

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Реконструкция "осевой буксы" автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300

УДК 629.4.027.114/.117

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Мазник А.А.		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2022 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
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. 3-10А70

Мазник А.А.

Руководитель ВКР

Ильященко Д.П.

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП «Машиностроение»
 _____ Д. П. Ильященко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

ВКР бакалавра

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А70	Мазник Александру Александровичу

Тема работы:

Реконструкция "осевой буксы" автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24.01.2022, 24-21/с

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

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>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<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. Проектирование участка сборки-сварки. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА.000001.186.00.000 СБ ФЮРА.000002.186.00.000 ЛП ФЮРА.000003.186.00.000 ЛП ФЮРА.000004.186 ЛП ФЮРА.000005.186 ЛП ФЮРА.000006.186 ЛП ФЮРА.000007.186 ЛП ФЮРА.000008.186 ЛП
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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

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

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А70	Мазник А. А.		

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

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

Форма представления работы:

ВКР бакалавра <small>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)</small>

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

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

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	Обзор литературы	20
25.02.2022	Объекты и методы исследования	20
25.03.2022	Расчеты и аналитика	20
25.04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2022	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A70	Мазник А. А.		

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А70	Мазник Александру Александровичу

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

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	26622.64 руб. 2645 руб. 32460 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволка	403кг 56.20 кг
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

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

Задание выдал:

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

Консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А70	Мазник А. А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А70	Мазник Александру Александровичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

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

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
3-10А70	Мазник А. А.		

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки:

НТД – Научно-техническая документация;

ИТР – Инженерно-технические работники;

НД – Нормативная документация;

НТД – Нормативно-техническая документация;

УШС – Универсальный шаблон сварщика;

ВИК – Визуальный и измерительный контроль;

ВДС – Воздушно-дуговая строжка;

УШМ – Угловая шлифовальная машина;

РДС – Ручная дуговая сварка;

МП – Механизированная сварка плавящимся электродом.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 115 стр., 15 рисунков, 24 таблицы, 53 источника, 2 приложения, 8 л. графического материала.

Ключевые слова: ОСЕВАЯ БУКСА, ТРАПЕЦИЯ, РАБОЧЕЕ МЕСТО, ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ, СПОСОБ СВАРКИ, ШОВ, СВАРНОЕ ИЗДЕЛИЕ, ВРЕМЯ СВАРКИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

Объект исследования: Реконструкция осевой буксы большегрузного автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300.

Цель работы - разработка технологии реконструкции осевой буксы большегрузного автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300.

The purpose of the work is to develop a technology for the reconstruction of the axle box of the Terex Unit Rig MT3300 heavy-duty dump truck.

В процессе выполнения ВКР проводились: разработка тех. карт на реконструкцию осевой буксы, выбор основных материалов, выбор способа сварки, выполнение расчетов режимов сварки, выбор оборудования для сварки, выбор оснастки для реконструкции, выбор методов контроля сварки, разработка технологической документации, выполнение технического нормирования операций.

В результате выполнения ВКР: разработан технологический процесс на реконструкцию осевой буксы, выбран способ сварки, выполнены расчеты параметров режима сварки, выбрано оборудование для сварки, выбрана оснастка для реконструкции, выбраны методы контроля сварки, разработана технологическая документация, выполнено техническое нормирования операций.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Осевой буксы TEREX INIT RIG MT 3300

Габаритные размеры мм: 3595 x 1890 x 2130.

Abstract

Final qualifying work 115 pages, 15 figures, 24 tables, 53 sources, 2 appendices, 8 sheets graphic material.

Keywords: AXIAL AXLE BOX, TRAPEZOID, WORKPLACE, TECHNICAL REGULATION, WELDING METHOD, SEAM, WELDED PRODUCT, WELDING TIME, TECHNICAL DOCUMENTATION.

The object of the study is: Reconstruction of the axle box of the Terex Unit Rig MT 3300 heavy-duty dump truck.

The purpose of the work is to develop a technology for the reconstruction of the axle box of the Terex Unit Rig MT 3300 heavy-duty dump truck.

The purpose of the work is to develop a technology for the reconstruction of the axle box of the Terex Unit Rig MT3300 heavy-duty dump truck.

During the implementation of the WRC, the following were carried out: development of technical maps for the reconstruction of the axial axle box, the choice of basic materials, the choice of welding method, the calculation of welding modes, the choice of welding equipment, the choice of equipment for reconstruction, the choice of welding control methods, the development of technological documentation, the implementation of technical rationing operations.

As a result of the implementation of the WRC: developed technical maps for the reconstruction of the axial axle box, the main materials were selected, the welding method was selected, calculations of welding modes were performed, welding equipment was selected, tooling for reconstruction was selected, welding control methods were selected, technological documentation was developed, technical rationing of operations was performed.

Main design, technological and technical and operational characteristics: Axial axle boxes TEREX INIT RIG MT 3300

Overall dimensions mm: 3595 x 1890 x 2130

Содержание

Введение	9
1. Обзор литературы.....	10
1.1 Условия эксплуатации и эксплуатационной надёжности.	10
1.2 Разрушение материалов типы и виды разрушений.	11
1.3 Механизированная сварка и защитный газ.....	12
1.4 Заключение	14
2 Объект и методы исследования	16
2.1 Описание сварной конструкции	16
2.2 Требования НТД, предъявляемые к конструкции	18
2.2.1 Требования к подготовке кромок	20
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения.....	21
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	22
2.2.4 Требования к сварке	22
2.2.5 Требования к контролю.....	27
2.2.6 Требования к оформлению документации.....	28
2.3 Методы и средства проектирования	28
2.4 Постановка задачи.....	29
3. Разработка технологических карт	30
3.1 Анализ исходных данных	30
3.1.1 Основные материалы.....	30
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки.....	33
3.1.3 Выбор сварочных материалов	34
3.1.4 Расчёт режимов сварки	35
3.1.5 Выбор основного оборудования	38

3.2	Выбор оснастки	45
3.3	Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	48
3.4	Составление схем узловой и общей сборки.....	53
3.5	Разработка технологической документации.....	54
3.6	Разработка технологической документации.....	55
3.7	Техническое нормирование операций	56
3.8	Материальное нормирование	58
3.8.1	Расход металла.....	58
3.8.2	Расход сварочной проволоки и электродов	58
3.8.3	Расход защитного газа.....	60
3.8.4	Расход электроэнергии.....	60
4	Проектирование участка сборки сварки	61
4.1	Состав сборочно-сварочного цеха.....	61
4.2	Определение количества необходимого оборудования	61
4.3	Определение состава и численности рабочих	62
4.4	Пространственное расположение производственного процесса.....	63
4.4.1	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	63
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
5.1	Финансирование проекта и маркетинг.....	64
5.2	Экономический анализ техпроцесса	64
5.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды.....	65
5.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	65
5.2.1.2	Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование ..	67
5.2.1.3	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями.....	67

5.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	67
5.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	68
5.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	69
5.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	70
5.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	70
5.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала ...	71
5.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	72
5.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	72
5.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	73
5.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения	74
5.3 Расчет технико-экономической эффективности	75
5.4 Основные технико-экономические показатели участка	75
6 Социальная ответственность	77
6.1 Описание рабочего места.....	77
6.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	78
6.2.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	85
6.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	85
6.4 Охрана окружающей среды	87
6.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	88
6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
6.7 Заключение по разделу социальная ответственность	91
Заключение	93
Библиография	94
Приложение А (Технологический процесс сборки-сварки)	94

Приложение Б (Спецификация осевая букса)76

Диск CD-R	В конверте на обложке
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.000001.186.00.000 СБ Осевая букса Сборочный чертёж	Формат А1
ФЮРА.000002.186.00.000 ЛП Осевая букса	Формат А1
ФЮРА.000003.186.00.000 ЛП Детализовка	Формат А1
ФЮРА.000004.186 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000005.186 ЛП Технологическая схема сборки	Формат А1
ФЮРА.000006.186 ЛП Карта организации труда	Формат А1
ФЮРА.000007.186 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000008.186 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1

Введение

Алмазоносная руда, добытая из недр земли, перевозится автомобилями большой вместимостью. В ходе перевозки груза могут происходить различные повреждения целостности ходовой части, которые необходимо своевременно устранять. Эксплуатация автосамосвалов TEREX Unit Rig MT 3300, которые используются на производственных площадках АК АЛРОСА, происходит в условиях низких температур.

Осевая букса — это большой кожух, расположенный в задней части автосамосвала прямо под рамой и самосвальным кузовом и предназначенный для крепления колесных мотор-редукторов.

Осевая букса работает в тяжелых условиях, подвергается непосредственному воздействию высоких статических и динамических нагрузок.

К данному узлу предъявляются повышенные требования при проведении ремонта в связи с этим разработка технологического процесса её реконструкции является актуальной задачей. Повышенные требования, предъявляемые в процессе производства сварочных работ, необходимо обеспечивать путем применения современного сварочного оборудования, оснастки и квалифицированных аттестованных сварщиков.

1. Обзор литературы

1.1 Условия эксплуатации и эксплуатационной надёжности.

Одним из базовых узлов, определяющими ресурс карьерного автосамосвала в целом, является осевая букса.

Осевая букса представляет пространственную систему, рассчитанную на статические нагрузки, жесткость и динамическую прочность. [1] При соблюдении условий эксплуатации такие как; своевременное обслуживание точек крепления осевой буксы, соблюдение норм загрузки автосамосвалов в зависимости от глубины их эксплуатации и состояние технологических дорог в карьерах. То срок эксплуатации осевой буксы без поломок составляет от 3 до 5 лет. Однако при несоблюдении этих условий, а также несоблюдении скоростных режимов по дорогам ненадлежащего качества происходит трещинообразование. Которое возможно восстановить с помощью своевременной разделки и заварки дефектного участка. Деформация металлического материала при достижении определенных напряжений может заканчиваться его разрушением.

Следовательно, в большинстве случаев при появлении повреждения или же отказа осевой буксы, которые невозможно устранить при текущем ремонте, самосвал становится в ремонтный бокс на долгосрочный ремонт с полным разбором задней ходовой части и ожиданием по выполнению работ связанных с разбором, восстановлением, и сборкой осевой буксы, что влечёт за собой простой техники, также разбор автосамосвала требует двух ремонтных мест в связи с чем сокращается наличие мест на постановку и обслуживания других а/с материальные и финансовые затраты достигают примерно 70 % общих затрат на текущие ремонты (один час простоя автосамосвала на ремонте обходится компании примерно в 3000\$), поэтому и было предложено произвести реконструкцию осевой буксы с её последующей заменой и установкой на действующий исправный автосамосвал.

1.2 Разрушение материалов типы и виды разрушений.

Под разрушением принято понимать процесс необратимого нарушения сплошности материала и разделение его на отдельные части под действием напряжений.

При этом разрушение представляет собой процесс, состоящий из ряда последовательных стадий, которые включают, а) зарождение трещин субмикроскопических размеров, б) их развитие и, наконец, в) заключительное макроскопическое разделение образца на отдельные части.

Типы разрушения материалов

Имеются следующие три вида напряжений: сжимающие (отрицательные нормальные), растягивающие (положительные нормальные), касательные. Сжимающие напряжения разрушения не вызывают, оно происходит в результате воздействия растягивающих или касательных напряжений.

По этой причине принято считать, что, отрыв обычно соответствует так называемому хрупкому разрушению, а срез вязкому разрушению.

Вместе с тем существуют иные, специфические по характеру случаи разрушения - усталостное, а также разрушение при ползучести.

Усталостное разрушение

Большинство изделий в процессе эксплуатации испытывает воздействие повторно-переменных, так называемых циклических силовых воздействий (нагрузок), меняющих с течением времени свою величину и направление (знак) действия. Соответственно в материале возникают циклические напряжения. Под их действием в материале зарождаются и постепенно развиваются трещины, вызывающие в итоге разрушение. [15] Опасность такого разрушения связана с двумя причинами:

- 1) усталостное разрушение не сопровождается заметной макродеформацией изделия и поэтому его трудно предупредить;

- 2) оно может развиваться в условиях действия незначительных напряжений, намного меньших временного сопротивления разрыву и предела

текучести, то есть при напряжениях, при которых рассчитана работа изделия.

Отказы большегрузных карьерных автосамосвалов можно подразделить на четыре основные группы:

по схеме возникновения - внезапные, постепенные

по причине возникновения конструктивные, технологические, износосвые

по характеру проявления - явные и неявные.

1.3 Механизированная сварка и защитный газ.

Механизированная сварка в защитных газах имеет высокую производительность, легко поддается автоматизации и позволяет выполнять соединение металлов без применения электродных покрытий и флюсов.

Сварка в защитных газах является одним из способов дуговой сварки. При этом способе в зону дуги подается защитный газ, струя которого, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха, окисления и азотирования. Сварка в защитных газах отличается следующими преимуществами: высокая производительность (в 2...3 раза выше обычной ручной дуговой сварки), возможность сварки в любых пространственных положениях, хорошая защита зоны сварки от кислорода и азота атмосферы, отсутствие необходимости очистки шва от шлаков и зачистки шва при многослойной сварке; малая зона термического влияния; относительно малые деформации изделий; возможность наблюдения за процессом формирования шва; доступность механизации и автоматизации.

Недостатками этого способа сварки являются необходимость принятия мер, предотвращающих сдувание струи защитного газа в процессе сварки, применение газовой аппаратуры, а в некоторых случаях и применение относительно дорогих защитных газов.

Для защиты зоны сварки используют инертные газы гелий и аргон, а также активные газы – азот, водород и углекислый газ. Применяют также смеси

отдельных газов в различных пропорциях. Такая газовая защита оттесняет от зоны сварки окружающий воздух. При сварке в монтажных условиях или в условиях, когда возможно сдувание газовой защиты, используют дополнительные защитные устройства. Эффективность газовой защиты зоны сварки зависит от типа свариваемого соединения скорости сварки. На защиту влияет также размер сопла, расход защитного газа и расстояние от сопла до изделия (оно должно быть 5–40 мм).

Преимущества сварки в защитных газах следующие:

- нет необходимости применять флюсы или покрытия, следовательно, не требуется очищать швы от шлака;
- высокая производительность и степень концентрации тепла источника позволяет значительно сократить зону структурных превращений;
- незначительное взаимодействие металла шва с кислородом и азотом воздуха;
- простота наблюдения за процессом сварки;
- возможность механизации и автоматизации процессов;
- защитный газ.

Сварка в CO_2 имеет ряд существенных недостатков:

- повышенное разбрызгивание расплавленного металла, обуславливающее большие потери электродного металла и необходимость зачистки сварного изделия;
- недостаточное сопротивление хрупкому разрушению, особенно при низких температурах.

Снизить потери электродного металла возможно путем создания источников питания инверторного типа, а также использования в качестве защитной среды смеси газов на основе аргона. Разбрызгивание электродного металла можно устранить, если добиться струйного переноса электродных капель. При механизированной сварке в углекислом газе это возможно только при значительных плотностях тока, что затрудняет проведение сварочных работ и не обеспечивает надежного управления процессом. Более благоприятные условия плавления электродной проволоки обеспечиваются при замене чистого

углекислого газа на смеси, содержащие аргон и кислород. В этом случае переход к струйному переносу происходит при меньших значениях плотности тока. [4]

Применение смеси ISO 14175-M21-ArC-25 в качестве защитной среды значительно снижает потери металла на разбрызгивание. При этом улучшается внешний вид шва. Процесс сварки в смеси ISO 14175-M21-ArC-25 более стабилен, чем в чистых газах, перенос электродного металла более мелкокапельный, разбрызгивание минимальное. Процесс расплавления сварочной проволоки в смеси ISO 14175-M21-ArC-25 и происходит с охватыванием дугой боковых поверхностей проволоки, конец проволоки хорошо прогревается, что способствует отрыву более мелких капель по сравнению со сваркой в CO₂. Наличие в смеси углекислого газа повышает давление в дуге, что не позволяет капле расти до больших размеров, как происходит при сварке в Ar на докритических токах. Поэтому разбрызгивание меньше, чем при сварке в CO₂ и при сварке в Ar. В диапазоне оптимальных токов применение смеси Ar + CO₂ позволяет уменьшить разбрызгивание в 4-8 раз. [3]

По сравнению со сваркой в CO₂ сварка в смеси ISO 14175-M21-ArC-25 позволяет улучшить показатели пластичности сварного шва.

Швы при сварке в смесях ISO 14175-M21-ArC-25 отличаются высокой стойкостью против трещин, пор и других дефектов. Микроструктура металла шва при МС более мелкозернистая, чем при РДС. Добавка углекислого газа к аргону заметно уменьшает интенсивность излучения дуги и тем самым улучшает условия труда сварщиков согласно [4].

1.4 Заключение

Наиболее распространённым видом повреждений отказов осевых букс автосамосвалов является возникновение усталостных изломов в её наиболее нагруженных местах, что обусловлено действием переменных нагрузок, когда разрушение наступает после повторно-переменных, так называемых циклических силовых воздействий (нагрузок).

В результате большого количества переменных нагрузок возникают зоны концентрации напряжения, что приводит к тому, что макротрещины в материале становятся глубже и прогрессируют до полного разрушения.

Проведённый обзор литературы ([1],[15]), позволил установить что при реконструкции осевой буксы наиболее оптимальным условием является использование механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов, которая обеспечивает высокую производительность и позволяет получить сварные соединения с заданными эксплуатационными свойствами.

2 Объект и методы исследования

Алмазоносная руда, добытая из недр земли, перевозится большегрузными автосамосвалами. В ходе перевозки груза могут происходить различные повреждения целостности ходовой части, которые необходимо своевременно устранять. Осуществление ремонта осевых букс большегрузных автосамосвалов Unit Rig, которые используются на производственных площадках АК АЛРОСА, происходит с применением высококачественной сварки и использованием технологичного сварочного оборудования и материалов, предусмотренных данным технологическим процессом.

Объектом исследования является; автосамосвал Terex Unit Rig MT 3300.

Методом исследования в выпускной квалификационной работе является разработка технологического процесса реконструкции и участка сборки-сварки осевой буксы автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300.

2.1 Описание сварной конструкции

Автосамосвалы и другая горнотранспортная техника, эксплуатируемая на карьерах для транспортирования руды и вскрышных пород относится к «Опасным производственным объектам» [5]. Поэтому при реконструкции осевой буксы руководствуемся документацией НАКС [5] по группе технических устройств на горнодобывающее оборудование (ГДО).

Рассматриваемая конструкция – осевая букса большегрузного автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.000001.186.00.000

Объект исследования: Большегрузный автосамосвал Terex Unit Rig представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Большегрузный автосамосвал Terex Unit Rig

Предмет исследования: Осевая букса автосамосвала Terex Unit Rig представлена на рисунке 2.

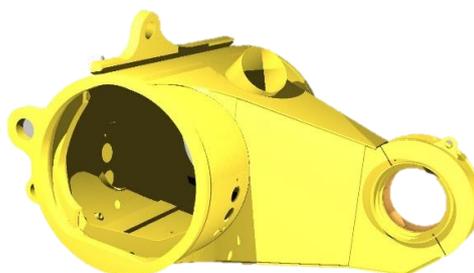


Рисунок 2 – Осевая букса

Габаритные размеры мм: 3595 x 1890 x 2130

Масса: 6120 кг

Реконструкция осевой буксы представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из семи сборочных единиц и трубы воздуховода.

Осевая букса изготавливается из высокопрочной стали и крепится к раме в четырех точках.

Узел подшипника носового конуса в передней части осевой буксы служит точкой крепления. Он состоит из большого сферического подшипника, который крепится к нижней поперечине на главной раме.

Верхняя часть осевой буксы крепится к раме при помощи радиальной, или диагональной, тяги. Она предназначена для ограничения бокового смещения осевой буксы и обеспечения свободного вертикального перемещения и колебания.

Задняя часть осевой буксы соединяется с нижней частью узлов задней подвески. Верхняя часть задних подвесок крепится к задней части главной рамы.
[1]

2.2 Требования НТД, предъявляемые к конструкции

Нормативно техническая документация регламентирующая проведение реконструкции осевой буксы.

- Приказ от 11 декабря 2020 года N 519 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах"[6];

– ГОСТ Р 59604.1-2021 Система аттестации сварочного производства. Часть 1. Общие требования.

Настоящий документ составлен по результатам анализа и систематизации опыта работ по аттестации сварочных материалов в соответствии с «Порядком применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов и содержит рекомендации, которые разъясняют некоторые положения указанного документа и унифицируют методологию выполнения и оформления работ. [7]

– ГОСТ Р 59604.5-2021 Система аттестации сварочного производства. Часть 5. Аттестация сварочного оборудования.

Документ устанавливает порядок проведения аттестации сварочного оборудования, используемого при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, а также порядок оформления результатов

аттестации этого оборудования и применяется в части, не противоречащей действующим законодательным и иным нормативным правовым актам. [8]

- РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

Настоящий документ устанавливает порядок применения технологий сварки (наплавки), предназначенных для использования и/или используемых при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов, а также требования и условия проведения испытаний, аттестации и оформления их результатов. [9]

- РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»

Настоящая Инструкция устанавливает порядок проведения визуального и измерительного контроля основного материала (далее материал) и сварных соединений (наплавки) при изготовлении, строительстве, монтаже, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России. [10]

- ГОСТ 14771-76 " Дуговая сварка в защитном газе соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры"

Настоящий документ устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварочных швов в зависимости от сварочного соединения, наличия скоса кромок и т.д. [11]

Реконструкция осевой буксы выполняется согласно технологической инструкции «Механизированная сварка в среде защитных газов, соединения сварные объектов горнодобывающего оборудования» (АГОК-МП-ГДО1-001) [12].

Сварка выполняется относительно рекомендации по сварке сталей фирмы

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Для подготовки кромок трапеции осевой буксы и её сегментов пользуемся ГОСТ 14771-76 " Дуговая сварка в защитном газе соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [14]

Деталь (сегмент) подготавливают под сварку, согласно эскизов, указанных в настоящей технологической документации, затем подготовленную деталь (сегмент) собирают под сварку. Точность сборки контролируется шаблонами, измерительными приборами и щупами. Сборка выполняется с использованием прихваток - коротких швов.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20-30 мм. перед сборкой должны быть очищены от ржавчины, грязи, масла, и др. [12]

При необходимости непосредственно перед сваркой производится дополнительная зачистка мест сварки и удаление конденсационной влаги; элементы, покрытые льдом, должны быть нагреты и просушены; продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Основной металл перед сборкой в местах сварки необходимо очистить от влаги, масла, ржавчины и прочих загрязнений. К поверхностям, подготовленным для сварки, предъявляются следующие требования:

Выровненная поверхность. Должны быть исключены искривления, коробление, поверхностные дефекты, чистота. Должны быть удалены окисные пленки, ржавчина, окалина, пыль и стружка, лакокрасочные покрытия и смазка. Точность разделки кромок. Недопустимы перепады угла скоса и притупления.

По ГОСТ 14771-76 [11] выбираем тип соединения, для подготовки кромок свариваемых деталей представлены в таблица 1.

Таблица 1 – Тип сварного соединения.

№	Тип соединения	Кол-во швов	Скос кромки	Толщина деталей	Способ сварки	Обозначения
1	С-19	2	есть	S=20; S1=12	ИП/УП	ГОСТ 14771-76-С-19
2	С-20	1	есть	S=20; S1=20	ИП/УП	ГОСТ 14771-76-С-20
3	Т-6	4	есть	S=20; S1=12	ИП/УП	ГОСТ 14771-76-Т-6
5	Н-1	3	нету	S=20; S1=12	ИП/УП	ГОСТ 14771-76-Н-1
6	Н-1	1	нету	S=4; S1=20	ИП/УП	ГОСТ 14771-76-Н-1

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

Методы сборки элементов под сварку должны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом. При сборке допускается применение методов подгонки, которые должны исключать появление дополнительных напряжений в металле или повреждений поверхности металла. [12]

Подготовленные к сборке под сварку кромки элементов аппаратов и прилегающие к ним поверхности основного металла, а также величина зазора между кромками должны быть в соответствии с требованиями чертежей и действующих стандартов на сварку. Сварщик приступает к сварке только после установления контролером ОТК правильности сборки и тщательности зачистки всех поверхностей металла, подлежащих сварке. [12]

Сборка сварного соединения проводится с помощью использования сборочного–сварочных приспособлений таких как струбцины, щипцы зажимные, размеры перед сваркой проверяются шаблонами, выполненными из прочного картона, а также линеек и угольников.

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

При изготовлении, монтаже, ремонте осевых букс должна применяться технология сварки, в соответствии с требованиями (АГОК-МП-ГДО1-001). Для выполнения сварки должны применяться исправные установки, аппаратура и приспособления, обеспечивающие соблюдение требований НТД. [12]

Прихватки необходимо располагать только в местах наложения сварных швов. Катет шва прихваток под механизированную сварку должен быть 3—6 мм и при наложении основного шва прихватка должна быть переплавлена. Прихватки должны располагаться равномерно длина прихваток должна быть не менее 50 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3—0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм. [12]

Разработанная на предприятии технологическая инструкция предписывает правильное выполнение сварки стальных конструкций.

К производству сварочных работ допускаются сварщики, аттестованные в соответствии с 14. ГОСТ Р 59604.2—2021 Система аттестации сварочного производства. Часть 2 Аттестация персонала. [14]

2.2.4 Требования к сварке

К сварке листового проката следует приступать после приемки сборочных работ ответственным лицом, а также после проверки условий производства работ и выполнения мероприятий по обеспечению безопасности производства работ (защита от атмосферных осадков, наличие площадок, лесов, подмостей, приставных лестниц и др.). Последовательность выполнения сварных швов должна быть такой, чтобы деформации конструкции были минимальными и были предотвращены появления трещин в сварных соединениях. Сварку необходимо выполнять на стабильном режиме. Швы длиной более 1 м, выполняемые механизированной сваркой в среде защитных газов плавящимся электродом, следует сваривать обратноступенчатым

способом. При сварке длинных швов всю длину шва следует разбивать на ступени. Сварку ступени нужно проводить в направлении, обратном основному направлению сварки. Швы соединений листовых объемных и сплошностенчатых конструкций толщиной более 20 мм. при механизированной сварке следует выполнять с применением техники сварки, обеспечивающей уменьшение скорости охлаждения сварного соединения (секционным обратноступенчатым, секционным двойным слоем (блоками), каскадом, секционным каскадом) представлено на рисунке 3. [12]

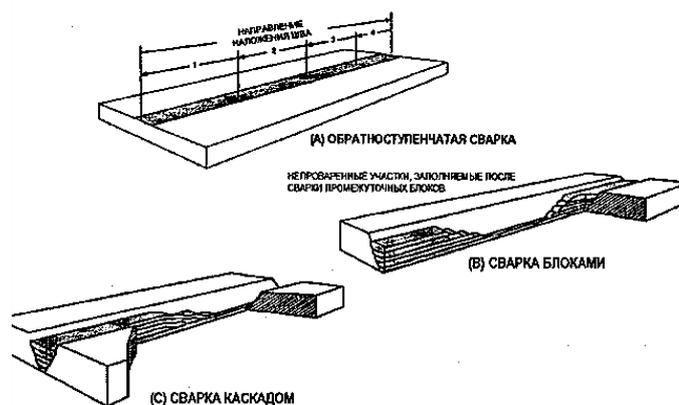


Рисунок 3 – (А-обратноступенчатая сварка, В-сварка Блоками, С-сварка каскадом)

При сварке перекрещивающихся швов в первую очередь следует сваривать швы, выполнение которых не создает жесткого контура для остальных швов. Нельзя прерывать сварку в месте пересечения и сопряжения швов. Стыковые швы должны быть выполнены в первую очередь, а угловые - во вторую. При ручной дуговой сварке сварные швы необходимо выполнять многослойным способом; каждый слой шва перед наложением последующего слоя должен быть очищен от шлака и брызг. [12]

Методы сварки

Сварка многослойная, количество слоев определяется по месту. Порядок наложения слоев показан на рисунке 4.

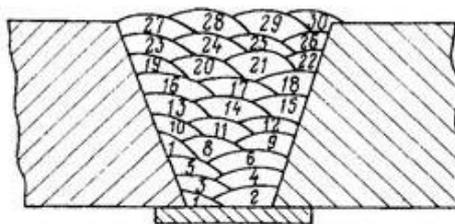


Рисунок 4 – Порядок наложения слоёв

Для равномерного распределения температуры и значительное снижение сварочных деформаций применять сварку каскадом;

при каскадном способе весь шов разбить на участки и сварку вести непрерывно, после окончания сварки слоя на первом участке, продолжать выполнение следующего слоя второго участка по неостывшему предыдущему слою.

Допускаются только узкие валики сварных швов. (под узким валиком определяется сварной шов с минимальным перемещением проволоки из стороны в сторону представлен на рисунке 5.

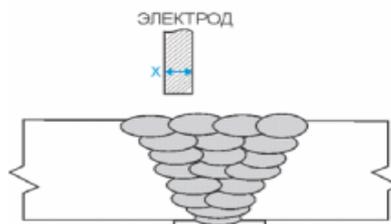


Рисунок 5 – Узкий валик

В случае многопроходных сварных швов начало и завершение должны совпадать с отдельными проходами.

Все вертикальные сварные швы должны выполняться снизу-вверх.

Начало и завершение прохода должно начинаться до или после угла конструкции.

Запрещается выполнение сварки с закупориванием. Сварка с закупориванием определяется как добавление фрагмента инородного материала или металла в сварной шов и сварка поверх него для сокращения времени и количества расходных материалов, необходимых для выполнения сварного шва.

Все прихваточные сварные швы должны рассматриваться как равноценные конструкционным швам, с применением тех же ограничений к предварительному нагреву и промежуточным проходам.

Требования к очистке в процессе сварки.

1. Перед началом сварки вся окалина, шлаки, консистентная смазка, масло, вода, краска, ржавчина, грязь и другие загрязнения должны быть удалены на расстоянии не менее 50 мм от кромки сварного шва.

2. Во время сварки необходимо выполнение чистки между всеми отдельными проходами.

3. После сварки воспользуйтесь соответствующими методами удаления шлака и брызг сварки со сварного шва и из зоны сварки.

Температура между проходами, относительно рекомендации по сварке сталей фирмы SSAB «STRENGTH» [13]

Температура предварительного прогрева и между проходами.

Для получения качественного сварного соединения необходимо соблюдение теплового режима, который включает следующие операции:

- предварительный подогрев;
- сопутствующий подогрев;
- послесварочный подогрев;

Методы поддержания температуры предварительного прогрева и между проходами являются ключевыми элементами выполнения качественного сварного шва.

Предварительный прогрев определяется как температура базового металла в области, окружающей начальную точку сварного шва непосредственно перед началом удаления материала или сварки при помощи дугового разряда.

- Тепло подается от внешнего источника тепла
- Температура между проходами определяется как температура базового металла, создаваемая процессом сварки.
- Тепло поступает от процесса сварки.

Перед любым проходом сварного шва выполнить контроль температуры между проходами на расстоянии в 75 мм и в 150мм от активного сварного шва представлен на рисунке 6.

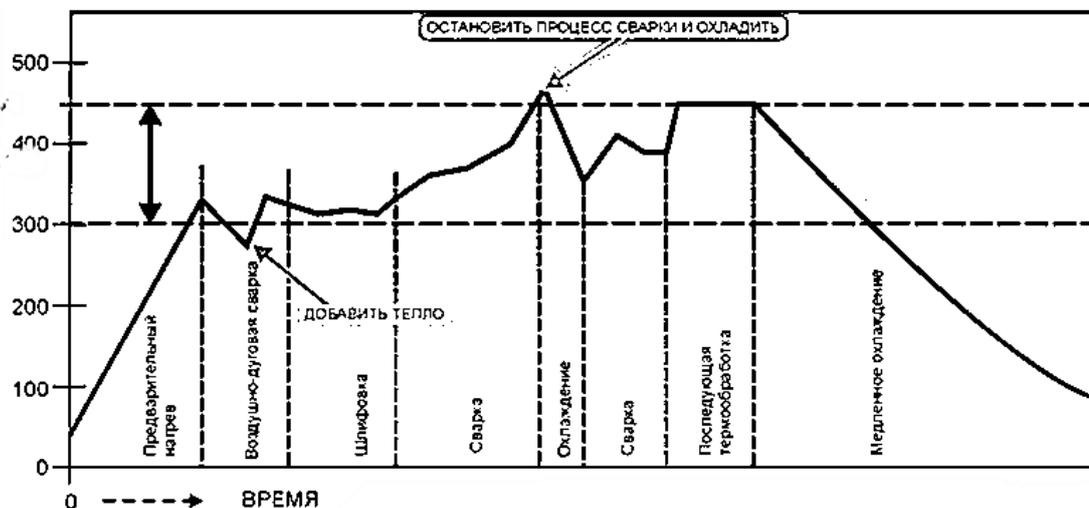


Рисунок 6 – Температура между проходами.

- Примечания: (1. Температура предварительного разогрева (150° C)
2. Температура между промежуточными проходами 230° C)

Если температура превышает эту максимально допустимую температуру, процесс сварки должен быть остановлен до тех пор, пока температура снова не опустится ниже этого уровня, представленного на рисунке 7.

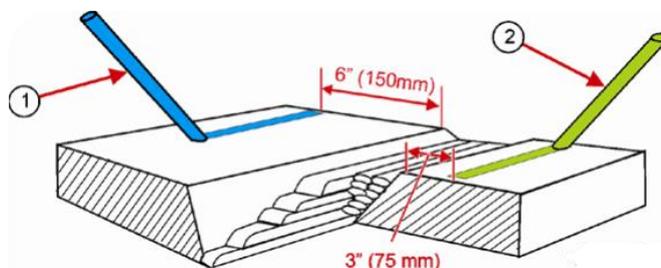


Рисунок 7 – Поддержание оптимальной температуры в течении всего процесса сварки.

Примечание: 1. («Добавить тепло» увеличить нагрев для повышения температуры до 150° C. Увеличить нагрев в случае падения температуры ниже

150° С), 2. («Остановить процесс сварки и дать остыть» если температура между проходами поднимается выше 230° С.).

Процедура последующей термообработки и охлаждения.

1. Эта операция, как правило, требуется и задается после любого ремонта многопроходным методом.

2. Увеличьте температуры в зоне в пределах 150 мм во всех направлениях от места ремонта сваркой до 230° С.

3. После того, как будет достигнута температура в этом диапазоне отслеживайте ее в течение не менее, чем 1 часа. Один час – это время, обычно требуемое для большинства ремонтных работ.

После истечения этого времени накройте зону сварного шва термоматами и дождитесь медленного остывания сварного шва до температуры окружающего воздуха.

2.2.5 Требования к контролю

В процессе выполнения сварочных работ необходимо осуществлять входной контроль проектной документации на ее соответствие в части сборочно-сварочных работ требованиям НТД и контроль в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012. [16]

При операционном контроле следует проверять:

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

При операционном контроле в процессе сварки осуществляют наблюдение за обеспечением строгого соблюдения режимов сварки (по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на сварочных агрегатах, постах, машинах и т.п.), порядка наложения слоев и их

количеством, применяемых материалов для сварки корневого и заполняющих слоев, времени перерывов между сваркой корневого шва и "горячем проходом" и других требований. [17]

2.2.6 Требования к оформлению документации

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами:

- ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль»;
- ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы»;
- ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки»;
- ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка». [18]

2.3 Методы и средства проектирования

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

Чертежи выполнялись в программе Компас-3D V18.1.

Техническое и материальное нормирование операций, экономическая часть. Расчеты производились в программе Mathcad 14.

Тех. процесс выполнялся в программе СПРУТ-ТП-Н

2.4 Постановка задачи

При выполнении ВКР по разработке технологии реконструкции осевой буксы А/с Terex Unit Rig MT 3300 необходимо выполнить следующие задачи;

разработать технологический процесс восстановления днища ковша;

- выбрать способ сварки; произвести расчет режимов сварки;
- выбрать оборудование для сварки;
- выбрать метод контроля сварки;
- разработать технологический процесс;
- выполнить техническое нормирование операций.

В процессе выполнения ВКР требуется разработать и спланировать участок реконструкция осевой буксы большегрузного автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300, включая техническое нормирование операций, определение состава необходимых элементов производства.

3. Разработка технологических карт

Технологическая карта сварки — это технологический документ, содержащий в краткой форме информацию о сварке конкретных или однотипных сварных соединений с указанием их характеристик, применяемого сварочного оборудования, параметров сборки, сварки и требований к контролю, позволяющий выполнить сварное соединение в соответствии с требованиями нормативной документации.

3.1 Анализ исходных данных

Рассматриваемая конструкция – осевая букса большегрузного автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300.

Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.000001.186.00.000 СБ.

Предмет исследования: Осевая букса

Габаритные размеры мм: 3595 x 1890 x 2130

Масса: 6120 кг

3.1.1 Основные материалы

Осевая букса изготавливается из сталей; Strenx 460, 09Г2С.

Узел, который будет реконструирован изготовлен из стали STRENX 460 является продукцией Шведской металлургической компании SSAB и химический состав стали - её авторский секрет, поэтому в ремонтных работах рекомендовано опираться на аналог соответствия российского стандарта. Так предполагается, что осевая букса и её элементы изготовлены из стали 09Г2С, следовательно, для изготовления сборочных единиц принимаем сталь 09Г2С.

Сталь Strenx 460 – это высокопрочная сталь с минимальным пределом текучести 490-565 Мпа, в зависимости от толщины плоского проката.

Предназначена для производства холодногнутох и сварных металлоизделий, для которых предъявляют повышенные требования к низкой массе при высокой прочности, увеличенной полезной нагрузке и несущей способности [13]. Механические свойства представлены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Механические свойства стали Strenx 460 [11]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_6 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
285-365	450-515	22	0,63-0,74

09Г2С – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных металлоконструкций, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением.[19]

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

Таблица 3.3 – Химический состав стали 09Г2С, % (ГОСТ 19281-2014) [35]

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

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 09Г2С [20]

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

Технология сварки (вид сварки, сварочные материалы, техника сварки) выбирается в зависимости от основного показателя свариваемости (или сочетаний нескольких показателей) для каждого конкретного материала.

Свариваемость различных металлов и сплавов зависит от степени легирования, структуры и содержания примесей. Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод. С увеличением содержания углерода, а также ряда других легирующих элементов свариваемость сталей ухудшается.

Главными трудностями при сварке конструкционных низкоуглеродистых, низколегированных, а также среднелегированных сталей являются: [20]

- чувствительность к закаливанию и образованию холодных трещин;
- склонность к образованию горячих трещин;
- обеспечение равнопрочности сварного соединения.

Чем выше содержание углерода в стали, тем выше опасность холодных и горячих трещин и труднее обеспечить равнопрочность сварного соединения. Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного химического состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле:

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

В зависимости от эквивалентного содержания углерода и связанной с этим склонности к закалке и образованию холодных трещин стали по свариваемости делят на четыре группы

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

Если углеродный эквивалент $C_{\text{ЭКВ}}$ больше 0,35 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. [34]

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

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

Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 1050-74. Эта сталь относится к второй группе свариваемости и обладает удовлетворительной свариваемостью.

Данные о химическом составе, не предоставлены с завода изготовителя, известно только эквивалентное содержание углерода (из техпаспорта на сталь) для стали Strenx 460 принимаем;

$$C_{\text{ЭКВ}}= 0.37$$

Эта сталь относится к третьей группе свариваемости и обладает ограниченной свариваемостью.

Удовлетворительно сваривающиеся стали ($C_{э}=0,25\div 0,35$ %) мало склонны к образованию холодных трещин при правильном подборе режимов сварки, в ряде случаев требуется подогрев. Ограниченно сваривающиеся стали ($C_{э}=0,36\div 0,45$ %) склонны к трещинообразованию, возможность регулирования сопротивляемости образованию трещин изменением режимов сварки ограничена, требуется подогрев. [21]

Следовательно, в связи с тем чтобы определить параметры и режимы сварки и подогрева принимаем $C_{экв}$ по Strenx 460 на рисунке 9.

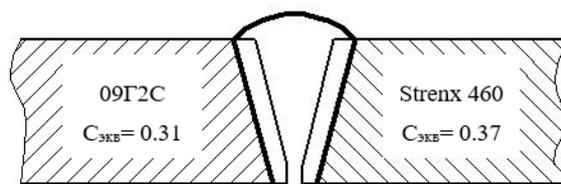


Рисунок 9 – Температура подогрева принимается по $C_{экв}$ Strenx 460.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Подбор метода сварки находится в зависимости с начальных сведений. В случае если подбор затруднен, перспективой использования разных методов сварки, в таком случае избирается более экономически продуктивный.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности. Если же задействован многослойный вариант сваривания, то для стали Strenx 460 и 09Г2С лучше всего использовать каскадную сварку, которая предотвратит возможный перегрев выбранного места

сварки. Рассматриваем два способа сварки подходящих для сварки выше указанного узла.

Для сварки стали Strenx 460 такие методы сварки как ручная дуговая сварка покрытым электродом и механизированная сварка в среде защитных газов. РДС покрытым электродом менее производительна, чем механизированная сварка, поэтому для проведения реконструкции осевой буксы используем механизированную сварку в среде защитных газов так как этот способ, позволяет выполнять сварку в различных пространственных положениях.

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

Согласно проведённому анализу литературы выбираем механизированную сварку плавящимся электродом в среде смеси защитных газов в связи с повышенной производительностью и качеством по сравнению с ручной дуговой сварки.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Согласно выбранному способу сварки применяем сварочную проволоку сплошного сечения для механизированной сварки в среде защитных газов.

Spoolarc 86-это стальная проволока с медным покрытием, содержащая высокий уровень марганца и кремния. Spoolarc 86 подходит для многих применений сварки углеродистой стали с использованием процесса дуговой сварки металла (GMAW) [22].

Высокий уровень раскислителей в Spoolarc 86 обеспечивает отличную устойчивость к ржавчине. Выбор защитного газа для Spoolarc 86 в режиме GMAW. Химический состав и механические свойства стальной проволоки Spoolarc 86 приведен в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки Spoolarc 86

Химический состав проволоки Spoolarc 86 %								
C	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	P	S	Si
0.08 %	0.02 %	0.11 %	1.51 %	0.01 %	0.01 %	0.008 %	0.01 %	0.85 %

Таблица 3.6 – Механические свойства металла шва

Механические свойства при использовании разных смесей защитного газа.			
Защитный газ	Прочность на растяжение	Предел текучести	Удлинение
75% Ar - 25% CO ₂	593 МПа	497 МПа	27 %

Механизированную сварку в среде защитных газов таких как (ISO 14175-M21-ArC-25) по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [23] смесь газов наиболее продуктивна при работе с углеродистыми и низколегированными сталями. При сравнении эффективности данной комбинации с аналогичными показателями сварки на чистых газах обнаруживается, что этот сварочный состав облегчает струйный перенос вещества электрода. При работе с указанной смесью газов заметно снижается возможность образования пор. [4]

3.1.4 Расчёт режимов сварки

Рассчитаем тавровое сварное соединение №1 Т6-Δ12, которое представлено на рисунке 10.

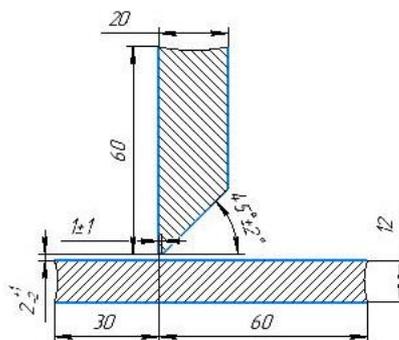


Рисунок 10 – Тавровое сварное соединение Т6-Δ12

Рассчитываем режимы для механизированной сварки в среде защитных газов.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле. [24]

$$d_{\text{эпi}} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625}, \quad (3.5)$$

где K_d – коэффициент, который выбирается в зависимости от положения шва и способас варки по уровню автоматизации ($K_d=0,206$) [24], F_{Hi} – площадь наплавленного металла для каждого прохода (корневой, заполняющий), мм².

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{эПК}}$ и заполняющих $d_{\text{эПЗ}}$, при сварке.

$$d_{\text{эПК}} = 0,206 \cdot 8,4^{0,625} = 0,8\text{мм}$$

$$d_{\text{эПЗ}} = 0,206 \cdot 12,2^{0,625} = 1,1\text{мм}$$

Округляем значения диаметра электродного проволока до стандартного значения 1,2 мм

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

Определим общее количество проходов [24];

$$n_{no} = \frac{F_{no} - F_{нк}}{F_{нз}} + 1, \quad (3.6)$$

где F_{no} – общая площадь наплавленного металла, мм², $F_{нк}$ – площадь корневого шва, мм² ($F_{нк}=(5...7)d_{\text{эн}}$), $F_{нз}$ – площадь заполняющего шва, мм² ($F_{нз}=(8...10)d_{\text{эн}}$).

Общая площадь (F_{no}) сварного соединения №1 Т6-Δ12 составляет 403 мм².

Площадь корневого шва ($F_{нк}$) составляет 41 мм².

Площадь заполняющего шва ($F_{нз}$) составляет 185 мм².

Определим общее количество проходов:

$$n_{no} = \frac{403 - 41}{185} + 1 = 6,75$$

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов по формуле [19]:

$$V_{ci} = \frac{15,9 \cdot d_{эн}^2 + 67,4 \cdot d_{эн}^{1,5}}{F_{Hi}}, \quad (3.7)$$

где $d_{эн}$ – диаметр электродной проволоки, мм, F_{Hi} – площадь наплавленного металла для каждого прохода (корневой, заполняющий), мм².

$$V_{CK} = \frac{15,9 \cdot 1,2^2 + 67,4 \cdot 1,2^{1,5}}{41} = 2,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$V_{CЗ} = \frac{15,9 \cdot 1,2^2 + 67,4 \cdot 1,2^{1,5}}{185} = 0,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [24];

$$V_{ЭPi} = \frac{4 \cdot F_{Hi} \cdot V_{ci}}{\pi \cdot d^2 \cdot (1 - \psi)}, \quad (3.8)$$

где F_{Hi} – площадь наплавленного металла для каждого прохода (корневой, заполняющий), мм², V_{ci} – скорость сварки, мм/с, $d_{эн}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

$$V_{ЭПК} = \frac{4 \cdot 41 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 105 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

$$V_{ЭПЗ} = \frac{4 \cdot 185 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 109 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого и заполняющего проходов при сварке [24];

$$I_{CB} = d_{эн} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{эni} \cdot V_{эni}} + 145150 - 382), \quad (3.9)$$

где $d_{эн}$ – диаметр электродной проволоки, мм, $V_{эni}$ – скорость подачи электродной проволоки, мм/с.

$$I_{CBK} = 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 105} + 145150 - 382) = 228\text{A}$$

$$I_{CBЗ} = 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 109} + 145150 - 382) = 236\text{A}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [24];

$$U_{Ci} = 14 + 0,05 \cdot I_{ci}, \quad (3.10)$$

где I_{ci} – сварочный ток, А.

$$U_{CK} = 14 + 0,05 \cdot 228 = 25,4\text{В}$$

$$U_{CЗ} = 14 + 0,05 \cdot 236 = 26\text{В}$$

Расход защитного газа Ar + CO₂ для соответствующих проходов [24]:

$$q_{эпi} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{ci}^{0,75} \text{ л/с} \quad (3.11)$$

где I_{ci} – сварочный ток, А.

$$q_{эпк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 228^{0,75} = 0,18 \text{ л/с}$$

$$q_{эпк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 236^{0,75} = 0,2 \text{ л/с}$$

Рассчитаем вылет электродной проволоки: [24]:

$$l_B = 10 \cdot d_{эп}, \quad (3.12)$$

где $d_{эп}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

$$l_B = 10 \cdot 1,2 = 12,2 \text{ мм}$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.7

Таблица 3.7 – Режимы сварки в Ar + CO₂

№ шва	Тип шва	d _{эп} , мм	V _с , м/ч	I _с , А	U _с , В	l _в , мм	Расход газа, л/с	n
1	T6-Δ12	1,2	5-15	228-250	25-27	12	0,1-0,3	7
2	C19	1,2	5-15	212-245	24-27	12	0,1-0,3	7
3	C20	1,2	5-15	212-235	24-27	12	0,1-0,3	6
4	H1	1,2	5-15	230-250	25-27	12	0,1-0,3	6
5	H1	1,2	5-15	190-220	22-25	12	0,1-0,3	1

3.1.5 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для подачи проволоки. Для механизированной сварки в среде защитного газа плавящимся электродом согласно раздела 3.1.4 необходим источник тока, обеспечивающий ток сварки I_с = 190-250 А, напряжение сварки U = 22-27 В.

Согласно требуемым условиям рассмотрим два сварочных полуавтомата.

Сварочный полуавтомат Miller Axcress 300

Miller Axcress - это мощные сварочные системы с цифровым программным управлением. Механизм подачи проволоки Axcress с четырьмя приводными

роликами оборудован полнофункциональной панелью управления, что позволяет убрать органы настроек с источника питания. Технология цифрового управления Axcess в сочетании с инверторным источником сварочного тока снижает сложность системы полуавтоматической импульсной сварки в среде инертного газа, упрощает настройку и обеспечивает превосходные эксплуатационные качества.

Accu-Speed™

Accu-Speed отличается более плотной, направленной дугой, сохраняя при этом устойчивость на более высоких скоростях перемещения горелки, используемых в автоматической сварке. Как правило, в технологии Accu-Speed более низкое среднее напряжение и сила тока по сравнению с Accu-Pulse, что делает ее идеальной при сварке в потолочном и вертикальном положениях.

Преимущества

Скорость сварки до 20 % больше чем в Accu-Pulse

Более низкое среднее напряжение/сила тока, чем в Accu-Pulse

Плотная, активная дуга

Сохраняет стабильность на более высоких скоростях сварки

Технические характеристики MILLER AXCESS 300 представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики MILLER AXCESS 300

Параметры	Значение
Напряжение питания, В	208-575
MIG/MAG сварочный ток, А	4-300А
MIG/MAG ток при ПВ 100%, А	225 А
MIG/MAG ток при ПВ 60%, А	300 А
Сетевой предохранитель, А	40
Габаритные размеры, мм	В:584 мм Ш: 432 мм Д: 572 мм
Вес, кг	52,6

К источнику MILLER AXCESS 300 выбираем одинарный механизм подачи Axcess №195 182 [25] Технические характеристики Axcess №195 182 представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики Aхcess №195182

Параметры	Значение
Напряжение питания, В	40
Количество роликов в подающем механизме	4
Диаметр проволоки (min-max), мм	0,9-2,4
Скорость подачи проволоки, м/мин	1,3-35,56
Тип охлаждения	А
Габаритные размеры, мм	В:368 мм Ш: 318 мм Д: 686 мм
Вес, кг	22

Lincoln Electric Power Wave S350

Сварочный полуавтомат Lincoln Electric Power Wave S350 отличается высокими характеристиками во многих аспектах работы. Стабильная дуга с низким уровнем разбрызгивания как в 100% CO₂, так в смесях аргона. Внушительный список функций Power Wave включает 2/4-тактный режим работы, мягкий старт, холодную подачу, продувку газа и подачу газа до зажигания дуги.

Преимущества:

Для программного обеспечения Power Wave® регулярно выходят бесплатные обновления с более совершенными алгоритмами работы дуги. Благодаря этому устройства с обновленным ПО функционируют так же эффективно, как и абсолютно новые.

Power Mode® - это новый процесс сварки GMAW, сочетающий технологию управления формой волны и выходные характеристики традиционных аппаратов с жесткой вольтамперной характеристикой. Его преимущества лучше всего заметны в работах, при которых необходимо тщательно отслеживать постоянство сварочного тока и глубины проплавления. Обратная связь Power Mode® позволяет источнику питания обеспечивать стабильность дуги даже при очень низкой силе тока.

Преимущества:

- легкое зажигание и высокая стабильность дуги даже при очень низкой силе тока и колебаниях вылета электрода;
- постоянство глубины проплавления при струйном переносе металла;
- малое разбрызгивание.

Технические характеристики Lincoln Electric Power Wave S350 представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Тех. характеристики Lincoln Electric Power Wave S350

Параметры	Значение
Напряжение питания, В	230-400
MIG/MAG сварочный ток, А	5-350А
MIG/MAG ток при ПВ 100%, А	300 А
MIG/MAG ток при ПВ 40%, А	350 А
Сетевой предохранитель, А	40
Габаритные размеры, мм	В:584 мм Ш: 432 мм Д: 570
Вес, кг	52,6

К источнику Lincoln Electric Power Wave S350 выбираем одинарный механизм подачи LF 45 [26] Технические характеристики LF 45 представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики LF 45

Параметры	Значение
Напряжение питания, В	40
Количество роликов в подающем механизме	4
Диаметр проволоки (min-max), мм	0,8-1.6
Скорость подачи проволоки, м/мин	1.0-20.0
Тип охлаждения	воздушное
Габаритные размеры, мм	440x270x636
Вес, кг	17

Заключение: Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом выбираем аппарат Lincoln Electric Power Wave S350 так как он обеспечивает оптимальные параметры тока и напряжения на конце дуги, так же процессы

(Power Mode) позволяют получить высокое качество сварного соединения, высокую скорость сварки и позволяют снизить объём тепловложения при реконструкции осевой буксы.

ВДС

Воздушно-дуговая строжка основана на расплавлении металла в месте реза теплом электрической дуги, горящей между угольным или графитизированным электродом и металлом, с непрерывным удалением жидкого металла струей сжатого воздуха.

Воздушно-дуговая резка применяется в основном для резки высокоуглеродистых сталей, обрезки прибылей от литья, удаления дефектных мест сварных швов.

Угольные электроды для воздушно-дуговой резки.

Электрод изготавливается из прессованного угля или кокса специального состава и предназначен для подвода сварочного тока к электрической дуге, резку угольными электродами производят на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде), принципиальная схема работы ВДС представлена на рисунке 11.

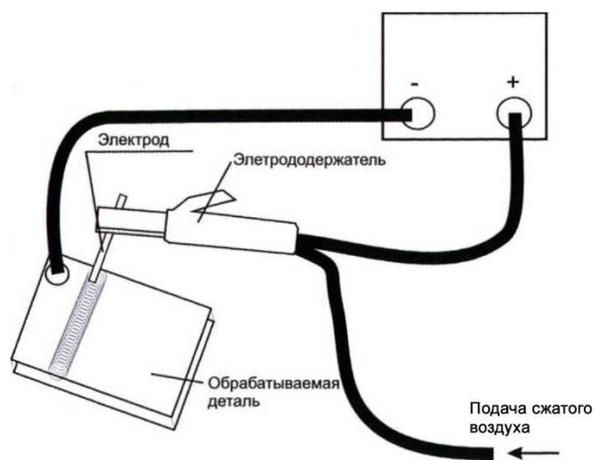


Рисунок 11 – Схема ВДС

Преимущества

- Разработаны специально для воздушно-дугового процесса строжки;
- Содержат точно сформулированную смесь углерода и графита;

- Самые эффективные показатели удаления металла на рынке;
- Превосходная скорость удаления металла, хорошее охлаждение и стандартные диаметры;
- Идеальный выбор для широкого спектра применений;
- U-образные канавки для сварки;
- Удаление старой наплавки;
- Выемка трещин.

Для воздушно-дуговой строжки (ВДС) осевой буксы выбирается - многопостовой сварочный выпрямитель типа ВДМ-1202, который предназначен для комплектации сварочных постов ручной дуговой сварки покрытыми электродами изделий из углеродистых и легированных сталей на постоянном токе. Выпрямитель не регулируем и имеет жесткую внешнюю характеристику.

Сварочный выпрямитель ВДМ-1202С относится к высокотехнологичному оборудованию профессионального использования. Конструктивно устройство состоит из двух блоков: трансформатора с одной из новейших систем охлаждения и инновационного выпрямительного модуля. [27]

Технические характеристики выпрямителя ВДМ-1202С представлены в таблице 3.12

Таблица 3.12 Технические характеристики выпрямителя ВДМ-1202С

Напряжение питания	3x380 В
Номинальная частота сети	50 Гц
Номинальный сварочный ток	315 А
Диапазон регулирования сварочного тока	до 1250 А
Продолжительность нагрузки	60 %
Номинальное рабочее напряжение	63 В
Напряжение холостого хода	75 В
Потребляемая мощность	96 кВА
Количество постов	8
Коэффициент одновременности работы постов	0,5
Габаритные размеры	790x640x730 мм
Масса	295

Преимущества выпрямителя ВДМ-1202С

- простота эксплуатации;
- компактные размеры при малом весе;
- высокая эффективность;
- повышенная безопасность, включающая автоматическую защиту сети, изоляцию класса Н.

- возможность бесперебойной работы при температуре, от -40 до +50 оС.[27]

Профессиональный строгач ESAB Arcair Angle-Arc K4000

Arcair Angle-Arc® K4000 - это часть систем и кабелей для ручной строжки от ведущего производителя воздушно-углеродных систем строжки.

Преимущества

Оптимизированная струя сжатого воздуха – более эффективный расход. Улучшенное удаление металла.

Конструкция с четырьмя отверстиями – оптимизирует приток воздуха к дуге. Эффективно удаляет шлак из зоны резки.

- Система пневморазгрузки – минимизирует цикл подачи воздуха. Позволяет использовать строгач там, где требуется минимизация расхода воздуха.

- Улучшенная электропроводимость кабеля – продлевает срок службы кабеля. Снижает нагрев кабеля и строгача.

- Износостойкая оболочка кабеля – износостойкое покрытие продлевает срок службы кабеля в жестких условиях эксплуатации. Противостоит разрушительному тепловому и механическому воздействию.

- Изоляционная защита соединений – способствует легкому подключению строгача. Фактически исключает возможность замыкания частей, находящихся под электрическим напряжением. [28]

Инверторный аппарат плазменной резки CUT 160 (J47) предназначен для воздушно-плазменной резки и раскроя металла.

Профессиональный инверторный аппарат предназначен для воздушно-плазменной резки и раскроя металла — всех видов сталей, также меди и их сплавов. Для осуществления процесса резки не используются горючие газы и баллоны с кислородом, а только сжатый воздух под давлением. Это делает процесс резки металла взрывобезопасным и доступным для широкого применения. [29]

Ключевые особенности:

Резка постоянным током, Режим работы 2Т/4Т, Работа с широким спектром материалов, Высокочастотный поджиг дуги, Плавная регулировка тока, Степень защиты по классу IP21S. Технические характеристики представлены в таблице 3.13

Таблица 3.13 Технические характеристики Инверторный аппарат CUT 160

Напряжение питающей сети:	380 в
Потребляемая мощность	29 кВА
Частота питающей сети	50 Гц
ПН (40°C)	60%
Ток реза (ПН 100%)	123 А
Способ возбуждения дуги	Высокочастотный
Диапазон регулирования тока реза	30–160 А
Напряжение холостого хода	85 В
Номинальное давление компрессора	0.7 мПа
Скорость подачи сжатого воздуха	350 л/мин
Максимальная толщина разрезаемого металла	55 мм
КПД	88%

3.2 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий.

Игольчатый очиститель окалины-скалер FUBAG NS12 100453 быстро удаляет с любых поверхностей ржавчину, старое лакокрасочное покрытие, остатки плавленного металла, а также очищает литые металлические изделия и пластины от заусенцев. Представлен на рисунке 12.

Дополнительные характеристики

Частота ударов, уд/мин: 2980

Размер игл: 30-125 мм



Рисунок 12. Игольчатый очиститель окалины-скалер FUBAG NS12

УШМ GA7050

Угловая шлифовальная машина Makita GA7050 – простой и надежный инструмент, предназначенный для резки и шлифовки различных материалов. Рисунок 12. Все дело в оснастке: для отрезных работ – абразивные или алмазные круги, для зачистки, обдирки и шлифовки – разнообразные щетки и шлифовальные круги. Диаметр используемых отрезных дисков – 180 мм. Эта УШМ рассчитана на интенсивную эксплуатацию. Залогом ее высокой работоспособности является мощный пылезащищенный электродвигатель. Технические характеристики представлены в таблице 3.14

Таблица 3.14 Технические характеристики УШМ Makita GA7050

Мощность, Вт:	2000
Диаметр диска, мм:	180
Шпиндель:	M14x2
Частота холостого хода, об/мин:	8500
Частота холостого хода (мин), об/мин:	8500
Длина, мм:	432
Сетевой шнур, м:	2.5
Вес, кг:	4.5

Комплект аппаратуры КЖГ-1Б (Бензорез)

Бензорез предназначен для ручной разделительной резки сталей с использованием в качестве горючего бензина, представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Комплект аппаратуры КЖГ-1Б (Бензорез)

Изделие имеет декларацию соответствия требованиям ТР ТС о безопасности машин и оборудования. В эксплуатационной документации указан срок действия декларации.

Комплект Бензорез КЖГ-1Б ОКП 36 4535 изготавливается по ГОСТ Р 50402-2011. [30]

Комплект Бензорез КЖГ-1Б изготавливается видов климатического исполнения УХЛ1 по ГОСТ 15150, но для работы в интервале температур окружающей среды от минус 20°С до плюс 35°С.

В качестве горючего Бензореза используется бензин А-80 или АИ-92.

В комплект входят: резак «Фаворит –2,5» со сменными мундштуками, бачок для бензина, шланги и редуктор кислородный.

В целях безопасности резак снабжен защитным обратным клапаном, а бачок имеет два предохранительных клапана. [30]

Таблица 3.15 Технические характеристики Бензореза КЖГ-1Б

Наименование параметров	Бензорез КЖГ-1Б
Толщина разрезаемой стали, мм	3-350
Давление кислорода, МПа (кгс/см ²)	0,2-0,9 (2-9)
Расход кислорода, м ³ /ч	2,5-30,0
Расход бензина А-92 ±5% , л/ч	0,9-2,5
Давление бензина, МПа (кгс/см ²)	0,07-0,15 (0,7-1,5)
Полезная емкость бачка, л	6,0
Длина резака, мм, не более	570
Масса комплекта, кг, не более	11,45
Масса резака, кг, не более	1,2

3.3 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Контроль сварных соединений включает:

Параметры визуального и измерительного контроля определяет:

СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю». [31]

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением». [32]

ГОСТ 8.051-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм» [33]

При визуальном и измерительном контроле качество сварных соединений должно удовлетворять требованиям СП 70.13330.2012 (табл. 10.1) [34] и РД 34.10.130-96. [35]

ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. [36]

ГОСТ Р ИСО 5817-2021 «Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества». [37]

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

ВИК в объеме 100 %;

Перед визуальным контролем сварные швы и прилегающая к ним поверхность основного металла шириной не менее 20 мм (по обе стороны шва) должны быть очищены от шлака, брызг расплавленного металла, окалины и других загрязнений.

Визуальный контроль производится невооруженным глазом или с помощью лупы 4-7 кратного увеличения для участков, требующих уточнения характеристик обнаруженных дефектов, с применением, при необходимости, переносного источника света.

ВИК сварных соединений (выполняется при производстве сварочных работ. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки)

Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а

также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется с целью выявления недопустимых поверхностных дефектов (трещин, пор, включений, прожогов, свищей, усадочных раковин, несплавлений, грубой чешуйчатости, западаний между валиками, наплывов) в каждом слое (валике) шва. Выявленные при контроле дефекты подлежат исправлению перед началом сварки последующего слоя (валика) шва.

Основными причинами, вызывающими разрушение металлоконструкций, являются резкие концентрации напряжений в сечениях, ослабленных дефектами.

При всех видах ремонта в наплавленном слое не допускается наличие следующих дефектов:

отклонения в размерах швов в сторону увеличения более 2 мм;

волнистость шва более 2 мм или наличие резких переходов одного сечения шва к другому;

дефекты в виде трещин или несплавлений по кромкам, наплывы, прожоги и незавершенные кратеры;

подрезы более 10 % толщины металла или свыше 0,5 мм;

поверхностные поры и шлаковые включения, сгруппированные на длине более 10 мм, с расстоянием между дефектными участками менее 500 мм;

шлаковые включения и поры по площади, превышающие в сумме 15 % наплавленной или механически обработанной поверхности изношенных мест деталей;

Вмятины поверхности шва, получающиеся при удалении с него шлаковой корки механизированным инструментом или зубилом с радиусом рабочей кромки более 2 мм.

Важным техническим средством, позволяющим своевременно выявить скрытые дефекты, являются неразрушающие методы контроля. [38]

При проведении ВИК освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500

Лк.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30 к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм.

Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более Rz 80.

Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалины, грязи, краски, масла, влаги, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля (на контролируемых поверхностях допускается наличие цветов побежалости, в случаях, когда это оговорено в производственно-технической документации (ПТД). Зона зачистки должна определяться НД на вид работ или на изготовление изделия. При отсутствии требований в НД зона зачистки деталей и сварных швов должна составлять. При зачистке кромок деталей под все виды дуговой сварки - не менее 20 мм с наружной стороны и не менее 10 мм с внутренней стороны от кромок разделки детали. [38]

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать

Отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений

Отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала).

Качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами (в случае если такой контроль предусмотрен ПТД):

- наличие маркировки (клеймения) шва и правильность ее выполнения.

В выполненном сварном соединении измерениями необходимо

контролировать; размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле; высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля; высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва; подрезы (глубину и длину) основного металла; отсутствие непроваров (за исключением конструктивных непроваров) с наружной и внутренней стороны шва; размеры катета углового шва; измеряемые параметры и требования к выполнению измерительного контроля сварных швов.

При контроле угловых швов сварных соединений катеты сварного шва измеряют с помощью специальных шаблонов. Определение размеров высоты, выпуклости и вогнутости углового шва выполняется расчетным путем и только в тех случаях, когда это требование предусмотрено конструкторской документацией. Измерение выпуклости, вогнутости и высоты углового шва проводится с помощью шаблонов.

ВИК производится в три этапа;

- измерение параметров сборки под сварку (зазор, угол скоса кромок, угол разделки кромок, величина притупления) при помощи специальных и универсальных инструментов и шаблонов (линейка, штангенциркуль, универсальный шаблон Ушерева-Маршака и т.д.);

- визуальный осмотр сварных соединений на наличие поверхностных и сквозных дефектов. Осмотр производится не вооруженным глазом или при не большом увеличении с помощью лупы. При наличии дефектов, место дефектов отмечается мелом или маркером;

- измерение геометрических параметров сварных соединений (катет шва, ширина шва, высота усиления шва) и геометрических размеров дефектов при их наличии с помощью специальных и универсальных инструментов и шаблонов (линейка, штангенциркуль, универсальный шаблон Ушерева-Маршака и т.д.).

Оценку качества материала изготовленных деталей, подготовки кромок деталей, сборки деталей под сварку, выполненного сварного соединения

(наплавки) и конструкций в целом, швов заварки дефектных участков по результатам визуального и измерительного контроля проводят по действующим НД и стандартам РФ.

Результаты визуального и измерительного контроля на стадиях входного контроля материала и производства работ по изготовлению, монтажу, ремонту (подготовка деталей, сборка деталей под сварку, сварные соединения (наплавки), исправление дефектов) технических устройств и сооружений, а также в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений фиксируются в учетной (журнал учета работ по визуальному и измерительному контролю) и отчетной (акты, заключения, протоколы) документации. [38]

Для проведения ВИК Осевой буксы используется комплект ВИК «Универсальный». В его состав входит: линейка стальная 150 мм, штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89, угольник поверочный УП 160x100 кл.1, шаблон радиусный №1, шаблон радиусный №3, набор щупов №4 70 мм., универсальный шаблон сварщика УШС-3, универсальный шаблон сварщика УШС-2, шаблон Красовского, лупа измерительная 10х, лупа просмотровая 2х, лупа просмотровая 7х, рулетка 3 м, светодиодный фонарик, маркер по металлу, сумка-папка, паспорт, свидетельство о калибровке комплекта.

3.4 Составление схем узловой и общей сборки

Процесс реконструкции осевой буксы выполняется на одном рабочем месте на плите. В процессе реконструкции осевой буксы на неё устанавливаются детали ФЮРА.000004.186.00.000 и выполняется их сварка по технологической схеме сборки, указанной на рисунке 14.

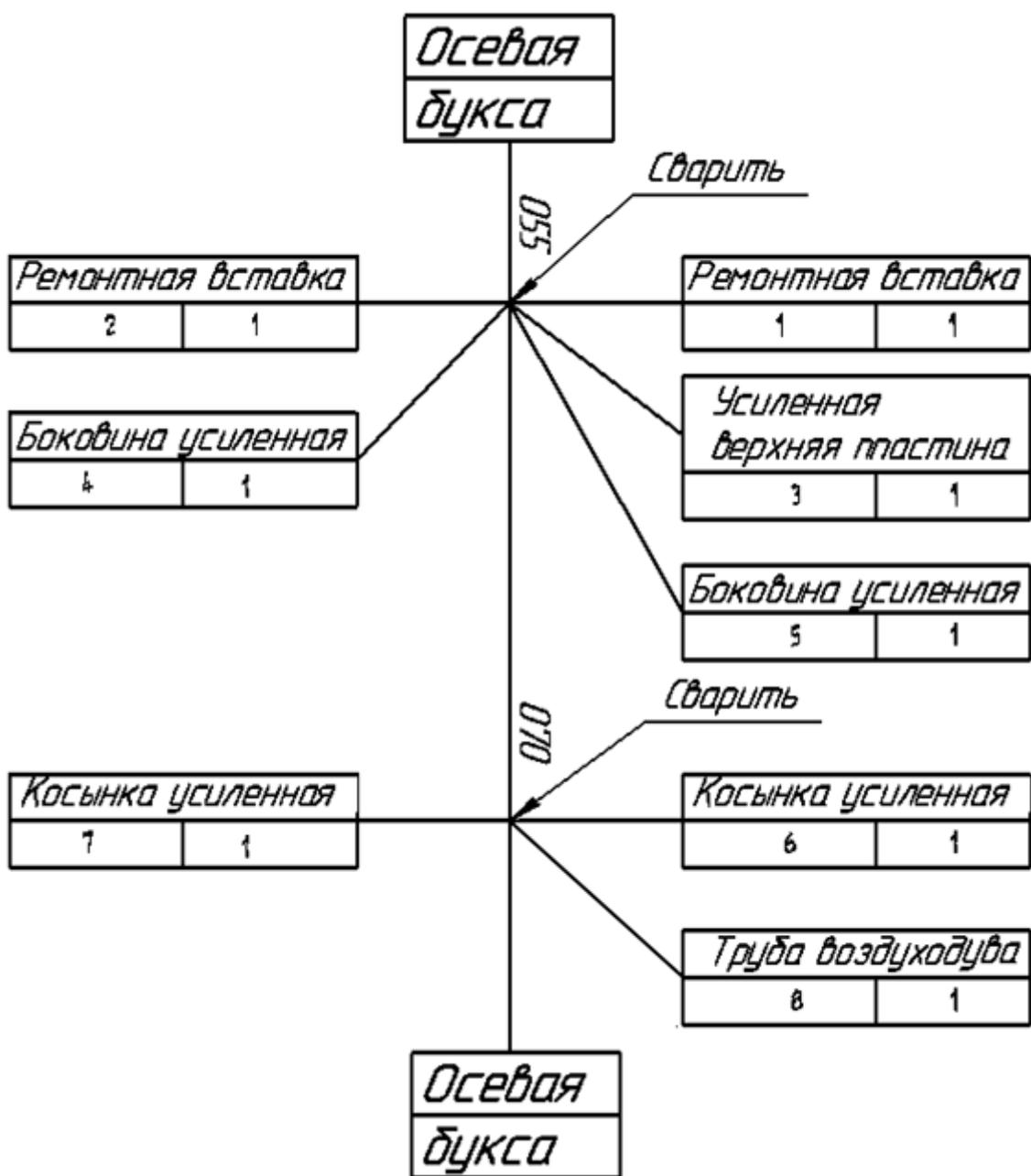


Рисунок 14 – Технологическая схема сборки осевой буксы.

3.5 Разработка технологической документации

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

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

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

3.6 Разработка технологической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [39].

Разработка технологических процессов включает [40]:

1. Расчленение изделия на сборочные единицы;
2. Установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. Выбор типов оборудования и способов сварки. В результате должны быть достигнуты;
 - возможная наименьшая трудоёмкость;
 - минимальная продолжительность производственного цикла;
 - минимальное общее требуемое число рабочих;

- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

3.7 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [41]:

$$T_{ш} = T_{н.ш.-к} \times L + t_{в.и}, \quad (3.2)$$

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:

$$T_{н.ш.-к} = (T_o + t_{в.ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right), \quad (3.3)$$

где, T_o – основное время сварки;

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

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [41].

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n, \quad (3.4)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n = коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в защитном газе.

Исходные данные:

- марки стали 09Г2С, Strenx 460;

- марки электродной проволоки *SpoolArc 86* (1,2 мм) классификация *ER70S-6* по *AWS A5*;

- положение шва: все положения.

Техническое нормирование операций производилось по общим машиностроительным нормам в программном обеспечении СПРУТ-ТП-Н.

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчётов сводим в таблицу 3.16.

Таблица 3.16 - Нормы времени на реконструкцию осевой буксы

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин
005	Комплектование	20
010	Демонтажная	263,7
015	Слесарная	120
020	Раскрой	358,4
025	Перемещение	23
030	Слесарная	185,6
035	Контроль	26,4

040	Перемещение	23
045	Слесарная	77,7
050	Сборка	212
055	Сварка	942,7
060	Контроль	82
065	Сборочная	93,8
070	Сварочная	439,2
075	Слесарная	61,4
080	Контроль	33,1
	ИТОГО	2933

3.8 Материальное нормирование

3.8.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [42]:

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

где m – вес одного изделия, $m = 310$ кг (масса взята из чертежа изделия);

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [24];

$$m_m = 310 \times 1,3 = 403 \text{ кг.}$$

3.8.2 Расход сварочной проволоки и электродов

Расход сварочной проволоки (G_{np}) следует рассчитывать формуле [24]

$$G_{np} = \lambda \cdot \frac{G}{1 - \psi}, \quad (3.31)$$

где λ - коэффициент потерь на огарки, равный 1,1 ; G - количество металла, необходимого для получения сварного шва заданного сечения, кг; ψ -

коэффициент потерь на угар и разбрызгивание, равный 0,05-0,1; Количество металла (G), необходимого для получения шва заданного сечения, следует определять по формуле [24]

$$G = \frac{\rho \cdot F_H \cdot L}{1000}, \quad (3.32)$$

где ρ плотность наплавленного металла, кг/мм³; (составляет 0,0078) F_H - плотность поперечного сечения шва, мм²; L - длина шва, мм.

Расход сварочной проволоки представлен в таблице 3.17

Таблица 3.17 – Расход сварочной проволоки

Номер сварного шва	Тип сварного шва	Расход сварочной проволоки, кг
1	T6-Δ12	15,79
2	C-19	13,56
3	C-20	13,23
4	H-1	10,4
5	H-1	0,5

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в смеси защитных газов ISO 14175-M21 -ArC-25 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [23]:

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

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,02...1,03$; принимаем для проволоки $K_{р.п.} = 1,03$ [24];

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01...0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$ [24]; $M_{н.о.}$ – масса наплавленного металла;

Масса наплавленного металла $M_{н.о.}$ определяем по формуле:

$$M_{н.о.} = F_{н.о.} \times L_{ш} \times \rho,$$

$$M_{н.о.} = 139,2 \times 48490 \times 7,85 \times 10^{-3} = 52,98 \text{ кг.}$$

Для проволоки *SpoolArc 86* :

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,03) \times 52,98 = 56,20 \text{ кг.}$$

3.8.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [24]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.9)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа, $q_{з.г.} = 12$ л/мин (см. приложение Б и В);
 t_c – время сварки, $t_c = 1381,9$ мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 12 \times 1381,9 = 16582,8 \text{ л.}$$

3.8.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [24]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.10)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,80$ [24];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [24];

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2) [24].

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

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

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

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 11,85$ руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{22 \times 220 \times 36,9}{0,80} + 0,4 \times \left(\frac{10,8}{0,7} - 10,8 \right) = 223246 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 223246 \times 11,85 = 2645 \text{ руб.}$$

4 Проектирование участка сборки сварки

4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Сборочно-сварочный цех состоит из: Места постановки Осевой буксы, места для разметки и резки листа металла, места где осуществляется вырезка фасок и места на котором осуществляется зачистка(шлифовка) заготовок после плазменной и газовой резки металла, Автоматическая Комплект аппаратуры КЖГ-1Б(Бензорез), Инверторный аппарат CUT 160 (J 47) (Плазморез), Lincoln Electric Power Wave S350 2 шт., Многопостовой сварочный выпрямитель типа ВДМ-1202 , Ящик инструментальный, Слесарный верстак, Стол для газовой резки металла, Стационарный сварочный пост, Укомплектованный пожарный щит и стенд противопожарной безопасности, Лист металла 09Г2С 20мм 2000мм *6000мм, Лист металла 09Г2С 8мм 1250*2500мм, Место хранения КЖГ-1Б, Шкаф для инструментов ЗИП комплектов и СИЗ. Печь для прокали электродов ЭПСЭ-40/400.

4.2 Определение количества необходимого оборудования

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия.

Норма штучного времени Тш, мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [36]:

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

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

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

где, N – годовая программа реконструкции, $N = 100$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

Операции 005-085 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 100 \cdot \frac{2933}{60} = 4888 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при односменной работе равен 5146 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 5146 - 5\% = 4888 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{4888}{2933} = 1,6$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n'_p} = \frac{1,6}{2} = 0,8.$$

4.3 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 4888 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 4888 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 4888 - 12\% = 4301 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{4301}{2933} = 1,46 \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{ЯВ} = 2$. В смену работает 2 рабочих. Численность/состав одной сварочно-монтажной бригады ручной дуговой сварки

на объекте составляет:

- Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 1;
- ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;
- Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

4.4 Пространственное расположение производственного процесса

4.4.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования [40].

Для проектируемого участка сборки и сварки основания принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 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.

5.2 Экономический анализ техпроцесса

В данном разделе будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса реконструкции осевой буксы автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300.

Осевая букса представляет пространственную систему, рассчитанную на статические нагрузки, жесткость и динамическую прочность. [1]

Для реконструкции осевой буксы применяется современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат [26].

Проведем технико-экономический анализ технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления шнека приведены в таблице 3.10.

Определение приведенных затрат производят по формуле [43]:

$$Z_n = C + E_n K, \quad (31)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд год;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

К - капитальные вложения в производственные фонды, руб/ед.год.

5.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

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

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

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

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

5.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [43]:

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

где $Ц_{oi}$ – 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 01.04.2022 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Lincoln Electric Power Wave S350 (Механизм подачи LF 45) 2шт	1750000
Многопостовой сварочный выпрямитель типа ВДМ-1202	172000

Профессиональный строгач ESAB Arcair Angle-Arc K4000	30000
Комплект аппаратуры КЖГ-1Б(Бензорез)	32000
Инверторный аппарат CUT 160 (J 47) (Плазморез)	208000
Печь для прокали электродов ЭПСЭ-40/400	17500
Угловая шлифмашина Makita GA7050	10000
Игольчатый очиститель окалины-скалер FUBAG NS12	12000

$$K_{CO}=870511 \cdot 2 \cdot 0,967=1\ 934\ 000 \text{ руб.}\cdot\text{год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K_{CO} , руб.·год
Lincoln Electric Power Wave S350 (Механизм подачи LF 45) 2шт	1874000
Многопостовой сварочный выпрямитель типа ВДМ-1202	172000
Профессиональный строгач ESAB Arcair Angle-Arc K4000	30000
Комплект аппаратуры КЖГ-1Б(Бензорез)	32000
Инверторный аппарат CUT 160 (J 47) (Плазморез)	208000
Печь для прокали электродов ЭПСЭ-40/400	17500
УШМ Makita GA7050	10000
Игольчатый очиститель окалины-скалер FUBAG NS12	12000
Итого	2385500

5.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 10$ т. определяют по формуле [43]:

$$K_{п.о.} = Ц_{п.о.} \cdot n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

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

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

$$K_{п.о.} = 527\,290 \cdot 1 = 527\,290 \text{ руб.}$$

5.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [43]:

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

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

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 216 m^2$,

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

h – высота производственного здания, м, $h = 16$ м ;

$Ц_{зд}$ – стоимость $1m^3$ здания на 01.04.2021 составляет, $Ц_{зд} = 235$ руб/ m^3 .

$$K_{здп} = 216 \cdot 1 \cdot 16 \cdot 235 = 812160 \text{ руб.}$$

5.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;

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

Определим себестоимость продукции по формуле:

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

где C_M – затраты на основной материал, руб;

$C_{с.м.}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

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

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

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

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

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

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

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

5.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [40]:

$$C_M = N_M \times k_{т.з.} \times C_{м,-Н_0} \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

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

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1.04$ [42].

$C_{м,-Н_0}$ – средняя оптовая цена стали 09Г2С на 01.04.2022, руб./кг:

для стали 09Г2С; $C_{м,-Н_0}=28,13$ руб./кг, при $m_M=310 \cdot 1,3=403$ кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [42].

N_0 – норма возвратных отходов;

$$N_0 = N_m \times 0,3 = 403 \times 0,3 = 120,9 \text{ кг/изд};$$

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

$$C_m = 1,04 \times (403 \times 28,13) - 120,9 \times 20 = 9,370 \text{ руб/изд.}$$

5.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку и электроды определяем по формуле [35]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг: $G_d = 52,98$ кг – для проволоки Spool Arc 86 для разработанного технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [42], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [22], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем для проволоки $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.}$ – стоимость сварочной проволоки Spool Arc 86, 240 руб/кг на 01.04.2022.

$$C_{п.с.} = (52,98 \cdot 240) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 15282 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ определяем по формуле [43]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.,} \quad (6.10)$$

где $g_{з.г.}$ – смесь защитных газов ISO 14175- M21-ArC-25, $g_{з.г.} = 0,72$ м³/ч.

$C_{г.з.}$ – стоимость M21-ArC-25, м³, $C_{г.з.} = 119$ руб./ м³;

T_0 – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 23$ ч.

$$C_{з.г.} = 0,72 \cdot 119 \cdot 23 = 1970 \text{ руб/изд.}$$

5.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [43]:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_{с}, \quad (6.11)$$

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

$K_{с}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3.

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника, $C_{зуп} = 40580$ руб.;

$Ч_{ауп}$ – численность производственных рабочих (сварщиков), $Ч_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.ауп} = 40831 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 3245966 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

5.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

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

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

- для слесарей ЧТС – 70,52 руб.;
- для контролера ОТК ЧТС – 172 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

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

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d = 587$ ч;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную зар. плату, $K_d=1,2$;

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

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

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая 30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 70,52 \cdot 1 \cdot \frac{4888}{12} \cdot 1,20 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 81561 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 172 \cdot 2 \cdot \frac{4888}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 198918 \text{ руб.}$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} = 81561 + 198918 = 280479 \text{ руб.} \quad (6.13)$$

5.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

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

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_c, \quad (6.14)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 34580$ руб.;

$Ч_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{ауп} = 1$ чел.

$$C_{з.п.АУП} = 34580 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1374513 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

5.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [43]:

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

где $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 11,85$ руб. [44]:

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [43]:

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

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2). [43]

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4)

$W_{ТЭ} = 545,287$ кВт.

$$C_{э. с.} = 223246 \cdot 11,85 = 2645 \text{руб.}$$

5.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [43]:

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

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

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

Для изготовления одного изделия расход воздуха составляет:

$$g_{возд}^{ЭН} = 21 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Ц_{возд} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3, \text{ стоимость воздуха на } 01.04.2022 \text{ г.};$$

$$C_{возд пр} = 21 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 4,45 \text{ руб./изд.}$$

5.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

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

1. Амортизационные отчисления.

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

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [43]:

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

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 20$ лет;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

$T_{п}$ – срок службы приспособлений, $T_{п} = 20$ лет

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

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

[37].

$$C_{об} = \frac{(2385500) \cdot 1}{20 \cdot 5} + \frac{512290 \cdot 1}{20 \cdot 5} + \frac{812160 \cdot 1}{20 \cdot 5} = 37100 \text{ руб,}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [43]:

$$C_{\text{рпо}} = \frac{(K_{\text{О}} \cdot n_{\text{о}} + K_{\text{П}} \cdot n_{\text{п}} + K_{\text{П.О}} \cdot n_{\text{п.о}}) \cdot k_{\text{рпо}}}{N_{\text{Г}}}, \quad (6.18)$$

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

$$C_{\text{рпо}} = \frac{[(2385500) \cdot 1 + 512290 \cdot 1 + 812160 \cdot 1] \cdot 0,03}{5} = 222,58 \text{ руб.}$$

5.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [43]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot k_{\text{сп}} \cdot \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{Г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 216 \text{ м}^2$;

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

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

$$C_{\text{п}} = \frac{216 \cdot 0,08 \cdot 250}{5} = 864 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	59385
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	14,406
2.2	Затраты на защитный газ	2990
3	Заработная плата	

3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	135248
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	28653
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	95612
4	Затраты на электроэнергию	3069,97
5	Затраты на сжатый воздух	4,45
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	37100
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	222,58
6.3	Затраты на содержание помещения	864
	ИТОГО технологическая себестоимость:	377555

5.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 100 \times (59385 + 17396 + 4737160 + 3069,97 + 4,45 + 268922 + 136763,48 + 864) = \\ = 37\,755\,500 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 812160 + 527290 + 2385500 = 3\,724\,950 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 37\,755\,500 + 0,15 \times 3\,724\,950 = 38\,314\,242 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

5.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 5.5

Таблица 5.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	100
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	23
3	Количество оборудования, шт.	4
4	Количество производственных рабочих, чел	2
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	346,71
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. х год.	38 314 242
9	Себестоимость одного изделия, руб.	377555

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

капитальные вложения 3 724 950 руб;

себестоимость продукции 37 755 500 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 38 314 242 руб/изд. год.

$\$96\,910,30 = 6395420 \text{ руб} * 100 = 639542000 \text{ руб.}$ затраты на покупку новой осевой буксы представлен в таблице 5.6

Таблица 5.6 Стоимость новой осевой буксы.

ООО «Восточная техника». Прайс-лист Trucks Цены указаны в долларах США на условиях поставки DDP г. Мирный			
PART NUMBER	DESCRIPTION	REPLAC.	LIST PRICE, ExWorks
A85489A	AXLE BOX MACHINED		\$96 910,30

6 Социальная ответственность

6.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает реконструкция осевой буксы большегрузного автосамосвала Terex Unit Rig MT 3300.

В процессе изготовления этого изделия на участке производят как демонтажные, так и сварочные операции, а также слесарные операции. Сварка – механизированная (полуавтомат сварочный модели Lincoln Electric Power Wave S350 в смеси газов (Ar+CO₂) на плите. Перемещение изделия производят кран-балкой грузоподъёмностью: 10 т. Перемещение изделий за пределы участка, а также доставка деталей на участок также осуществляется с помощью кран-балки. Количество основных рабочих на участке 5 человек при 1-х сменном режиме работы. Проектируемый участок площадью 216 м². Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона. Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота автомобильным транспортом.

Освещение на участке комбинированное. Естественное освещение осуществляется через стены – оконные проемы, а искусственное – с помощью газоразрядных ламп.

Зачистка швов от сварочных брызг и окалины на участке производят слесарным инструментом: шабером, зубилом и молотком, щеткой стальной.

В качестве сварочных материалов используются – сварочная проволока Spoolarc 86 и смесь газов. В качестве основного металла – сталь марки 09Г2С. Вес изделия 6120 кг, габариты 3595 x 1890 x 2130 мм.

В проектируемом производственном помещении присутствуют следующие опасные и вредные факторы: запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое и инфракрасное излучение сварочной дуги, сварочной ванны и свариваемых изделий; шум; опасность ожога; опасность

поражения электрическим током; пожароопасность производства; движущиеся механизмы (кран-балка, автомобильный транспорт и др.)

К законодательным и нормативным документам относятся ГОСТы, санитарные нормы и правила. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

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

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

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

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

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

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

7) 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.

8) 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.

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

6.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Запыленность и загазованность рабочей зоны.

Источниками запылённости и загазованности на рабочем месте является производственный процесс изготовления изделия из стали 09Г2С – сварочные и

слесарные работы, так как эти процессы являются источниками высокодисперсных аэрозолей и мелкодисперсной пыли. [45].

Для защиты от запылённости и загазованности воздуха рабочей зоны участка сборки и сварки секции верхней применяют вытяжную вентиляцию (местную).

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [46].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [46]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [46];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [46]:

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

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S=3,6 \times 3,66 \times 5=65,7 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 65,7 \times 0,2 = 13,2 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_M = 47425 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИР250S6 45 кВт 611 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 15.

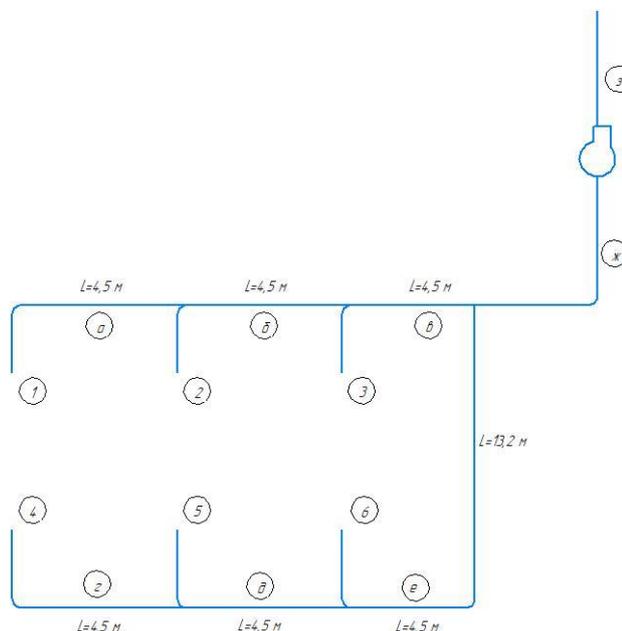


Рисунок 15 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 47425 \cdot 3/5 = 28455 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 47425 \cdot 2/5 = 18970 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [46]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{28455}{0,2} \right)^{1/2} = 426 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

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

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{47425}{0,2} \right)^{1/2} = 550 \text{ мм}.$$

Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение сварочной дуги.

Основными источниками тепловыделения на проектируемом участке является сварочная дуга, расплавленный и нагретый металл сварочной ванны и изделия, электрооборудование. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения в организме человека происходят биохимические сдвиги и нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем. Тепловое излучение, кроме непосредственного воздействия на сварщика, нагревает окружающие конструкции, в результате чего температура воздуха внутри рабочего помещения повышается, ухудшая условия работы. Интенсивность облучения сварщика сварочной дугой может составлять $3000 \div 6000 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч}$ и более. [49]

Видимые световые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологически переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратко временном воздействии могут вызвать электроофтальмию глаз. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают катаракту глаз.

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 12.4.280-2014 - 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 19.

Таблица 19 - 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 12.4.032-77
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы. [49]

Производственный шум.

- Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:
- Сварочный полуавтомат Lincoln Electric Power Wave S350;
- вентиляция;

- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, Очиститель окалины (скалер), УШМ GA7050.

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

- Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [48].

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 [48].

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	-	-	-

Таблица 6.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

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

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

Микроклимат.

Нормы производственного микроклимата устанавливаются

ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны». Нормы температуры, относительной влажности, скорости воздуха установлены для рабочей зоны – пространства высотой до 2м над уровнем пола. [51].

Микроклимат на участке в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением и интенсивностью излучения нагретых поверхностей.

Оптимальные параметры микроклимата на сварочном участке должны соответствовать СанПиН 2.2.4.548096 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». [52].

В цехе, для которого проектируется данный участок реконструкции осевой буксы, параметры микроклимата соответствуют требованиям санитарных норм и правил. В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры следующие: температура 17-19°C; относительная влажность 60÷40%; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

В производственном помещении в воздух выделяется много пыли и вредных газов. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГОСТ12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования». [53]

Чтобы создать на проектируемом участке нормальные метеорологические условия, удалить вредные газы и пыль, необходимо правильно спроектировать и надлежащим образом эксплуатировать вентиляционную систему. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2-0,5 метров в секунду [46].

На участке реконструкции осевой буксы применяем обще-обменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

6.2.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой. [47]

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 500 Вт, построенных в 4 ряда по 4 светильника.

6.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Опасность поражения электрическим током.

К мероприятиям по защите от поражения электрическим током относится.

обеспечение недоступности токоведущих частей от случайного прикосновения, понижение напряжения, заземление и зануление электроустановок, автоматическое отключение, индивидуальная защита и т.д.

Ограждение токоведущих частей как правило предусматривается конструкцией электрооборудования. Наличие этих ограждений в условиях эксплуатации являются обязательными.

Пониженное напряжение применяют тогда, когда работающий имеет длительный контакт с корпусом этого оборудования. Токи пониженного напряжения применяют в электросварочных аппаратах.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических токоведущих частей электрического и технологического оборудования, которые могут оказаться под напряжением.

Сопротивление заземляющего устройства для установок мощностью до 100 кВА допускается 10 Ом [49].

Движущиеся механизмы.

Так как на участке реконструкции осевой буксы имеется общецеховая кран-балка, то имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися деталями.

Для защиты рабочих от движущихся механизмов предусмотрено следующее: проходы между оборудованием, движущимися механизмами и перемещающимися деталями должно составлять не менее 2м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3м²; при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизма.

Въезд и выезд автомобильного транспорта в цех и из цеха должен сопровождаться звуковым сигналом, а в некоторых случаях (особенно в тёмное время суток) и световым сигналом.

Опасность ожогов.

Для защиты сварщиков от ожогов (брызг сварки – брызг расплавленного металла и случайного соприкосновения с расплавленным металлом сварочной ванны), также, как и для защиты от лучистой энергии применяются спецодежда: куртка, брюки, шапочка, брезентовые рукавицы; спецобувь; щитки или маски.

Одежда сварщика должна быть со специальной противопожарной пропиткой.

6.4 Охрана окружающей среды

Защита воздушной среды.

Для очистки воздушной среды на данном участке применяют метод абсорбции (разделение газовойоздушной смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов этой смеси абсорбентом с образованием раствора).

Отходы производства.

Основными направлениями устранения и переработки твёрдых отходов (кроме металлоотходов) являются вывоз и захоронение на специализированных полигонах, складирование и хранение на территории предприятия.

Основная операция первичной обработки металлоотходов – это сортировка, разделка, механическая обработка. Создаются специальные цехи для утилизации вторичных металлов. Твёрдые отходы содержат амортизационный лом (отходы при модернизации оборудования, оснастки и инструментов), стружка металлов, пыль, шлак и др.

Также большое значение имеет безотходная технология. Малоотходность технологических процессов в первую очередь связана с необходимостью повышения коэффициента использования металла. Увеличение данного коэффициента даёт не только экономические выгоды, но и позволяет уменьшить количество отходов и вредных выбросов в окружающую среду. [50]

6.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Основы пожарной защиты предприятий определены государственными стандартами ГОСТ 12.1.004. -85 и ГОСТ 12.1.010. -76.

Производственные аварии, стихийные бедствия опасны своей внезапностью. Однако разрушительные последствия их могут быть предотвращены или значительно уменьшены, если заранее будут приняты меры.

На каждом объекте разрабатывается план ликвидации возможных аварий, организована подготовка рабочих и служащих к работе в аварийных условиях, предусмотрен запас сил и средств необходимых для ликвидации последствий аварии. Необходимо также организовать: устойчивую систему управления предприятием при чрезвычайных ситуациях; систему оповещения; план эвакуации рабочих и служащих; службу гражданской обороны; специальные спасательные команды и команды по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, а также скорейшему восстановлению производства; пункты оказания первой медицинской помощи и т.д. [49].

Определение категории взрывопожароопасности рабочего места и обеспеченности необходимыми средствами пожаротушения.

Вероятность возникновения пожаров в зданиях и сооружениях, а также распространение от конструкций и материалов, из которых они выполнены, а также характера производства.

Сварочное производство соответствует категории Г. То есть в производство обращаются следующие материалы: негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом и расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени.

Проектируемый участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (1шт.) (нельзя тушить электроустановки под напряжением);

- огнетушитель ОХП-10 (3шт) (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей);
- огнетушитель углекислотный ОП-2 (2шт) (для тушения лакокрасочных материалов и электроустановок под напряжением;
- ящик с сухим и чистым песком (1шт) (для тушения различных видов возгораний).

6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Конструктивным элементом защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, проходящие в земле и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлений и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 м. Почва – суглинок. Удельное сопротивление грунта $\rho = 1 \cdot 10000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$.

Сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю, определяется по формуле [47]:

$$R_3 = (\rho_3 / 2\pi \cdot l_M) \cdot \ln \cdot (4h_M / d), \quad (6.1)$$

Где R_3 – сопротивление одиночного заземлителя, Ом;

d – диаметр трубы, см, $d=3$ см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см, $\rho_3=1 \cdot 10^4$ Ом·см;

l_M – длина трубы, см, $l_M=200$ см;

h_M – глубина заковки трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см, $h_M=170$ см;

Определяем сопротивление одиночного заземлителя:

$$R_3 = 1 \cdot 10^4 / (2 \cdot 3,14 \cdot 200) \cdot \ln \cdot (4 \cdot 170 / 3) = 43 \text{ Ом}.$$

Определяем требуемое число заземлителей, по формуле [47]:

$$n = R_3/R_3 \cdot \eta, \quad (6.2)$$

где n – требуемое число заземлителей, шт.;

η – коэффициент использования группового заземлителя, $\eta=0,8$;

R_3 – требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом, $R_3=5$ Ом.

$$n = 43/5 \cdot 0,8 = 10,75 \text{ шт.}, \text{ принимаем } n=10 \text{ шт.}$$

Длину соединительной полосы находим по формуле [28]:

$$L_{\text{п}} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1), \quad (6.3)$$

где $L_{\text{п}}$ – длина соединительной полосы, мм;

a – расстояние между заземлителями, м;

$$a = 2 \cdot l_{\text{м}} = 2 \cdot 200 = 400 \text{ см} = 4000 \text{ мм.}$$

Отсюда:

$$L_{\text{п}} = 1,05 \cdot 400 \cdot (10 - 1) = 3780 \text{ см} = 37800 \text{ мм.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле [29]:

$$R_{\text{п}} = \rho_{\text{п}} / (2\pi \cdot L_{\text{п}}) \cdot \ln \cdot (4 \cdot h_{\text{п}}^2 / h_{\text{п}} \cdot b), \quad (6.4)$$

Где $R_{\text{п}}$ – сопротивление соединительной полосы, Ом;

$\rho_{\text{п}}$ – удельное сопротивление грунта, Ом·см, $\rho_{\text{п}}=1 \cdot 10^4$ Ом·см;

$L_{\text{п}}$ – длина полосы, см, $L_{\text{п}}=3780$ см;

b – ширина полосы, см, $b=1,2$ см;

$h_{\text{п}}$ – глубина заложения полосы в землю, см, $h_{\text{п}}=80$ см.

$$R_{\text{п}} = 1 \cdot 10^4 / (2 \cdot 3,14 \cdot 3780) \cdot \ln \cdot (4 \cdot 80^2 / (80 \cdot 1,2)) = 2,53 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление тока по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле [28]:

$$R_c = R_э \cdot R_n / (R_э \cdot \eta_n + R_n + \eta_э \cdot n), \quad (6.5)$$

Где R_c – результирующее сопротивление тока по всей системе, Ом;

$\eta_э$ – коэффициент использования труб, $\eta_э=0,7$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n 0,8$.

Отсюда:

$$R_c = 43 \cdot 2,35 / (43 \cdot 0,7 + 2,35 + 0,8 \cdot 10) = 2,5 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом} [47].$$

Так как сопротивление менее 10 Ом, то проводка на проектируемом участке должна выполняться изолированным проводом или кабелем, который в местах, где возможно его повреждение, укладывают в металлические трубы.

На данном участке для заземления токоведущих частей полуавтоматов применяются размещенные в ряд вертикальные трубы длиной $L=2\text{м}$ и диаметром $D=0,03\text{м}$, соединенные полосой – длиной $L_n=3780\text{см}$ и шириной $v=1,2 \text{ см}$, глубина заземления $h_n=80\text{см}$.

6.7 Заключение по разделу социальная ответственность

В результате проведённой работы можно сделать следующие выводы: на участке реконструкции осевой буксы приняты необходимые меры для защиты от большинства опасных и вредных факторов на проектируемом участке:

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб - работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°C; относительная влажность 60^40 %; скорость движения воздуха

0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20[^]22° С; относительная влажность 60[^]40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется централизованное отопление.

- индивидуальные средства защиты (сварочные щитки и маски, для защиты тела сварщиков используется спецодежда: брюки, куртки, а для защиты кистей рук – рукавицы со специальной противопожарной пропиткой, респираторами типа „Лепесток“, очки защитные;

- заземление оборудования;

- противопожарные меры (огнетушители порошковые и углекислотные, ящики с песком);

- создание оптимальных условий труда (обеспечен оптимальный микроклимат);

В ВКР произведена разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Приняты необходимые меры по обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды.

Заключение

В выпускной квалификационной работе произведен проектный расчет участка сборочно-сварочного цеха для реконструкции осевой буксы. Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны оптимальные параметры режима сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование.

В проекте пронумерованы сборочно-сварочные операции по времени для изготовления изделия в целом, а также сборочных единиц по операциям.

В данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования.

Составлен технологический процесс реконструкции осевой буксы.

В проекте произведен расчет и планировка участка сборочно-сварочного цеха. Разработанный участок имеет следующие технические характеристики:

Годовая производственная программа – 100 осевых букс.

Площадь спроектированного участка, м² – 216 м²

Библиография

1. М 1575 UNIT RIG Осевая букса Тех. паспорт TEREX 08/22/2002г.
2. Паначев И.А. Кузнецов И.В. Анализ напряженно-деформированного состояния металлоконструкций балки заднего моста большегрузных автосамосвалов. / И.А. Паначев, И.В. Кузнецов //Вестник КузГТУ, 2011. - №4. – С. 35-40
3. Разработка технологии ремонтной сварки для повышения работоспособности металлоконструкций горно-транспортного оборудования, эксплуатируемого в условиях севера. Нерюнгри: ГУП «Якутуголь», 2004 – 150 с.: ил. ISBN 5-95857-118-X, 500 экз.
4. Техника механизированной дуговой сварки в защитных газах неповоротных стыковых соединений труб при реконструкции и ремонте магистральных газопроводов. С.Ю. Максимов, А.А. Гаврилюк, В.И. Удод <https://welder.stc-paton.com/ru/welderru/201901> (дата обращения: 25.03.2022)
5. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30.11.2020 № 471 "Об утверждении Требований к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов, формы свидетельства о регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов"
6. Приказ от 11 декабря 2020 года N 519 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах"
7. ГОСТ Р 59604.1-2021 Система аттестации сварочного производства. Часть 1. Общие требования.
8. ГОСТ Р 59604.5-2021 Система аттестации сварочного производства. Часть 5. Аттестация сварочного оборудования.

9. РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;
10. РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»
11. ГОСТ 14771-76 " Дуговая сварка в защитном газе соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры"
12. Нормативно-техническая документация. «Механизированная сварка в среде защитных газов, соединения сварные объектов горнодобывающего оборудования» (АГОК-МП-ГДО1-001) № ТД03-771-787/599 От 10.10.2019
13. Рекомендации по сварке сталей фирмы SSAB «STRENGTH»
<https://wearservice.ru/upload/iblock/215/osrgyhfxbdpb3nadb0i6wa7nk2des.com>
(дата обращения: 22.03.2022)
14. ГОСТ Р 59604.2—2021 Система аттестации сварочного производства. Часть 2 Аттестация персонала.
15. Разрушение материалов типы и виды разрушений.
https://learn.urfu.ru/resource/index/data/resource_id/56963/revision_id/ (дата обращения: 22.03.2022)
16. СТО НОСТРОЙ 2.10.64-2012 Сварочные работы. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ.
17. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
18. Оформление технологической документации: учебное пособие / А.В. Крюков, Д.П. Ильященко; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 121с.
19. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, Ю.В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ. ISBN 978-5-94275-582-9
20. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.

21. ГОСТ 19281-2014. Межгосударственный стандарт. Прокат повышенной прочности. Общие технические условия.
22. Spoolarc 86 стальная проволока с медным покрытием. <https://www.esab.ru/ca/en/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/spoolarc-86.cfm> (дата обращения: 22.03.2022)
23. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Материалы сварочные Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов.
24. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с
25. Сварочный полуавтомат MILLER AXCESS 300 <http://www.ets-engineering.ru/catalog/elektrosvarochnoe-oborudovanie/poluavtomaticheskaya-svarka-mig-mag/sistemy-axcess-300-450-675-programmno-upravlyaemye-poluavtomaticheskie-sistemy-dugovoy-svarki-mig-mi/> (дата обращения: 22.03.2022)
26. Сварочный полуавтомат Lincoln Electric Power Wave S350 <https://www.lincolnelectric.com/ru/Equipment/Pages/product.aspx?product=K2823-2> (дата обращения: 22.03.2022)
27. Сварочный выпрямитель ВДМ-1202С <https://zavodselma.ru/vypryamitel-vdm-1202s/> (дата обращения: 22.03.2022)
28. Профессиональный строгач ESAB Arcair Angle-Arc K4000 <https://www.esab.ru/ru/ru/products/arc-gouging-cac-a-exothermic-cutting/carbon-arc-gouging/manual-torches-cables/professional-angle-arc-k4000.cfm> (дата обращения: 22.03.2022)
29. Инверторный аппарат плазменной резки CUT 160 (J47) <https://svarog-rf.ru/products/cut-160-j47> (дата обращения: 22.03.2022)
30. Комплект Бензорез КЖГ-1Б ОКП 36 4535 [https:// altayaza. ru/catalog/bamz/gazorezhuschee-i-gazosvarochnoe-oborudovanie/na-zhidkomyuchem/kzhg-1b-komplekt-apparatury/](https://altayaza.ru/catalog/bamz/gazorezhuschee-i-gazosvarochnoe-oborudovanie/na-zhidkomyuchem/kzhg-1b-komplekt-apparatury/) (дата обращения: 22.03.2022)
31. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.

32. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением».

33. ГОСТ 8.051-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм»

34. СП 70.13330.2012 Свод правил несущие и ограждающие конструкции

35. РД 34.10.130-96 - инструкция по визуальному и измерительному контролю.

36. ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах.

37. ГОСТ Р ИСО 5817-2021 «Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества».

38. Постановление Госгортехнадзора РФ от 11.06.2003 N 92 Об утверждении Инструкции по визуальному и измерительному контролю (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.06.2003 N 4782)

39. Оформление технологической документации: учебное пособие / А.В Крюков, Д.П. Ильященко; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 121с.

40. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальностей 120500 «Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.

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

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

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

44. ЯКУТСКЭНЕРГО URL: https://yakutskenergo.ru/opening_information/reggoods/electro.php (дата обращения: 07.05.2022)

45. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 02.05.2022)

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

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

48. 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.

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

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

51. ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны». Нормы температуры, относительной влажности, скорости воздуха установлены для рабочей зоны – пространства высотой до 2м над уровнем пола.

52. СанПиН 2.2.4.548096 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

53. ГОСТ12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

Приложение А (обязательное)
Технологический процесс сборки и сварки

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ОСЕВАЯ БУКСА

1

Осевая букса

СПРУТ-ТП

Комплект документов
на технологический процесс
Сборки и сварки

Разраб. Мазник А.А. _____
Пров . Ильященко Д.П. _____
Н. контр. Ильященко Д.П. _____

Приложение Б (Спецификация осевая букса)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ФЮРА.0000001.186.00.000 СБ		1	
A1			ФЮРА.0000002.186.00.000 ЛП		1	
A1			ФЮРА.0000003.186.00.000 ЛП		1	
<i>Детали</i>						
		1	ФЮРА 0000001.186.001-01	Ремонтная вставка	1	
		2	ФЮРА 0000001.186.002-01	Ремонтная вставка	1	
		3	ФЮРА 0000001.186.003	Усиленная верхняя пластина	1	
		4	ФЮРА 0000001.186.004-02	Баковина усиленная	1	
		5	ФЮРА 0000001.186.005-02	Баковина усиленная	1	
		6	ФЮРА 0000001.186.006-03	Косынка усиленная	1	
		7	ФЮРА 0000001.186.007-03	Косынка усиленная	1	
		8	ФЮРА 0000001.186.008	Труба воздуходува	1	
ФЮРА.186.00.000						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Мазник				
Проб.		Ильященко				
Н.контр.		Ильященко				
Утв.						
Осевая букса				Лит. Лист Листов 1		
ЮТИ ТПУ гр. 10А70						