

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

Институт Юргинский технологический институт

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ–СВАРКИ УДЛИНИТЕЛЯ КРАНА КС-55722

УДК 621.757:621.791:621.873.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Зинченко В.А.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
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.
Профессиональные компетенции	
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
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. 3-10А60

Руководитель ВКР

Зинченко В.А.

Крюков А.В.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП «Машиностроение»
Д. П. Ильященко

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Зинченко Владимиру Андреевичу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления и проектирование участка сборки и сварки удлинителя крана КС-55722	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	26.04.2021 г. № 116-2/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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. Конструкторский раздел.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент.7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.КС - 55722.136.00.000 СБ Удлинитель крана 3 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.136.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.136 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000007.136 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.136 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.136 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.136 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Зинченко В.А.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор и анализ литературы.	15
17.02.2021	Объект и методы исследования.	15
17.03.2021	Разработка технологического процесса	15
17.04.2021	Конструкторский раздел	15
17.05.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
19.05.2021	Финансовый менеджмент	15
20.05.2021	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2021 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А60	Зинченко Владимиру Андреевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология и оборудование сварочного производства»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	1995908 руб 128,06 руб 8182,68 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока газ	848,9 кг 2,58 кг 671 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Определение капитальных вложений
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	28.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А60	Зинченко В.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Зинченко Владимиру Андреевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки удлинителя крана 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) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</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).
<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 произведённой 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. 	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<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 	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<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 	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Лист-плакат Система вентиляции участка</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Зинченко В.А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 126 с., 2 рисунка, 20 таблицы, 36 источников, 3 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: эффективность производства, технологичность, участок сборки, производственный цикл, способ сварки, двуокись углерода, металл, размер шва, производство, подузел, техническое нормирование.

Объектом разработки является удлинитель крана КС-55772.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки удлинителя крана КС-55722

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор 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 приеденных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1995908 руб;
- себестоимость продукции 17034442,52 руб.
- количество приведенных затрат 17333728,79 руб/изд. год.

Abstract

Final qualifying work 126 p., 2 drawings, 20 tables, 36 sources, 3 applications, 9 p. graphic material.

Key words: production efficiency, technology, assembly area, production cycle, welding method, carbon dioxide, metal, seam size, production, subuzel, technical rating.

The object of development is the KS-55772 crane extension.

Purpose of work. The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a crane extension and design a product assembly-welding area.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, determination of the steel grade, selection of the welding method, determination of welding modes and welding materials, standardization of operations, preparation of the technological process, calculation of the required number of equipment and the number of workers were carried out.

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

Economic indicators:

- capital investments 1995,908 rubles;
- the cost of production of 1703434442.52 rubles.
- the number of reduced costs 17,333,728.79 rubles / ed. year.

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	18
1.1 Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор)	18
1.2 К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом	20
1.3 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе	21
1.4 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	23
2.1 Описание сварной конструкции	23
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	23
2.2.1 Требования к подготовке кромок	23
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	24
2.2.3 Требования к сборке сварного соединения	25
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва	26
2.2.5 Требования к оформлению документации	27
2.2.6 Требования к контролю	28
2.3 Методы проектирования	30
2.4 Постановка задачи	31
3 Разработка технологического процесса	32
3.1 Анализ исходных данных	32
3.1.1 Основные материалы	32
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	34
3.1.3 Выбор сварочных материалов	35
3.2 Расчет технологических режимов	37

3.3	Выбор основного оборудования	40
3.4	Выбор оснастки	43
3.5	Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	45
3.6	Выбор методов контроля, регламент, оборудование	48
3.7	Разработка технической документации	50
3.8	Техническое нормирование операций	52
3.9	Материальное нормирование	55
3.9.1	Расход металла	55
3.9.2	Расход сварочной проволоки	55
3.9.3	Расход защитного газа	56
3.9.4	Расход электроэнергии	56
4	Конструкторский раздел	58
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	58
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	59
4.3	Порядок работы приспособлений	59
5	Проектирование участка сборки-сварки	61
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	61
5.2	Расчет основных элементов производства	61
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	62
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	63
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	64
5.3.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	64
6	Финансовый менеджмент	67
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	67
6.2	Экономический анализ техпроцесса	67
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	68
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	68
6.2.1.2	Капитальные вложения в подъемно-транспортное	

оборудование	70
6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	71
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	71
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	72
6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	73
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	73
6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	74
6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала	75
6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	76
6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	76
6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	77
6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения	78
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	79
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	80
7 Социальная ответственность	82
7.1 Описание рабочего места	82
7.2. Законодательные и нормативные документы	83
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	85
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	92
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	92
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	
7.5 Охрана окружающей среды	95
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	97
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	97

Заключение	99
Библиография	100
Приложение А (Спецификация Удлинитель крана)	104
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	107
Приложение В (Технологический процесс)	109

Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.КС-55722.136.00.000 СБ Удлинитель крана. Сборочный чертеж	Формат 3-А1
ФЮРА.000001.136.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат А1
ФЮРА.000002.136 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.136 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия. Лист плакат	Формат А1
ФЮРА.000004.136 ЛП Схема вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.136 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.136 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

Введение

Сварка является технологическим процессом, она широко применяется практически во всех отраслях народного хозяйства. Серийные и уникальные машины создаются с применением сварки. В конструкцию и технологию производства многих изделий сварка внесла коренные изменения. При прокладке трубопроводов, изготовлении металлоконструкций, установке технологического оборудования, четвертая часть всех строительно-монтажных работ приходится на сварку. Дуговая сварка является основным видом сварки [1].

Практически любой вид работы с металлом и на производстве, и в мастерской требует применения такого вида обработки материала, как сварка. Режут и сваривают металлические детали с помощью различных сварочных агрегатов. Принципы работы у них могут отличаться, но конечный результат одинаков - получается неразъемное прочное соединение между свариваемыми элементами из металла. Наибольшей популярностью среди всех типов сварочного оборудования пользуются передвижные сварочные агрегаты. Выбор сварочного оборудования на современном потребительском рынке столь велик, что новичку не мудрено растеряться в этом многообразном сварочном изобилии [2].

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

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Улучшение технологических характеристик процесса дуговой сварки в среде защитных газов

Современное состояние применения электродуговой автоматической и механизированной сварки плавлением в среде защитных газов характеризуется существенным расширением области использования при создании металлоконструкций различного назначения из низколегированных сталей повышенной и высокой прочности. Основными факторами, способствующими расширению применения этих способов сварки, являются высокая производительность и оптимизация затрат, а так же высокое качество сварных соединений [3].

В качестве электродного материала для указанных процессов наиболее широкое применение нашли низколегированные проволоки сплошного сечения. При этом наиболее часто защитная среда создается углекислотным газом или газовыми смесями на основе аргона с добавлением углекислого газа.

Проволоки сплошного сечения содержат в своем составе элементы раскислители и легирующие примеси которые обеспечивают получение металла шва заданного состава, определяющего уровень механических свойств сварного соединения применительно к классу прочности свариваемых сталей. Тип применяемого электродного материала (проволоки), как и состав газовой защитной среды, в значительной мере определяет не только показатели механических свойств металла шва и сварного соединения, но и технологические характеристики и качество сварных соединений [3].

Широко используемая защита зоны плавления углекислым газом благодаря высокой теплопроводности обеспечивает достаточно большую глубину проплавления и производительность сварочного процесса. Тем не менее, использование такой газовой защиты, обладающей высоким окислительным потенциалом, требует соблюдения техники сварки и

параметров режима для обеспечения заданных размеров и форм шва из-за склонности к образованию подрезов основного металла и выпуклости центральной части поверхностного шва. Кроме того, изменение параметров режима сварки может привести к увеличению потерь металла на разбрызгивание и к повышенному угару легирующих элементов из проволоки. Так же не обеспечивается струйный перенос капель электродного металла при использовании проволоки сплошного сечения. В случае же использования порошковой проволоки необходимо удаления шлаковой корки после каждого сварочного прохода [3].

Для достижения струйного характера переноса электродного металла во всех диапазонах режима сварки в качестве защитного газа используется аргон. При сварке в смеси газов на основе аргона начало перехода от капельного к струйному типу переноса происходит когда дуга с торца проволоки частично переходит на боковые поверхности конца проволоки. При этом внешний вид конца проволоки принимает форму, близкую конусной. При сварке в углекислом газе требуется повышать мощность дуги за счет увеличения напряжения дуги. Наиболее рациональным процессом в современной технологии сварки проволокой сплошного сечения в среде защитных газов полагают процесс, в котором используются газовые смеси на основе аргона. Наиболее широко применяется газовые смеси типа *M21* по *ISO 14175– Ar+* от 5 до 25 об % CO_2 . Добавка CO_2 к аргону позволяет снизить негативное влияние излишне высокого теплового излучения на оператора-сварщика. Использование таких смесей на основе аргона позволяет существенно улучшить форму прaplвления и геометрию поверхности шва, а та кже минимизировать, потери электродного металла на разбрызгивание [3].

1.2 К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом

В современной технологии сварки и наплавки известны две группы систем регулирования дуги. Первая – системы автоматического (принудительного) регулирования, вторая – саморегулирования сварочной дуги. Системы автоматического регулирования, например, с управлением скорости подачи электрода и/или с управлением сварочным током и напряжением сложны и дороги. Их использование неизбежно, когда необходимо поддерживать параметры режима в строго ограниченных пределах, например, при сварке и наплавке весьма ответственных сложных конструкций, или при необходимости строго соблюдать наперед заданный алгоритм изменений параметров, например, при сварке с управлением процесса переноса капель электродного металла через дуговой промежуток [4].

В последние годы возрос интерес к проблеме саморегулирования дуги при сварке плавящимся электродом, поскольку изучение этого явления позволяет сформировать эффективный инструментарий в понимании физических процессов, обуславливающих формирование неразъемных соединений различными методами дуговой сварки [4].

Существующая система саморегулирования дуги, при которой скорость подачи электрода, а также ток и напряжение устанавливаются на аппаратуре до начала процесса сварки и сохраняются на протяжении всего процесса, предельно проста и дешева, массово применяется в производстве. Саморегулирование, кроме того, способствует значительному повышению устойчивости работы схем автоматического регулирования сварочной дуги [4].

1.3 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе

При механизированной сварке в защитных газах проволоками диаметром 0,8-2,5 мм зажигание дуги происходит после нескольких соприкосновений электрода с изделием. Это ухудшает качество начальных участков швов, приводит к значительному увеличению вспомогательного времени, сварочных материалов и электроэнергии [5].

Согласно ГОСТ 25616-83, допускается возбуждение дуги после трех соприкосновений электрода с изделием. У сварочных выпрямителей ВДУ число коротких замыканий при зажигании дуги 1-4, а у однофазных 2-5. В отечественных и зарубежных источниках питания для улучшения зажигания дуги применяют "горячий старт", изменение скорости подачи электродной проволоки, а также их комбинации. Способ бесконтактного зажигания дуги имеет недостатки: диаметр застывшей капли на конце вылета электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров электрода, надежность зажигания зависит от угла подхода электрода к поверхности изделия, с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи зажигание ухудшается [5].

1.4 Заключение

Повышенные затраты на сварочные материалы (проволоки, газовые смеси аргона с углекислым газом) компенсируются не только повышением производительности сварочного процесса, но и снижением общих затрат на выполнение сварных соединений за счет устранения потерь электродного металла, а так же улучшения формы и более полного соответствия размеров и формы швов проектным. Все это позволяет снизить стоимость изготовления сварных металлоконструкций и повысить их качество.

На основе обзора литературы выбираем для проектируемого техпроцесса механизированную сварку в среде защитных газов на основе аргона, сплошной проволокой.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – удлинитель крана - является частью самоходного крана модификации КС-55722, предназначенного для подъема и перемещения грузов. Удлинитель крана изготавливается из профильного металла (уголок) и листового проката. Предназначен для удлинения стрелы крана КС – 55722. Конструкция изделия представлена на ФЮРА.КС-55722.136.00.000 СБ. Спецификация удлинителя крана приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 7306x596x714 мм.

Масса, кг: 653 кг.

Рама подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Удленитель крана изготавливается по ГОСТ 12.2.070-81 «Краны грузоподъёмные, сварка стальных конструкция».

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.

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.

Если после машинной кислородной резки высота неровностей реза не превышает 0,3 мм, то обработку кромок можно не производить [6].

2.2.2 Требования к сварке при прихватке

Прихватки элементов сварных конструкций должен выполнять сварщик той же квалификации, что и при сварке, при этом используются те же сварочные материалы. Сварочные материалы могут отличаться, если прихватка и сварка выполняются различными видами сварки (например, прихватка ручной сваркой, а сварка полуавтоматом или автоматом) [6].

Прихватки элементов сварных несущих конструкций должен выполнять сварщик, прошедший аттестацию в соответствии с правилами аттестации сварщиков Госгортехнадзора и имеющий соответствующее удостоверение.

Прихватки нужно располагать в местах расположения сварных швов. Технологический процесс изготовления определяет количество, размеры и порядок их наложения. В процессе наложения швов проектного сечения прихватки необходимо переплавить. Для временного соединения деталей допускается наложение прихваток вне мест расположения швов, если это не создает добавочных концентраторов напряжений. В дальнейшем такие прихватки необходимо удалить и зачистить места из расположения [6].

После сборочных работ швы прихваток и места под сварку необходимо зачистить от шлака, брызг и окалины. Если прихватки имеют дефекты, их необходимо удалить и выполнить заново [6].

2.2.3 Требования к сборке сварного соединения

При сборке под сварку необходимо обеспечить точность сборки деталей в пределах размеров и допусков, которые установлены рабочими чертежами и нормативными документами. Требуемая точность обеспечивается специальными сборочно-сварочными кондукторами и приспособлениями, которые должны исключать возможность появления деформаций, не затрудняя при этом выполнение сварки [6].

Приспособления, используемые при сборке под сварку, необходимо периодически проверять. Периодичность проверки, а также ее порядок устанавливает предприятие-изготовитель. Перед сборкой, детали необходимо высушить, очистить и выровнять. Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от ржавчины, грязи, масла, влаги и др. Если необходимо перед сваркой дополнительно очистить место сварки и удалить концентрации влаги. Зачистка должна обеспечить необходимое качество.

Уступы и неровности, которые мешают правильной сборке, необходимо обработать. Отклонения от геометрических размеров и формы, а также

расположения поверхностей деталей в сборочной единице указаны на чертежах. Они должны обеспечить свободное перемещение секций крановых стрел относительно друг друга, а при раздвинутой стреле не превышать значений, указанных на чертеже [6].

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

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

Сварку на открытом воздухе допускается производить при условии применения специальных защитных приспособлений, которые надежно защищают место сварки и свариваемые поверхности от попадания осадков и ветра.

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

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

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

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

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

В случаи если применяются закрепления и обратные выгибы для выполнения определенных швов, необходимо их удалить после полного остывания детали. Сварку с закреплением деталей проводить только, если данное закрепление предусмотрено технологическим процессом [6].

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 [6].

2.2.5 Требования к оформлению документации

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации. Общие требования

комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операции переходов.

2.2.6 Требования к контролю

Требования к контролю устанавливаются на основе РД 36-62-00.

Изготовленные детали, сборочные единицы и готовые грузоподъемные машины должен принять отдел технического контроля предприятия-изготовителя.

Приборы и аппараты, применяемые при контроле размеров и параметров деталей, сборочных единиц и готовых грузоподъемных машин должны пройти государственную или ведомственную проверку и признаны пригодными. ГОСТ 29266-91 контролирует точность измерений параметров [7].

Из партии деталей приемку должны пройти не менее 10% деталей партии, но не меньше 2. При нахождении хотя бы одной бракованной детали, количество образцов удваивают. Если вновь обнаруживают брак, то приемка проводится на все детали этой партии. Количество проверяемых деталей при приемке устанавливает предприятие-изготовитель и указывает их в технологической или нормативной документации.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов 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).

Ультразвуковой метод контроля швов сварных соединений рекомендуется,

для проверки 100 % ответственных стыковых швов в целях выявления дефектных мест;

для проверки швов металлоконструкций при неудовлетворительных результатах механических испытаний контрольных образцов.

Ультразвуковой метод контроля должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782, на основании инструкций по проверке качества швов сварных соединений и технологической документации, разработанной предприятиями-изготовителями.

При контроле должен быть использован ультразвуковой импульсный дефектоскоп (далее - дефектоскоп) не ниже второй группы с преобразователями пьезоэлектрическими

Поверхность соединения, по которой перемещают преобразователь, не должна иметь вмятин и неровностей, с поверхности должны быть удалены брызги металла, отслаивающаяся окалина и краска, загрязнения.

При механической обработке соединения, предусмотренной технологическим процессом на изготовление сварной конструкции, поверхность должна быть не ниже Rz 40 мкм по ГОСТ 2789.

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

Визуальным контролем проверяют, предварительно очищенную от шлака, брызг, подтеков металла, поверхность сварного шва и прилегающий к нему участок металлоконструкции шириной не менее 20 мм по обе стороны от сварного шва [7].

Визуальный контроль и измерения служат для проверки размеров и форм швов, взаиморасположения сварных деталей и сборочных единиц, перпендикулярность осей, а также смещение кромок. Визуальный контроль

сварных соединений проводят невооруженным глазом или при помощи оптических приборов. При осмотре расчетных соединений применяют лупы десятикратного увеличения. Визуальным осмотром выявляют прожоги, 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 [7].

2.3 Методы проектирования

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

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме современные способы импульсно-дуговой сварки.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки удлинителя крана, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

При выполнении выпускной квалификационной работы надо обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

Для этого требуется решить следующий ряд задач:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) рассчитать режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) определить потребный состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки удлинителя крана.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – удлинитель крана. Материал деталей: стали 09Г2С, 10ХСНД.

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), % [8]

<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 [8]

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

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 09Г2С, % (ГОСТ 19281-2014) [8]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	
		Не более								
0,5-0,8	1,3-1,7	0,12	0,008	0,3	0,3	0,3	0,035	0,03	0,08	0,008

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 09Г2С [8]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_6 , %	KCU_{40} МДж/м ²
265-345	430-490	21	0,59-0,64

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [9].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [10]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [10]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 \times S + (P/3) + ((Si-0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn-0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr-0,8/10), \quad (3.1)$$

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Для определения стойкости конструкционного металла против образования трещин определим фактор склонности по формуле [10]:

$$HSC = \frac{C \times (S + P + 0,04 \times Si + 0,01 \times Ni) \times 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V}, \quad (3.2)$$

Если HSC меньше 4 склонность к образованию трещин отсутствует.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$HSC = \frac{0,12 \times (0,040 + 0,035 + 0,04 \times 0,8 + 0,01 \times 0,5) \times 10^3}{3 \cdot 0,8 + 0,9 + 0 + 0} = 4,073,$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \times 0,03 + (0,035/3) + ((0,05 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,7 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,3 - 0,8/10) = 0,234\%.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ19281-73 [11]. Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 1050-74 [11]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [11]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

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 и 09Г2С рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [11].

Основываясь на выводе, по обзору литературы принимаем механизированную сварку плавящимся электродом в защитном газе.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки Св-08Г2С-О представлен в таблице 3.5.

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

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, не>%	S, не>%	P, не>%
0,05-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,2	0,25	0,025	0,03

Свойства металла шва $\sigma_B = 510$ МПа; $\delta = 24$ % [13].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175 – M21 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси

углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Состав CO_2 , в % [11]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO_2 (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 $^{\circ}C$ (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157-79. Состав приведён в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Состав Ar , в % [11]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

3.2 Расчет технологических режимов

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие [9]:

- диаметр электродной проволоки – $d_{\text{эп}}$;
- скорость сварки – $\vartheta_{\text{с}}$;
- сварочный ток – $I_{\text{с}}$;
- напряжение сварки – $U_{\text{с}}$;
- вылет электродной проволоки – $l_{\text{в}}$;
- скорость подачи электродной проволоки – $\vartheta_{\text{эп}}$;
- общее количество проходов – $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси – $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления $h_{\text{р}}$) [9].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 5 мм. показано на рисунке 3.1.

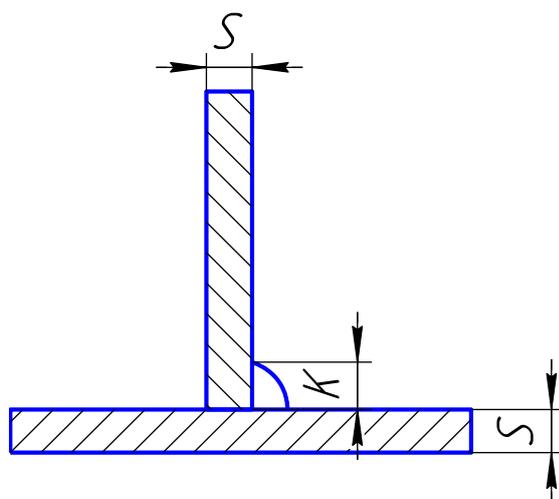


Рисунок 3.1 – Соединение Т1 ∇ 5 по ГОСТ 14771-76:

S – толщина листа, K – катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [9]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \cdot K, \quad (3.3)$$

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 [9]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p, \quad (3.4)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{3,5} \pm 0,05 \cdot 3,5 = 1,193 \dots 1,543 \text{ мм.}$$

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

Скорость сварки определяем по формуле [13]:

$$V_c = K_v \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.5)$$

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

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.6)$$

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

Подставляем значения в формулу (3.5) и получим:

$$V_c = 1060 \times \frac{3,5^{1,61}}{8^{3,36}} = 7,36 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 26,5 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [139]

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.7)$$

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

$$I_c = 430 \times \frac{3,5^{1,32}}{8^{1,07}} = 243 \text{ А.}$$

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:

$$I_c = 243 \times 1,12 = 267,1 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 267 \text{ А.}$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [9]:

$$U_c = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.8)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \times 267 = 27,4 \text{ В,}$$

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [9]:

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_c^{0,75}, \quad (3.9)$$

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times 267^{0,75} = 0,218 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13,1 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.8:

Таблица 3.8 Режимы сварки в $Ar + CO_2$

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход $Ar + CO_2$, л/мин.	$n_{пр}$
5	1,2	267	27,4	26,5	13,1	1

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа л/мин	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	H1 - 	1,2	28-30	230-240	23-24	13-16	12-13	1
2	H1 - 	1,2	27-28	260-270	26-27	13-16	13-14	1
3	T1 - 	1,2	28-30	230-240	23-24	13-16	12-13	1
4	T1 - 	1,2	27-28	260-270	26-27	13-16	13-14	1
5	T3 - 	1,2	35-40	160-170	19-20	13-16	8-9	1

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	T3 -Δ6	1,2	27-28	260-270	26-27	13-16	13-14	1
7	У4 -Δ6	1,2	27-28	260-270	26-27	13-16	13-14	1
8	C2	1,2	28-30	230-240	23-24	13-16	12-13	1
9	Нест.	1,2	27-28	260-270	26-27	13-16	13-14	1
10		1,2	25-26	290-305	29-30	13-16	14-15	2
11		1,2	25-26	290-305	29-30	13-16	14-15	1
12		1,2	27-28	260-270	26-27	13-16	13-14	1

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки в защитном газе. Согласно рассчитанным режимам сварки, а так же обзору литературы выбираем комплектный полуавтомат *Miller XMT-350 CC/CV* и *SuitCase 8RC* [13]. Технические характеристики комплектного полуавтомата *Miller XMT-350 CC/CV* и *SuitCase 8RC* приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики комплектного полуавтомата *Miller XMT-350 CC/CV* и *SuitCase 8RC* [14]

Характеристика	Значение
Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА	14,2
Потребляемая мощность, кВт	13,6
Диапазон регулирования напряжения в режиме стабилизации, В	10~38

Продолжение таблицы 3.10

Диапазон регулирования сварочного тока в режиме стабилизации, А	5~425
Номинальный сварочный ток при ПВ=60%, А	350
Напряжение на холостом ходу, В	75
Масса, кг	36,3
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	610x318x432

Состав комплекта [14]:

- источник универсальный *XMT-350 CC/CV* для ручной дуговой, полуавтоматической, аргоно-дуговой сварки;
- подающий механизм с индикацией *SuitCase 8RC/meters/TH*;
- ролики для подающего механизма *SuitCase*, д. 1,0-1,2 мм *V-GR*;
- горелка 300 А, длина шлейфа 4,6 м, охлаждение воздушное;
- кабель управления 7,6 м.

XMT 350 – универсальный источник питания инверторного типа. Отличные качественные характеристики при сварке сплошной и порошковой проволокой в среде защитных газов и самозащитной проволокой (МИГ/МАГ). Отличное качество швов при сварке штучным электродом (ММА) и аргонодуговой сварке (ТИГ). Качество дуги, мощность и портативность источника позволяет позиционировать его как наилучший из представленных на мировом рынке. Серия выпрямителей *XMT 350* снабжена всеми функциями, чтобы полностью удовлетворять любые сварочные нужды [14].

Основные преимущества выпрямителей серии *XMT-350* [14]:

- технология аэродинамической трубы *Wind Tunnel Technology* предотвращает загрязнение электрических узлов и электронных плат;
- система охлаждения *Fan-On-Demand* включается только в случае необходимости, что позволяет снизить уровень шума, потребление энергии и

количество попадающих внутрь оборудования частиц пыли и грязи;

- встроенная функция «зажигание дуги при отрыве электрода от свариваемой поверхности» *Lift Arc* позволяет отказаться от использования высокочастотной энергии и исключить загрязнение сварочной ванны вольфрамовыми включениями;

- встроенная функция «горячее зажигание дуги» *Adaptive Hot Start* автоматически увеличивает сварочный ток в момент касания свариваемой детали и позволяет избежать залипания проволоки при полуавтоматической сварке;

- лёгкий корпус из алюминия авиационных марок обеспечивает механическую прочность сварочного аппарата при меньшей массе;

- технология инверторного управления дугой обеспечивает идеальный контроль за сварочной ванной и высококачественный шов при работе электродами с основным покрытием и высококачественную полуавтоматическую сварку;

- функция *Auto-Line* обеспечивает автоматическую настройку на входное напряжение от 208 до 575В без необходимости ручной подстройки, что обеспечивает удобство эксплуатации в любых рабочих условиях. Идеальное решение в условиях нестабильного входного напряжения;

- функция компенсации сетевого напряжения позволяет стабилизировать питание сварочного аппарата даже в том случае, если входное напряжение колеблется в пределах $\pm 10\%$. Диапазон стабилизации сетевого напряжения далее расширяется до небывалых пределов: $+34\%$ и -59% при рабочем напряжении 460В переменного тока;

- переключатель процессов сварки позволяет уменьшить количество необходимых настроек параметров;

- большие сдвоенные цифровые вольтметр и амперметр хорошо видны и могут предварительно программироваться на заданные выходные параметры.

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований [16]:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);
- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);
- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.);
- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для

уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации.

- Обеспечение необходимости длин пролетов решетчатой конструкции 2560 ± 3 ; 610 ± 2 ; 570 ± 2 ; 570 ± 2 ; 570 ± 2 ; 450 ± 2 ; 450 ± 2 мм 580 ± 1 мм

- Обеспечение ширины слева 686 ± 2 мм

- Обеспечение ширины справа 215 ± 2 мм

- Обеспечены соосности кронштейнов поз22

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально в данной работе использовать винтовые стяжки для сборки продольных стыков обечаек. Для предотвращения дефектов формы собираемого изделия дополнительно устанавливаем распорки.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 2 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн.

.

.

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

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

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

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними [17].

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документацией и техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей,

сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п [17].

Технологический процесс сборки и сварки удлинителя крана начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

На листе плаката ФЮРА.000001.136 ЛП представлена технологическая схема сборки удлинителя крана. Спецификация приспособления сборочно-сварочного приведена в приложении Б.

На рисунке 3.1 показана технологическая схема сборки удлинителя крана.

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [18].

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

При изготовлении удлинителя крана применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам и наличие дефектов[18].

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

Операционный контроль сварочных работ.

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

Перед началом сварки проверяется [18]:

- 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 [18]:

- 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.

При изготовлении удлинителя крана 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.

Для ВИК применяются, лупа измерительная, линейка, угольник; набор щупов; угломер, и шаблон Ушерова-Маршака.

Ультразвуковой контроль.

Ультразвуковой контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-85 и настоящей инструкции [19].

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 [19]).

Для УЗК используется дефектоскоп А1212 МАСТЕР.

3.7 Разработка технической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [17].

Разработка технологических процессов включает [17]:

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:

- 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 [17]:

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

Изготовление удлинителя крана начинается на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА.000001.136.00.000 СБ, на которой собираются и свариваются св. узел №1 состоящий из поясов поз. 24 и поз. 25, косынки поз. 17 и поз. 21, уголок поз. 49, раскосы поз. 27, поз. 28, поз. 52, поз. 31 и поз. 53, уголки поз. 54 и поз. 60 (2 шт.), раскосы поз. 33, поз. 35 и поз. 37, кронштейн поз. 22 (2 шт.) (операция 010). На сборочно-сварочном приспособлении 2 собирается св. узел №2 состоящий из поясов поз. 24 и поз. 25, косынки поз. 17 и поз. 21, уголок поз. 49, раскосы поз. 26, уголок поз. 54, раскосы поз. 30, поз. 29, поз. 32, поз. 33, поз. 34, поз. 36 и поз. 55 (2 шт.), кронштейн поз. 22 (2 шт.) (операция 015). На сборочно-сварочном приспособлении 3 собираются и свариваются ребра поз. 20 (4 шт.), св. узлы №1 и №2, уголки поз. 50 (2 шт.) и

поз. 59 (2 шт.), раскосы поз. 39, поз. 40, поз. 56, поз. 41, поз. 42, поз. 45 и поз. 58, уголки поз. 51 (3 шт.) и поз. 12 (2 шт.), диафрагма поз. 16, щека правая поз. 3, щека поз. 63, скоба поз. 62, щека поз. 15, уголок поз. 9, пластины поз. 6 (5 шт.), кронштейн поз. 1 и уголки поз. 57 (2 шт.), поз. 11, поз. 61 (2 шт.) и поз. 5, шайбы поз. 18 (3 шт.) (операция 020). Далее сб. ед. устанавливается на кантователь, где собираются и привариваются: раскосы поз. 38, поз. 7, поз. 40, поз. 38, поз. 41, поз. 56, поз. 42, поз. 45, поз. 58 (2 шт.), 46 (2 шт.), поз. 8 и поз. 10, валик поз. 13, стойка поз. 14 (2 шт.), кронштейн поз. 2, бонку поз. 66, планка поз. 23, ось поз. 19, бонка поз. 64, накладки поз. 47 и поз. 48, кронштейны поз. 4 и поз. 65, уголки поз. 43 (2 шт.) и поз. 44 (2 шт.), бонки поз. 66, косынки роз. 17 (2 шт.) и поз. 21 (2 шт.) (операция 025). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 030-035).

Технологический процесс производства удлинителя крана приведен в приложении В.

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 [20]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \times L + t_{\text{в.и}}. \quad (3.10)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_o + t_{\text{в.ш}}) \times \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100}\right), \quad (3.11)$$

где, T_o – основное время сварки;

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

$t_{\text{в.ш}}$ – 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% [20].

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.12)$$

Время сварки для шва №1 ГОСТ 14771-76 Н1-△4:

$$T_o = \frac{11 \cdot 7,85 \cdot 60}{240 \cdot 15} = 1,44 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №3 ГОСТ 14771-76 Т1-△4:

$$T_o = \frac{15 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} = 1,89 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №8 ГОСТ 14771-76 С2:

$$T_o = \frac{12 \cdot 7,85 \cdot 60}{240 \cdot 15} = 1,57 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №12 нестандартный:

$$T_o = \frac{27 \cdot 7,85 \cdot 60}{270 \cdot 15} = 3,22 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010.

Масса детали поз. 24 $m_1=67,8$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_1= 2,2$ мин.; масса детали поз. 65 $m_2=68$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2= 2,2$ мин.; масса детали поз. 17 $m_3=2,52$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_3= 0,4$ мин.; масса детали поз. 21 $m_4=2,3$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_4= 0,4$ мин.; масса детали поз. 49 $m_5=3$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_5= 0,4$ мин.; масса детали поз. 27 $m_6=2,1$ кг; установка детали вручную на

приспособление $t_6 = 0,4$ мин.; масса детали поз. 28 $m_7 = 2,0$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_7 = 0,4$ мин.; масса детали поз. 52 $m_8 = 2,1$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_8 = 0,4$ мин.; масса детали поз. 31 $m_9 = 2,6$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_9 = 0,4$ мин.; масса детали поз. 53 $m_{10} = 2,9$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_{10} = 0,4$ мин.; масса детали поз. 54 $m_{11} = 4,9$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_{11} = 0,47$ мин.; масса детали поз. 60 (2 шт.) $m_{12} = 5,5$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_{12} = 0,56 \cdot 2 = 1,12$ мин.; масса детали поз. 33 $m_{13} = 8,1$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_{13} = 0,6$ мин.; масса детали поз. 35 $m_{14} = 7,3$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_{14} = 0,6$ мин.; масса детали поз. 37 $m_{15} = 4,4$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_{15} = 0,47$ мин.; масса детали поз. 22 (2 шт.) $m_{16} = 2,9$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_{16} = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$0,15 \cdot 52 = 7,8 \text{ мин.},$$

$$t_{в.и} = 2,2 + 2,2 + 0,5 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,47 + 1,12 + 0,6 + 0,6 + 0,47 + 0,8 + 3 + 7,8 = 22,96 \text{ мин.}$$

$$T_{н.ш-к} = (1,44 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,78 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (1,89 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,36 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (1,57 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,67 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (3,22 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 5,04 \text{ мин.},$$

$$T_{ш} = 32,78 \cdot 2,415 + 3,36 \cdot 1,465 + 2,67 \cdot 0,6 + 5,04 \cdot 1,28 + 22,96 = 41,8 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления удлинителя крана

№ опер.	Наименование операции	T _{шт.} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборочно-сварочная	41,8
015	Сборочно-сварочная	41,8
020	Сборочно-сварочная	105,22
025	Сборочно-сварочная	231,15
030	Слесарная	85,3
035	Контроль	34,5
Итого:		288,74

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

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

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [20];

$$m_M = 653 \times 1,3 = 848,9 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [9]:

$$M_{ЭП} = K_{P. П.} \times (1 + \psi_P) \times M_{НО}, \quad (3.14)$$

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

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

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

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 2,277 = 2,58 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [9]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.15)$$

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

$$Q_{з.г.} = 14 \times 2165 = 671 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [9]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.16)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.17)$$

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

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 12,4$ руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \cdot 260 \cdot 0,08}{0,82} + \frac{27 \cdot 270 \cdot 0,719}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{0,8}{0,7} - 0,8 \right) = 7052 \text{ Вт} \cdot \text{ч,}$$

$$3_{T9}=7,052 \cdot 12,4=87,4 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

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

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [22].

Приспособление сборочно-сварочное.

При проектировании приспособления была рассмотрена структура изделия, оценено, какие детали при установке нужно зафиксировать в определенном положении. На основе данной оценке было спроектировано приспособление ФЮРА.000001.136.00.000 СБ для крепления деталей используются электромагниты, для точной установки деталей: шаблоны, и флажки. Флажки обеспечивают размеры 2560 ± 3 ; 610 ± 2 ; 570 ± 2 ; 570 ± 2 ; 570 ± 2 ; 450 ± 2 ; 450 ± 2 мм. Шаблоны обеспечивают размер 580 ± 1 мм. Ширина обеспечивается строением стола, и расположением устройств для базирования. Соосность кронштейнов достигается путем использования вала.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении сборочно-сварочном ФЮРА.000001.136.00.000 СБ для крепления оснований применяются электромагниты. Электромагнитные зажимные устройства применяют обычно в виде плит и планшайб для закрепления стальных и чугунных заготовок с плоской базовой поверхностью. Электромагнитный привод обладает рядом преимуществ, способствующих его применению в станочных приспособлениях, к ним относятся: равномерное распределение силы притяжения по всей опорной поверхности заготовки, что резко снижает погрешность закрепления; высокая жесткость приспособления; свободный доступ к обрабатываемым поверхностям заготовки; удобство управления приводом. Силу притяжения при закреплении детали магнитным полем определяют через магнитную индукцию [23]:

$$P=4,06B \quad (4.1)$$

где B – магнитная индукция, Тл.

$$B = \frac{F}{IL}, \text{Тл} \quad (4.2)$$

Где F -сила удержания, Н

I -сила тока проводника, А

L - длина проводника

$$B = \frac{1800}{0.36 \times 110} = 45.4, \text{Тл} \quad (4.3)$$

$$P = 4,06 \times 45,4 = 184,3, \text{Н / см}$$

Из расчетов видно что деталь будет надежно закреплена, так как сумма притяжения всех магнитов выше чем масса детали.

4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление служит для фиксации поясов поз. 24 и поз. 25, косынок поз. 17 и поз. 21, уголков поз. 49, раскосов поз. 27, поз. 28, поз. 52, поз. 31 и поз. 53, уголков поз. 54 и поз. 60 (2 шт.), раскосов поз. 33, поз. 35 и поз. 37, кронштейны поз. 22 (2 шт.). Пояса поз. 24 и поз. 25 устанавливаются по упору поз. 7 и шаблонам поз. 6 приспособления и фиксируются электромагнитами поз. 2. Раскосы выставляются по флажкам поз. 4 и поз. 9, уголки выставляются по разметке, кронштейны по месту.

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 [24].

Для проектируемого участка сборки и сварки удлинитель крана 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 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [17].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

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

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

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.

– для операции 010:

$$T_r = 500 \times \frac{41,8}{60} = 348 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени в одну смену равен 1980 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

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

$$n_p = \frac{348}{1881} = 0,185,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,185}{1} = 0,185.$$

– для операции 015:

$$T_r = 500 \times \frac{41,8}{60} = 348 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{348}{1881} = 0,185,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,185}{1} = 0,185.$$

– для операции 020:

$$T_r = 500 \times \frac{105,22}{60} = 877 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{877}{1881} = 0,466,$$

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

Найдем коэффициент загруженности оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,466}{1} = 0,466.$$

– для операции 025-035:

$$T_r = 500 \times \frac{226,95}{60} = 1891 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{1891}{1881} = 1,005,$$

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

Найдем коэффициент загруженности оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{1,005}{2} = 0,502.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 348 + 348 + 877 + 1891 = 3465 \text{ ч.}$$

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 [20]:

$$P_{ЯВ} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{3465}{1976} = 1,75. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{ЯВ} = 2$.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_d} = \frac{3465}{1734} = 1,99. \quad (5.4)$$

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

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

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

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

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

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

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [24].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [24]:

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

- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания

готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

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

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

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 [24].

На сварочном участке расположены три сборочно-сварочных приспособления, кантователь, комплектный полуавтомат Miller XMT-350

CC/CV и SuitCase 8RC, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q=2$ т и краном мостовым $Q=5$ т перемещаются готовые изделия.

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления удлинителя крана КС-55722.

Изготавливаемое изделие – удлинитель крана – является частью самоходного крана модификации КС-55722, предназначенного для подъема и перемещения грузов. Удлинитель крана изготавливается из профильного металла (уголок) и листового проката. Предназначен для удлинения стрелы крана КС – 55722.

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

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.136.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются электромагниты, для точной установки деталей: шаблоны, и флажки. Для дальнейшей сборки и сварки применяется второе приспособление сборочно-сварочное и кантователь.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат комплектный полуавтомат Miller XMT-350 CC/CV и SuitCase 8RC [14].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.11.

Определение приведенных затрат производят по формуле [25]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \times K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

$$K = K_0 + K_{\text{п}} + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где K_0 – стоимость сварочного оборудования;

$K_{\text{п}}$ – стоимость приспособлений;

$K_{\text{п.о.}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{\text{зд}}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [25]:

$$K_{\text{CO}} = \sum_{i=1}^n \Pi_{\text{O}_i} \times O_i \times \mu_{\text{O}_i}, \quad (6.3)$$

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

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

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [26,27]

Наименование оборудования		Ц _о , руб
<i>Miller XMT-350 CC/CV</i>	5 шт.	306800
<i>SuitCase 8RC</i>	5 шт	166795

$$K_{CO}=306800 \times 5 \times 0,368=565129 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

$$K_{CO}=166795 \times 5 \times 0,368=307238 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _{со} , руб.·год
<i>Miller XMT-350 CC/CV</i>	5 шт.	565129
<i>SuitCase 8RC</i>	5 шт	307238
Итого		872337

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [25]:

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

где K_{PPj} – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

$$K_{PP}=276000 \times 1 \times 0,185=51116 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

$$K_{\text{ПР}}=276000 \times 1 \times 0,185=51116 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

$$K_{\text{ПР}}=254000 \times 1 \times 0,466=118403 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

$$K_{\text{ПР}}=476500 \times 1 \times 0,503=4479098 \text{ руб.} \cdot \text{год.}$$

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _{п.} шт	К _{пр.} руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.136.00.000 СБ	276000	1	51116
Приспособление сборочно-сварочное	276000	1	51116
Приспособление сборочно-сварочное	254000	1	118403
Кантователь сварочный	476500	2	4479098
ИТОГО			699733

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 2$ т. определяют по формуле:

$$K_{\text{п.о.}} = C_{\text{п.о.}} \times n_{\text{п.о.}}, \quad (6.5)$$

где $C_{\text{п.о.}}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{\text{п.о.}}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{\text{п.о.}} = 185000 \times 1 = 185000 \text{ руб.}$$

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [25]:

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

где S_{O_i} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед}$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 211,71 \text{ м}^2$,

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

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

$Ц_{зд}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2021 составляет, $Ц_{зд} = 94 \text{ руб}/\text{м}^3$.

$$K_{здн} = 211,71 \times 1 \times 12 \times 94 = 238809 \text{ руб.}$$

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 продукции по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \times (C_{\text{м}} + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \times 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.7)$$

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

$C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{зп.сд}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{зп.вс.р}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{зп.АУП}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

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

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

$C_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

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

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [17]:

$$C_m = m_m \times k_{т.з.} \times C_m - N_0 \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 09Г2С, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 10ХСНД $C_m = 94,5$ руб./кг, при $m_m = 26 \times 1,3 = 33,8$ кг.;

- для стали 09Г2С $C_m = 28,13$ руб./кг, при $m_m = 627 \times 1,3 = 815,1$ кг.;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [16].

N_0 – норма возвратных отходов, $N_0 = m_m \times 0,3 = (26 + 267) \times 0,3 = 195,9$ кг/шт;

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

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [20].

$$C_m = 1,04 \times (33,8 \times 94,5 + 815,1 \times 28,13) - 195,9 \times 20 = 23249,78 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [25]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 2,277$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса;

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 $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п.с.} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2021.

$$C_{п.средл.} = (2,277 \times 169) \times 1,03 \times 1,1 = 435,99 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [25]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \times \Pi_{г.з.} \times T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 0,84 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 2,58 \text{ ч}$.

$$C_{з.г.} = 0,84 \times 62,52 \times 2,58 = 135,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [25]:

$$C_з = t_k \times \text{ЧТС} \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{д.з.}} \times K_c, \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС – 74,85 руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{\text{д.з.}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

$K_{\text{с}}$ – 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.

$$C_3 = 6,23 \times 74,85 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,3 = 1472,65 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [17]:

$$C_{\text{з.п.всп.р}} = \sum_{j=1}^k TC_j \times ЧТС_{\text{врj}} \times \frac{F_{\text{д}}}{12} \times K_{\text{д}} \times K_{\text{пр}} \times K_{\text{рай}} \times K_{\text{с}}, \quad (6.12)$$

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2021, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК ЧТС – 156 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{\text{врj}}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, $F_{\text{д}} = 1769$ ч;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{\text{д}}=1,2$;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{\text{пр}}=1,4$;

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

$K_{\text{с}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд

социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \times 1 \times \frac{1769}{12} \times 1,20 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 22627,86 \frac{\text{руб}}{\text{мес}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \times 1 \times \frac{1769}{12} \times 1,2 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 65293,08 \frac{\text{руб}}{\text{мес}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \times 1 \times \frac{1769}{12} \times 1,2 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{мес}}.$$

$$\begin{aligned} C_{зп.вс.р} &= C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 22627,86 + 65293,08 + 23786,64 = \\ &= 115677,58 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (6.13)$$

6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле [17]:

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \times Ч_{ауп} \times 12 \times K_{Д} \times K_{ПР} \times K_{РАЙ} \times K_{С}, \quad (6.14)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$Ч_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.АУП} = 28865 \times 1 \times 12 \times 1,4 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 1966884,19 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [25]:

$$C_{э. с.} = W_{ТЭ} \times Ц_э, \quad (6.15)$$

где $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 12,4$ руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [9]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (6.16)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [9]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4) $W_{ТЭ} = 22,747$ кВт.

$$C_{э. с.} = 22,747 \times 12,4 = 272,96 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [17]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{\text{ЭН}} \times k_{\text{ТП}} \times Ц_{возд}, \text{ руб./изд.}, \quad (6.17)$$

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

$k_{\text{ТП}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{ТП}} = 1,15$.

Для изготовления одного изделия расход воздуха составляет:

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

$Ц_{возд} = 0,184295$ руб/ м^3 , стоимость воздуха на 01.01.2021 г.;

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

6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [25]:

$$C_{об} = \frac{K_o \times n_o}{T_o \times N_z} + \frac{K_{п} \times n_n}{T_{п} \times N_z} + \frac{K_{п.о} \times n_{п.о}}{T_{п.о} \times N_z}, \quad (6.18)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 5$ лет;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

$T_{п}$ – срок службы приспособлений, $T_{п} = 5$ лет

$K_{п.о.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{п.о.}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{п.о.} = 20$ лет [26].

$$C_{об} = \frac{(306800 + 166795) \times 5}{5 \times 500} + \frac{276000 \times 1 + 276000 \times 1 + 254000 \times 1 + 476500 \times 2}{5 \times 500} + \frac{185000 \times 1}{20 \times 500} = 1669,29 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [25]:

$$C_{\text{рво}} = \frac{(K_O \times n_o + K_{II} \times n_n + K_{II.O} \times n_{n.o}) \times k_{\text{рво}}}{N_z}, \quad (6.18)$$

где $k_{\text{рво}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{рво}} = \frac{((306800 + 166795) \times 5 + 27600 \times 1 + 254000 \times 1 + 476500 \times 2 + 185000) \times 0,03}{500} = 82,92 \text{ руб.}$$

6.2.2.9 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 [25]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \quad \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 211,71 \text{ м}^2$;

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

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

$$C_{\text{п}} = \frac{211,71 \times 0,08 \times 250}{500} = 8,47 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	23249,78
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	435,99
2.3	Затраты на защитный газ	135,35
2.4	Стоимость флюса	-
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	1472,65
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	115677,58
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	272,96
5	Затраты на сжатый воздух	0,35
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	1669,29
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	258,72
6.3	Затраты на содержание помещения	8,47
ИТОГО технологическая себестоимость:		34168,68

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C=500 \times (23249,78+435,99+135,35+1472,65+272,96+0,35+1669,29+258,72+8,47)+ \\ +115677,58 \times 12 +1966884,19 = 17034442,52 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K= 872337+ 699733+ 185000+238809= 1995908 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{\text{п}} =17034442,52+0,15 \times 1995908 = 17333828,79 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	6,93
3	Количество оборудования, шт.	5
4	Количество производственных рабочих, чел	2
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	848,9
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	17333728,79
9	Себестоимость одного изделия, руб	34068,69

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, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 1995908 руб;
- себестоимость продукции 17034342,52 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 17333728,79 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

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

При изготовлении удлинителя крана на участке используется следующее оборудование:

- *Miller XMT-350 CC/CV* 5 шт.
- *SuitCase 8RC* 5 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.

ФЮРА.000001.136.00.000 СБ

- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.
- кантователь 2 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие – удлинитель крана - является частью самоходного крана модификации КС-55722, предназначенного для подъема и перемещения грузов. Удлинитель крана изготавливается из профильного металла (уголок) и листового проката. Предназначен для удлинения стрелы крана КС – 55722. Масса удлинителя крана составляет 653 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 10ХСНД, 09Г2С. Сварка производится в смеси Ar (80 %)+ CO_2 (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над

участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (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 $S = 211,71 \text{ м}^2$.

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:

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

требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

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

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

6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

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

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

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

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

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до $0,31 \text{ мг/м}^3$ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота

до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [29, 30].

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 (известки, соды, мышьяка, карбида

кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [30].

На участке сборки и сварки изготовления удлинителя крана 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 [31].

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [31]:

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

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 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где A и B – ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [33];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [33]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – 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:

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

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

$$S=3,6\times 3,66\times 10=131,74 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 131,74 \times 0,2 = 26,35 \text{ м}^3\times\text{с},$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 94850 \text{ м}^3\cdot\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИС315LB8-IE2 110 кВт 750 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

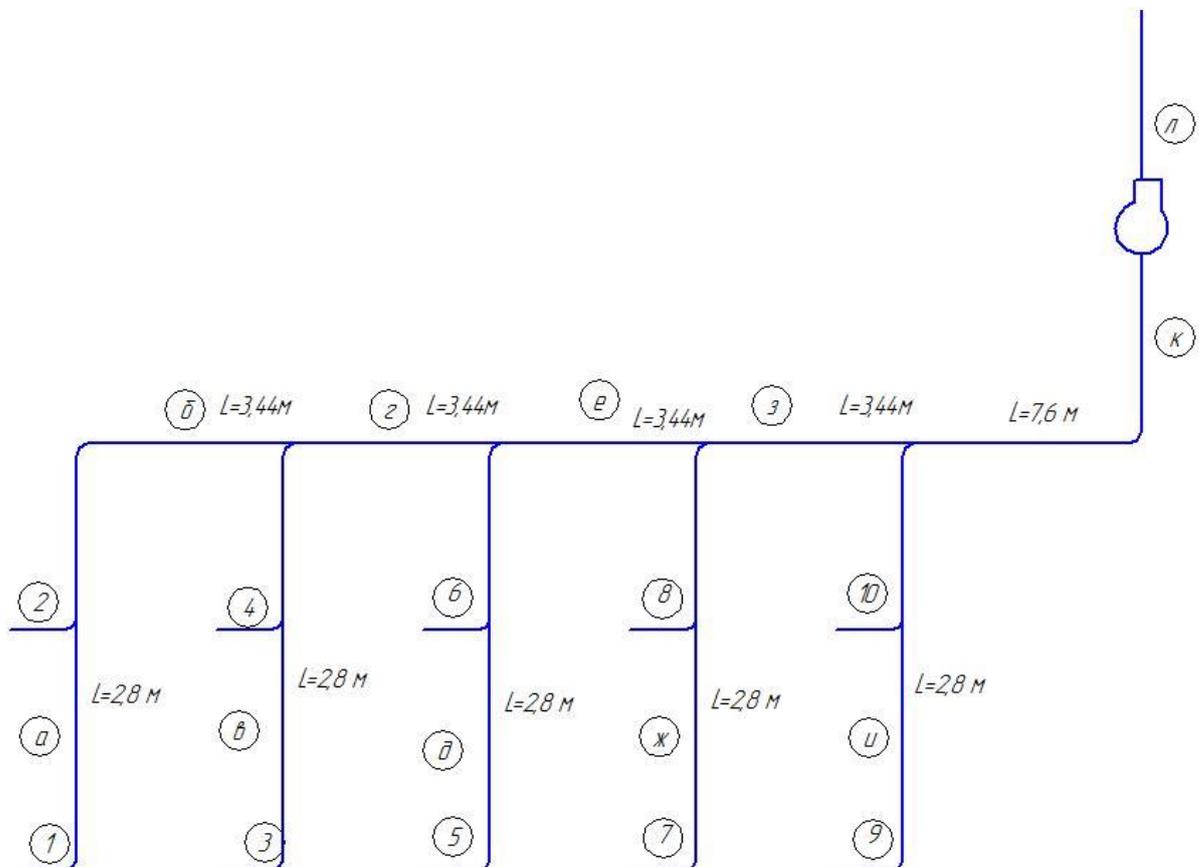


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для параллельных ветвей:

$$L_{M1} = 123305 \times 2/10 = 18970 \text{ м}^3\cdot\text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для параллельных ветвей [31]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{94850}{0,2} \right)^{1/2} = 778 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *Miller XMT-350 CC/CV*;
- *SuitCase 8RC*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, угловая шлифовальная машинка ГОСТ 12.2.013.3–2002, 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 [34].

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 [34].

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.

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [30].

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 [35].

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

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

5. Вибрация.

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

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

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

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 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 8 светильников.

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 [36].

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.

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покрой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

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

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 [36].

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 [36]:

- 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 удлинителя крана 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 [37].

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 удлинитель крана ФЮРА.КС-55722.136.00.000 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 [37].

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 удлинителя крана 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 [37].

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

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

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

Для сборки-сварки удлинителя крана применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с флажками и упорами, 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 – 211,71 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 36,8 %;

Количество приведенных затрат – 17333728,79 руб./изд.·год.

Библиография

1. Описание сварной конструкции, ее назначение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Описание сварной конструкции, ее назначение \(lektsii.org\)](http://lektsii.org)
2. Современные направления исследований и разработок в области сварки и прочности конструкций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Современные направления исследований и разработок в области сварки и прочности конструкций » Строительно-информационный портал \(fccland.ru\)](http://fccland.ru)
3. Шлепаков В.Н., Котельчук А.С.–Улучшение технологических характеристик при дуговой сварке в среде защитного газа // Автоматическая сварка – 2019 – №6, С. 33-37.
4. Патон Б.Е., Максимов С.Ю., Сидорук В.С., Сараев Ю.Н. – К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №12 – 2014 – С. 3-11.
5. Мейстер Р.А., канд. техн. наук, Мейстер А.Р. Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе. Сварочное производство. 2013. №7. стр. 30 – 32.
6. ГОСТ 12.2.070-81 Краны грузоподъемные, сварка стальных конструкция
7. РД 36-62-00. Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования
8. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.
9. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
10. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Э.Л.Макарова.-М.: Машиностроение,1984. - 216 с.
11. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. – 256 с.

12. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
13. Сварочные материалы производства ESAB: справочник.–,ООО «ЭСАБ» 2004.–132с
14. Комплектный полуавтомат Miller XMT-350 CC/CV и SuitCase 8RC [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Комплектный полуавтомат Miller XMT-350 CC/CV и SuitCase 8RC | Производство и продажа сварочного оборудования \(dlyasvarki.ru\)](#)
15. ARISTO MIG U4000I [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Aristo Mig U4000i \(esab.ru\)](#)
16. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю.,Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.
17. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
18. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
19. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.
20. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
21. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
22. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004
23. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
24. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

25. 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. – с. 24

26. Сварочный инвертор MILLER XMT 350 CC/CV [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочный инвертор Miller XMT 350 CC/CV - в наличии на складе, доставка от 3 дней по РФ - proinstrument-shop.ru](#)

27. Подающий механизм Suitcase 8 RC CV [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Подающий механизм Suitcase 8 RC Miller Electric купить по цене от 166795 руб. в интернет-магазине Topweldcut.](#)

28. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.

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

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

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

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

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

34. 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.

35. 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.

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

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

Приложение А

(обязательное)

Спецификация удлинителя крана

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
		<u>Документация</u>		
A1	ФЮРА.КС-55722.136.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
		<u>Сборочные единицы</u>		
	1 ФЮРА.КС-55722.136.01.000	Кронштейн	1	
	2 ФЮРА.КС-55722.136.02.000	Кронштейн	1	
	3 ФЮРА.КС-55722.136.03.000	Щека правая	1	
	4 ФЮРА.КС-55722.136.04.000	Кронштейн	1	
		<u>Детали</u>		
	5 ФЮРА.КС-55722.136.00.001	Уголок	1	
	6 ФЮРА.КС-55722.136.00.002	Пластина	5	
	7 ФЮРА.КС-55722.136.00.003	Раскос	1	
	8 ФЮРА.КС-55722.136.00.004	Раскос	1	
	9 ФЮРА.КС-55722.136.00.005	Уголок	1	
	10 ФЮРА.КС-55722.136.00.006	Раскос	1	
	11 ФЮРА.КС-55722.136.00.007	Уголок	1	
	12 ФЮРА.КС-55722.136.00.008	Уголок	2	
	13 ФЮРА.КС-55722.136.00.009	Валик	1	
	14 ФЮРА.КС-55722.136.00.010	Стойка	2	
ФЮРА.КС-55722.136.00.000				
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб. Зинченко				
Проб. Крюков				
Н.контр. Крюков				
Утв.				
Удлинитель крана			Лит. 4	Лист 1
			Листов 3	
			ЮТИ ТПУ гр. 3-10А60	
			Формат А4	

КОМПАС-3D v19 Home © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15	ФЮРА.КС-55722.136.00.011	Щека	1	
		16	ФЮРА.КС-55722.136.00.012	Диафрагма	1	
		17	ФЮРА.КС-55722.136.00.013	Косынка	4	
		18	ФЮРА.КС-55722.136.00.014	Шайба	3	
		19	ФЮРА.КС-55722.136.00.015	Ось	1	
		20	ФЮРА.КС-55722.136.00.016	Ребро	4	
		21	ФЮРА.КС-55722.136.00.017	Косынка	4	
		22	ФЮРА.КС-55722.136.00.018	Кронштейн	4	
		23	ФЮРА.КС-55722.136.00.019	Планка	1	
		24	ФЮРА.КС-55722.136.00.020	Пояс	2	
		25	ФЮРА.КС-55722.136.00.021	Пояс	2	
		26	ФЮРА.КС-55722.136.00.022	Раскос	1	
		27	ФЮРА.КС-55722.136.00.023	Раскос	1	
		28	ФЮРА.КС-55722.136.00.024	Раскос	1	
		29	ФЮРА.КС-55722.136.00.025	Раскос	1	
		30	ФЮРА.КС-55722.136.00.026	Раскос	1	
		31	ФЮРА.КС-55722.136.00.027	Раскос	1	
		32	ФЮРА.КС-55722.136.00.028	Раскос	1	
		33	ФЮРА.КС-55722.136.00.029	Раскос	2	
		34	ФЮРА.КС-55722.136.00.030	Раскос	1	
		35	ФЮРА.КС-55722.136.00.031	Раскос	2	
		36	ФЮРА.КС-55722.136.00.032	Раскос	1	
		37	ФЮРА.КС-55722.136.00.033	Раскос	1	
		38	ФЮРА.КС-55722.136.00.034	Раскос	4	
		39	ФЮРА.КС-55722.136.00.035	Раскос	1	
		40	ФЮРА.КС-55722.136.00.036	Раскос	2	
		41	ФЮРА.КС-55722.136.00.037	Раскос	2	
		42	ФЮРА.КС-55722.136.00.038	Раскос	2	
		43	ФЮРА.КС-55722.136.00.039	Уголок	2	
		44	ФЮРА.КС-55722.136.00.040	Уголок	2	
ФЮРА.КС-55722.136.00.000						Лист
						2

КОМПАС-3D v19 Home © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Инв. № подл. Подл. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подл. и дата.

Приложение Б

(обязательное)

Спецификация приспособления

	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Перед. примеч.					<u>Документация</u>		
	A1			ФЮРА.000001.136.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
Склад. №					<u>Сборочные единицы</u>		
		1		ФЮРА.000001.136.01.000	Стол	1	
		2		ФЮРА.000001.136.02.000	Электромагнит Novicam DL180	9	
		3		ФЮРА.000001.136.03.000	Основание	11	
Взам. инв. №					<u>Детали</u>		
		4		ФЮРА.000001.136.00.001	Флажок	8	
		5		ФЮРА.000001.136.00.002	Ось	11	
		6		ФЮРА.000001.136.00.003	Шаблон	12	
		7		ФЮРА.000001.136.00.004	Упор	1	
		8		ФЮРА.000001.136.00.005	Уголок	9	
		9		ФЮРА.000001.136.00.006	Флажок	3	
Инв. № подл.	ФЮРА.000001.136.00.000						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.		Зинченко			Лист	Листов
	Пров.		Крюков			1	2
	Н.контр.		Крюков			ЮТИ ТПУ гр. 3-10А60	
	Утв.				Формат	A4	

Не для коммерческого использования

Копировал

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2

Добл.									
Взам.									
Подл.									
							18		1
		ФЮРА КС-55722.136.00.0000							
		Удленитель крана							
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</p> <p>на технологический процесс</p> <p>сборки-сварки</p>									
		Разработал		Зинченко В.А.					
		Проверил		Крюков А.В.					
		Н. контр.		Крюков А.В.					
		Рецензент							
		Акт		_____					
Т/Л	Титульный лист								1

Дцбл																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Зинченко В.А.																		
Проб.	Крыков А.В.																		
Нормир.																			
Нач. БТК	Крыков А.В.																		
Н. контр.																			
К/М	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.							
Я											Общ. п.	Такт. п.							
К01																			
02						Проволока Св-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12	2,58 кг										
03						Смесь газов Ar+CO ₂	ГОСТ Р ИСО 14175-2000		0,671 м ³										
04																			
05																			
06						Масса сд. ед. 653 кг.													
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
КК	Комплектовочная карта																	4	

Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшл.	Тпз.	Тшт.
Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код														
А01	Удленитель крана														
002	9. Установить по разметке бонку поз. 6б. $t=1,2$ мин.														
03	Выдержатъ размеры: 250 ± 2 ; 30 ± 2 .														
А04	Линейка; Угольник														
Б05	10. Установить косынки поз. 17 (2 шт.); косынки поз. 21 (2 шт.). $t=2,4$ мин.														
06															
07	11. Прихватить детали в порядке установки. $t=6,45$ мин.														
08	Количество прихваток - 43														
09	$I = 230-240 A$ $U = 25-26 B$														
010	12. Приварить детали. $t=15,69$ мин.														
011	Тип соединения Длина, мм Расход, кг Кол-во пр. Примечание														
012	Шов №1 Н1 - $\triangle 4$ 1150 01 1														
Т13	Шов №2 Н1 - $\triangle 5$ 130 0,018 1														
Т14	Шов №3 Т1 - $\triangle 4$ 985 0,096 1														
Т15															
16															
КТП	Карта технологического процесса														15

