по поверхности L	5-2800 мм
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерения координат дефекта с наклонным преобразователем 65°:	глубины Н	±(0,03Н+1) мм
	дальности по поверхности L	±(0,03L+1) мм
Диапазоны измерения координат дефекта (по стали) с наклонным преобразователем 70°:	глубины Н	3-500 мм
	дальности по поверхности L	7-1400 мм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения координат	глубины Н	±(0,03Н+1) мм
	дальности по	±(0,03L+1) мм

дефекта с наклонным преобразователем 70°:	поверхности L	
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерения отношений амплитуд сигналов на входе приемника		± 0,5 дБ
Источник питания		аккумулятор
Продолжительность работы от аккумулятора		8-12
с минимальным уровнем свечения экрана, ч		12
с максимальным уровнем свечения экрана, ч.		8
С включенным подогревом и подсветкой, ч.		-
Габариты электронного блока		260x157x43 мм
Масса электронного блока, не более		0,8 кг
Тип дисплея		цветной TFT
Размер рабочей площади экрана, мм		77x58
Разрешение экрана		640x480
Заявленная наработка на отказ, не менее		35 000 ч
Заявленный срок службы, не менее		8 лет
Диапазон рабочих температур		от -30 до +55 °С

A1212 сделан в России и готов к работе, как в лабораторных условиях, так и на объектах подверженных агрессивным воздействиям окружающей среды - температуры, грязи, осадков. Надежность дефектоскопа подтверждается сертификатом Госстандарта.

Дефектоскоп A1212 Мастер имеет полностью цифровой тракт, поэтому он имеет ряд отличительных функций, присущих только приборам данного типа.

Особенности дефектоскопа A1212 МАСТЕР.

Полный цифровой тракт (ПЦТ). Данная особенность предполагает оцифровку сигнала до его детектирования. С помощью ПЦТ достигается высокая линейность измерения амплитуды, качественная цифровая

фильтрация и обработка сигналов. Применение цифровой обработки позволяет отслеживать длинные временные интервалы без пропусков коротких импульсов.

Высокая частота зондирования. Данная особенность предполагает запоминание быстропротекающих процессов и вывод их на экран с определенной скоростью, доступной для нормального восприятия человеком.

Большой энергетический потенциал. Позволяет зарегистрировать более далекие и малые дефекты. С помощью цифрового фильтра и программируемого многопериодного генератора сигналов возбуждения дефектоскопа можно дополнительно поднять уровень сигнала над шумом на 15-20 дБ.

Удобная конструкция. Эргономичный корпус, небольшой вес (800 грамм), малые габариты, ударопрочный пластик в корпусе прибора. Защита от грязи и пыли с помощью специальных пазов, уплотнителей и особой герметизации соответствует нормам не ниже IP65. Дефектоскоп А1212 МАСТЕР оптимален для работы в труднодоступных местах, ограниченных пространствах и командировках.

Многообразиие энергопитания прибора. Дефектоскоп А1212 Мастер питается от встроенного аккумулятора, от сети или от пальчиковых элементов. Непрерывная работа дефектоскопа на заряженном аккумуляторе составляет не менее 8 часов.

Жидкокристаллический дисплей (640 x 480 точек) с белой подсветкой и системой подогрева экрана. Обеспечивает высокую контрастность, возможность работы в условиях низких температур, большой угол обзора и малое потребление энергии.

Интуитивный интерфейс. Управление прибором можно осуществлять интуитивно с помощью понятных меню, ассоциативных, пояснительных рисунков, схематичных обозначениях клавиш.

Возможность работы с внешним компьютером. Предполагает наличие востренной памяти и возможность подключения к внешнему компьютеру. Данная особенность позволяет анализировать и документировать собранную информацию.

Возможность записи голосовых комментариев к сохраняемым кадрам с помощью беспроводной *Bluetooth* гарнитуры

Совместимость дефектоскопа A1212 Мастер с широким спектром ультразвуковых преобразователей различных производителей [25].

3.7 Разработка технологической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [26].

Разработка технологических процессов включает [26]:

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

В результате должны быть достигнуты [26]:

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

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

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [26]:

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

При заполнении технологических карт необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ 3.1705-81 «Правила записи операций и переходов.

Сварка» и ГОСТ 3.1703-79 «Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы».

Изготовление рукояти экскаватора начинается с установки в приспособление сборочно-сварочное закрепленное на манипуляторе основания поз. 3 с закреплением штырем, на основание поз. 3 одеваются прокладка поз. 8, подвеска поз. 2 и надставка поз. 1. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 010). Затем устанавливается скоба поз. 4 в размеры 80 ± 2 ; 60 ± 2 и 40 ± 2 , устанавливаются кожух поз. 5 в размер 25 ± 2 , упор поз. 6 в размер 45 ± 2 . Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 015). Далее устанавливается ребро поз. 7 в размер 10 мм. Выполняется прихватка и сварка детали (операция 020). После выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соед. от брызг сварки) и контроль (операции 025-030).

Технологический процесс производства рукояти экскаватора приведен в приложении Б.

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 [27]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \times L + t_{в.и}, \quad (3.9)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_o + t_{\text{в.ш}}) \times \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.10)$$

где, T_o – основное время сварки;

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

$a_{\text{обс.}}$, $a_{\text{отл.}}$, $a_{\text{п-з}}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [27].

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n, \quad (3.11)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²,

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А×ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении рукояти экскаватора. Исходные данные:

- марки сталей: СтЗпс, сталь 20 и 10ХСНД;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70;
- положение шва нижнее;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О

при механизированной сварке составляет $\alpha_n = 15$ г/(А×ч).

Время сварки для шва №1 Т1Δ 3 ГОСТ 14771-76:

$$T_{o1} = \frac{7 \times 7,85 \times 60}{230 \times 15} = 0,96 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №2 Т3Δ 5 ГОСТ 14771-76:

$$T_{o1} = \frac{15,7 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} = 1,9 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №3 С2 ГОСТ 14771-76:

$$T_{o1} = \frac{10 \times 7,85 \times 60}{230 \times 15} = 1,37 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №4 У4 ГОСТ 14771-76:

$$T_{01} = \frac{31 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} = 3,74 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №5 нестандартный:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} + \frac{40,4 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} \times 1 = 6,95 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса дет. поз. 3 $m_1=72,51$ кг; установка дет. кран-балкой на приспособление $t_1=1,6$ мин.; масса дет. поз. 2 $m_2=6,94$ кг; установка вручную на приспособление $t_2= 0,56$ мин.; масса дет. поз. 1 $m_3=15,22$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_3= 0,78$ мин.; масса дет. поз. 8 $m_4=0,01$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_4= 0,26$ мин.

Найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 16 = 2,4$ мин.,

2. $t_{в.и} = 1,6 + 0,56 + 0,78 + 0,26 + 2,4 = 5,6$ мин.,

3. $T_{н.ш-к} = (3,74 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 5,71$ мин.,

$$T_{н.ш-к} = (6,95 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 9,77 \text{ мин.},$$

4. $T_{ш} = 5,71 \times 0,158 + 9,77 \times 0,28 + 5,6 = 9,24$ мин.

Определим время на операцию 015

Масса дет. поз. 4 $m_1=0,17$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_1=0,26$ мин.; масса дет. поз. 5 $m_2=4,5$ кг; установка вручную на приспособление $t_2= 0,56$ мин.; масса дет. поз. 6 $m_3=0,12$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_3= 0,26$ мин.

Найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 12 = 1,8$ мин.,

2. $t_{в.и} = 0,26 + 0,56 + 0,26 + 1,8 = 2,88$ мин.,

3. $T_{н.ш-к} = (0,96 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,17$ мин.,

$$T_{\text{н.ш.к}} = (1,37+0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,69 \text{ мин.},$$

$$4. T_{\text{ш}} = 2,17 \times 0,248 + 2,69 \times 0,2 + 2,88 = 3,95 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 020

Масса дет. поз. 7 $m_1 = 0,12$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_1 = 0,26$ мин.; клеймение клеймом сварщика $t_2 = 2,1$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$1. 0,15 \times 4 = 0,6 \text{ мин.},$$

$$2. t_{\text{в.и}} = 0,26 + 2,1 + 0,6 = 2,96 \text{ мин.},$$

$$3. T_{\text{н.ш.к}} = (1,9 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,36 \text{ мин.},$$

$$4. T_{\text{ш}} = 3,36 \times 0,046 \times 2 + 2,96 = 3,27 \text{ мин.}$$

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления рукояти экскаватора приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления рукояти экскаватора

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборка-сварка	9,24
015	Сборка-сварка	3,54
020	Сборка-сварка	3,27
025	Слесарная	18
030	Контроль	30
Итого		64,46

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [28]:

$$m_M = m \times k_o, \quad (3.6)$$

где m – вес одного изделия, $m = 99,6$ кг (масса взята из подраздела 2.1);

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [28];

$$m_M = 99,6 \times 1,3 = 129,48 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [16]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \times (1 + \psi_p) \times M_{НО}, \quad (3.7)$$

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$ [16]; принимаем $K_{р.п.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ [16], принимаем $\psi_p = 0,1$;

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

Массу наплавленного металла $M_{н.о.}$ для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.0ПЭ.105.042.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{но} = F_{но} \times L_{ш} \times \rho, \quad (3.8)$$

где $F_{но}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{но} = 7 \text{ мм}^2$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.0ПЭ.105.042.00.000 СБ);

$L_{ш}$ – длина шва, $L_{ш} = 0,248$ м (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.0ПЭ.105.042.00.000 СБ);

ρ – масса наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$;

$$M_{\text{ню}}=7 \times 0,248 \times 7,85 \times 10^{-3}=0,014 \text{ кг};$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и полученные данные занесем в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Значения площади швов, длины швов и результаты расчета наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм ²	Длина шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	7	0,247	0,014
2	15,7	0,102	0,011
3	10	0,2	0,016
4	31	0,158	0,038
5	60,4	0,28	0,133
ИТОГО			0,212

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{\text{ЭП}}=1,03 \times (1+0,1) \times 0,212= 0,24 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [16]:

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

где, $q_{\text{з.г.}}$ – расход защитного газа (рассчитано в подразделе 3.2);

$t_{\text{с}}$ – время сварки, $t_{\text{с}} = 9,82$ мин. (рассчитано в подразделе 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{\text{з.г.}}= 13 \times 9,82=127,7 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [16]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_U} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_U} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (рассчитано в подразделе 3.8 и программе *MathCad*);

$\eta_{и}$ – КПД источника сварочного тока, $\eta_{и} = 0,93$ [21];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [16];

$\frac{t_c}{K_U}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа производства (K_U можно выбрать по таблице 3.2.2 [16]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{мэ} = W_{мэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.10)$$

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

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт×ч [29];

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \times 260 \times 0,016}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 0,147}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{0,164}{0,7} - 0,164 \right) = 1361 \text{ Вт},$$

$$З_{ТЭ} = 1,361 \times 5,63 = 7,66 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

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 [30].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рукояти экскаватора используются приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.042.00.000 СБ, которое состоит из площадки и закрепленным на ней боковыми упорами и петлями с двумя отверстиями. Основание рукояти вставляется между боковыми упорами и петлями приспособления сборочно-сварочного и фиксируется штырем, от выпадения штырь предохраняется фиксирующим винтом. Приспособление сборочно-сварочное закрепляется на сварочном вращателе. Спецификация приспособления сборочно-сварочного приведена в приложении В.

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления показана на рисунке 4.1.

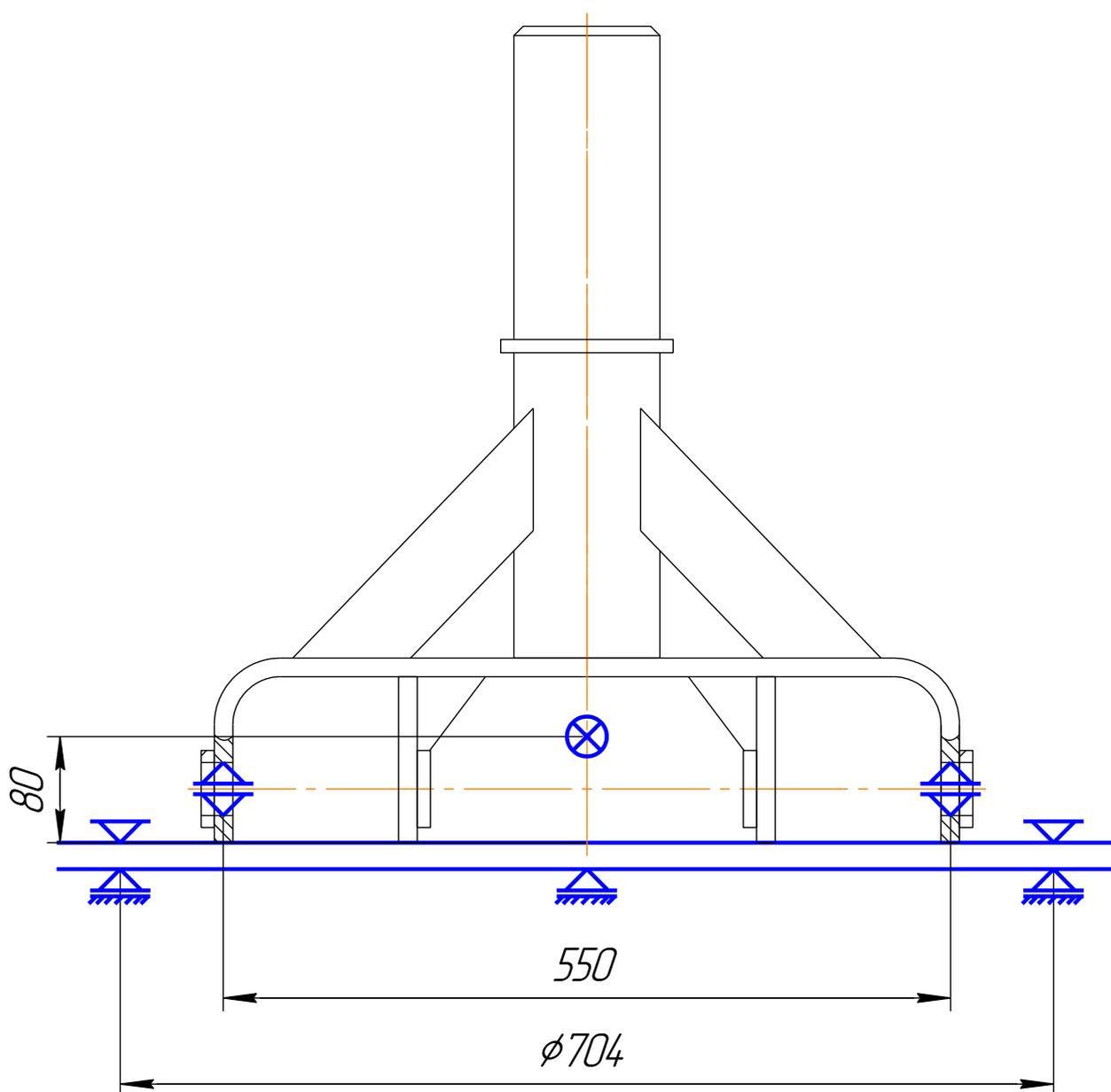


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления

4.2 Расчёт элементов приспособления

Для крепления приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.042.00.000 СБ на сварочном вращателе применяется болтовое соединение. Рассчитаем диаметр болтового соединения, состоящего из четырех комплектов (гайка, болт, плоская шайба).

Диаметры болтов определим по формуле [31]:

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times P \times z}{[\sigma]_{\text{доп}} \times n}}, \quad (4.1)$$

где P – усилие на болт, кгс/см² (зависит от веса изделия);

z – поправочный коэффициент, принимаемый для винта с пятой 1,4. для винта без пяты 2 [31];

$[\sigma]_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение на сжатие для винта, Н/мм² [32];

n – количество креплений (согласно чертежу ФЮРА.000001.042.00.000 СБ);

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 3400 \times 2}{950 \times 4}} = 1,96 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем $d_p = 20$ мм [31].

4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

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» [22].

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 [33]:

- 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

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

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

Для проектируемого участка сборки и сварки рукояти экскаватора принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

5.2 Расчёт основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [27].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [26]:

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

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

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

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

T – длительность одной операции, мин.

В связи с тем, что операции 010-030 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{64,46}{60} = 537 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при односменной работе равен 1980 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 1980 - 5\% = 1881 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{537}{1881} = 0,29,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,29}{1} = 0,29.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 537 \text{ ч,}$$

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

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.}$$

Определим количество рабочих явочных [26]:

$$P_{\text{ЯВ}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{537}{1976} = 0,27. \quad (5.3)$$

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

Определим количество рабочих списочных [26]:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{537}{1739} = 0,31. \quad (5.4)$$

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

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

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

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

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

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

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

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

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [34]:

- 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 изъянов, 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.

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

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

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

На сварочном участке расположены: одно сборочно-сварочное приспособление, сварочный вращатель, сварочный полуавтомат *TECH MIG 3500* (N222), перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 0,5$ т и краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления рукояти погрузчика экскаватора. Рукоять – является частью рабочего органа погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1Б.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.042.00.000 СБ, которое состоит из площадки и закрепленным на ней боковыми упорами и петлями с двумя отверстиями. Основание рукояти вставляется между боковыми упорами и петлями приспособления сборочно-сварочного и фиксируется штырем, от выпадения штырь предохраняется фиксирующим винтом. Приспособление сборочно-сварочное закрепляется на сварочном вращателе.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *TECH MIG 3500 (N222)* [21].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рукоятки приведены в таблице 3.13.

Определение приведенных затрат производят по формуле [26]:

$$C_{прив} = C_{год} + E_n \times K, \quad (6.1)$$

где $C_{год}$ – себестоимость годового объема продукции, руб/изд x год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, руб/год;

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [26]:

$$K = K_o + K_{п} + K_{зд}, \quad (6.2)$$

где K_o – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

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

$K_{зд}$ – капитальные вложения в здания, руб.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [26]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом

транспортно-заготовительных расходов, руб. [21];

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (смотри подраздел 5.2);

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера (смотри подраздел 5.2).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2022 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [21]

Наименование оборудования		Ц _{oi} , руб
<i>TECH MIG 3500 (N222)</i>	1 шт.	309250

$$K_{CO}=309250 \times 1 \times 0,286=88317 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		K _{CO} , руб.
<i>TECH MIG 3500 (N222)</i>	1 шт.	88317
Итого		88317

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [26]:

$$K_{\text{ПР}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{ПР}j} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

где $K_{\text{ПР}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб. [7];

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (смотри подраздел 5.2);

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления (смотри подраздел 5.2).

$$K_{\text{ПР}1}=25000 \times 1 \times 0,933=7140 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{ПР}2}=503940 \times 1 \times 0,933=143917 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [7]

Наименование оборудования	К _{прj} , руб	П _п , шт	К _{пр} , руб.
Приспособление ФЮРА.000001.042.00.000 СБ	25000	1	7140
Сварочный вращатель СВУ-01	503940	1	143917
ИТОГО			151057

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [26]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \times h \times k_v \times \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{O_i} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 27,09$ м² см. чертеж ФЮРА.000002.042 ЛП),

h – высота производственного здания, м, $h = 12$ м;

k_v – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_v = 1$) [26];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м³ здания на 01.01.2022 составляет, $\Pi_{зд} = 94$ руб/м³.

$$K_{зд} = 27,09 \times 1 \times 12 \times 94 = 30558 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;

- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [26]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

где $C_{\text{М}}$ – затраты на основные материалы, руб;

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

$C_{\text{З}}$ – затраты на заработную плату, руб;

$C_{\text{Э}}$ – затраты на электроэнергию, руб;

$C_{\text{а}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{и}}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

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

$$C_{\text{М}} = N_{\text{М}} \times k_{\text{т.з.}} \times C_{\text{М,Н}_0} \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где $N_{\text{М}}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$k_{\text{т.з.}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.з.}} = 1,04$ [35].

$C_{\text{М,Н}_0}$ – средняя оптовая цена стали 10ХСНД, Сталь 20, Ст3пс, на 01.01.2022, руб./кг:

- для стали 10ХСНД $C_{\text{М}} = 130$ руб./кг [36], при $N_{\text{М}} = 90,02 \times 1,3 = 117,026$ кг.;

- для стали 20 $C_m = 19,8$ руб./кг [37], при $H_m = 4,4 \times 1,3 = 5,72$ кг.
- для стали Ст3пс $C_m = 48$ руб./кг [38], при $H_m = 5,18 \times 1,3 = 6,734$ кг.;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [28].

H_0 – норма возвратных отходов;

$$H_0 = H_m \times 0,3 = 90,02 \times 0,3 + 4,4 \times 0,3 + 5,18 \times 0,3 = 29,88 \text{ кг/изд};$$

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг (цену узнал в пункте сдачи металлолома т. 89505702559).

$$C_m = 1,04 \times (117,026 \times 130 + 5,72 \times 19,8 + 6,734 \times 48) - 29,88 \times 20 = 15678,26 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [26]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times C_{п.с.}, \text{ руб/изд,} \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг: $G_d = 0,201$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О (см. подраздел 3.9);

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

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [16], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 22,88$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2022 [39];

$$C_{п.с.} = 0,24 \text{ м} \times 1,03 \text{ м} \times 1,1 \times 22,88 = 6,22 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [26]:

$$C_{газ} = g_{шкi} \times C_{газ} \times t_c, \text{ руб./изд.,} \quad (6.10)$$

где $g_{шкi}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 13$ л/мин (см. подраздел 3.2).

$C_{г.з.}$ – стоимость смеси, л., $C_{г.з.} = 0,17$ руб./л. [40];

t_c – время сварки в смеси газов, мин., $t_c = 9,82$ мин (см. подраздел 3.8).

$$C_{\text{газ}} = 13 \times 0,17 \times 9,82 = 21,71 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [26]:

$$C_z = (C_{\text{чи}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай}}) / 60, \quad (6.11)$$

где $C_{\text{чи}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2022, руб/ч., $C_{\text{чи}} = 74,85$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (см. подраздел 3.8);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [26];

$K_{\text{сс}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3 [26];

$K_{\text{рай}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай}} = 1,3$ [26];

$$C_z = (74,85 \times 64,46 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 163,08 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [16]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (рассчитано в подразделе 3.8 и программе *MathCad*);

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,93$ [21];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [16];

$\frac{t_c}{K_v}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_v можно выбрать по таблице 3.2.2 [16]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{тэ} = W_{тэ} \times C_{э.э.}, \quad (3.10)$$

где $W_{тэ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт;

$C_{э.э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $C_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт×ч [29];

$$W_{тэ} = \frac{26 \times 260 \times 0,016}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 0,147}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{0,164}{0,7} - 0,164 \right) = 1361 \text{ Вт},$$

$$Z_{тэ} = 1,361 \times 5,63 = 7,66 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [26]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \times O_i \times \mu_{oi} \times a_i \times r_i}{N_r}, \quad \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15$ % [26],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [26],

$$C_3 = \frac{309250 \times 1 \times 0,286 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 203,43 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		C_3 , руб/изд.
<i>TECH MIG 3500 (N222)</i>	1 шт.	203,43

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [26]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [26];

$$C_{u1} = \frac{25000 \times 1 \times 0,286 \times 0,15}{500} = 2,14 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u1} = \frac{503940 \times 1 \times 0,286 \times 0,15}{500} = 43,18 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	П _ж , шт.	С _и , руб/изд.
Приспособление ФЮРА.000001.042.00.000 СБ	25000	1	2,14
Сварочный вращатель СВУ-01	503940	1	43,18
ИТОГО			45,32

6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

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

$$C_{\Pi} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 27,09 \text{ м}^2$ (см. чертеж ФЮРА.000002.042 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [35].

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

$$C_{\Pi} = \frac{27,09 \times 0,08 \times 250}{500} = 1,08 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	15678,26
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	6,22
2.2	Затраты на защитный газ	21,71
3	Заработная плата	163,08
4	Затраты на электроэнергию	7,66
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	203,43
6	Расходы на амортизацию приспособлений	45,32
7	Затраты на содержание помещения	1,08
ИТОГО технологическая себестоимость:		16126,77

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (15678,26 + 6,22 + 21,71 + 163,08 + 7,66 + 203,43 + 45,32 + 1,08) = \\ = 8063386,9 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 88317 + 151057 + 30558 = 269931 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 8063386,9 + 0,15 \times 269931 = 8103876,6 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	1,07
3	Количество оборудования, шт.	1
4	Количество производственных рабочих, чел	1
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	129,48

Продолжение таблицы 6.7

8	Количество приведенных затрат, руб/изд. x год.	8103876,6
9	Себестоимость одного изделия, руб.	16126,77

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 269931 руб;
- себестоимость продукции 8063386,9 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 8103876,6 руб/изд. × год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рукояти эксковатора. При изготовлении рукояти эксковатора осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рукояти эксковатора на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат *TECH MIG 3500 (N222)* 1 шт.;
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.

ФЮРА.000001.042.00.000 СБ;

- сварочный вращатель СВУ-01 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т и кранбалкой 0,5 т.

Рукоять является частью рабочего органа погрузчика – экскаватора ПЭ-Ф-1Б Масса рукояти составляет 99,6 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД, сталь 20 и Ст3пс. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO_2 (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

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

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (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 $S = 27,09 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

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

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует

принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

К нормативным документам относятся:

7) ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

8) ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

9) ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

10) ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

11) ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

12) Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

13) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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

15) Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

16) Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 0,1 мг/м^3); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала

(ПДК 1 мг/м³) [41, 42].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида

кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [42].

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [43].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [44]:

$$L_m = S \times V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, 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:

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

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [42];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [45]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_g}, \quad (7.2)$$

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

$$Q = 1,5 \times \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

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

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A=a+0,8 \times H=1,62+0,8 \times 2,47=3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B=b+0,8 \text{ м } H=1,68+0,8 \times 2,47=3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S=3,6 \times 3,66 \times 1=13,2 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 13,2 \times 0,2 = 2,63 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объем воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_M = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВРМ-6,3ДУ с двигателем АИС90L2-6 1,5 кВт 930 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

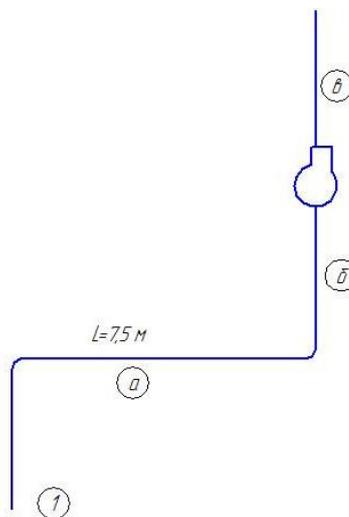


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 9485 \times 1/1 = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [45]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтомат *TECH MIG 3500 (N222)*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [46].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [46].

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

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75

Продолжение таблицы 7.1

Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [42].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [47].

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

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

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [48].

2. Защита от сварочных излучений.

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

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

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

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

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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 НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители –

вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

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

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [49].

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

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки рукояти ФЮРА.0ПЭ.105.042.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере

загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [49].

3. Охрана водного бассейна.

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

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рукояти 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 [49].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;

- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

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

Для сборки-сварки рукояти экскаватора применено стационарное сборочно – сварочное приспособление установленное на сварочный вращатель, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

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

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

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 27,09 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 30,89 %.

Количество приведенных затрат – 8103876,6 руб./изд.·год.

Библиография

1. 10 лучших экскаваторов-погрузчиков 2022 года URL: <https://listtopa.ru/auto/10-ekskavatorov-pogruzchikov> (дата обращения: 20.04.2022)
2. Всё об экскаваторах погрузчиках: история, производители, модели URL: <https://t-magazine.ru/pages/backhoeloder/> (дата обращения: 20.04.2022)
3. Котельников А.А., Крюков В.А., Алпеева Т.В. Конструирование и расчёт сварочных приспособлений: Учебное пособие / Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2006. 446 с., ил.
4. Рыморов Е.В. Новые сварочные приспособления. – Л.: Стройиздат, Ленингр. Отд-ние, 1988. – 125 с., ил.
5. Котельников А.А. Конструирование и расчёт сварочных приспособлений: Учебное пособие/ А.А. Котельников; Юго-Зап.. гос. ун-т., ЗАО «Университетская книга», Курск, 2015. 558 с.: ил.444, Библиогр.: с. 537-539.
6. Евстафьев Г. А., Веретенников И. С. Средства механизации сварочного производства. Конструирование и расчёт. М., «Машиностроение», 1977. 96 с., ил.
7. СВУ-01 вращатель сварочный универсальный URL: <https://www.zavod-vto.ru/svu-01-vraschatel-universalnyy.html> (дата обращения: 20.04.2022)
8. Мовшович А.Я., Изотова К.А., Черная Ю.А., Бондарь О.В. / Конструкции универсальных сборно-разборных приспособлений для сборочно-сварочных работ (УСРП-С) // Машинобудування: збірник наукових праць – №9 – 2012 – с. 148-161.
9. Обзор приспособлений для сварки URL: [Приспособления для сварки: сборочно-сварочные инструменты для сварки угловых соединений, приспособы для работ под прямым углом и другие виды \(stroy-podskazka.ru\)](http://stroy-podskazka.ru) (дата обращения: 20.04.2022)

10. Сварочный стол: назначение, виды, правила выбора URL: [Сварочный стол: назначение, виды, правила выбора \(vtmstol.ru\)](http://vtmstol.ru) (дата обращения: 20.04.2022)
11. ГОСТ Р ИСО 6165-2010 Машины землеройные
12. ОСТ 105-934-82 Соединения сварные машин для животноводства и кормопроизводства. Общие технические требования
13. ГОСТ 3242-69. Соединения сварные. Методы контроля качества
14. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.
15. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл. ISBN 978-5-94275-582-9
16. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
17. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.
18. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. – М: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил. (Серия справочников для рабочих).
19. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
20. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения: 20.04.2022)
21. *TECH MIG 3500 (N222)* URL: <https://svarog-rf.ru/products/tech-mig-3500-n222> (дата обращения: 20.04.2022)
22. Крюков А.В. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

23. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с
24. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.
25. Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР URL: <https://ntcexpert.ru/uc/ultrazvukovoi-defektoskop/576-ultrazvukovoj-defektoskop-a1212-master> (дата обращения: 20.04.2022)
26. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.
27. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
28. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
29. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oao-kuzbassenergo/> дата обращения: 09.05.2022)
30. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
31. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
32. Сварные соединения: Методические указания к практическим занятиям по курсу «Детали машин и основы конструирования» с применением средства мгновенного самоконтроля знаний «Символ». – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института Томского политехнического университета, 2007. – 33 с.
33. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

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

35. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

36. Лист стали 10ХСНД ГОСТ 19281-2014 горячекатаный *URL:* <https://kupit-stal.ru/catalog/list-gk-stal-10hsnd-gost-19281-89?etext=2202.8PCPUAnv1P2OV4qomMANpnpkcHp6bWJreWNoeGpscXQ.cabd3f836a55a7edb56d3948734a76d44cc2286d&yclid=2295539570998825766> (дата обращения: 01.05.2022)

37. Круг 20 мм ГОСТ 2590-2006 7417-75 40X 12X18Н10Т 35 *URL:* https://kemerovo.pulscen.ru/products/krug_20_mm_gost_2590_2006_7417_75_40kh_12kh18n10t_35_44869657 (дата обращения: 01.05.2022)

38. Лист стальной 2x1250x2500 Ст3 ГОСТ 16523-89 х/к *URL:* https://kemerovo.pulscen.ru/products/list_stalnoy_2kh1250kh2500_st3_gost_16523_89_kh_k_149297983 (дата обращения: 01.05.2022)

39. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С, 06Х19Н9Т *URL:* https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677 (дата обращения: 01.05.2022)

40. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO₂) 40 л *URL:* https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya_smes_argon_uglekislota_75_80_ar_25_20_so2_40_1 (дата обращения: 01.05.2022)

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

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

43. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах *URL*: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 02.05.2022)
44. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.
45. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.
46. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
47. 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.
48. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
49. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL*: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-hto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 02.05.2022)

Спецификация изделия

Приложение А
(обязательное)

Формат Листа	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			<u>Документация</u>		
A1		ФЮРА.000000.04.2.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Сборочные единицы</u>		
	1	ФЮРА.000001.04.2.01.000	Надставка	1	
	2	ФЮРА.000002.04.2.02.000	Подвеска	1	
	3	ФЮРА.000003.04.2.03.000	Основание	1	
			<u>Детали</u>		
	4	ФЮРА.000001.04.2.00.001	Скоба	1	
	5	ФЮРА.000002.04.2.00.002	Кожух	1	
	6	ФЮРА.000003.04.2.00.003	Упор	1	
	7	ФЮРА.000004.04.2.00.004	Ребра	1	
	8	ФЮРА.000005.04.2.00.005	Прокладка	1	
ФЮРА.000000.04.2.00.000					
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Омарбаев			
Проб.		Кузнецов			
Н.контр.		Кузнецов			
Утв.					
Рукоять			Лит.	Лист	Листов
			у		1
			ЮТИ ТПУ гр. 10А82		
			Формат А4		

Копировал

Формат А4

Спецификация приспособления

Приложение Б
(обязательное)

Формат	Зона	Год	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			ФЮРА.0000001.042.00.000 СБ	Сборочный чертёж		
<u>Детали</u>						
	1		ФЮРА.0000001.042.00.001	Площадка	1	
	2		ФЮРА.0000001.042.00.002	Баковой упор	2	
	3		ФЮРА.0000001.042.00.003	Петля	2	
	4		ФЮРА.0000001.042.00.004	Штырь	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
	5			Болт М6 х 12 ГОСТ 7798-70	1	
ФЮРА.0000001.042.00.000						
Изм./Лист		№ докум.	Подп.	Дата	Лит. Лист Листов	
Разраб. Омаров					и 1 1	
Проб. Кузнецов					ЮТИ ТПУ	
Н.контр. Кузнецов					гр. 10А82	
Утв.						

Копировал

Формат А4

Технологический процесс

Приложение В
(обязательное)

		ГОСТ 3.1105-84 Формат 2	
Дубл.			
Взам.			
Подл.			
		10	1
		ФЮРА.000000042.00.000	
		Рукоять	
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</p> <p>на технологический процесс</p> <p>сборки-сварки</p>			
		<i>Разработал</i>	<i>Омарбаев С.Б.</i>
		<i>Проверил</i>	<i>Кузнецов МА</i>
		<i>Н. контр.</i>	<i>Кузнецов МА</i>
		<i>Рецензент</i>	
		Акт _____	
ТЛ	<i>Титульный лист</i>		1

Дубл.		В зам.		Подп.											
К/М	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. росх.			
Я	Разр.	Проб.	Нормир.	Нач. БТК	Н. контр.	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.							
						РУКОЯТЬ									
К01							ФЮРА.000000.042.00.0000								
02						Проволока СВ-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12	0,24 кг.						
03						Смесь газов Ar+CO ₂	ГОСТ Р ИСО 4475-2010		0,128 м ³						
04															
05															
06						Масса сд. ед.			99,6 кг.						
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
КК	Комплектовочная карта											4			

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.042.00.000 СБ предназначено для ознакомления персонала с устройством и принципом работы приспособления, его основными техническими данными и характеристиками, а также служит руководством по монтажу, эксплуатации и хранению.

Назначение изделия

Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.042.00.000 СБ предназначено для закрепления на сварочном вращателе рукояти экскаватора ПЭ-Ф-1Б. Приспособление сборочно-сварочное обеспечивает надежное крепление при повороте и наклоне вращателя. На кантователе приспособление сборочно-сварочное крепится при помощи болтов.

Технические данные и характеристики

Основные технические данные и характеристики:

грузоподъемность – 100 кг.;

габариты – 800 х 170 мм.;

вес – 92 кг.

Материал основных деталей Ст3.

Средний срок службы – 12 лет.

Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного

Состав приспособления сборочно-сварочного

Внешний вид приспособления сборочно-сварочного показан в приложении А. Приспособление сборочно-сварочное состоит из: 1. Площадки; 2. Боковых упоров; 3. Петель; 4. Штыря; 5. Фиксирующего винта.

Работа изделия

Основание рукояти вставляется между боковыми упорами и петлями приспособления сборочно-сварочного и фиксируется штырем, от выпадения штырь предохраняется фиксирующим винтом. Приспособление сборочно-сварочное закрепляется на сварочном вращателе четырьмя болтовыми крепежами.

Меры безопасности

Рабочий персонал может быть допущен к работе приспособления сборочно-сварочного только после проведения соответствующих инструктажей по охране труда при работе с объектами, находящимися под действием электрического тока.

Прежде, чем начать кантовку закрепленного на приспособлении сборочно-сварочном изделия, необходимо убедиться наличие фиксирующего болта на своем месте.

Монтаж и техническое обслуживание

Эксплуатационные ограничения

Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.042.00.000 СБ следует использовать только в условиях эксплуатации, соответствующих указанным в эксплуатационной документации на него и на параметры не превышающих значений, указанных в настоящем руководстве.

Общие указания

К монтажу, эксплуатации и обслуживанию допускается персонал, изучивших устройство приспособления сборочно-сварочного.

Монтаж изделия

Установка приспособления сборочно-сварочного на сварочный вращатель осуществляется с помощью грузоподъемного устройства грузоподъемностью не менее 100 кг. При монтаже необходимо совместить крепежные отверстия приспособления с крепежными болтами, вставленными в пазы вращателя. На крепежные болты одеть шайбы и зафиксировать гайками. Момент затяжки 184 Н×м.

Техническое обслуживание

Во время эксплуатации следует производить периодические осмотры (регламентные работы) в сроки, установленные графиком, и зависимости от режима работы системы. но не реже одного раза и 6 месяцев.

При осмотре необходимо проверять общее состояние приспособления, целостность сварных швов.

Правила хранения и транспортировки

Хранение

Хранение приспособления сборочно-сварочного следует осуществлять в закрытых складских помещениях.

Консервационную смазку наносить на обезжиренную чистую сухую поверхность. Обезжиривание производить чистой ветошью, смоченной в бензине по ГОСТ 31077-2002.

Транспортирование

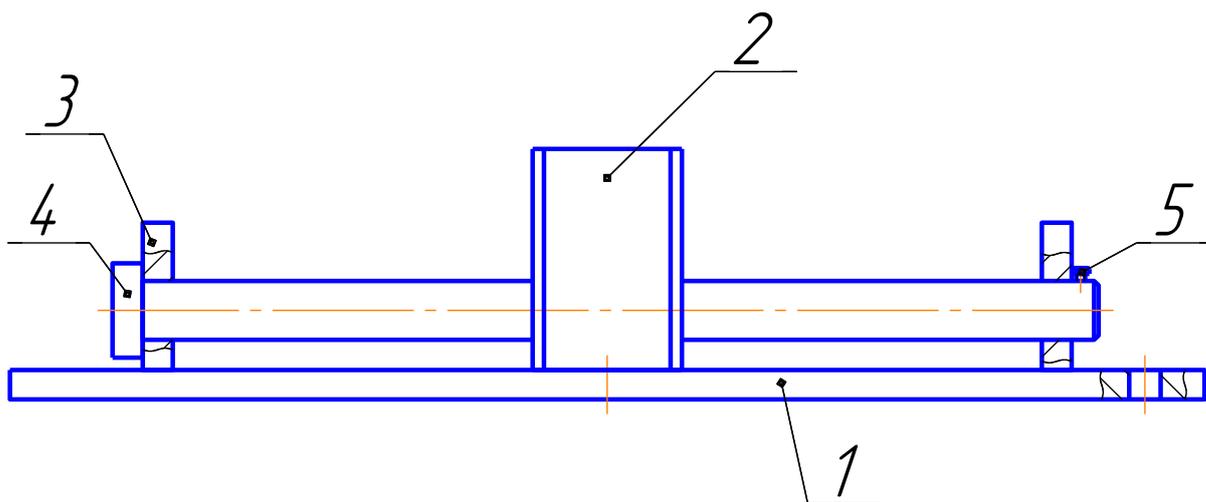
Условия транспортирования 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

Приспособления сборочно-сварочные разрешается транспортировать любым видом закрытого транспорта в полном соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

Сведения об утилизации

Приспособление сборочно-сварочные не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде, и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

Утилизацию отходов следует проводить в соответствии с требованиями законодательства об охране окружающей среды и обращении отходов.



Устройство приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.042.00.000 СБ