

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 КОНДУКТОРА ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

УДК 624.154-21:621.757:621:791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Окоряченко М.В.		

Руководитель

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

Консультант

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

Студент гр. 3-10А51

Руководитель ВКР

М. В. Окоряченко

Д.П. Ильященко

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

Институт Юргинский технологический институт

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

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

_____ Д. П. Ильяшенко
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А51	Окоряченко Максиму Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки кондуктора для погружения свай

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г. № 7/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 литературы.2. Объект и методы исследования.3. Расчеты и аналитика.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.1815ЯЮ.197.00.000 СБ Балка Б1 1 лист (А2х3). 2. ФЮРА.000001.197.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А2х3). 3. ФЮРА.000002.197 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.197 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.197 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.197 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.197 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	---

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

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

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ЮТИ</p>	<p>Ильященко Д.П.</p>	<p>К.т.н.</p>	<p> </p>	<p> </p>

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>310А51</p>	<p>Окоряченко М.В.</p>	<p> </p>	<p> </p>

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 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2020 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А51	Окоряченко Максиму Владимировичу

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих</i>	1586347 руб 317687,89 руб 5222442,87 руб
2. <i>Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений</i>	упрощенная 13% 32,8%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Окоряченко М.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Окоряченко Максиму Владимировичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой 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. 	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Окоряченко М.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 94 с., 2 рисунка, 19 таблиц, 36 источник, 3 приложения, 8 л. графического материала.

Ключевые слова: проволока, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, вращатель, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки кондуктора.

Цели и задачи исследования (работы). Целью работы является разработка технологии и проектирования участка для изготовления кондуктора. Задачами данного дипломного проекта являются: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитано количество приведенных затрат.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2019 и КОМПАС–3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 94 p., 2 drawings, 19 tables, 36 sources,
3 applications, 8 p. graphic material.

Keywords: wire, technology, welding modes, welding current strength,
welding machines, productivity, site plan, tilter, industrial safety, cost price.

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

The object of study is the manufacturing process of the conductor.

The goals and objectives of the study (work). The aim of the work is to
develop technology and design a site for the manufacture of conductor. The
objectives of this graduation project are: to study the component parts of the product,
determine the grade of steel, choose a welding method, determine the modes of
welding and welding materials, normalize operations, draw up a process, calculate
the required amount of equipment and the number of workers.

In the process of operation, welding modes are calculated, welding equipment
is selected, assembly and welding operations are normalized. The amount of reduced
costs is calculated.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 2019 and

KOMPAS-3D V16 and is represented on the disk (in an envelope on the back
cover).

Оглавление

Введение	16
1 Обзор литературы	17
1.1 Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор)	18
1.2 Саморегулирование дуги при сварке плавящимся электродом	19
1.3 Сварка в защитных газах	20
1.4 Свариваемость низкоуглеродистых низколегированных сталей (С345)	21
1.5 Сварочные приспособления	22
1.6 Заключение	23
2 Объект и методы исследования	25
2.1 Описание сварной конструкции	25
2.2 Требования НТД на объекты опасных технических устройств к данному виду изделия	25
2.2.1 Требования к проведению слесарно-сборочных работ до проведения сварки	25
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения (прихватки)	26
2.2.3 Требования к сварке (схема проведения сварочных работ)	27
2.2.4 Требования к контролю качества	28
2.2.5. Требования к оформлению приемо-сдаточной документации	28
2.3 Методы проектирования	28
2.4 Постановка задачи	31
3 Расчеты и аналитика	32
3.1 Анализ исходных данных	32
3.1.1 Основные материалы	32
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	35
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов	35
3.2 Расчет технологических режимов	37
	12

3.3	Выбор основного оборудования	40
3.4	Выбор оснастки	42
3.5	Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	43
3.6	Выбор методов контроля, регламент, оборудование	44
3.6.1	Контроль качества сварочных работ и сварных соединений	45
3.7	Разработка технической документации	46
3.7.1	Оформление технической документации	47
3.8	Техническое нормирование операций	48
3.9	Материальное нормирование	50
3.9.1	Расход металла	50
3.9.2	Расход сварочной проволоки	50
3.9.3	Расход защитного газа	51
3.9.4	Расход электроэнергии	51
4	Конструкторский раздел	52
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	52
5	Проектирование участка сборки-сварки	55
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	55
5.2	Расчет основных элементов производства	56
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	56
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	57
6	Финансовый менеджмент	60
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	60
6.2	Экономический анализ техпроцесса	60
6.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	61
6.2.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	62
6.2.3	Определение затрат на основные материалы	63
6.2.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	64
		13

6.2.5	Определение затрат на заработную плату	64
6.2.6	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	65
6.2.7	Заработная плата административно-управленческого персонала	66
6.2.8	Определение затрат на силовую электроэнергию	67
6.2.9	Определение затрат на сжатый воздух	67
6.2.10	Определение затрат на амортизацию оборудования	68
6.2.11	Определение затрат на амортизацию приспособлений	68
6.2.12	Определение затрат на ремонт оборудования	69
6.2.13	Определение затрат на содержание помещения	69
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	70
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	71
7	Социальная ответственность	73
7.1	Описание рабочего места	73
7.2.	Законодательные и нормативные документы	74
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	76
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	83
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	83
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	86
7.5	Охрана окружающей среды	86
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	88
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
	Заключение	90
	Список использованных источников	91
	Приложение А. (Спецификация Кондуктора)	100
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	105
	Приложение В (Технологический процесс)	106
	Дискета CD	В конверте на обложке

Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.1815ЯЮ.197.00.000 СБ Балка Б1. Сборочный чертеж	Формат А2х3
ФЮРА.000001.197.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат А2х3
ФЮРА.000002.197 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.197 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
ФЮРА.000004.197 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
ФЮРА.000005.197 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.197 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Введение

Важную роль в достижении научно технического прогресса играет сварочный процесс. Сварка находит свое применение практически во многих отраслях сельского хозяйства. Уникальные машины создаются при помощи сварки. При проведении трубопроводов, создании металлических конструкций, большую часть работы берет сварочный процесс. Основным применяемым видом сварки – дуговой. Большая часть работ выполняемых на производстве, требует использования сварки, как основного вида обработки металла. Широкую популярность среди сварочного оборудования набирают передвижные сварочные агрегаты.

В данной выпускной квалификационной работе проектируется участок сборки и сварки кондуктора. Цель данного проекта – получение производства с максимальной степенью механизации и автоматизации, позволяющей улучшить производительность труда и качество сварных изделий.

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

1 Обзор литературы

Кондуктор для погружения свайных опор, смонтированный на рамес гнездами для размещения свайных опор на проектное положение. Кондукторные гнезда двухъярусного консольного кондуктора, смонтированного заодно с рамой технологической платформы, выполнены в виде квадратных окон на верхнем и нижнем ярусах. В квадратных окнах размещен трубчатый кондукторный стакан, опирающийся на верхний ярус фланцами, которые крепятся в гнездах консольного кондуктора временным болтовым креплением. На внутренней поверхности кондукторного стакана закреплены направляющие в виде продольных выступов, размещенные радиально и обеспечивающие погружение свай заданного диаметра.



Переставной четырехопорный кондуктор является составной частью комплекта оборудования для забивки вертикальных и наклонных свай на морских акваториях и используется для строительства эстакад достаточной протяженности. Основное назначение - обеспечение грузоподъемных, транспортных, сваебойных и монтажных операций. Образован замкнутой рамой, из продольных направляющих и двух поперечных балок[1].

1.1 Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор)

В настоящее время, сварка плавящимся электродом приобрела огромную популярность в промышленности таких стран как США, Япония и ряде Европейских стран. Развитие такого направления электронники, как силовая позволили расширить функциональные возможности сварочного оборудования. К сожалению, это развитие не содействует появлению качественных процессов сварочного производства, поэтому разработчики продвигают такое сварочное оборудование, где имеется большой выбор механизмов управления, но нет возможности обеспечить более одного вида переноса металла электрода. Большое число параметров процесса сварки в инертных газах имеют зависимость от вида переноса металла электрода, который имеет влияние на широкий спектр характеристик сварочной дуги.

Существует несколько типов переноса металла электрода. Это мелко и крупнокапельные с короткими замыканиями без КЗ дугового промежутка, струйный процесс и вращательно – струйный. Перенос металла парами существует в равной степени во всех способах сварки плавящимся электродом в защитных газах. Существуют и другие различные виды переноса металла, они обуславливаются сменой параметров сварочных процессов. Конкретно можно выделить такой вид управления переноса металла как «один импульс – одна капля». У каждого типа переноса металла можно выделить как минусы так и плюсы, которые влияют на значительное количество параметров процесса сварки плавящимся электродом.

Если говорить об импульсно – дуговой сварке плавящимся электродом, то выбирается наиболее эффективный диапазон средних токов сварки и варьируется от 60...300 А, а напряжение при этом на дуге – 16...32 В. Существует также другие параметры процесса сварки, от которых может

зависеть тип переноса металла. Например это состав электродной проволоки, полярность, форма сварочного тока. Также существуют некоторые факторы, которые учитываются при конструировании сварочного оборудования, поскольку способы оказать воздействие на тип переноса металла.

Например, при ИДСПЭ уменьшение напряжения питающей сети или вылета электрода может привести к изменению переноса от мелкокапельного без КЗ до переноса с ними. Состояние поверхности проволоки также может сказаться на изменении типа переноса металла электрода. Сварку в защитных газах выполняется на постоянном токе. Наличие в процессе сварки магнитного дутья изменяет длину и форму дуги, что в свою очередь оказывает влияние на формирование и отделение капель [2].

1.2 Саморегулирование 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 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. 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.

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 [3].

1.3 Сварка в защитных газах

Требования к конструктивным элементам подготовки кромок под сварку и геометрическим размерам сварных швов различных типов регламентируются ГОСТ 14771 – 76.

Часто используемый защитный газ при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей выступает углекислый газ. В настоящее время чтобы защитить расплавленный электродный металл и металл сварочной ванны увеличивают объем применения комбинации газообразных веществ: $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ (до 20...30% O_2), $\text{Ar} + \text{CO}_2$ (до 25% CO_2), $\text{Ar} + \text{O}_2 + \text{CO}_2$ (до 3...7% O_2 и до 20 % CO_2).

Такие смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ и $\text{Ar} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$ одинаковы по своим сварочно-технологическим свойствам. Их достоинством является, возможность перенести металл струйно и управляемо, при этом уменьшаются брызги металла, улучшается вид шва, металл швов начинает обладать хорошей ударной вязкостью при пониженной температуре.

Смесь газов $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ по сравнению с углекислым газом способна влиять на качественное формирование шва, устойчивость процесса сварки, и сокращения расплывания. Также можно отметить важный нюанс - если в смесь кислорода добавить водородом, можно сократить влияние на образование дефекта - пор.

Производство сварки плавящимся электродом происходит в смеси состоящей из углекислого газа и других дополнительных компонентов.

Сделать короткие разноориентированные швы поможет применение полуавтоматической сварки, а для сварки протяженных швов разумнее применять автоматическую. Иногда для сварки в углекислом газе могут использоваться такие виды электродов как угольный или графитовый. Но и у перечисленных видов имеются свои ограничения по использованию.

Перед сваркой в углекислом газе, металл расплавляется марганцем или кремнием, и в дальнейшем раскисление уже происходит при помощи электродной проволоки. Этот фактор учитывается при выборе легированных электродных проволок наименований Св-08ГС и Св-08Г2С диаметром 0,5...3,0мм. Электродная проволока диаметром до 1,2 мм используется в полуавтоматической и автоматической сварке швов, которые располагаются в разных пространственных положениях. Например, в нижнем положении диаметр проволоки составляет 1,2...3,0 мм. Полуавтоматическая сварка в таком положении происходит в средних значениях тока, и малом значении напряжения дуги. [4].

1.4 Свариваемость низкоуглеродистых низколегированных сталей (С345)

Данные наименования стали нашли свое применение в широких типах конструкций, заменяя углеродистые. Стали способны обеспечить снижение металлоемкости от 20 до 50 %, и нашли широкое распространение в изготовлении трубопроводов, судов, мостов и в иных видах сооружений. Поставляют их преимущественно в горячекатаном виде.

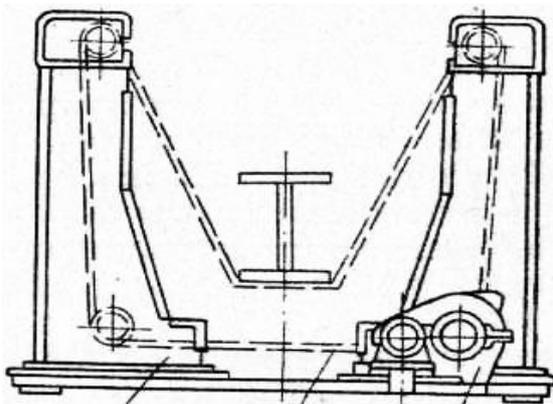
Теперь подробнее рассмотрим элементный состав низколегированных сталей. Углерод в них не больше 0,23 %. Существует различное количество сталей, например кремнемарганцовистые, хромокремнемарганцовистые и

многие другие. В перечисленных видах стали общее количество легирующих элементов не больше 4,0 %. Легирующие элементы способны растворяться в феррите, они высокопрочны и измельчают перлит. Присутствие значительного количества марганца улучшает ударную вязкость, и гарантирует достаточно неплохую свариваемость. Особенно положительно сказывается добавление в стали незначительного количества меди. Это обеспечивает устойчивость стали против коррозии, как в атмосфере, так и в морской воде.

Рассматриваемые выше виды стали не являются пределом. Существуют и другие низколегированные стали марок 09Г2 и 09Г2С. За счет достаточного присутствия марганца в таких сталях, снижается скорость охлаждения. [5].

1.5 Сварочные приспособления

Механизируя основные и дополнительные операции, применяется широкий перечень различных устройств – начиная от манипуляторов, кантователей и заканчивая различными средствами уборки флюса, грузозахватными приспособлениями. В настоящее время имеется широкий вид кантователей, и все они различны по конструктивным характеристикам, но и у всех имеется одна общая – это наличие трех функциональных узлов, представленных в виде несущей конструкции с одной или двумя опорами, механизмом вращения изделия, специальными крепежными приспособлениями и т.д. Существуют также кантователи с дополнительно закрепленным механизмом подъема изделия. Для поворота и вращения длинных изделий используются двухстоечные кантователи с горизонтальной осью вращения цепные кантователи.



Цепной кантователь используется для поворота балочных конструкций. Изделие укладывается на провисающие цепи, подвешенные на звездочках и блоках. Кантователь имеет несколько опорных стоек, каждая из которых снабжена тремя цепными блоками. Замкнутая бесконечная цепь образует петлю-гнездо, куда укладывается свариваемое изделие. Ведущие звездочки соединены общим приводным валом, который вращается с помощью привода.

Стойки кантователя могут закрепляться на бетонном или сварном основании (раме) или вместе с рамой — на передвижной тележке (передвижной цепной кантователь). Типовой цепной кантователь обеспечивает поворот балок размером до 500X500X14000 мм, массой 2000 кг с частотой 4,8 мин⁻¹[6].

1.6 Заключение

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. С345-1 – углеродистая низколегированная марганцевая сталь повышенной прочности, имеет неплохую свариваемость, не склонна к хрупкости. Сталь используется в горячекатаном фасоне (уголки, швеллеры, двутавровые балки).

Различные типы переноса металла при выполнении сварки имеют свои достоинства и недостатки. В настоящее время важность представляют разработки повышающие производительность полуавтоматической сварки в газах. Удобство зажигания сварочной дуги находится в прямой зависимости от диаметра электродной проволоки. Сварка в защитных газах характеризуется

экономичностью, качеством выполненного шва, удобным управлением режимами сварки, поэтому выбирается механизированная сварка в смеси газов (Ar+CO₂). Сварочную проволоку выбираем Св-08Г2С-О. Экономически недорогой вид сварочной проволоки широкого применения, по сравнению с традиционной проволокой типа Св-08ГС имеет повышенные механические свойства.

Сборка и сварка данной детали будет производиться на цепном кантователе, в удобном положении, что повысит качество сварного шва. Необходимость использования крана только для загрузки и выгрузки изделия, быстрое позиционирование изделия снижает время цикла сварки, что повышает производительность.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Кондуктор предназначен для погружения свай. Конструкция изделия изображена на чертеже ФЮРА.1815ЯЮ.197.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 10335 мм×575 мм×1178 мм. Масса, кг: 2635 кг.

Кондуктор подвержен воздействию высоких нагрузок и вибрации. Изделие применяется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НТД на объекты опасных технических устройств к данному виду изделия

2.2.1 Требования к проведению слесарно-сборочных работ до проведения сварки

Сборка конструкций, подлежащих сварке, выполняется только из деталей, подходящих требованиям разделов 3-8 руководящего СП 53-101-98.

Непосредственно в сборке соблюдаются необходимые размеры конструкций, месторасположение отверстий, зазоры между торцами деталей, а также плотность примыкания деталей друг к другу.

Допустимые отклонения размеров сборочной единицы, для последующей сварки, не могут превышать отклонения, указанные проектной документацией.

Зазор и смещение кромок деталей, сконструированные для дальнейшей сварки, согласуются требованиями ГОСТ 14771.

Сборку конструкций следует выполнять по разметке, по копирам и в кондукторах.

В дальнейшем, предприятие определяет каким образом будет выполняться сварка, с учетом ее типа конструкции и требуемой точности при ее производстве. Точность сборочных кондукторов выясняется по рабочим чертежам.

Собрав конструкцию, необходимо нанести следующие обозначения: маркировка белой краской и номер заводского заказа, номера чертежа и марка сборочной единицы. Также маркировка может происходить с использованием бирок, которые крепятся на изделия.

Подавая конструкцию на сварку, необходимо проверить качество сборки, и если обнаружены дефекты, незамедлительно их исправить. Также проверку проходят геометрические размеры сборочных единиц и узлы соединений деталей сборочных единиц на их соотношение с нормами указанными в проектной документации и в ГОСТ. [7]

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения (прихватки)

Фиксация деталей в процессе сборки происходит прихватками. При этом процессе соблюдаются определенные требования, например, протяженность сварного шва прихватка не может быть меньше 30 мм, а расстояние между прихватками – не более 500мм, также прихватки собираемых деталей в конструкции располагаются в местах наложения сварных швов. Следует учитывать что сварочные материалы под прихватки должны предоставлять качество наплавленного металла.

- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий,

возникающих при кантовке и транспортировании.

- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.[7].

2.2.3 Требования к сварке (схема проведения сварочных работ)

Сварка стальных конструкций производится на основании существующей документации, которые имеют вид различных инструкций, специальных документов разработанных на предприятии. В перечисленных документах оцениваются условия для обеспечения выпускаемой продукции и особенности производства. После проверки точности произведенной сборки конструкции, можно проводить сварку. Производство сварки следует начинать в комфортном для сварщика положении, так как это успешно сказывается на формировании шва. Нельзя допускать превышения объема металла шва, который наплавляется за один проход, по скольку это может спровоцировать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Каждый валик многослойного шва производится только после тщательной очистки предыдущего валика и прихваток от загрязнений и брызг металла.

При двухсторонней сварке швов стыковых соединений, а также угловых и тавровых соединений со сквозным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны зачистить корень шва до чистого металла. После выполнения сварочных работ, швы отчищаются от загрязнений и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления желательно удалить без ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки.[7].

2.2.4 Требования к контролю качества

После проведения сварочного процесса, в обязательном порядке производится контроль качества готового изделия. Такой процесс проводится в рамках управления качеством изделия непосредственно на заводе.

Приемочный контроль качества выполненных швов можно производить как одним методом так и в комплексе методов. Их применение зависит от задачи конструкции и требований эксплуатации. Очень часто контроль представляет собой визуальный осмотр или применение ультразвука.

2.2.5. Требования к оформлению приемо-сдаточной документации

Требования ГОСТа 23118-99 предполагают оформление приемо – сдаточной документации, транспортировку и маркировку изделий. [7].

2.3 Методы проектирования

Проектирование представляет собой процесс поиска эффективных и уникальных решений в последующем оформляемых в виде документов. Проектирование включает в себя этапы связанных действий, которые

предполагают применение различных приёмов. Трудность проектирование заключается в необычности проектных обстоятельств. Такие обстоятельства предполагают необходимость овладения различными знаниями методов.

Методом именуется совокупность операций или действий, благодаря которым достигаются определенные результаты. Обратим внимание, что выбирая тот или иной метод, необходимо учитывать вид задачи который необходимо решить а также индивидуальные в совокупности качества человека. Очевидно, что существенную роль играют особенности мышления а также темперамент. Не мало важно обладание качеством принимать смелые решения и отвечать за них. Необходимо также отметить что важную роль сыграют организация труда и наличие требуемой офисной техники и канцелярии.

В конечном счете определившись с методом, перед нами встает огромный выбор решений, из которых потом требуется выбрать конечное и определяющее. В большинстве случаев останавливаются на том решении, которое будет перспективно. Для того чтобы добиться нужного решения, применяются разнообразные методы, как для сложных задач так и для упрощенных задач. Автор систематизированны методы, чаще используемые в проектировании. Обращается внимание на ресурсы в которых наиболее представлена информация о методах. Прежде чем рассмотреть основные группы методов, необходимо прояснить что разрабатывая определенный тип устройства, необходимо дать некоторые словесные описания а в последующем и детальные чертежи и образы. В дальнейшем процесс разработки будет включать применение характерных моделей. Перейдем к рассмотрению методов. Можно выделить эвристические, экспериментальные и формализованные методы.

Чтобы прояснить сущность работы метода конструирования, необходимо прояснить, что прежде чем найти специфичное решение, нужно использовать как правильно творческие идеи. К сожалению, не все решения реализовываются на практике, а потому, привлекаются ранее опробованные

решения, которые в последствии усовершенствуются. Конечно к такому решению есть определенные требования реализуемости и эффективности, поэтому новизна решения будет заключаться в ступенчатом внесении изменений, применяя те самые методы и подходы, по другому именуемые как методы конструирования. На их основе существуют методы модификации, стандартизации и другие.

Существует метод конструктивной преемственности. Суть его заключается в усовершенствовании имеющейся конструкции путем добавления каких либо вторичных деталей. Это может обуславливаться изменением ранних характеристики модели или замены устаревшей части, которая не отвечает современным требованиям. Теперь попытаемся проанализировать этапы рассматриваемого метода. Начальные этапы предполагают разработку новых требований к конструкции и соответственно выявление деталей подлежащих замене; в дальнейшем осуществляется поиск решения по усовершенствованию деталей, подлежащих замене.

Данный метод широко использует творческие методы. В качестве примера, для того чтобы выявить устаревшие детали в конструкции, разумнее будет использовать метод разделения целого по частям. Конструкция разбивается по частям, выбираются те детали, которые предположительно могут давать сбой в работе изделия. Соответственно если деталь, подлежащая замене не представляет сложности, то можно будет быстро заменить её и тем самым добиться улучшения конструкции. При этом не нужно тратить много времени и не будет необходимости переорганизовывать по новому весь технологический процесс. Важным моментом в этом процессе является то, что необходимо проверять совместимость новой части с другими оставшимися частями. Это делается по некоторым геометрическим параметрам, и другим иным характеристикам. Обобщая выше сказанное, хотелось бы добавить, что прежде чем найти подход к задаче, инженеру необходимо иметь план либо представление о порядке ожидаемого результата и предположительного решения. [8, 9, 10]

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии и проектирования участка для изготовления кондуктора

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

3 Расчеты и аналитика

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Кодуктор – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и металлического профиля изготовленная из стали марки С345-1.

Таблица 3.1 – Состав стали С345-1 в % (ГОСТ 2772-88) [11]

Mn	C	Si	Ni	Cu	P	S	Cr	As
1,3-1,7	Не более							
	0,15	0,8	0,3	0,3	0,040	0,035	0,3	0,08

Таблица 3.2 – Механические свойства стали С345-1 (ГОСТ 2772-88) [11]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСU ₄₀ МДж/м ²
345	490	21	-	39

С345-1 – углеродистая низколегированная марганцевая сталь повышенной прочности, она хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления горячекатаного фасона (уголки, швеллеры, двутавровые балки) [11].

Прежде чем дать определение свариваемости металлов, нужно понимать физическую природу сварки и отношения к ним металлов. Сама сварка – это сложный протекающий процесс, её основу составляют процессы термовоздействия воздействия, а также процессы плавления и кристаллизации металлов. Исходя из этого, свариваемость есть соотношение металлов к основным процессам. Свариваемость рассматривается с технологической и физической точки зрения [12].

Воздействие на металл таких факторов как плавление и температура в

околошовных зонах определяются способом сварки, его режимами. Совместимость металла с конкретным видом сварки и режима называется технологическая свариваемость. Физическую свариваемость, возможно, диагностировать процессами, происходящими в участке сплавления свариваемых металлов. Так образуется монолитное сварное соединение.

Определить физическую свариваемость возможно свойствами соединяемых металлов, такими как способность, создавать между собой требуемые физико-химические отношения. У гомогенных металлов присутствует физическая свариваемость.

Ниже перечислены негативные последствия способные спровоцировать нагрев и уменьшение сварочной ванны:

- Отличность элементной структурности между основным металлом и металлом шва, а также механических и иных свойств;
- Трансформация строения и характеристик основного металла в месте оказанного теплового действия;
- Появление трещин как следствие применения значительных напряжений;
- Загрязнение металла шва является результатом возникновения в процессе сварки трудноудаляемых окислов;
- Возникновение пористости и газовых раковин в наплавленном металле ведет к нарушению плотности и прочности сварного соединения.

Когда используются разные методы сварки можно увидеть окисление элементов сплава. Известно, что в стали, может выгореть углерод и другие элементы, происходит окисление железа. Учитывая такие факторы, в определении технологической свариваемости необходимо учитывать:

- Установление элементного состава и свойств металла шва при определенном типе сварки;
- Учитываются риски образования трещин в стали;
- Окислы металлов и плотности сварного соединения должны при сварке оцениваться.

Способы, определяющие технологическую свариваемость делятся на две группы, первая из которых это группа прямых способов, а вторая группа – косвенные способы. Разница между этими группами состоит в том, что прямые способы – это когда свариваемость можно определить сваркой образцов той или иной формы, а косвенные способы, предполагают замену сварочного процесса другими процессами (имитация влияния сварочного процесса). Прямые способы могут дать ответ на вопрос о предпочтительности способа сварки, о трудностях которые могут возникнуть, о рациональности режима сварки и т.п. Косвенные методы не способны ответить на вопросы практического осуществления сварки металлов. Такие методы можно рассматривать только в рамках предварительных лабораторных испытаний

Проанализируем существующие виды стали по свойству свариваемости, выделяя четыре основных категории: первая – стали хорошей свариваемости, вторая – удовлетворительно сваривающиеся стали, третья группа уже включает ограниченно сваривающиеся стали и последняя четвертая группа – недоброкачественная сталь.

Характеризуя свариваемость сталей, можно отметить, что склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения являются ключевыми факторами.

Для того чтобы узнать стойкость металла к образованию трещин, французский ученый Сефериан разработал формулу, определяющую эквивалентное содержание углерода [13]:

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

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{ЭКВ}}$ превышает 0,45 процентов, то для стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур применяется предварительный подогрев, иногда и последующую термообработку свариваемого металла.

Эквивалентное содержание углерода для стали С345-1:

$$C_{\text{экв}}=0,09+(1,3/6)+ (0,12/24) = 0,31 \%$$

Сталь С345-1– углеродистая низколегированная марганцевая сталь повышенной прочности ГОСТ 27772-88. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью.[13]

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Прежде чем остановится на том или ином виде сварки, необходимо учитывать стандартные или специфичные методы сварки. Следует заметить что делается это для того, чтобы создаваемая технология соответствовала требованиям, существующим в настоящее время, а также была прагматична и безошибочна.

Определившись с видом сварки, убеждаемся, что выбранный вид подходит по установленным требованиям изначально.

Для стали С345-1 рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в защитных газах 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.[14] Выбираем сварку плавящимся электродом в смеси защитного газа (Ar+CO₂). Преимущество этого вида сварки перед сваркой под флюсом состоит в том, что сварщик может наблюдать за ходом процесса и горением дуги, которая не закрыта флюсом; не нужны приспособления для подачи и отсоса флюса, усложняющие сварочное оборудование.

3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку [15]

Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра.

Состав проволоки представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Состав проволоки Св-08Г2С-О [3]

С, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	S, %	P, %
			Не более			
0,05-0,11	0,70-0,95	1,8-2,1	0,2	0,25	0,025	0,03

Свойства металла шва $\sigma_b = 510$ МПа; $\delta = 12$ % [15].

Защищаем сварочную дугу и ванну применением смеси двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

CO₂ – не токсичный и бесцветный газ, обладает свойствами водорастворимости. Жидкая форма углекислого газа представляет собой консистенцию не имеющую цвета. На консистенцию сильное влияние оказывает изменением температуры. Поэтому закупается по массе. Испарение 1 кг углекислоты образует 509 литров CO₂.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 тремя категориями. Состав приведён в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Состав CO₂, в % [15]

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 760 мм. рт. ст. и 20 ⁰ С (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 3.5.

Таблица 3.5 – Состав Ar, в % [15]

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

Рассчитаем тавровое соединение Т1-К10 которое показано на рисунке 3.1:

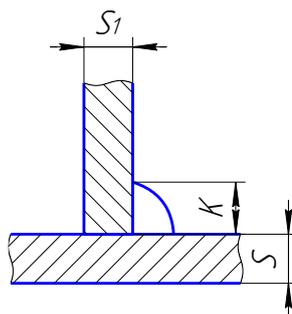


Рисунок 3.1 Тавровое соединение Т1- К10 ГОСТ 14771 – 76: S – толщина листа, K – катет

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [16]:

$$d_{ЭПi} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625} \quad (3.2)$$

Коэффициент K_d выбирается в от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{HK}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{HЗ}=40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Общее количество проходов [16]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{F_{\text{НЗ}}} + 1 = \frac{65,8 - 20}{40} + 1 = 2,145. \quad (3.3)$$

Примем $n_{\text{пр}} = 2$.

Уточним площадь $F_{\text{НЗ}}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{пк}}} = \frac{65,8 - 20}{2 - 1} = 45,8 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$, при сварке $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$d_{\text{ЭК}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F'_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 45,8^{0,625} = 1,63 \dots 4,46 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки: $d_{\text{ЭК}} = 1,6$ мм. и $d_{\text{ЭПЗ}} = 1,6$ мм.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [16]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F'_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{45,8} = 2,7 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [9]:

$$V_{\text{ЭК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭК}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 2}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F'_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 45,8}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 75,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 273 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [17]:

$$I_{СК}^{0(+)} = d_{ЭПК} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{ЭПК} \cdot V_{ЭПК} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,666,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ А}, \quad (3.11)$$

$$I_{СЗ}^{0(+)} = d_{ЭПЗ} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{ЭПЗ} \cdot V_{ЭПЗ} + 145150} - 382 \right) =$$

$$= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,675,9 + 145150} - 382 \right) = 296 \text{ А}. \quad (3.12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_C \leq 510 \text{ А}$.

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{см}$, $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{СК} = 264 \cdot 1,12 = 295 \text{ А}.$$

$$I_{СЗ} = 238 \cdot 1,15 = 274 \text{ А}.$$

Принимаем $I_C = 280 - 300 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [17]:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C, \quad (3.11)$$

$$U_{СК} = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В},$$

$$U_{СЗ} = 14 + 0,05 \cdot 300 = 29 \text{ В}.$$

Расход защитного газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$ для соответствующих проходов [17]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75}, \quad (3.12)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 280^{0,75} = 0,209 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.6:

Таблица 3.6 Режимы сварки в CO₂ стали С345-1

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход CO ₂ , л/мин.	n _{пр}
10	1,6	280-300	28-29	3-6	12-13	2

Режимы для остальных сварных швов выберем из литературы [17] и запишем в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 Режимы сварки в CO₂ [17]

№ шва	Тип шва	d _{эп} , мм	V _с , м/ч	I _с , А	U _с , В	l _в , мм	Расход газа, л/мин	N
1	T1 - 	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	1
2	T1 - 	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	1
3	T3 - 	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	3
4	T1 - 	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	2
5	T6	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	3
6	T3 - 	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	1
7	C8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	2
8	C8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	3
9	T6	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	3

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки I_с= 280-300 А, напряжение сварки U=28-29 В. Согласно требуемым условиям выбираем

инверторный сварочный полуавтомат КЕДР MIG-300GD [18]. Технические характеристики сварочного полуавтомата КЕДР MIG-300GD показаны в таблице 3.8.

Таблица 3.8–Технические характеристики сварочного полуавтомата КЕДР MIG-300GD

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В	380 (±15%)
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ%) и 40°С	300-60% 250-100%
Диапазон регулирования сварочного тока, А	50-300
Потребляемая мощность, кВт, не более	14,0
Род сварочного тока	Постоянный
Тип механизма подачи проволоки	Встроенный, 4-роликовый
Охлаждение	Принудительное
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8-1,2
Диаметр электрода, мм	2,0-5,0
Вес проволоки на кассете, кг, не более	15
Скорость подачи проволоки, м / мин	1-19
Габаритные размеры, мм	900x460x960
Масса, кг	60,0

Инверторный полуавтомат КЕДР MIG-300GD – модель профессионального класса для дуговой MIG/MAG сварки на постоянном токе в среде защитного газа как сплошной, так и порошковой стальной проволокой, а также для ручной дуговой сварки (ММА) штучными покрытыми электродами. Имеет удобную интуитивно понятную панель управления с индикацией параметров и легкой настройкой режима сварки. Может быть рекомендован взамен старых классических моделей ПДГ-203, ПДГ-303, ПДГ-240.

Достоинства:

- в полуавтомате применены самые современные технологии, конструкция отвечает всем международным требованиям;
- стабилизация рабочего напряжения при колебаниях питающего напряжения в диапазоне $\pm 15\%$;
- безотказное возбуждение дуги, минимальное разбрызгивание;
- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;
- индикация предустановленной скорости подачи проволоки;
- плавная регулировка напряжения на дуге;
- регулировка индуктивности позволяет изменять «жесткость» дуги, глубину проплавления и степень разбрызгивания;
- стабильное горение дуги и прекрасная форма сварного шва;
- тестовая подача проволоки, тестовая подача газа;
- промышленное 4-роликовое устройство подачи сварочной проволоки;
- синергетическое управление, сохранение настроек в памяти;
- встроенный микропроцессор;
- защита от перегрева и короткого замыкания;
- минимальное энергопотребление на холостом ходу.

Сфера применения: рекомендуется для профессиональной сварки в ремонтных мастерских, для ремонта транспортных средств, производства металлической мебели и электрощитового оборудования, вспомогательных работ в производственных условиях. Благодаря малому весу незаменим при монтаже легких металлоконструкций. Полуавтомат применяется для сварки изделий с высокими требованиями к качеству и внешнему виду шва.

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных

операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении кондуктора применяются: приспособления сборочно-сварочные ФЮРА.000001.197.00.000 СБ с вращателем цепным WZSM, WICON (оно служит для фиксации свариваемых деталей и сборочной единицы), линейка 300 ГОСТ 427-75, Штангенциркуль ШЦ-II; ПГОСТ 166-89.

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 кондуктора 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.

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-1 мм.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации 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.

Лист плакат представляет технологическую схему сборки кондуктора.

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

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

От того как выполнены сварные соединения, будет зависеть надёжность и рациональность конструкции [19].

Некоторые дефекты сварных соединений приводят к нарушению прочности и других характеристик изделий. Существуют дефекты формы и

размеров шва среди них можно выделить грибовидность, неравномерность шва, подрезы шва; Также можно выделить дефекты которые могут нарушить целостность сварных соединений, среди них наиболее частые трещины, поры, различные загрязнения; Дефекты можно разделить на допустимые и не допустимые. Параметры дефектов обычно прописаны в нормативных стандартах на данный вид изделия.

Сварные соединения можно рассмотреть визуально и при помощи лупы, при условии что хорошее освещение. Швы измеряются инструментами и катетометрами.

3.6.1 Контроль качества сварочных работ и сварных соединений

Преждем чем начинать процесс сварки, необходимо произвести контроль качества сборки, проверить у сварщика допуск на право выполнения данных работ, а также список документов, которые подтверждают успешные результаты проверки сварочных материалов. Проверяется состояние производственного оборудование и наличие соответствующих сертификатов к ним. Особое внимание уделяется температуре предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

Проведение контроля также осуществляется в процессе проведения сварки. Контролируется режим сварки, соблюдение предписанных требования, правильность наложения швов и его размеры.

Операционный контроль сварочных работ.

После выполнения всех сварочных работ, необходимо проводить так называемый операционный контроль сварочных работ. Для проведения этого важного процесса назначаются ответственные должностные лица - производственный мастер или контрольный мастер. Контроль проводится качества предусматривает визуальным осмотр совместно с проверкой размеров и формы швов, применяются неразрушающие методы, например

радиографирование и ультразвуковая дефектоскопия в объеме не менее 0,5 % длины швов. Результаты контроля качества должны соответствовать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76). При проверке размеров выполненного шва и диагностирования размеров выявленных дефектов, требуется использовать измерительный инструмент с точностью $\pm 0,1$ мм или специально существующими шаблонами. При визуальном осмотре можно применить лупу с 5-10 -кратным увеличением. Не допускаются трещины различных типов и размеров в швах, при наличии таковых они устраняются с последующей заваркой и проверкой. Выборочным контролем проверяются участки швов сварных соединений, где визуальным осмотром обнаружены дефекты. Длина контролируемого участка составляет не меньше 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40°C до минус 65°C включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади. При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка [20].

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды.

3.7 Разработка технической документации

У определенного комплекса операций, выполняемых на рабочем месте, имеются требования, которые должны применяться последовательно и прагматично, применяя параллельно необходимую совокупность приспособлений. Достигаются определенные требования чертежа, соблюдается

точность сборки и обеспечивается безопасность проводимых работ. При этом применяются различные сборочные приспособления. [21].

3.7.1 Оформление технической документации

Первоочередной документ по сварке это журнал сварочных работ, который утверждается в соответствии с СНиП 3.03.01-87. Организация, разрабатывающая проект производства работа по монтажу металлоконструкций, создает перечень узлов, которая в дальнейшем сдается заказчику с указанием сварочной документации, которая должна соответствовать настоящему разделу РД. Созданный перечень согласовывается с заказчиком и сдается ему по окончании работ вместе со сварочной документацией. Каждое изделие предполагает документацию в виде исполнительной схемы монтажных стыков(приложение 16), различные сертификаты на флюс или проволоку, акты проверки визуального осмотра сварных соединений (приложение 17), а также заключение о проведении контроля методами ультразвука или радиографии (приложения 18 и 19).

Технологический процесс сборки и сварки кондуктора имеет принципиальные возможности для усовершенствования и обновления.

Разработка кондуктора начинается с установки и сварки ребер поз. 9 (12 шт.) и пластин поз 7 (2 шт.) в балки поз. 1 и поз. 2 на плите сварочной (операция 010-015).Далее полученные сб. ед. устанавливаются на приспособление сборочно-сварочное, так же устанавливается проушина поз. 6, ребра поз.8 (2 шт.), детали и сб. ед. зажимаютсяприжимами, прихватываются и свариваются. (операция 020). После этого сб. ед. помещается обратно на плиту сварочную, где производится дальнейшая сборка и сварка деталей (операции 025-040).Далее выполняются слесарная обработка и контроль (операции 045-050).

Технологический процесс производства кондуктора приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование устанавливает для конкретных организационно-технических условий затраты времени для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование это основа всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [22]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и}. \quad (3.15)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.16)$$

где, T_o – основное время сварки;

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

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n, \quad (3.17)$$

Время сварки для шва №6 Т3-К6:

$$T_o = \frac{24,2 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} = 2,71 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №2 Т1-К6:

$$T_o = \frac{24,2 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} = 2,71 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №8 У6:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{28,75 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 2 = 8,86 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса детали поз. 1 $m_1=878,4$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_1= 3,3$ мин.; масса детали поз. 9 (7 шт.) $m_2=4,3$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_2=0,47 \cdot 7= 3,29$ мин.; масса детали поз. 7 $m_3=17,9$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_3=0,78$ мин.

Время на прихватку:

$$1) \quad t_{пр} = 0,15 \cdot 44 = 6,6 \text{ мин.};$$

$$2) \quad t_{в.и} = 3,3 + 3,29 + 0,78 + 6,6 = 16,07 \text{ мин.}$$

$$3) \quad T_{н.ш-к} = (2,71 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,4 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (2,71 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,4 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (8,86 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 12,2 \text{ мин.},$$

$$4) \quad T_{ш} = 4,4 \cdot 4,389 \cdot 2 + 4,4 \cdot 0,466 + 12,2 \cdot 0,39 + 16,07 = 61,5 \text{ мин.}$$

Также рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу

3.9.

Таблица 3.9 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления кондуктора

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборочно-сварочная	64,5
015	Сборочно-сварочная	61,5
020	Сборочно-сварочная	228,85
025	Сборочно-сварочная	205,73
030	Сборочно-сварочная	152,7
035	Сборочно-сварочная	108,14
040	Сборочно-сварочная	35,42

045	Слесарная	26,3
050	Контроль	14,5
Итого:		894,64

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_o, \quad (3.18)$$

где m – вес одного изделия, кг;

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

$$m_M = 2635 \cdot 1,3 = 3425,5 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Формула расхода сварочной проволоки для сварки в CO_2 [9]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (3.19)$$

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

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

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

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 50,77 = 57,52 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [23]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c, \quad (3.20)$$

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

$$Q_{з.г.} = 18 \cdot 748,55 = 13474 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [9]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.15)$$

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:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.21)$$

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

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 4,8$ руб/кВт·ч;

$$W_{тэ} = \frac{26 \cdot 260 \cdot 1,246}{0,82} + \frac{28 \cdot 280 \cdot 11,23}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{12,478}{0,7} - 12,476 \right) = 117640 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 117,64 \cdot 4,8 = 564,67 \text{ руб.}$$

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 [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении кондуктора используются приспособление с винтовыми прижимами для фиксации свариваемых деталей и сборочной единицы.

Совместно с приспособлением применяется вращатель цепной WZSM WICON 1000.

Цепные вращатели используются для позиционирования угловых деталей, таких как крановые стрелы или строительные балки. Когда такие конструкции помещаются на вращатель, нет необходимости в использовании крана для поворота детали. Это сводит к минимуму время ожидания сварщика

и время вращения. Вращатель может перемещать конструкцию вверх - вниз и вправо - влево, чтобы привести её в удобное для сварки положение. Движение двух головок вверх и вниз происходит независимо друг от друга, поэтому сварщик может привести конструкцию в наиболее удобное положение. Внешний вид вращателя показан на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 Вращатель цепной WZSM WICON 1000

Технические характеристики вращателя цепного WZSM WICON 1000 приведены в таблице 4.1 [25].

Таблица 4.1 – Технические характеристики вращателя цепного WZSM WICON 1000

Наименование характеристики	Значение
Грузоподъёмность (кг)	3.000
Сечение поворачиваемой детали (мм)	1.000×1.000
Рабочая длина (мм)	1.450
Общая длина поворачиваемой детали (мм)	2.200×2.800
Расстояние между стойками (мм)	1.200
Скорость вращения детали (об/мин)	2,5
Привод вращения (кВт)	4×0,75
Напряжения питания (В)	~3×380 / 50 Гц
Общая длина (мм)	2.700
Общая ширина (мм)	1.000
Масса (кг)	1.100

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Для того чтобы правильно и разумно разместить запроектированный производственный процесс и его основные элементы, необходимо иметь разработки чертежей и разрезов проектируемого цеха. [26]. Сборочно – сварочные цехи состоят из четырех отделений – производственное, сборочно – сварочное, дополнительные отделения и административно-конторские и бытовые помещения. Каждое отделение может включать в себя различные участки выполняющие свои функции и задачи. Например, производственное отделение может состоять из слесарно – механического, а также очистки металлов; в сборочно – сварочном отделении, как правило, существуют участки механической и термообработки, там же испытывается продукция и исправляются ее дефекты, если таковые имеются. Дополнительное отделение может включать такие участки, как склад металла, различные кладовые электродов и флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов. Также необходимо сказать об административно - конторских и бытовых помещениях – в основном там располагаются различные помещения отдыха и гигиены, пункты приема питания, медицинский кабинет. [26].

Таким образом, можно отметить, что разработанный в составе предприятия сборочно – сварочный с одной стороны служит потребителем продукции заготовительных и других цехов, а с другой - он же и поставляет для цехов конечной отделки изделий свою продукцию. В связи с этим, можно сделать вывод, что между сборочно – сварочным цехом и другими цехами и отделениями предприятия определенно имеется производственная связь, которая позволяет не усложнять процесс изготовления продукции по предприятию в целом. Важно, чтобы при разработке завода и его цехов,

существовала прямопоточная связь, и не допускались возвраты материалов и изделий.

5.2 Расчет основных элементов производства

Основу производства составляют рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [16].

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.;

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

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

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-015 и 025-050 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \cdot \frac{61,5 + 61,5 + 205,73 + 152,7 + 108,14 + 35,42 + 26,3 + 14,5}{60} = 5548 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{5548}{3762} = 1,47,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{1,47}{2} = 0,74.$$

Расчет операции 020.

$$T_r = 500 \cdot \frac{228,85}{60} = 1907 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{1907}{3762} = 0,51,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,51}{1} = 0,51.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 5548 + 1907 = 7455 \text{ ч.}$$

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

$$\Phi_d = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1738 \text{ ч.},$$

Количество рабочих явочных:

$$P_{яв} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{7455}{1976} = 3,77. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{яв} = 4$. В первую смену работает 2 человек, а во вторую смену работает по 2 человека.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{сп} = \frac{T_r}{\Phi_d} = \frac{7455}{1738} = 4,29. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{сп} = 5$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 2;

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.

5.2.3 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [26].

Для проектируемого участка сборки и сварки Балки Б1 принимаем схему компоновки производственного процесса с продольно-поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

На плане участка показаны плитный настил, приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.197.00.000 СБ с вращателем цепным WZSM, WICON,

сварочное оборудование сварочный полуавтомат КЕДР MIG-300GD.
Перемещение осуществляется кранбалкой Q= 2,0 т.

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления балки Б1 допускает различные варианты решения.

Балка Б1 – является частью кондуктора для погружения свай.

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

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

Определение приведенных затрат производят по формуле [27]:

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

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K – капиталовложения, руб/ед.год.

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

Применим сварочное оборудование для сварки в смеси газов инверторный сварочный полуавтомат КЕДР MIG-300GD.

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления балки Б1 приведены в таблице 3.9.

6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [27]:

$$K_{\text{co}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{oi}} \cdot O_i \cdot \mu_{\text{oi}}, \quad (6.2)$$

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 01.01.2020 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [13]

Наименование оборудования	Цо, руб
КЕДР MIG-300GD 3 шт.	100600

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ксо, руб. · год
КЕДР MIG-300GD 3 шт.	250494
Итого	250494

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [27]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (6.3)$$

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

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

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Цпр. руб	Сп, шт	Кпр, руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.219.00.000 СБ	254000	1	128763
Вращатель цепной WZSM WICON 1000	731000	1	370574
Плита слесарная	80000	8	471936
ИТОГО			971273

6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [27]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot h \cdot \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

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

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 323,21 \text{ м}^2$,

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

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м³ здания на 01.01.2020 составляет, $\Pi_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$.

$$K_{зди} = 323,21 \cdot 12 \cdot 94 = 364581 \text{ руб.}$$

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

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	Кзд, руб.
КЕДР MIG-300GD	364581

6.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [27]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m - N_o \cdot C_o \text{ руб./изд.}, \quad (6.5)$$

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

C_m – средняя оптовая цена стали С345-1 на 01.01.2020, руб./кг:

- для стали С345-1 $C_m=38,46 \text{ руб./кг}$, при $m_m = 2635 \cdot 1,3 = 3425,5 \text{ кг.}$;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [27].

N_o – норма возвратных отходов, $N_o = m_m \cdot 0,3 = 2635 \cdot 0,3 = 790,5 \text{ кг/шт}$;

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 20 \text{ руб/кг}$;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_m = 1,04 \cdot (3425,5 \cdot 38,46) - 790,5 \cdot 20 = 121204,52 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [27]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд}, \quad (6.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 55,77$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [9], $k_{п.с.} = 1,03$;

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

$C_{п.с.} = 189,8$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{п.с.спредл.} = (6,446 \cdot 189,8) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 11977,92 \text{ руб.}$$

6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [27]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.7)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [27];

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

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 12,48$ ч.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,52 \cdot 1,48 = 914,92 \text{ руб/изд.}$$

6.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.7)$$

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

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

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

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

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

$$C_{з.п.сд} = 85,3 \cdot \frac{894,64}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 3787,7 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{врj} \cdot \frac{F_{д}}{12} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.8)$$

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

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

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

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

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

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$K_d=1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,3$;

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

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

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 74,5 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 65412,9 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

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

Затраты на заработную плату МОП:

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

$$\begin{aligned} C_{зп.вс.р} &= C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 65412,9 + 72876,11 + 29308,49 = (6.10) \\ &= 167597,5 \text{ руб.} \end{aligned}$$

6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \cdot \mathcal{C}_{ауп} \cdot 12 \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.9)$$

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

$\mathcal{C}_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $\mathcal{C}_{ауп} = 1$ чел.

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

6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [16]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (6.10)$$

где U_c и I_c – электрические параметры режима сварки;

T_o – основное время сварки;

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

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

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

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [9]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (6.11)$$

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

Затраты на электроэнергию: $C_{э.с.} = 635,38$ руб.

6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [27]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{\text{ЭН}} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (6.12)$$

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

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

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

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

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

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

6.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [27]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [27];

$$a_{ni} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб.}, \quad (6.14)$$

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

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

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

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	a_i , %	C_3 , руб/изд.
КЕДР MIG-300GD	14,3	85,88
Итого		85,88

6.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [27]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [27];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	С _п , шт.	С _{ап} , руб/ед. год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.219.00.000 СБ	254000	1	38,63
Вращатель цепной WZSM WICON 1000	731000	1	111,17
Плита слесарная	80000	8	141,58
ИТОГО			291,38

6.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [27]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.16)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [27];

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000$ ч. [27].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T, ч	C_p , руб/год.
КЕДР MIG-300GD	7	1096	14,91	0,38
Итого:				0,38

6.2.13 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [27]:

$$C_{\Pi} = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 323,21 \text{ м}^2$;

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

$$C_{\Pi} = \frac{323,21 \cdot 250}{500} = 161,6 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\Pi} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.18)$$

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

$\epsilon_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат, $\epsilon_{\text{н}} = 0,15 \text{ (руб./ед)/руб.}$ [27];

K_y – удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.19)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

C_p – затраты на ремонт оборудования, руб;

C_n – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{co} + K_{пр} + K_{зд}. \quad (6.20)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 250494 + 971273 + 364581 = 1586347 \text{ руб/изд. год,}$$

$$C = 500 \cdot (121204,52 + 11977,92 + 914,92 + 3787,7 + 635,38 + 0,35 + 85,88 + \\ + 291,38 + 0,38 + 161,6) + 167597,5 \cdot 12 + 1317425,34 = 72858612,9 \text{ руб/изд. год,}$$

$$Z_n^2 = 72858612,9 + 0,15 \cdot 1586347 = 73096565,02 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели показаны в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	66
3	Производственная площадь участка, м ²	323,21
4	Количество оборудования, шт.	3
5	Списочное количество рабочих, чел.	5
6	Явочное количество рабочих, чел	4
7	Количество рабочих в первую смену, чел	2
8	Количество вспомогательных рабочих	2
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4

Продолжить таблицу 6.8

1	2	3
13	Капитальные вложения, , руб./изд.·год	1586347
14	Себестоимость продукции, , руб./изд.	72858612,9
15	Количество приведенных затрат, руб./изд.·год	73096565,02

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, зарплата рабочим, расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы видим следующие цифры:

- капитальные вложения 1586347 руб;
- себестоимость продукции 72858612,9 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 73096565,02 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка балки Б1. При изготовлении балки осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении балки на участке используется следующее оборудование:

- | | |
|-------------------------------------|-------|
| - КЕДР MIG-300GD | 3 шт. |
| - Вращатель цепной WZSM WICON 1000 | 1 шт. |
| - Плита слесарная | 1 шт. |
| - Приспособление сборочно-сварочное | 1 шт. |

ФЮРА.000001.219.00.000 СБ

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, балка Б1 – является частью кондуктора для погружения свай. Масса балки составляет 2635 кг.

Детали изготавливаются из стали С345-1. Сварка производится полуавтоматической сваркой в смеси защитных газов Ar+Co₂ 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 $S = 323,21 \text{ м}^2$.

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 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7% процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до 8,0 мг/м^3 ; озона до 0,36 мг/м^3 (ПДК 0,1 мг/м^3); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [28, 29].

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

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 [29].

На участке сборки и сварки изготовления балки 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 [30].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [31]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [32];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [32]:

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

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 12 = 158 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 158 \cdot 0,2 = 31,62 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 113841 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 3 кВт 1000 об.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

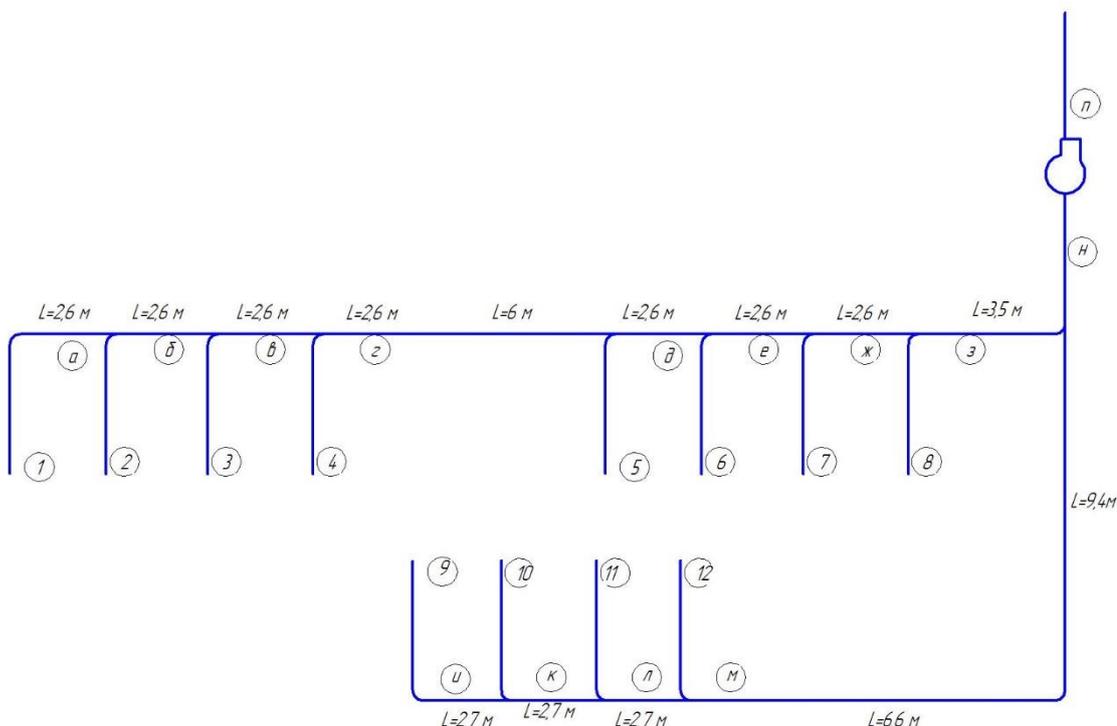


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 113840 \cdot 8/12 = 75894 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 113840 \cdot 4/12 = 37947 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [39]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{75894}{0,2} \right)^{1/2} = 696 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{37947}{0,2} \right)^{1/2} = 492 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{113841}{0,2} \right)^{1/2} = 853 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- КЕДР MIG-300GD;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [33].

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 [33].

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	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [29].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение

сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки применяется подвесная сварочная головка [34].

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

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

Прихватки выполняются ручной дуговой сваркой. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [35].

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, исключаящие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация балки на приспособлении, 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 [36].

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 Балка Б1 ФЮРА.1815ЯЮ.197.00.000 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 [36].

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 почвы и утилизация промышленных отходов.

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

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 твердых 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 повышения производства и качества изготавливаемых изделий, снижения себестоимости, спроектирован механизированный участок сборки сварки кондуктора.

В процесс сборки-сварки кондуктора использовано стационарное сборочно – сварочное приспособление, рассчитаны режимы сварки, спроектирован технологический процесс. В данном проекте обоснован выбранный способ сварки, материалов и оборудования к нему, рассчитаны элементны приспособлений.

Продуманы мероприятия по безопасности производства и охране труда. Расчитана экономическая часть предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 323,21 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 66 %;

Количество приведенных затрат – 73096565,02 руб./изд.·год.

Список использованных источников

1. Басин О.Е., Крицберг Л.В., Карандин А.А., Ярлыков Г.А., Панин И.А., Ходоров И.В., Нагайцев Р.А., Мазаев В.Ю. Переставной четырехопорный кондуктор для строительства морских эстакад // Патент на полезную модель RU 91345 U1, 10.02.2010. Заявка № 2009125802/22 от 08.07.2009.
2. Жерносеков А.М., канд. техн. наук. Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор) // Автоматическая сварка – 2012 – №1, С. 33-37.
3. 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.
4. Дедюх Р.И., Технология сварочных работ: сварка плавлением // Национальный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск). 2020 г. – С. 15-16
5. Дедюх Р.И., Технология сварочных работ: сварка плавлением // Национальный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск). 2020 г. – С. 9 - 10
6. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. - Сварочные приспособления // ЮТИ ТПУ – 2008 – С. 41 - 45
7. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
8. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов.радио, 1979. – 184 с.
9. Джонс Дж.К. Методы проектирования. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
10. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. – М.: Мир, 1969. – 440 с.
11. Сталь С345 повышенной прочности по ГОСТ 27772 для строительных стальных сварных металлоконструкций [Электронный ресурс] –

режим доступа к ст.: <http://gran-stroi.ru/stal-S345-GOST-27772-88.php>

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

13. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. – 247 с.

14. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.

15. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.standartov.ru/norma_doc/3/3903/index.htm

16. Инверторный сварочный полуавтомат КЕДР MIG-300GD [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluvavtomaticheskaya-svarka/poluvavtomaty-vstroennyj-mpp/mig-300gd-kedr/>

17. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

18. 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.

19. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.

20. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Новейшие технологии изготовления сварных конструкций. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2006.

21. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Устройства для перемещения сварочных аппаратов и их расчет. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

22. Крампит Н.Ю., Копытов О.В., Друзик О.А. Устройства для перемещения сварочных аппаратов. Сварочные колонны и тележки. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.

23. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

24. Крампит Н. Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.

25. Ковалев Г.Д., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г. Томск- 2012г.

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

27. Крампит Н.Ю., Крампит М.А., Лукашов А.С. Устройства для перемещения изделия. Транспортёры. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.

28. Цепные вращатели серии WZSM, WICON (Турция) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: https://www.intertechpribor.ru/catalog/mekhanizatsiya_svarki/svarochnye_vrashchateli/1500/

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

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

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

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

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

[281-1.html](#)

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

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

36. 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.

37. 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.

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

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