

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы

**РАСЧЕТ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ КАРКАСА АВТОСТОЯНКИ
ОТКРЫТОГО ТИПА**

УДК 693.554.22:656.015

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Байков Д.С.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о. руководителя	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

Д.С. Байков

Руководитель ВКР

А.В. Крюков

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ОПТ
Д. П. Ильященко
(Ф.И.О.)

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А51	Байкову Денису Сергеевичу

Тема работы:

<i>Расчет, проектирование и монтаж каркаса автостоянки открытого типа</i>	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г. № 9/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	Материалы преддипломной практики
<p>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></p>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Конструкторский раздел.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.0037-15.191.10.000 СБ Каркас автостоянки открытого типа 1 лист (A1). 2. ФЮРА.0037-15.191.00.000 План автостоянки на отметке 0.000. План кровли автостоянки 1 лист (A1). 3. ФЮРА.000001.191.00.000 СБ Шаблон магнитный 1 лист (A1). 4. ФЮРА.000002.191 ЛП План участка 1 лист (A1). 5. ФЮРА.000003.191 ЛП Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 1 лист (A1). 6. ФЮРА.000004.191 ЛП Заземление 1 лист (A1). 7. Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
310A51	Байков Д.С.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Отделение промышленных технологий

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

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	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
3-10A51	Байкову Денису Сергеевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	190287 руб 3051,99 руб 2748947,51 руб
2. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	упрощенная 13% 32,8%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Определение капитальных вложений
4. Расчет составляющих себестоимости
5. 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.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A51	Байков Д.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Байкову Денису Сергеевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Рассмотрение проектирования и монтажа каркаса автостоянки открытого типа 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).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <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	Байков Д.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 105 с., 1 рисунок, 19 таблиц, 35 источников, 9 приложений, 7 л. иллюстраций

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное устройство, производительность, производственный процесс, приспособление, безопасность производственных объектов, себестоимость.

Значимость проекта: в данной выпускной квалификационной работе рассчитывается и проектируется каркас автостоянки открытого типа.

Целью работы является разработка технологии изготовления каркаса автостоянки. Задачами данного курсового 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.

В процессе работы рассчитаны режимы сарки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитаны материальные затраты на изготовление каркасв автостоянки.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и КОМПАС–3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 105 p., 1 drawing, 17 tables, 35 sources, 9 applications, 7 p. graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding device, productivity, production process, fixture, safety of production facilities, cost.

Significance of the project: in this final qualifying work, an open-type carcass frame is calculated and designed.

The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a carcass. The objectives of this course project is to study the component parts of a product, determine the grade of steel, choose a welding method, determine welding modes 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. Calculated material costs for the manufacture of carcasses of the parking lot.

WRC is executed in a text editor Microsoft Word 2016 and

KOMPAS – 3D V10 and is presented on the disc (in an envelope on the back of the cover).

Оглавление

Введение

1 Обзор и анализ литературы	17
1.1 Аппарат для MIG/MAG сварки CV-510 - K14081-1A	17
1.2 Полуавтомат дуговой сварки КЕДР AlphaMIG-350S	18
1.3 Сварочный полуавтомат СВАРОГ TECH MIG-5000 (N221)	19
1.4 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	22
2.1 Описание сварной конструкции	22
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	22
2.2.1 Сборка конструкций под сварку	22
2.2.2 Подготовка к сварке	23
2.2.3 Сварка	24
2.2.4 После сварки	25
2.3 Методы проектирования	26
2.4 Постановка задачи	26
3 Разработка технологического процесса	28
3.1 Анализ исходных данных	28
3.1.1 Основные материалы	28
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	31
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов	32
3.2 Расчет технологических режимов	32
3.3 Выбор основного оборудования	37
3.4 Выбор оснастки	39
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	39
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	41
3.7 Разработка технической документации	44

3.8	Техническое нормирование операций	45
3.9	Материальное нормирование	50
3.9.1	Расход металла	51
3.9.2	Расход сварочной проволоки	51
3.9.3	Расход защитного газа	51
4	Конструкторский раздел	51
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	53
5	Проектирование участка сборки-сварки	54
5.1	Описание сборочной площадки	54
5.2	Расчет основных элементов производства	54
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	54
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	54
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	55
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	55
6.2	Экономический анализ техпроцесса	55
6.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	56
6.2.2	Определение затрат на основные материалы	57
6.2.3	Определение затрат на вспомогательные материалы	58
6.2.4	Определение затрат на заработную плату	59
6.2.5	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	59
6.2.6	Заработная плата административно-управленческого персонала	61
6.2.7	Определение затрат на силовую электроэнергию	61
6.2.8	Определение затрат на амортизацию оборудования	62
6.2.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	62
6.2.10	Определение затрат на ремонт оборудования	63
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	63
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	64
7	Социальная ответственность	66
7.1	Описание рабочего места	66

7.2. Законодательные и нормативные документы	66
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	69
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	74
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	75
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	79
7.5 Охрана окружающей среды	79
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	80
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	81
Заключение	83
Список использованных источников	84
Приложение А (Спецификация Каркас автостоянки открытого типа)	89
Приложение Б (Спецификация Шаблон магнитный)	91
Приложение В (Технологическая карта)	93
Приложение Г (Технологическая карта)	95
Приложение Д (Технологическая карта)	97
Приложение Е (Технологическая карта)	98
Приложение Ж (Технологическая карта)	100
Приложение З (Технологическая карта)	102
Приложение И (Технологическая карта)	104
Диск CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.0037-15.191.10.000 СБ Каркас автостоянки открытого типа. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.0037-15.191.00.000 План автостоянки на отметке 0.000. План кровли автостоянки	Формат А1
ФЮРА.000001.191.00.000 СБ Шаблон магнитный	Формат А1

ФЮРА.000002.191 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.191 ЛП Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Формат А1
ФЮРА.000004.191 ЛП Заземление	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Введение

Сварка – это результат получения неразъемных соединений методом формирования межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Относительная простота использования, качественное соединение различных материалов позволяет сварке находить разнообразные направления.

Сварка находит применение в производстве, так как уменьшается трата металла, время выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов.

Сократить затраты на продукцию и длительность производственного периода, повысить качество позволили достижения в сфере автоматизации и механизации сварочных процессов.

Сварные соединения надёжны и не уступают устойчивости металлу из которого сделаны изделия. Сварные конструкции способны выдерживать знакопеременные и динамические нагрузки и термоустойчивы.

Необходимо подчеркнуть, что с точки зрения гигиены условия труда при сварке эффективнее чем при клепке и особенно при литье.

В современном мире сварка представлена одним из главных процессов обработки металлов и представлена широким спектром выбора: ручная дуговая, а также в защитных газах; электродуговая сварка и электрошлаковая технология и т.д.

В настоящее время представлено 60 видов сварки, которые дифференцируют по основным физическим, техническим и технологическим свойствам. По физическим особенностям в зависимости от формы используемой энергии предусматривается три метода сварки: термический, термомеханический и механический.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Аппарат для MIG/MAG сварки CV-510 - K14081-1A

Ключевые особенности:

- защитное покрытие плат электроники и пыленепроницаемый корпус;
- механизмы подачи проволоки, специально предназначенные для монтажных площадок и судовых верфей. все модели оснащены вольтметром и амперметром, по желанию также можно заказать функции синергетического управления и запоминания настроек;
- высокие характеристики дуги при сварке в смеси аргона или 100% CO₂;
- электронная система обратной связи гарантирует постоянную скорость подачи проволоки;
- большой список функций.

Сеть питания: 230/400/3/50-60.

Процессы.

Сварка в защитном газе, сварка порошковыми проволоками.

CV-425 и CV-510 – это промышленные источники питания, предназначенные для работы в тяжелых условиях эксплуатации, например на судовых верфях или оффшорных сооружениях. Оба устройства соответствуют классу электробезопасности IP23, что делает возможным работу под открытым небом. Кроме того, все чувствительные компоненты источников отделены от воздушного потока системы охлаждения и заключены в пыленепроницаемый корпус. Покрытие плат электроники полностью защищает их от воздействия окружающей среды. Источники были успешно протестированы при температуре окружающей среды +40°C с 60% рабочим циклом. Как и все остальное оборудование, произведенное компанией Lincoln Electric, CV-425 и 510 разрабатывались с учетом удобства практического применения [1].

- защитное покрытие плат электроники и пыленепроницаемый корпус.
 - механизмы подачи проволоки, специально предназначенные для монтажных площадок и судовых верфей. все модели оснащены вольтметром и амперметром, по желанию также можно заказать функции синергетического управления и запоминания настроек.
 - высокие характеристики дуги при сварке в смеси аргона или 100% со2.
 - электронная система обратной связи гарантирует постоянную скорость подачи проволоки
 - колеса большого диаметра, ручка и подъемные проушины гарантируют мобильность устройства
 - большой список функций.
- Цена: 263 893 рублей.

1.2 Полуавтомат дуговой сварки КЕДР AlphaMIG-350S

КЕДР AlphaMIG-350S – полуавтомат промышленного назначения для сети 3x380В, работает на постоянном токе до 350А в среде специального газа малоуглеродистых, нержавеющей сталей сплошной или порошковой сварочной проволокой. Инверторный источник КЕДР AlphaMIG-350S работает совместно с мощным переносным механизмом подачи проволоки Alpha WF-2 (закрытого типа). Источник оборудован прочной тележкой с поворотными колесами и площадкой для газового баллона 40л. Синергетическое управление на источнике позволяет легко настроить оптимальный режим сварки, выбрав только сварочный ток, диаметр проволоки и вид защитного газа. Напряжение на дуге задаст микропроцессор. Система управления позволяет сварщику сохранять до 10 заранее настроенных режимов в памяти системы.

Особенности:

- источник имеет высокую степень защиты от пыли и влаги,

разработан для эксплуатации в тяжелых условиях;

- источник имеет туннельную систему охлаждения, предохраняется от номинального напряжения, короткого замыкания и перекаливания.

- Удаленная регуляция сварочного инвертора и напряжения резистора на механизме подачи;

- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;

- функция ручной дуговой сварки (ММА) покрытым электродом;

- функция заварки кратера с отдельной регулировкой тока и напряжения угасания;

- Возможность скорректировать индуктивность, которая допускает менять ширину шва, глубину проплавления и степень разбрызгивания;

- тестовая подача сварочной проволоки и защитного газа;

- Наличие подогревателя углекислого газа (36В);

- Пластиковый кожух защищает кассету с проволокой от грязи

Переносной механизм подачи проволоки КЕДР AlphaWF-2 имеет 4 подающих ролика. В комплект входит 5 – метровый кабель – пакет, в составе с аппаратурой управления с разъемами, силовой сварочный кабель и газовый рукав.

Область применения полуавтомата: сварка ответственных конструкций в машиностроении, энергетике и строительной сфере [2].

Цена: 122 800 рублей.

1.3 Сварочный полуавтомат СВАРОГ TECH MIG-5000 (N221)

Сварочный полуавтомат СВАРОГ TECH MIG-5000 (N221) включает в себя: источник питания сварочного тока и переносной механизм подачи проволоки CS-501, закрепленный на поворотной турели. Основу комплекта составляет транспортная тележка в составе с площадкой под газовый баллон и контейнер для инструмента. При этом полуавтомат и баллон с инертным газом

не составляет труда переносить по производственной платформе. Размонтаживание механизма подачи проволоки с турели не составляет трудностей и применяется в малодоступных местах. Составляющими являются кабель управления 4м, сварочный кабель КГ 1х50, 4м и газовый рукав 4м.

Достоинства полуавтомата:

- Усовершенствованная технология на базе IGBT транзисторов;
- Предохранение от перегрева
- Возможность выбора типа сварки

Полуавтоматическая сварка в специальных газах (MIG/MAG);

- Регулировка режима сварки;
- цифровая индикация режимов сварки;
- четырёхроликовый переносной механизм подачи проволоки, установленный на поворотном устройстве (турели);
- функция заварки кратера (растяжки дуги) с отдельной регулировкой тока и напряжения угасания дуги;
- двухтактный (2Т) и четырехтактный (4Т) режим сварки (короткие / длинные швы);
- Коррекция значения индуктивности является необходимой функцией для MIG/MAG

- кнопка тестовой подачи сварочной проволоки;
- выключатель тестовой подачи газа;

Ручная дуговая сварка штучными покрытыми электродами (ММА):

- плавная регулировка сварочного тока;
- цифровая индикация параметров сварки.

Область применения ТЕСН MIG-5000 (N221):

Для промышленной электросварки на постоянном токе в среде специального газа (MIG/MAG), а также для ручной дуговой сварки штучными покрытыми электродами (ММА) на предприятиях машиностроения, судостроения, энергетики и т.д. [3].

Цена: 228 960 рублей.

1.4 Заключение

По сравнению с первым приведенным сварочным аппаратом, сварочный полуавтомат СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221) имеет более низкую цену и значительно меньший вес. По сравнению с вторым аппаратом хотя СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221) дороже, но он рассчитан на больший ток и также имеет меньший вес, что очень важно при работе на монтажной площадке. Сварочный полуавтомат СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221) можно считать лучшим вариантом.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Каркас автостоянки открытого типа, является частью автостоянки, служит для крепления крыши и стеновых профилей. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.0037-15.191.10.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 18500 мм×16650 мм×5580мм.

Масса, кг: 8651,44кг.

Каркас автостоянки подвергается непосредственному воздействию динамических и статических нагрузок. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

2.2.1 Сборка конструкций под сварку

Требования нормативной документации регламентируют соблюдение геометрических объемов конструкций, местонахождение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания на стадии сборки.

В силу того, что имеются допустимые отклонения геометрических размеров сборочной единицы, не рекомендуется переходить установленных значений, приведенных в проектной документации.

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

Закрепление деталей при сборке осуществляют прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки размещаются в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СНиП II-23-81*;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- Рабочие, имеющие допуск к сварочным работам, могут выполнять прихватки;
- при сборке крупных конструкций размеры и расстановку прихваток упорядочивает технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.
- Контроль качества сборки производится непосредственно перед подачей конструкции на сварку, если имеется необходимость, исправляются имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц [4].

2.2.2 Подготовка к сварке

Стальных конструкции производятся в соответствии с утвержденными на заводе типовыми или индивидуальными технологическими положениями, уделяя внимание специфике и состоянию производства.

Проверив правильность сборки конструкции, выполняется сварка конструкций. Стандартно, проверку осуществляет контрольный или производственный мастер.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями [4].

2.2.3 Сварка

Для успешного формирования шва, необходимая благоприятная среда. Для этого сварка производится в пространственном положении, удобном для сварщика. Не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход в целях несплавления шва со свариваемыми кромками.

Накладывая очередной слой, необходимо удалить со слоев шва поры, раковины, а также трещины. Если на участке слоя шва остались поры и трещины, то они должны быть устранены до наложения очередного слоя.

ГОСТ 14771 регламентирует недопущение превышения расхождения параметров швов от проектных. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва [4].

2.2.4. После сварки

Завершая сварочное производство, швы обязательно очищаются от сварных соединений, а также конструкции от загрязнений и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления очищаются без использования ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищаются до основного металла с удалением всех недостатков

После формирования шва, сварщик клеймит его своим знаком. Промежуток между номером (знаком) и границей шва должен составлять не менее 4 см, учитывая, что нет других указания в или технологическом регламенте допустимо изготавливать маркировку в целом, при условии, что производство сборочной единицы осуществлялось одним сварщиком. Тогда знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки.

Анализ качества сварных соединений проводят в пределах системы управления качеством продукции, разработанной на предприятии, в которой установлены области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Контроль качества включает две группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль.

Первый вид контроля обязателен ко всем этапам подготовки и выполнения сварочных работ, основные положения которых регламентируются в настоящем документе, а именно: подготовка и использование сварочных материалов, подготовка кромок под сварку, сборка, технология сварки, надзор за наличием и сроками действия удостоверений сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации.

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций [4].

2.3 Методы проектирования

Определение проектирования предполагает поиск практических решений оформленных в виде перечня документации.

Для того чтобы найти эффективные решения, необходимо выполнить ряд действий и процедур, предполагающих применение различных методов. Трудность процесса проектирования, специфичность проектных (жизненных) обстоятельств создают необходимость ознакомления с различными методами и овладения ими.

Метод – это система действий нацеленных на решение определённой цели. Его выбор основывается не только от вида решаемой задачи, но и индивидуальных черт разработчика (его характера, организации мышления, склонности к риску, способности принимать решения и нести за них ответственность и т. п.), условий его труда и оснащённости средствами оргтехники.

Ключевые группы методов.

При проектировании, вид конструированной системы (устройства, процесса, явления и т. д.) период начальных словесных описаний, приведённых в техническом задании, до детальных чертежей и опытных образцов. Все эти действия включают в себя решение объединённых задач, выбором тех или иных моделей. Систематизировать методы можно на эвристические, экспериментальные и формализованные.

Методы конструирования.

Используя необычные и творческие идеи, можно найти уникальные и неожиданные идеи а также технические решения. В большинстве случаев такие идеи не находят отклика, когда необходимо нечто новое или отрыв от конкурентов. В связи с этим предлагается прибегнуть доработке ранее известного решения. Такая ситуация объясняется тем, что инженерное решение всегда должно увязываться с его практической реализуемостью, с

возможностью «воплощения в металле», и быть прежде всего технологичным, экономичным и не большого расхода времени работы. А потому новое решение как правило получают способом поэтапного внесения незначительных изменений в прежнюю, уже существующую конструкцию, применяя разные методы и подходы, условно называемые методами конструирования.

Основну методов конструирования составляют методы базируемые на преемственности, унификации, агрегатирования, модификации, стандартизации, инверсии и другие. По своему характеру эти методы являются эвристическими.

Конструктивная преемственность –представляет собой поэтапную доработку конструкции при помощи введения в нее отдельных новых дополнительных деталей, узлов, агрегатов взамен устаревших и неудовлетворяющих настоящим стандартам, либо с целью изменения прежних характеристик изделия. Основу такого меода составляет улучшение качества уже существующей конструкции и включает в себя такие этапы, как:[5, 6, 7]:

- Формирование определенных требований к конструкции и его оценка;
- выявление в конструкции частей, препятствующих удовлетворению этих требований;
- поиск путей по усовершенствованию данных частей или поиск вариантов для их замены.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления каркаса автостоянки.

Задачами данного курсового 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 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Каркас автостоянки открытого типа – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и металлических профилей изготовленная из стали Ст3сп.

Химический состав и механические свойства стали Ст3сп приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали Ст3сп в % (ГОСТ 535-88). [8]

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

Таблица 3.2– Механические свойства стали Ст3сп (ГОСТ 535-88). [8]

σ_b , Н/мм ²	σ_T , Н/мм ²	δ_5 , %
380-490	255	26

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. Прежде чем дать понятие свариваемости металлов нужно исходить их физической составляющей процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки представляет собой несколько процессов, главным из которых являются: процесс термического воздействия на металл в околошовных зонах,

процесс расплава, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Соответственно можно сделать вывод что свариваемость есть отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость можно рассматривать как с технологической так и с физической стороны.

Способом сварки и его режимом можно определить термическое действие на металл в околошовных местах и процесс плавления. Технологической свариваемостью будет считаться связь металла с конкретным способом сварки.

Способность материала давать монолитное соединение определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в следствие которых создается монолитное сварное соединение.

Физическая свариваемость диагностируется признаками соединяемых металлов, их способностью взаимодействовать в физико - химических процессах. Однотипным металлам как правило присуще физическая свариваемость.

Некоторые нюансы сварки -высокая температура нагрева, небольшой объём сварочной ванны, уникальность атмосферы над сварочной ванной, а также габариты свариваемых деталей и т.д. – часто дают негативные последствия:

- Различность химического состава и свойств между структурой металла шва и основного металла.
- В зоне теплового влияния как правило происходит изменение состава и свойств основного металла;
- В большинстве случаев происходит образование трещин в следствии возникновения в сварных конструкциях высоких напряжений
- Понижение качества металла шва причиной которого является возникновение в процессе сварки тугоплавких, сложно удаляемых окислов,;
- В наплавленном металле формируются пористость и газовые раковины, которые в свою очередь нарушают плотность и прочность сварного соединения.

- Меняя способ сварки, можно обнаружить заметное окисление компонентов сплавов. К примеру, в стали, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В следствии этого, в технологической свариваемости необходимо учитывать следующие нюансы:

- Распознавание строения, структуры и признаков металла шва, в зависимости от выбранного вида сварки

- Анализирование состава и свойств околошовной зоны

- Распознавание склонности сталей к возникновению трещин - не исключение при определении технологической свариваемости;

- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Способы определения свариваемости классифицируются на две группы: первая группа – прямые способы, в данной группе свариваемость диагностируется сваркой образцов той или иной формы; следующая группа включает в себя косвенные способы, при этом сварочный процесс имитируется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не позволяет ответить прямо на вопросы, относящиеся к практическому осуществлению сварки металлов. Такие способы рассматриваются только как промежуточные лабораторные испытания.

Систематизируя сталь по свариваемости, можно выделить на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;

- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Свариваемость сталей отличается предрасположенностью к трещинам и механическим свойствам сварного соединения.

Французский ученый Сефериан разработал формулу определяющую эквивалентное содержание углерода [10]:

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

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Данная формула определяет стойкость металла против возникновения трещин.

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

Вычисляем эквивалентное содержание углерода для Ст3пс5:

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

Сталь Ст3сп – углеродистая ГОСТ 535-88 [8], обладает хорошей свариваемостью [11]. Лимит по свариваемости устанавливается по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию, в результате чего ускоряется охлаждение шва. Наплавленный металл иногда легируется малым количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Выбирая способ сварки, возможно прибегнуть как к типовым так и специальным способам сварки. Это необходимо для того чтобы разрабатываемая технология тщательно подходила к современным требованиям, была продуктивной и перспективной.

Необходимо отметить, что предпочтительный вид сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. В случае

когда имеется несколько вариантов сварки, конечный выбор будет производиться в пользу экономической целесообразности.

Используя сталь СтЗсп рекомендованы такие виды сварки как ручная дуговая сварка, механизированная и автоматическая сварка в защитном газе, автоматическая дуговая сварка под флюсом, электрошлаковая и контактная. Для сварки ограждения применяется ручная дуговая сварка [11]. Выбор сварки плавящимся электродом в среде защитных газов CO_2 , объясняется тем, что данный вид сварки гораздо экономичней и технологичней ручной дуговой сварки. Применять сварку под слоем флюса нет необходимости, поскольку в изделии нет протяженных швов удобных для данного вида сварки.

3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку [12] Св-08Г2СГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра.

Химический состав проволоки представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки Св-08Г2С[2]

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; $\delta = 12$ % [12].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем двуокись углерода.

CO_2 - химическое соединение, водорастворимое, цвета не имеет. Жидкий CO_2 – консистенция не имеющая цвета, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. В связи с этим - поставляется по массе, а не по объёму. Улетучивание 1 кг углекислоты образует 509 литров CO_2

В соответствии с требованиями нормативных актов, поставляются три категории двуокиси углерода. Состав приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Состав CO₂, в % [11]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем тавровое соединение ТЗ-Δ10 которое показано на рисунке 3.1:

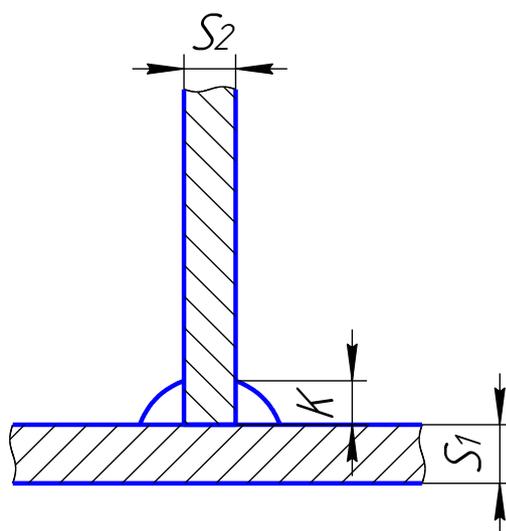


Рисунок 3.1 Тавровое соединение ТЗ- Δ10ГОСТ 14771 – 76: S–толщина листа,
K–катет

Диаметр проволоки вычисляем по формуле[13]:

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

Коэффициент K_d выбираем в зависимости 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.

Определим общее количество проходов [13]:

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

Примем $n_{\text{пр}} = 2$.

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

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

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

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

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{HЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 45,8^{0,625} = 1,63 \dots 4,5 \text{ мм} \quad (3.6)$$

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

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [13]:

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

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

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

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [13]:

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

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

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [13]:

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

$$= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 66,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ А}, \quad (3.11)$$

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

$$= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 75,9 + 145150} - 382 \right) = 296 \text{ А}. \quad (3.12)$$

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

Определим напряжение сварки для корневого и заполняющего проходов [13]:

$$U_{\text{C}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{C}}, \quad (3.13)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot 264 = 27,2 \text{ В},$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \cdot 296 = 28,8 \text{ В}.$$

Расход защитного газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$ для соответствующих проходов [13]:

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{C}}^{0,75}, \quad (3.14)$$

$$q_{\text{згк}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 264^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{\text{згз}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 296^{0,75} = 0,235 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 14,1 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.5:

Таблица 3.5 – Режимы сварки в CO_2 стали СтЗсп

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	264-296	27,2-28,8	3-6	13-14,1	2

Согласно литературы [11] примем режимы сварки для всех швов и запишем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Режимы сварки в CO₂ [11]

№	Тип шва	d _{эп} , мм	V _с , м/ч	I _с , А	U _с , В	l _в , мм	V _{эп} мм/с	N
1	T1- \sphericalangle 0	1,2	3-6	270-290	27-29	14-19	66-75	2
2	H1- \sphericalangle 10	1,2	3-6	270-290	27-29	14-19	66-75	2
3	T3- \sphericalangle 0	1,2	3-6	270-290	27-29	14-19	66-75	2
4	H1- \sphericalangle 8	1,2	3-6	270-290	27-29	14-19	66-75	1
5	Нест.	1,2	3-6	270-290	27-29	14-19	66-75	2
6	Нест.	1,2	3-6	270-290	27-29	14-19	66-75	1
7	Нест.	1,2	3-6	270-290	27-29	14-19	66-75	3

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки основываясь на выводе, сделаном в обзоре литературы.

Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки I_с= 270-290 А, напряжение сварки U=27-29 В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 [3], их характеристики приведены в таблицах 3.7.

Таблица 3.7 –Технические характеристики сварочного полуавтомата СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 [3]

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В	380(+15%)
Потребляемая мощность, кВА	24,6
Продолжительность включения, ПВ, %	60
Интервал регулирования рабочего напряжения, В, режим MIG/MAG	15-44
Интервал регулирования скорости подачи сварочной проволоки, м/мин	1,5-16
Интервал сварочной проволоки, мм, режим MIG/MAG	0,8-1,6
Интервал регулирования сварочного тока, А, режим ММА	20-500
Размер штучного электрода, мм, режим ММА	2,0-6,0
Род сварочного тока	постоянный
Охлаждение	принудительное
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18,0
Габаритные размеры, мм	610x335x640
Масса, кг	45,0

Сварочный полуавтомат СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221) включает в себя: источник питания сварной дуги и переносной механизм подачи проволоки CS-501, закрепленный на поворотной турели. Комплект смонтирован на транспортной тележке в составе с площадкой под газовый баллон и ящик для инструмента. Полуавтомат и баллон с защитным газом легко перемещать по производственной площадке. Переносной механизм подачи проволоки может быть легко демонтирован с турели и использован для сварки в труднодоступных местах. Состав комплекта: кабель управления 4м, сварочный кабель КГ 1x50, 4м и газовый рукав 4м.

Достоинства полуавтомата:

- современная инверторная технология на базе IGBT транзисторов;
- защита от перепадов сетевого напряжения, перегрузки по току и перегрева;

- два режима сварки:

полуавтоматическая сварка в защитных газах (MIG/MAG);

- плавная регулировка всех параметров сварки;
- цифровая индикация режимов сварки;
- четырёхроликовый переносной механизм подачи проволоки, установленный на поворотном устройстве (турели);

- функция заварки кратера (растяжки дуги) с отдельной регулировкой тока и напряжения угасания дуги;

- двухтактный (2T) и четырехтактный (4T) режим сварки (короткие / длинные швы);

- регулировка значения индуктивности – важная функция для MIG/MAG сварки;

- кнопка тестовой подачи сварочной проволоки;

- выключатель тестовой подачи газа;

ручная дуговая сварка штучными покрытыми электродами (MMA);

- плавная регулировка сварочного тока;

- цифровая индикация параметров сварки.

Область применения TECH MIG-5000 (N221):

Полуавтоматическая дуговая сварка на постоянном токе в среде специального газа (MIG/MAG), и для ручной дуговой сварки штучными покрытыми электродами используемая предприятиях машиностроения и т.д.[3].

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 каркаса автостоянки применяются: магнитный шаблон (он служит для быстрой и точной установки ребер), линейка 300 ГОСТ 427-75, угольник УП-1.

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 перекрытия 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.

На листе плакате представлена технологическая схема сборкикаркаса автостоянки.

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Главная проблема в сфере сварки – это способность обеспечить высокое качество сварочного производства.

Значительную роль играет качество сварных соединений, которое в существенной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [14].

Недостатки сварных соединений представляют собой отклонения от нормированных свойств, сплошности и формы шва и околошовной зоны, что может вызвать нарушение прочности и других эксплуатационных параметров изделия. Недостатки сварных соединений классифицируются на наружные, внутренние и сквозные. Наиболее часто встречаются дефекты конфигурации и размеров шва (прожоги, неравномерность шва, подрезы шва, несимметричность итд.), дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений: разломы, поры и загрязнения.

Существуют допустимые и недопустимые дефекты, их вид и размер указывается в требованиях на данный вид изделия.

В случае, когда создается перекрытие может применяться визуальный измерительный контроль. Наружный осмотр позволяет установить несоответствие шва геометрическим размерам, недостатки в виде наплывов и подрезов, трещин, непроваров и т.д. [14].

Сварные соединения можно рассмотреть визуально, также используя лупу при достаточном освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетомеров.

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ предполагает контроль качества выполняемый производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля

Прежде чем начать процесс сварки, проверяются:

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

В процессе сварки проверяется:

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

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%;
- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

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

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

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

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

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты [14].

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

Производя каркас автостоянки применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Это позволяет контролировать исходные детали и готовую продукцию и заметить несовпадения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Визуальный и измерительный контроль характеризуется следующими достоинствами:

- Непринужденность контроля;
- Легкое в обслуживании оборудование;
- малая трудоемкость.

Для ВИК используются лупа, линейка и УШС-4.

3.7 Разработка технической документации

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

Достигаются соответствующие предписания чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих предписаний возможно применяя соответствующие рациональные сборочные приспособления, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [15].

Отличительные особенности технологических процессов:

1. Изделие распределяется на сборочные единицы
2. Определяется логическая последовательность сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. Альтернативность оборудования и сварки.

Ожидаемые результаты:

- Уменьшение затраты рабочего времени;
- сокращение длительности производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- рациональное применение производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- наименьший расход производственной энергии.

В целях практичности технологический процесс выполняют на бланках, именуемые как ведомости технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Все бланки являются составной частью документации разработки технологического процесса и содержат: название изделия, номер сборочной единицы, наименование производственного подразделения, список составных частей в изделии, указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда отправляются готовые составные части, пошаговый список всех операций; выбранные способы сварки и режима; количество рабочих, и специальность, и квалификация; нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [15].

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

Изготовление каркаса автостоянки 0037-15 берет начало со сборки, прихватки и сварки трех видов колонн включающих двутавров поз. 9 (4 шт.), поз. 10 (4 шт.) и поз. 11 (4 шт.), ребер поз. 5 (48 шт.) и поз. 6 (8 шт.), пластин поз. 7 (12 шт.) и поз. 8 (12 шт.). Следом к полученным колоннам приваривают двутавры поз. 12 (4 шт.) и поз. 13 (4 шт.), пластины поз. 4 (16 шт.), раскосы поз. 1 (8 шт.) и накладки поз. 3 (8 шт.), в результате получают фермы. Полученные фермы монтируют на место монтажа и закрепляют анкерными болтами. Затем на них устанавливают, прихватывают и приваривают прогоны, изготовленные из швеллера поз. 14 (8 шт.), пластины поз. 4 (16 шт.) и раскосы поз. 2 (8 шт.). Затем производится слесарная обработка и контроль.

Технологические карты на производство каркаса автостоянки указаны в приложениях В-И.

3.8 Техническое нормирование операций

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

Техническое нормирование является основой расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки[16]:

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

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 №1 Т1- $\triangle 10$:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{270 \cdot 15} + \frac{45,8 \cdot 7,85 \cdot 60}{290 \cdot 15} \cdot 1 = 7,3 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №2 Н1- $\triangle 10$:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{270 \cdot 15} + \frac{45,8 \cdot 7,85 \cdot 60}{290 \cdot 15} \cdot 1 = 7,3 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №3 Т3- $\triangle 10$:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{270 \cdot 15} + \frac{45,8 \cdot 7,85 \cdot 60}{290 \cdot 15} \cdot 1 = 7,3 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №4 Н1- $\triangle 8$:

$$T_o = \frac{42,6 \cdot 7,85 \cdot 60}{290 \cdot 15} = 4,6 \text{ мин.}$$

Время сварки для нестандартного шва №5:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{270 \cdot 15} + \frac{36,5 \cdot 7,85 \cdot 60}{290 \cdot 15} \cdot 1 = 10,2 \text{ мин.}$$

Время сварки для нестандартного шва №6:

$$T_o = \frac{54 \cdot 7,85 \cdot 60}{290 \cdot 15} = 5,85 \text{ мин.}$$

Время сварки для нестандартного шва №5:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{270 \cdot 15} + \frac{41 \cdot 7,85 \cdot 60}{290 \cdot 15} \cdot 2 = 11,1 \text{ мин.}$$

Определим время на первую операцию. Собираются колонны трех типов.

Первый тип колонны (4 штуки).

Масса детали поз. 9 $m_1=144$ кг; установка изделия автокраном на площадку $t_1=1,9$ мин.; масса детали поз. 7 $m_2=27,37$ кг; установка автокраном на площадку $t_2=1,6$ мин.; вес детали поз. 8 $m_3=3,17$ кг; установка ручным способом на площадку $t_3=0,47$ мин.; масса детали поз. 5 (4 шт.) $m_4=3$ кг; установка вручную на площадку $t_4=0,4 \cdot 4=1,6$ мин.; вес детали поз. 6 (2 шт.) $m_5=0,52$ кг; установка вручную на площадку $t_5=0,26 \cdot 2=0,52$ мин.; масса сб. ед. $m_6=198,54$ кг; кантовать 4 раза $t_6=1,9 \cdot 4=7,6$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$1) \quad 0,15 \cdot 32 = 4,8 \text{ мин.},$$

$$2) \quad t_{в.и} = 1,9 + 1,6 + 0,47 + 1,6 + 0,52 + 7,6 + 4,8 = 18,49 \text{ мин.}$$

$$3) \quad T_{н.ш-к} = (7,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (7,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$4) \quad T_{ш} = 10,2 \cdot 1,068 \cdot 2 + 10,2 \cdot 2,17 \cdot 2 + 18,49 = 84,57 \text{ мин.}$$

Время на изготовление четырех колонн одного типа составит $84,57 \cdot 4 = 388,29$ мин.

Второй тип колонны (4 штуки).

Масса детали поз. 10 $m_1=146$ кг; установка изделия автокраном на площадку $t_1=1,9$ мин.; масса детали поз. 7 $m_2=27,37$ кг; установка автокраном на площадку $t_2=1,6$ мин.; масса детали поз. 8 $m_3=3,17$ кг; установка вручную на площадку $t_3=0,47$ мин.; масса детали поз. 5 (4 шт.) $m_4=3$ кг; установка вручную на площадку $t_4=0,4 \cdot 4=1,6$ мин.; масса детали поз. 6 (2 шт.) $m_5=0,52$ кг; установка вручную на площадку $t_5=0,26 \cdot 2=0,52$ мин.; масса сб. ед. $m_6=200,54$ кг; кантовать 4 раза $t_6=2 \cdot 4=8$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$5) \quad 0,15 \cdot 32 = 4,8 \text{ мин.},$$

$$6) \quad t_{\text{в.и}} = 1,9 + 1,6 + 0,47 + 1,6 + 0,52 + 8 + 4,8 = 18,89 \text{ мин.}$$

$$7) \quad T_{\text{н.ш.-к}} = (7,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{\text{н.ш.-к}} = (7,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$8) \quad T_{\text{ш}} = 10,2 \cdot 1,068 \cdot 2 + 10,2 \cdot 2,17 \cdot 2 + 18,89 = 84,97 \text{ мин.}$$

Время на изготовление четырех колонн одного типа составит $84,97 \cdot 4 = 339,89$ мин.

Третий тип колонны (4 штуки).

Масса детали поз. 11 $m_1 = 181$ кг; установка изделия автокраном на площадку $t_1 = 1,9$ мин.; масса детали поз. 7 $m_2 = 27,37$ кг; установка автокраном на площадку $t_2 = 1,6$ мин.; масса детали поз. 8 $m_3 = 3,17$ кг; установка вручную на площадку $t_3 = 0,47$ мин.; масса детали поз. 5 (4 шт.) $m_4 = 3$ кг; установка вручную на площадку $t_4 = 0,4 \cdot 4 = 1,6$ мин.; масса детали поз. 6 (2 шт.) $m_5 = 0,52$ кг; установка вручную на площадку $t_5 = 0,26 \cdot 2 = 0,52$ мин.; масса сб. ед. 3 $m_6 = 235,54$ кг; кантовать 4 раза $t_6 = 2 \cdot 4 = 8$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$9) \quad 0,15 \cdot 32 = 4,8 \text{ мин.},$$

$$10) \quad t_{\text{в.и}} = 1,9 + 1,6 + 0,47 + 1,6 + 0,52 + 8 + 4,8 = 18,89 \text{ мин.}$$

$$11) \quad T_{\text{н.ш.-к}} = (7,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{\text{н.ш.-к}} = (7,3 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$12) \quad T_{\text{ш}} = 10,2 \cdot 1,068 \cdot 2 + 10,2 \cdot 2,17 \cdot 2 + 18,89 = 84,97 \text{ мин.}$$

Время на изготовление четырех колонн одного типа составит $84,97 \cdot 4 = 339,89$ мин.

Определим время на вторую операцию. Собираются фермы (4 штуки).

Масса сб. ед. $1m_1=198,54$ кг; установка сб. ед.автокраном на площадку $t_1= 1,9$ мин.; масса сб. ед. $2m_2=200,54$ кг; установка сб. ед.автокраном на площадку $t_2= 2$ мин.; масса сб. ед. $3m_3=235,54$ кг; установка автокраномна площадку $t_3= 2$ мин.; масса детали поз. 12 $m_4=352,7$ кг; установка автокраномна площадку $t_4= 2,4$ мин.; масса детали поз. 13 $m_5=430,5$ кг; установка автокраномна площадку $t_5= 2,6$ мин.; масса детали. поз. 4 (4 шт.) $m_6=1,88$ кг; установка вручнууона площадку $t_6=0,34 \cdot 4=1,36$ мин.; масса детали. поз. 2 (2 шт.) $m_7=92,56$ кг; установка автокраномна площадку $t_7=1,6 \cdot 2=3,2$ мин.; масса детали. поз. 3 (2 шт.) $m_8=12,3$ кг; установка вручнууона площадку $t_8=0,71 \cdot 2=1,42$ мин.; масса сб. ед. $4m_9=1575,06$ кг.

Найдем время на прихватку:

$$13) 0,15 \cdot 36=5,4 \text{ мин.},$$

$$14) t_{в.и} = 1,9+2+2+2,4+2,6+1,36+3,2+1,42+5,4=22,28 \text{ мин.}$$

$$15) T_{н.ш-к} = (7,3+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (7,3+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (10,2+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 13,9 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (5,85+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 8,38 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (11,1+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 15 \text{ мин.},$$

$$16) T_{ш} = 10,2 \cdot 4,114 + 10,2 \cdot 0,6 \cdot 2 + 13,9 \cdot 0,29 + 8,38 \cdot 0,29 + 15 \cdot 0,29 + 22,28 = 87,33 \text{ мин.}$$

Время на изготовление четырех ферм одного типа составит $87,33 \cdot 4 = 349,33$ мин.

Определим время на третью операцию.

Масса сб. ед. 4(4 шт.) $m_1=1575,06$ кг; установка на монтажную площадку автокраном и фиксация $t_1=4,9 \cdot 4 + 0,5 \cdot 32 = 35,6$ мин.

Определим время на четвертую операцию.

Масса детали поз. 14 (8 шт.) $m_1=293,9$ кг; установка детали автокраном на сб. ед. $4t_1= 2,5 \cdot 8=20$ мин.; масса детали поз. 1 (8 шт.) $m_2=95,25$ кг; установка детали автокраном на сб. ед. $4t_2= 1,6 \cdot 8=12,8$ мин.; масса детали поз. 4 (16 шт.) $m_3=1,88$ кг; установка детали вручную на сб. ед. $4t_3= 0,34 \cdot 16= 5,44$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$17) 0,15 \cdot 128=19,2 \text{ мин.},$$

$$18) t_{в.и} = 20+12,8+5,44+19,2=57,44 \text{ мин.}$$

$$19) T_{н.ш-к} = (7,3+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (7,3+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (7,3+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,2 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (4,6+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 6,8 \text{ мин.},$$

$$20) T_{ш} = 10,2 \cdot 0,145 \cdot 32 + 6,8 \cdot 0,145 \cdot 32 + 10,2 \cdot 1,8 \cdot 2 + 10,2 \cdot 3,888 + 57,44 = 212,8$$

мин.

Данные расчетов сводим в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления каркаса автостоянки

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
1а	Сборочно-сварочная	338,29
1б	Сборочно-сварочная	339,89
1в	Сборочно-сварочная	339,89
2	Сборочно-сварочная	349,33
3	Монтажная	35,6
4	Сборочно-сварочная	212,8
Итого:		1615,81

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, $k_o = 1,3$;

$$m_M = 8651,44 \cdot 1,3 = 11246,872 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Формула вычисления расхода сварочной проволоки для сварки в углекислом газе [13]:

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

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;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 37,33 = 42,3 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [13]:

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

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

$$Q_{з.г.} = 14 \cdot 1306,97 = 18298 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Формуле расхода электроэнергии [13]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.21)$$

где U_c, I_c – параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Формула технологических потерь электроэнергии :

$$З_{тэ} = W_{тэ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.20)$$

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

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,7$ руб/кВт·ч;

$$W_{тэ} = \frac{27 \cdot 270 \cdot 2,178}{0,82} + \frac{29 \cdot 290 \cdot 19,605}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{21,783}{0,7} - 21,783 \right) = 220436 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 220,436 \cdot 5,7 = 1256,48 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

В развитии технического прогресса, большую роль играет такое результативное направление как механизация и автоматизация производственных и сварочных процессов.

Специфика производства состоит в резком различии объемов основных и дополнительных операций. Общий объем сварочных работ включает в себя: сварочные операции – 25-30 %, оставшаяся доля - иные вспомогательные работы, механизация и автоматизация которых происходит за счет так называемого механического сварочного оборудования. Роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства составляет 70-75% всего комплекса цехового оборудования [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Приспособление сборочно-сварочное.

В производстве корпуса автостоянки обычно используется магнитный шаблон.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Описание сборочной площадки

На сборочной площадке, рядом с местом монтажа каркаса автостоянки выделены места под складирование заготовок и для сборки сварки сборочных единиц. Перемещение крупногабаритных деталей осуществляется автокраном КС-55732-22 Челябинец 25 т. Сварка выполняется в сварочных палатках.

5.2 Расчет основных элементов производства

Составляющие производства - рабочие, ИТР, контролеры, аппараты, сырьё и потребление энергии [16].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

На участке сборки и сварки каркаса автостоянки производится сварка деталей каркаса, для этого требуется два комплекта оборудования.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Численность/состав одной сварочно-монтажной бригады полуавтоматической сварки на объекте составляет:

- подсобный рабочий 2 чел;
- электросварщик 2 чел;
- стропальщик 1 чел;
- машинист автокрана 1 чел.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

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 каркаса автостоянки допускает различные варианты решения.

Каркас автостоянки открытого типа, является частью автостоянки, служит для крепления крыши и стеновых профилей. Автостоянка предназначена для укрытия автотранспорта от неблагоприятных погодных условий.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает наилучшее выполнение поставленной задачи.

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 [25]:

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

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 российское сварочное оборудование полуавтомат СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221).

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления каркаса автостяжки приведены в таблице 3.8.

6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [25]:

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

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 [3]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221) 2 шт.	228960

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб. · год
СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221) 2 шт.	190037
Итого	190037

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [25]:

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

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	Ц _{пр} , руб	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Шаблон магнитный ФЮРА.000001.191.00.000 СБ	2500	1	250
ИТОГО			250

6.2.2 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [26]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M - N_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.4)$$

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

C_M – средняя оптовая цена стали Ст3сп на 01.01.2020, руб./кг:

для стали Ст3сп $C_M = 71,76$ руб./кг, при $m_M = 8651,44 \cdot 1,3 = 11246,87$ кг.;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [25].

N_0 – норма возвратных отходов, $N_0 = m_M \cdot 0,3 = 8651,44 \cdot 0,3 = 2595,43$ кг/шт;

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

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_M = 1,04 \cdot (11246,87 \cdot 71,76) - 2595,43 \cdot 20 = 787449,92 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [25]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{нд} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.5)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 42,3$ кг – для проволоки Св-08Г2С для предлагаемого технологического процесса;

$k_{нд}$ – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [14], $k_{п.с.} = 1,03$;

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

$C_{п.с.} = 78,8$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{п.с.спредл.} = (42,3 \cdot 78,8) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 3446,56 \text{ руб.}$$

6.2.3 Определение затрат на вспомогательные материалы

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

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (6.6)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02$ м³/ч.

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [25];

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость углекислоты, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 104 \text{ руб./ м}^3$;

T_0 – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 52,84$ ч.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 104 \cdot 52,84 = 6445,56 \text{ руб/изд.}$$

6.2.4 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

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

где TC – тарифная ставка на 01.01.2020, руб., $TC = 81$ руб.;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ – 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.

$$C_{з.п.сд} = 81 \cdot \frac{3810,59}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100} \right) = 15319,9 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

6.2.5 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

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

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

- для слесарей TC – 62 руб.;
- для контролер ОТК TC – 156 руб.;
- для МОП TC – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

Ч_{врj} – численность рабочих по соответствующей профессии;

F_d – действительный фонд рабочего времени, F_d = 1769 ч;

K_d – 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;

α₁, α₂, α₃, α₄ – 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:

$$C_{з.п.слесарей} = 62 \cdot 2 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 54437,58 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{з.п.вс.р} = C_{з.п.слесарей} + C_{з.п.отк} + C_{з.п.моп} = 54437,58 + 68485,99 + 24918,36 = 147841,93 \text{ руб.} \quad (6.9)$$

6.2.6 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot \text{Ч}_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.10)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 26850$ руб.;

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

$$C_{з.п.ауп} = 26850 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 929524,49 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.7 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [13]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o\right), \quad (6.11)$$

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 [14]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot \text{Ц}_э, \quad (6.12)$$

где $\text{Ц}_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $\text{Ц}_э = 6,25$ руб.

Затраты на электроэнергию: $C_{э.с.} = 3051,99$ руб.

6.2.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [25]:

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

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [25];

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

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

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

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

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	a_i , %	C_3 , руб/изд.
СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221)	14,3	8,68

6.2.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [25]:

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

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [25];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	С _п , шт.	С _{ап} , руб/ед. год
Шаблон магнитный ФЮРА.000001.191.00.000 СБ	2500	1	37,5

6.2.10 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [25]:

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

где R_m $R_{\text{э}}$ – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [25];

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000$ ч. [25].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T, ч	C_p , руб/год.
СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221)	7	1096	63,51	1,63
Итого:				1,63

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_n \cdot K, \quad (6.17)$$

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

ϵ_n – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,

$\dot{\epsilon}_H = 0,15$ (руб./ед)/руб. [25];

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

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = C_M + C_{B.M.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_3 + C_u + C_p + C_{зп.вс.р} \cdot 12 \cdot T_{ш} / \Phi_d + C_{зп.АУП} \cdot T_{ш} / \Phi_d, \quad (6.18)$$

где C_M – затраты на основной материал, руб;

$C_{B.M.}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб;

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

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

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

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

C_3 – затраты на амортизацию оборудования, руб;

C_u – затраты на амортизацию приспособлений, руб;

C_p – затраты на ремонт оборудования, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{co} + K_{пр} + K_{зд}. \quad (6.19)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 190037 + 250 = 190287 \text{ руб/изд.},$$

$$C = 787449,92 + 3776,56 + 6445,56 + 15319,9 + 3051,99 + 8,68 + 37,5 + 1,63 + \\ + (147841,93 \cdot 12 + 959524,49) \cdot 63,51 / 1739 = 915926,15 \text{ руб/изд.},$$

$$Z_{п}^2 = 915926,15 + 0,15 \cdot 190287 = 944469,17 \text{ руб/изд.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	1
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	-
3	Производственная площадь участка, м ²	525
4	Количество оборудования, шт.	2
5	Электросварщик, чел.	2
6	Подсобный рабочий, чел	2
7	Стропальщик, чел	1
8	Машинист автокрана	1
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Количество приведенных затрат, руб./изд.	944469,17

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 190287 руб;
- себестоимость продукции 915926,15 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 944469,15 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сварка и монтаж каркаса автостоянки. При изготовлении каркаса автостоянки осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа, слесарные операции.

При изготовлении каркаса автостоянки на участке используется следующее оборудование:

- СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221) 2 шт.
- шаблон магнитный ФЮРА.000001.191.00.000 СБ 2 шт.

Перемещение деталей производят автокраном КС-55732-22 Челябинец 25 т.

Изготавливаемое изделие, каркас автостоянки открытого типа, является частью автостоянки, служит для крепления крыши и стеновых профилей. Масса каркаса автостоянки составляет 8651,44 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки СтЗсп. Сварка производится в защитном газе CO₂ проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм.

Монтаж каркаса автостоянки выполняется на открытой местности. Для защиты зоны сварки от воздействия ветра применяются защитные палатки.

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 $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [27, 28].

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

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 [28].

Вентиляция при сварке в замкнутых и полужамкнутых пространствах.

Сварка внутри замкнутых и полужамкнутых пространств характеризуется быстрым образованием высоких концентраций газов и аэрозоля в зоне дыхания, а также неблагоприятными метеорологическими условиями, поэтому требует специальных санитарно-технических мероприятий. Условия работы при сварке внутри резервуаров усугубляются повышенным тепловым облучением и неудобным положением тела сварщика. По санитарным нормам СН 245-71 при облучении более 300 ккал/м²ч для создания нормальных условий труда необходимо применять воздушное душирование рабочего места.

В соответствии с «Санитарными правилами при сварке, наплавке и резке металлов» № 1009-73 подвижность подаваемого в замкнутые объемы воздуха должна быть 0,7-2 м/с, чтобы исключить возможность простудных заболеваний сварщиков. Температура подаваемого воздуха в холодный период года должна быть не ниже 20°С.

В соответствии с «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах» сварка внутри замкнутых пространств без вентиляции не допускается.

Удаление вредных газов и пыли производится с помощью вытяжного рукава SLE/SP СовПлим [29].

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- СВАРОГ ТЕСН MIG-5000 (N221);
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, углошлифовальная машина Вихрь УШМ-125/800 ГОСТ 12.2.013.3-2002, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (автокран) 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 [30].

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 [30].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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	-	-	-

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) [31].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [32]. При изготовлении каркаса автостоянки применяются подставки для укладки двутавровой балки.

4. Оптимальные условия микроклимата.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-

часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 7.2, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы величин, указанных в таблице 7.2 для отдельных категорий работ.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности [33].

Таблица 7.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозаграт, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Освещение, обеспечивающее нормальные зрительные условия работы, является важным фактором в организации производственного процесса.

Требуемый уровень освещения определяется степенью точности сборочных работ.

При сварке каркаса автостоянки применимо только световое время суток. В разные времена года оно различно. Так в летний период времени рабочий день составляет 12 часов, а в зимний – не более 8 часов, поэтому практический расчет освещения производится не будет.

ТК РФ Статья 152. Оплата сверхурочной работы. Сверхурочная работа оплачивается за первые два часа работы не менее чем в полуторном размере, за последующие часы - не менее чем в двойном размере. Конкретные размеры оплаты за сверхурочную работу могут определяться коллективным договором, локальным нормативным актом или трудовым договором. По желанию работника сверхурочная работа вместо повышенной оплаты может компенсироваться предоставлением дополнительного времени отдыха, но не менее времени, отработанного сверхурочно.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять

0,5-6 кал/см²·мин [34].

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, исключая попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.3.

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются палатки.

Таблица 7.3 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{TR}}{R_3 \cdot \eta_3}, \quad (7.2)$$

где R_3 – требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом, $R_3=5$ Ом;

η_3 – коэффициент экранирования, $\eta_3=0,8$.

$$n = \frac{13}{5 \cdot 0,8} = 3,7 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=4$ шт.

Сопrotивление металлической полосы, применяемой для соединения трубчатых заземлителей определяется по формуле:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \cdot h \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\Pi}^2}{b/n}, \quad (7.3)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_{Π} – длина полосы, см;

b – ширина полосы, см;

h – глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [32]:

$$l_{\Pi} = 1,05 \cdot a \cdot (n-1), \quad (7.4)$$

где a – расстояние между заземлениями, см;

$$a = 2 \cdot l_{\text{тр}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ см.} \quad (7.5)$$

$$l_{\Pi} = 1,05 \cdot 4 \cdot (4-1) = 13 \text{ м.}$$

$$R_{\Pi} = \frac{1 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1300}{80/4} = 18,4 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление всей системы, с учетом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_C = \frac{R_{\text{тр}} \cdot R_{\Pi}}{R_{\text{тр}} \cdot h_{\Pi} + R_{\Pi} \cdot \eta_{\text{э}} \cdot n}, \quad (7.6)$$

где $R_{\text{тр}}$ – сопротивление заземления одной трубы, Ом;

n – число труб заземлений, шт;

$\eta_{\text{э}}$ – коэффициент использования труб контура, $\eta_{\text{э}} = 0,8$;

h_{Π} – коэффициент использования соединительной полосы, $h_{\Pi} = 0,7$.

$$R_C = \frac{13 \cdot 18,4}{13 \cdot 0,7 + 18,4 \cdot 0,8 \cdot 4} = 3,5 \text{ Ом.}$$

В результате проведённых расчётов получаем, что система заземления состоит из четырёх труб, вертикально вбитых в землю диаметром 50 мм и длиной 2 метра. Сопротивление одиночного заземлителя равно 13 Ом. Соединены между собой отдельно вбитые элементы заземления металлической полосой.

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 частей каркаса автостоянки на месте установки, 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 [35].

Во время производства сварочных работ происходит выделение пыли с содержанием марганца, так же происходит выделение CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3). Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц $< 0,1 \text{ м/с}$ [31,32].

Так как производство является единичным и производится на открытом пространстве вытяжная вентиляция с фильтрами не применяется, удаление задымления и запыления происходит за счет естественного движения воздуха.

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо физиологическое обоснование требований к устройству оборудования, рабочего места, длительности периодов труда и отдыха и ряда других факторов, влияющих на работоспособность

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и т.д.

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха. Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

Важнейшим психофизиологическим средством повышения производительности является создание благоприятных отношений в коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной опасности можно рекомендовать проведение следующих мероприятий:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- соблюдение предельно допустимых норм деятельности;

- установление переменной нагрузки в соответствии с динамикой работоспособности;
- чередование различных рабочих операций или форм деятельности в течение рабочего дня;
- рациональное распределение функций между человеком и техническими устройствами;
- соответствие психофизиологических качеств человека характеру и сложности выполняемых работ; это соответствие достигается путем профессионального отбора, обучения и тренировок технологов-сварщиков.

Заключение

- В рамках организации развития производства, совершенствования качества производимой продукции и снижения затрат в настоящей выпускной квалификационной работе был рассчитан и спроектирован монтаж каркаса автостоянки открытого типа.
- Для монтажа и сварки каркаса автостоянки применен магнитный шаблон, рассчитаны режимы сварки, разработаны технологические карты.
- Дополнительно обоснован выбор типа сварки, сварочных материалов и оборудования.
- Организована проработка планов по безопасности жизнедеятельности, охраны труда и усовершенствованию организации труда.
- Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.
- Годовая производственная программа составляет 1 изделие.
- Площадь спроектированного участка – 525 м²;
- Количество приведенных затрат– 944469,15руб./изд.

Список использованных источников

1. Lincoln Electric CV-510 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.welding-russia.ru/catalog.html?itemid=10580>
2. Полуавтомат дуговой сварки КЕДР AlphaMIG-350S [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluavtomaticheskaya-svarka/poluavtomaty-perenosnoj-mpp/alphamig-350s-kedr/>
3. Сварочный полуавтомат СВАРОГ TECH MIG-5000 (N221) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluavtomaticheskaya-svarka/poluavtomaty-perenosnoj-mpp/mig-5000-n221-svarog/>
4. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
5. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов.радио, 1979. – 184 с.
6. Джонс Дж.К. Методы проектирования. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
7. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. – М.: Мир, 1969. – 440 с.
8. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.
9. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
10. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. – 247 с.
11. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.
12. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:

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

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

15. 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.

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

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

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

19. 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.

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

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

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

23. 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.

24. 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.
25. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. – 32 с.
26. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978 – 557 с.
27. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
28. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
29. Вытяжной рукав SLE/SP СовПлим [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://7-vz.com/category/vytjazhnoj-rukav-slesp/>
30. 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.
31. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.
32. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
33. "СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы" (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 N 21)
34. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.
35. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto->

[chto-selitebnaya-territoriya](#)