

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ КРЫШКИ ЛЮКА УГОЛЬНОГО ВАГОНА

УДК 629.463.5

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Злепушко С.В.		

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		

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
Руководитель ВКР

Злепушко С.В.
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/магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А70	Злепушко Сергею Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки крышки люка угольного вагона	
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. Разработка сборочно-сварочных приспособлений. 5. Проектирование участка сборки-сварки. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.129745.139.00.000 СБ Крышка люка 1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.139.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1) 3. ФЮРА.000002.139 ЛП План участка 1 лист (А1) 4. ФЮРА.000003.139 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 1 лист (А1) 5. ФЮРА.000004.139 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1) 6. ФЮРА.000005.139 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1) 7. ФЮРА.000006.139 ЛП Карта организации труда на производственном участке 1 лист (А1)</p>
---	--

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

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>3-10А70</p>	<p>Злепушко С.В.</p>		

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

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

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

(бакалаврской работы, дипломного проекта/магистерской диссертации)

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

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Злепушко С.В.		

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А70	Злепушко Сергей Владимирович

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 научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	28301,7 руб 60,37 руб 317,57 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов Металл Проволока Газ	136,5 кг 1,693 кг 1052 л
3. Используемая система налогообложения ставки налогов 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. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
--

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

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	Злепушко С.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А70	Злепушко Сергей Владимирович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

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

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</i> <p><i>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></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>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p> <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
З-10А70	Злепушко С.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 126 с., 11 рис., 18 табл., 54 источника, 4 прил., 7 л. графического материала.

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

Объектом разработки является изготовление крышки люка угольного вагона.

Цель работы. Разработка технологии изготовления крышки люка угольного вагона.

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

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия; обзор и анализ литературы; разработка требований НД предъявляемых к конструкции; выбор сварочных материалов, оборудования, оснастки, методов контроля; расчёт режимов сварки, элементов приспособления и основных элементов; техническое и материальное нормирование; составление схем узловой и общей сборки; разработка сборочно-сварочного приспособления; рассчитаны основные технико-экономические показатели; произведен анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 188640 руб;
- себестоимость продукции 14339823,6 руб;
- количество приведенных затрат 143681196 руб/изд. год.

Abstract

Final qualifying work 126 p., 11 drawings, 18 tables, 54 sources, 4 applications, 7 p. graphic material.

Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING METHOD, WELDING CURRENT, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, DEVICES, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the manufacture of a hatch cover for a coal car.

Objective. The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a hatch cover for a coal car.

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

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

In the course of the work, the study of the component parts of the product was carried out; a review and analysis of the literature; development of ND requirements for the design; selection of welding materials, equipment, tooling, control methods; calculation of welding modes, fixture elements and basic elements; technical and material rationing; drawing up schemes of nodal and general assembly; development of assembly and welding devices; the main technical and economic indicators are calculated; the analysis of the identified harmful and dangerous factors of the projected production environment is carried out.

Economic indicators:

- capital investments 188640 rubles;*
- cost of production 14339823,6 rubles;*
- the number of reduced costs 143681196 rubles / ed. year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Заключение	30
2 Объект и методы исследования	31
2.1 Описание сварной конструкции	31
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	31
2.2.1 Требования к подготовке кромок	32
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	33
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	34
2.2.4 Требования к сварке	34
2.2.5 Требования к контролю	35
2.3 Методы и средства проектирования	36
2.4 Постановка задачи	37
3 Разработка технологического процесса	38
3.1 Анализ исходных данных	38
3.1.1 Основные материалы	38
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	42
3.1.3 Выбор сварочных материалов	43
3.2 Расчёт технологических режимов	44
Поскольку произведенный расчет режимов сварки (таблица 3.6) не совсем совпадает с выбранным способ сварки УКП установленным производителем сварочного оборудования [39], принимаем параметры режимов сварки рекомендованные в РД-08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 [53].	48
3.3 Выбор основного оборудования	49
3.4 Выбор оснастки	53

3.5 Составление схем узловой и общей сборки	54
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	56
3.7 Разработка технологической документации	58
3.8 Техническое нормирование операций	60
3.9 Материальное нормирование	62
3.9.2 Расход сварочной проволоки	62
3.9.3 Расход защитного газа	63
3.9.4 Расход электроэнергии	64
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	65
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	65
4.2 Расчёт элементов приспособления	66
4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление	68
5 Проектирование участка сборки сварки	70
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	70
5.2 Расчёт основных элементов производства	70
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	71
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	71
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	72
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	75
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	75
6.2 Экономический анализ техпроцесса	75
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	76
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	76
6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	78
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	79
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	79
6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы	80
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	81
	13

6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	81
6.2.2.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	82
6.2.2.6	Затраты на амортизацию приспособлений	83
6.2.2.7	Определение затрат на содержание помещения	83
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	84
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	86
7	Социальная ответственность	88
7.1	Описание рабочего места	88
7.2.	Законодательные и нормативные документы	89
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	91
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	96
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	97
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	99
7.5	Охрана окружающей среды	100
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	102
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	102
	Заключение	104
	Библиография	105
	Приложение А (Спецификация Крышка люка)	110
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	111
	Приложение В (Технологический процесс)	112
	Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	120
CD-R		в конверте на обороте обложки
Графический материал		На отдельных листах
ФЮРА.129745.139.00.000 СБ Крышка люка		Формат А1
Сборочный чертеж		

ФЮРА.000001.139.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000002.139 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.139 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000004.139 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.139 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000006.139 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

УКП – управляемый каплеперенос;

КЗ – короткое замыкание;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

КПД – коэффициент полезного действия;

ИТР – инженерно-технические работники;

МОП – младший обслуживающий персонал;

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

ОСТ 24.050.34-84 – Проектирование и изготовление стальных сварных конструкций вагонов. Технические требования;

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

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

ГОСТ 2.314-68 – Единая система конструкторской документации.

Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий;

ОСТ 24.001.22-82 – Система технологической подготовки производства.

Контроль технологической дисциплины;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;

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

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

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

Введение

Вагоны относятся к одной из главнейших составляющих технических средств железных дорог.

Вагон – это единица подвижного состава, предназначенная для перевозки грузов и пассажиров. Совокупность вагонов, работающих на сети железных дорог, представляет собой вагонный парк железнодорожного транспорта, отличающийся многообразием конструкций, которые можно разделить на две большие группы. Одна из них – это пассажирские вагоны, обеспечивающие потребности пассажирских перевозок, а другая – грузовые, в которых осуществляется перевозка грузов.

Если еще принять во внимание производственные мощности машиностроения, связанные со строительством вагонов, то можно, не делая глубокого анализа, оценить, сколь велика роль вагонного парка и ориентированных на него производств по изготовлению, техническому обслуживанию и ремонту вагонов в промышленном потенциале государства [1].

К вагонам грузового парка относятся крытые, полувагоны, платформы, цистерны, изотермические и вагоны специального назначения (транспортеры, передвижные мастерские, контрольно-весовые платформы и другие вагоны, приспособленные для технических и бытовых нужд железных дорог).

Полувагоны предназначены для перевозки руды, каменного угля, флюсов и других навалочных грузов. В полу таких вагонов имеются открывающиеся люки для разгрузки сыпучих материалов и поэтому они называются саморазгружающимися. К саморазгружающимся вагонам относятся металлические вагоны-думпкары и хопперы. Думпкары предназначены для перевозки руды и строительных материалов на короткие расстояния. При разгрузке их кузов наклоняется на одну сторону пневматическим механизмом. Крытые хопперы применяются для перевозки цемента, а открытые – для балласта (щебеночного и песчаного) [2].

1 Обзор и анализ литературы

Регулирование процесса горения сварочной дугой может влиять на стабильность самой дуги, а также получения направленного переноса электродного металла в сварочную ванну, что особенно важно при сварке в положениях, отличных от нижнего, а также воздействия на процессы, протекающие в сварочной ванне в околошовной зоне (управление первичной кристаллизацией металла шва и термическим циклом в околошовной зоне) [3].

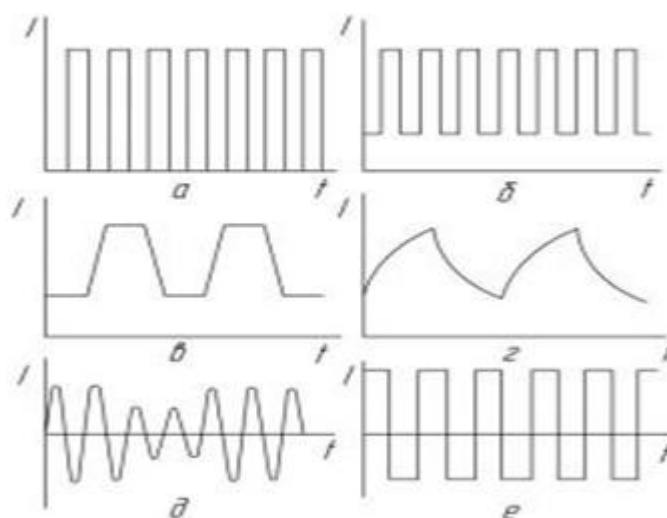
Импульсные процессы при сварке можно разделить на:

- сварку модулированным током;
- импульсно-дуговую сварку;
- сварка пульсирующей дугой;
- импульсная подача проволоки.

Рассмотрим современные способы импульсно-дуговой сварки.

Сварка модулированным током.

С целью удержания сварочной ванны в пространственных положениях отличных от нижнего сварочного тока необходимо снизить, а для обеспечения требуемых сварочно-технологических свойств электрода ток должен быть значительно больше величины, обеспечивающей удержание сварочной ванны. Сварщик решает эту задачу, выполняя электродом различные манипуляции, вплоть до обрыва дуги, что приводит к образованию дефектов, как при сварке корня шва, так и заполняющих слоев. Выполнение указанных противоречивых требований возможно методами импульсной модуляции сварочного тока (рисунок 1.1). По сравнению со сваркой стационарной дугой, сварка модулированным током имеет ряд основных преимуществ. Это улучшение формирования шва во всех пространственных положениях, повышение механических свойств, сварных соединений, улучшение дегазации сварочной ванны, снижение сварочных деформаций и др. [4].



а, б, в, г) низкая частота следования импульсов с изменением скорости подачи;
 д) изменение амплитуды при модулировании переменного тока; е) сварка разно
 полярными импульсами

Рисунок 1.1 – Циклограммы процессов сварки модулированным током [5]:

Дополнительные импульсы, протекающие в интервале основной паузы, обеспечивают технологическую устойчивость процесса сварки модулированным током. Их длительность и частота влияют на равномерное плавление покрытого электрода без образования “козырька”, а также при сварке корневых швов и изделий малой толщины – на поддержание существования “замочной скважины” [6].

Сварка пульсирующей дугой.

Сварка пульсирующей дугой представляет собой специализированный процесс сварки со струйным переносом металла. При горении пульсирующей дуги в инертных газах может наблюдаться очень мелкокапельный перенос электродного металла. Название "струйный" он получил потому, что при его наблюдении невооруженным глазом создается впечатление, что расплавленный металл стекает в сварочную ванну с торца электрода непрерывной струей. Изменение характера переноса электродного металла с капельного на струйный происходит при увеличении сварочного тока до "критического" для данного диаметра электрода или же при подаче импульсного напряжения. Сварка пульсирующей дугой может применяться и в сварке вольфрамовой дугой (*TIG*).

Контур шва и глубина провара отлаживаются при этом процессе очень хорошо. Импульсы высокого напряжения быстро обеспечивают глубину расплавления основного металла, но не вызывают интенсивного разогрева материала. Фоновый ток при этом поддерживает нужное состояние дуги между импульсами. По сравнению с постоянной дугой пульсирующая усиливает проникновение, не повышая температуру соединения. Однако, надо заметить, что скорость сварки при этом падает на 20-40%. Пульсирующая дуга может быть настроена от 1 до 100 импульсов в секунду, а на некоторых типах оборудования даже до 1000 импульсов [7].

Импульсная подача сварочной проволоки.

Генерирование импульсов подачи основывается на 2-х основных способах ее получения: за счет применения специальных электродвигателей в механизме подачи электродной проволоки и при использовании механических модуляторов различных конструкций.

Объяснить увеличение коэффициента наплавки при импульсной подаче электродной проволоки можно следующими причинами:

- управляемым процессом образования капли электродного металла, не позволяющим расходовать лишнюю энергию на ее перегрев;
- отсутствием больших значений токов короткого замыкания, обычно характерных для процесса сварки с короткими замыканиями;
- увеличение тока в импульсе подачи способствует росту коэффициента плавления, при этом фактически импульсный ток не превышает 30-35% времени цикла образования и переноса капли, отсюда и рост коэффициента плавления по сравнению со средним значением тока при постоянной скорости подачи [8].

Исходя из особенностей сварки с импульсной подачей электродной проволоки один цикл капли переноса протекает в четыре этапа (рисунок 1.2) [9]:

- формирование капли за счет плавления электродной проволоки;

- движение электродной проволоки: под действием упругих сил за счет использования механизма импульсной подачи происходит перемещение электродной проволоки с находящейся на ее торце жидкой каплей в направлении металлической ванны;
- торможение капли: происходит торможение подачи сварочной проволоки в результате достижения штоком конца угла опускания. При этом в силу определенной инерционности жидкого металла капля, находящаяся на торце электрода, продолжает движение;
- короткое замыкание: происходит соприкосновение жидкой капли, находящейся на торце электрода и металлической ванны, образования перемычки и переход металла капли в сварочную ванну [10].



Рисунок 1.2 – Видеокадры процесса образования капли электродного металла при сварке проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в CO_2 с импульсной подачей с частотой 30 с⁻¹: а – е – $t_{\text{ф}}$ равно 0,001, 0,004, 0,008, 0,012, 0,016 и 0,020 с соответственно

В работе [11] была разработана математическая модель для определения параметров импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке и наплавке.

Авторы в работе [12] рассмотрели возможность применения сварки с импульсной подачей сварочной проволоки при ремонте крупногабаритных деталей. Достигается большая энерговыгода и также упрощается конструкция, в сравнении с полуавтоматами с автоматической подачей самозащитной проволоки больших диаметров.

В процессе сварки тонколистового металла возникает проблема его коробления. Эта проблема актуальна и часто возникает, например, при

ремонтной сварке кузовов автомобилей, сварке различных емкостей для пищевой промышленности и др. Было исследовано влияние импульсной подачи и ее параметров на возможность снижения коробления тонколистового металла в результате термического воздействия дуги на образцах толщиной 1,0 и 2,0 мм. Следует отметить, что коробление при импульсной подаче заметно ниже, чем при сварке с непрерывной подачей электродной проволоки [13].

Применение новых регулируемых механизмов импульсной подачи электродной проволоки при дуговой механизированной сварке сплавов алюминия позволило существенно улучшить формирование металла шва и его структуру и снизить потери электродного металла. Улучшение электропроводных свойств алюминиевого сварного соединения при механизированной сварке может быть достигнуто в том числе и при использовании импульсной подачи электродной проволоки с управляемыми параметрами. При этом обеспечивается качественное выполнение сварного соединения, влияющее на электротехнические свойства токоведущих шин [14].

Одним из путей повышения эффективности применения сварки с импульсной подачей сварочной проволоки является использование смеси $Ar+CO_2$. Это позволяет обеспечить лучшее формирование шва и уменьшить разбрызгивание электродного металла, чем при сварке в чистом углекислом газе. Сварка в смеси газов с использованием устройства импульсной подачи сварочной проволоки позволяет существенно снизить потери металла на угар и разбрызгивание [15].

Импульсно-дуговая сварка.

В настоящее время появляются новые способы импульсно-дуговой сварки. Это, к примеру, импульсно-дуговая сварка с подогревом электродной проволоки, двухдуговая импульсная сварка, импульсная сварка с увеличенным вылетом электродной проволоки, технологии *SpeedPulse*, *STT*, *ForceArc*, *ColdArc*. С целью повышения эффективности

сварки плавящимся электродом в среде инертных газов применяют предварительный подогрев сварочной проволоки проходящим током и импульсно-дуговую сварку. Полуавтоматическая импульсно-дуговая сварка титановых сплавов обеспечивает повышение производительности сварочных работ в 2-3 раза при снижении погонной энергии сварки в 2-2,5 раза [16].

Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями.

Современные сварные конструкции требуют высоких показателей качества. И импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества. Они позволяют снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепловложение позволяет вести сварку без прожогов, а также в положениях, отличных от нижнего.

Сейчас многие производители сварочного оборудования предлагают процесс сжатой, короткой дуги.

Форсированная дуга имеет ряд преимуществ перед дугой со струйным переносом:

- глубокое проплавление благодаря увеличенному давлению дуги на ванну жидкого металла;
- отсутствие подрезов благодаря короткой дуге;
- высокая производительность, обусловленная более высокой скорости сварочного процесса и увеличению коэффициента наплавки (уменьшение числа проходов);
- уменьшение необходимой ширины разделки.

Процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку. Функция *SpeedArc* в отличие от стандартной струйной дуги

поддерживает уверенный струйный процесс переноса металла более короткой дугой. Дуга становится более сфокусированной, очень устойчивой. Благодаря высокому плазменному давлению в дуге обеспечивается более глубокое проплавление. При этом снижается тепловложение в основной металл и снижается вероятность возникновения таких дефектов, как подрезы [17].

Осциллограммы процесса *SpeedArc* компании *Lorch* были проанализированы в сравнении с осциллограммами процесса *RapidArc* от компании *Lincoln Electric* (рисунок 1.3) [18].

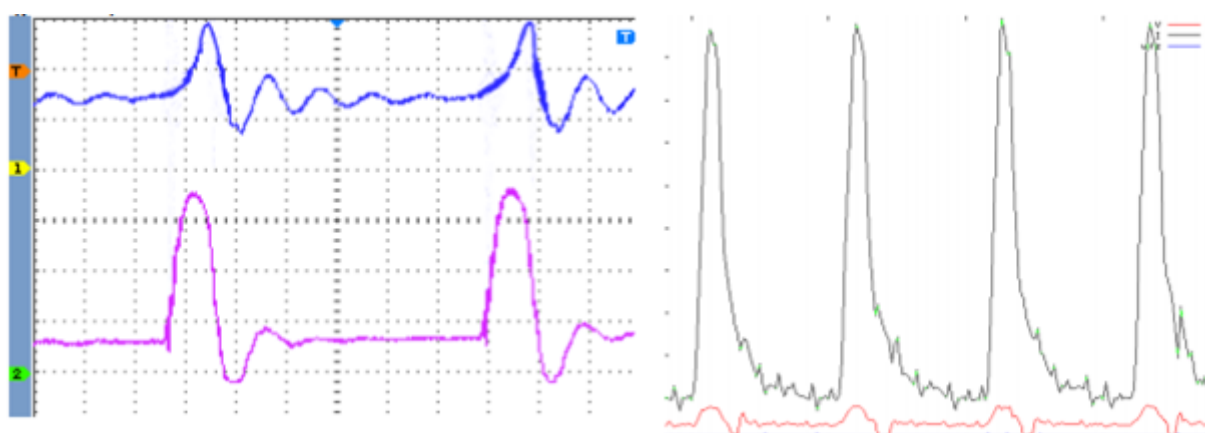


Рисунок 1.3 – Осциллограммы по току и напряжению процессов *SpeedArc* (слева) и (справа) *RapidArc*

Как видно из осциллограммы по напряжению, сварка в обоих случаях ведется с коротким замыканием. В момент короткого замыкания идет снижение тока до базового значения, или даже ниже его. Это обеспечивает перенос металла без разбрызгивания, которые происходят из-за “взрыва” перемычки в связи с увеличением силы тока.

Сравним теперь макрошлифы соединений. Как мы видим, в обоих случаях наблюдается глубокое проплавление, достаточно узкое. Отсутствуют подрезы.

Процесс короткой сфокусированной дугой с короткими замыканиями позволяют добиться сниженного разбрызгивания, глубокого

проплавления и увеличения скорости сварки без потери качества сварных соединений.

Область применения процесса сварки короткой дугой с короткими замыканиями [19]:

- сварка толстолистного металла;
- сварка корневых швов;
- сварка в узкую разделку;
- сварка легированных сталей и сплавов.

Процесс сварки сплошной проволокой в активных газах и смесях с управляемым комплексом (УПК).

Процесс УКП реализован ООО НПП "Технотрон", на базе источника ДС400.33УКП.

Традиционный процесс сварки в CO_2 и смесях реализуется в настоящее время простейшим или инверторным выпрямителем с пологопадающей внешней характеристикой и включенным в сварочную цепь дросселем. Пологопадающая характеристика обуславливает саморегулирование дуги, дроссель ограничивает скорость нарастания тока КЗ, а накопленная во время КЗ энергия расходуется на плавление электрода и образование капли.

Основные недостатки традиционного процесса [20]:

- в момент касания капли с ванной (точка 5 рисунок 1.4) зона контакта минимальная и электродинамическая сила, протекающего через перемычку препятствует переходу капли в ванну. Эта сила может вызвать отброс капли от поверхности ванны, а проходящий ток – перегрев и взрыв, образующейся перемычки. При этом капля, отрываясь от электрода, улетает в виде брызг, либо остается на торце электрода и переходит в ванну при следующем КЗ;

- после втекания капли в ванну за счет протекающего тока КЗ (пинг-эффект) происходит уменьшение диаметра перемычки между электродом и каплей. Далее происходит взрыв перемычки, и капля

полностью перетекает в ванну (точка 2 и 3 рисунок 1.4). Происходит спад тока. Энергия, накопленная в дросселе, расходуется на зажигании дуги и образование новой капли. Из-за различного рода возмущений разрыв перемычки может произойти в точках 1,2,3 или 4.

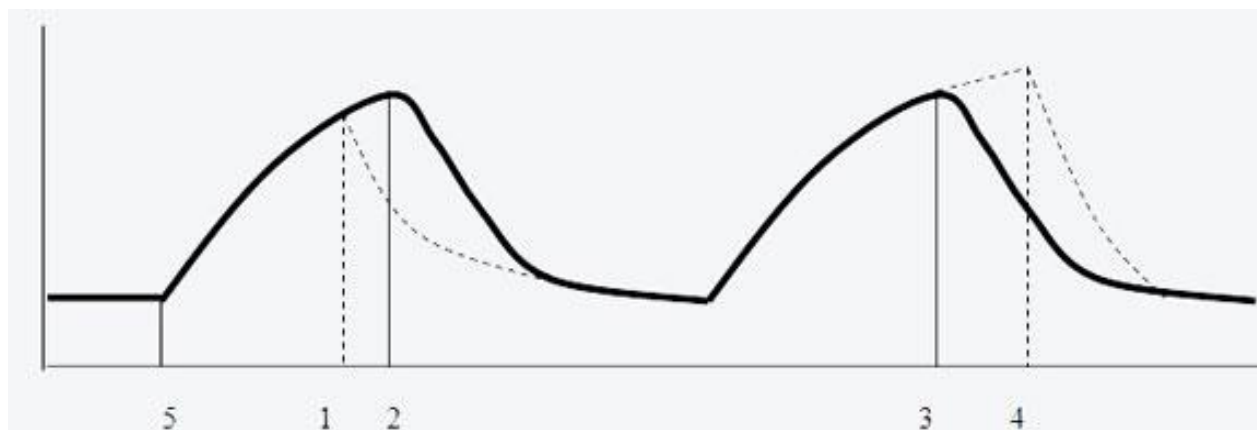


Рисунок 1.4 – Осциллограмма традиционного процесса сварки в CO_2 [20]

Это приводит к тому, что энергия, идущая на образование следующей капли, будет разной, что в свою очередь ведет к нестабильности процесса.

Для устранения этих недостатков, начиная, примерно с 1970 года предприняты значительные усилия различными научными организациями. Большой вклад в это внесли И.И. Заруба, С.И. Пинчук, А.Г. Потаньявский, А.В. Лебедев, А.Ф. Князьков, Ю.Н. Сараев и др. Однако реализации идеи мешало отсутствие быстродействующей элементной базы. Только создание быстродействующих транзисторных инверторов позволило реализовать процесс сварки на основе высказанных идей практически.

В 1985 году компанией *Lincoln Electric* была создана сварочная система *SST*, способная управлять переносом электродного металла.

В ООО НПП "ТехноТрон", на базе транзисторного инвертора создан источник ДС400.33УКП, реализующий принцип управляемого каплепереноса (УКП). Данный источник позволяет успешно производить сварку тонкого металла и сварку по открытому зазору с формированием качественного обратного валика.

Процесс УКП организован следующим образом [20]:

– капля касается ванны (точка 1 рисунок 1.4). В этот момент ток по сигналу обратной связи сбрасывается почти до нуля на время 0,7-0,8 мс. За это время пятно контакта капли с ванной развивается, происходит "врастание" капли в сварочную ванну;

– в точке 2 токовая пауза заканчивается и начинается резкое нарастание тока КЗ до точки 3. Резкое нарастание ток в нашем случае возможно, так как капля уже надежно контактирует с ванной. Кроме того, это нужно для уменьшения времени КЗ за счет быстрого образования и сужения шейки между электродом и каплей. Ток КЗ возрастает до точки 3. Далее ток КЗ почти не меняется (плавно нарастает), так как для разрыва суженной перемычки между каплей и ванной большой ток не нужен.

– в момент 4 перемычка между электродом 4 и каплей разрушается. В это время по сигналу обратной связи включается ток импульса определенной (фиксированной) длительности и амплитуды 5 (регулируемой). В этот момент зажигается дуга и происходит образование новой капли. Дозированная амплитуда и длительность позволяют стабилизировать размер образовавшейся капли. Далее ток снижается до уровня базового - 6. Спад тока может пойти по кривым 7, 8 или 9 (параметр регулируется). Эта регулировка позволяет менять тепловложение в сварочную ванну. Ток поддерживается на уровне базового 6 до следующего короткого замыкания.

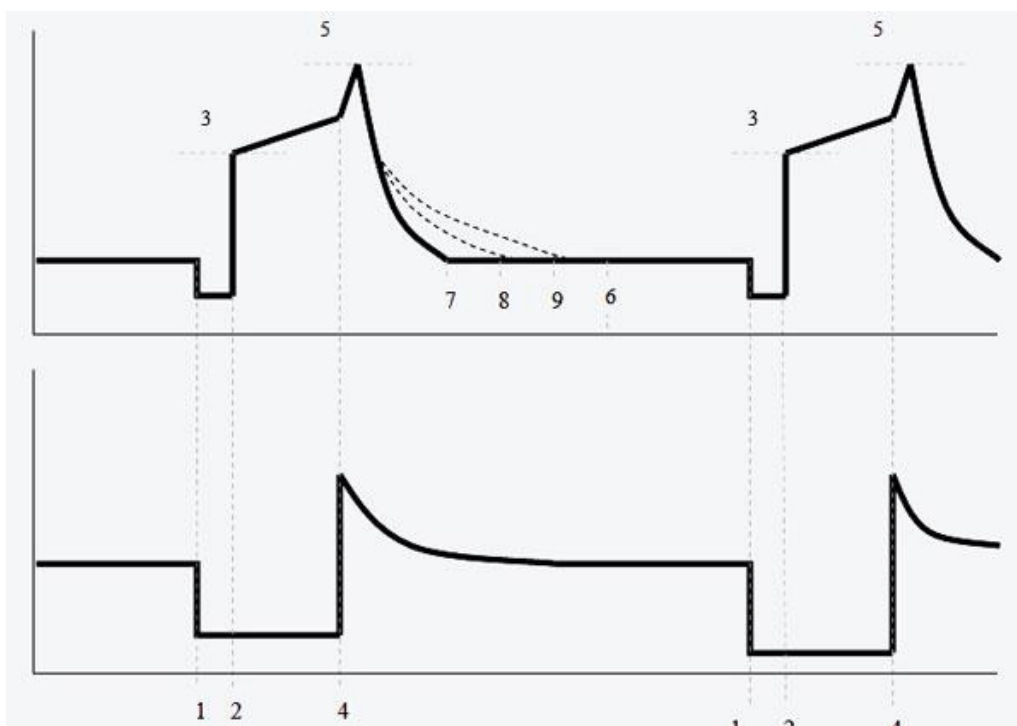


Рисунок 1.5 – Осциллограмма тока и напряжения при УКП [20]

Основные регулируемые параметры при сварке корневого шва.

Базовый ток – определяет общее тепловложение и форму обратного валика. Если базовый ток очень высокий, то будет хорошее проплавление, но недостаточная высота обратного валика. Низкое значение базового тока формирует высокий обратный валик, но возможно несплавление кромок.

Базовый ток устанавливается в пределах 30-150А.

Ток импульса - управляет длиной дуги и влияет на внешнюю поверхность корневого шва. Увеличение тока приводит к формированию более плоской внешней поверхности шва. Кроме того, ток импульса оказывает влияние на общее тепловложение.

Ток импульса устанавливается в пределах 200-500А.

Спад тока – регулирует тепловложение. Устанавливается в пределах 1-70 условных единиц.

Ток КЗ – регулирует амплитуду первоначального нарастания тока КЗ до точки 3 рисунок 1.5. Устанавливается в зависимости от диаметра используемой проволоки и вида защитного газа.

Регулируется в пределах 110-300 А (21-40 в условных единицах) [20].

1.1 Заключение

В процессе обзора литературы [3-20] проанализированы виды импульсной дуговой сварки, для дальнейшей работы выбираем механизированную сварку режимом УКП, так как процесс УКП позволяет исключить прожоги, снижает требования к точности подготовки кромок, металл шва получившийся в процессе сварки обладает пластичностью необходимой для несения динамических нагрузок возникающий в процессе эксплуатации изделия. Режим УКП сокращает время воздействия высоких температур возникающих в процессе сварки на металл изделия, что позволяет избежать проблем коробления и смещение свариваемых заготовок. За счет механизации сварочного процесса сокращается время на производство одной единицы изделия.

Сварочный аппарат, обладающей данной технологией, производится в России.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – крышка люка угольного вагона. Крышка люка полувагона – это составная часть его кузова. Выполняется из стали 09Г2Д ГОСТ 19281-89 и предназначается для разгрузки сыпучих грузов, не требующих защиты от осадков. Изготавливается из пятимиллиметрового листа с шестью гофрами, поперечными вагону. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.129745.139.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 1590 мм 1430 мм 186 мм. Масса: 105 кг.

Крышка люка угольного вагона подвергается непосредственному воздействию динамических нагрузок и абразивному воздействию. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Технические условия изготовления сварной конструкции предусматривают технические условия на основные материалы, сварочные материалы, а также требования, предъявляемые к заготовкам под сборку и сварку, к сварке и к контролю качества сварки.

Крышка люка угольного вагона изготавливается согласно ОСТ 24.050.34-84 «Проектирование и изготовление стальных сварных конструкций вагонов. Технические требования».

Рабочие чертежи и технические условия должны соответствовать требованиям ЕСКД с указанием в них:

- материалов, из которых изготавливаются сварные конструкции;

- размеров деталей и элементов с учётом допусков на их изготовление, массы;
- типов швов сварных соединений, конструктивных элементов и размеров швов сварных соединений согласно ГОСТ 5264-80, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 11533-75, ГОСТ 23518-79, ГОСТ 11534-75, ГОСТ 15878-79, ГОСТ 14776-79 и другой нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке;
- обозначений сварных швов по ГОСТ 2.312-72 и настоящему стандарту;
- сварных швов несущих сварных конструкций, подлежащих дефектоскопии;
- мест сварных соединений, подлежащих обработке для повышения динамической прочности, и методов обработки этих соединений;
- мест для постановки клейм согласно чертежей;
- сварочных материалов при единичном производстве.

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Полувагоны следует изготавливать в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 26725-97 «Полувагоны четырехосные универсальные магистральных железных дорог колеи 1520 мм» по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Заготовки и детали, подаваемые на сборку под сварку, должны соответствовать требованиям чертежа. Свариваемые кромки заготовок и деталей с обеих сторон и прибегающие к ним поверхности должны быть сухими и очищены от грязи, краски, ржавчины, отстающей окалины, масла, металлической пыли и других загрязнений на величину, превышающую размеры шва не менее 10 мм.

Надрезы, выхваты, надрывы и другие дефекты, появившиеся в результате обработки, должны быть устранены. Способ устранения устанавливается в каждом конкретном случае предприятием. При этом должна быть соблюдена плавность перехода от обрабатываемого места к необработанному.

Кромки деталей, полученные кислородной и плазменно-дуговой резкой, должны быть очищены от грата, шлака, натеков и капель металла; точность и качество поверхности реза должны при механизированной резке соответствовать ГОСТ 14792-80 [21].

Кромки свариваемых деталей должны соответствовать ГОСТ 14771-76.

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

Сборку под сварку следует производить в специальных сборочно-сварочных кондукторах и приспособлениях. Сборочно-сварочные кондукторы должны обладать достаточной жёсткостью, обеспечивать свободный доступ к местам сварки, возможность сварки без прихваток и удобство выполнения сварки (преимущественно в нижнем положении), а также обеспечивать минимальные деформации от сварки.

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

При транспортировке и кантовке собранных под сварку элементов должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранение геометрических форм, заданных при сборке [21].

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Прихватки должны быть очищены от шлака и брызг, а некачественные прихватки (с трещинами, наплывами и другими дефектами) должны быть удалены и наложены вновь. При выполнении сварочных работ на несущих сборочных единицах (рамы вагонов, ремы тележек и другие сборочные единицы, оговоренные в чертежах) все не заваренные прихватки и следа от них должны быть удалены [21].

2.2.4 Требования к сварке

Сварка конструкций сборочных единиц вагонов должна производиться преимущественно в нижнем положении.

Сварка должна производиться в цехах при положительной температуре.

Выполнение сварочных работ при отрицательных температурах, а также на открытом воздухе должно осуществляться по специальной технологии предприятия, согласованной в установленном порядке.

На сварных конструкциях должно быть выбито клеймо сварщика, бригадира сварщиков или мастера в соответствии с технической документацией на изделие и требованиями ГОСТ 2.314-68.

Механизированная дуговая сварка должна осуществляться, как правило, без перерыва по всей длине шва. При обрыве дуги при наложении шва или отдельного слоя его сварка возобновляется на металле прерванного шва, при этом перед возобновлением сварки кратер и прилегающий к нему участок шва на длине 20-50 мм должны быть очищены от шлака.

Допускается ручная доварка швов, выполненных механизированной дуговой сваркой.

Местные наружные выступы в местах доварки и перекрытий отдельных участков шва должны быть сглажены механической зачисткой до образования плавных переходов в соответствии с указанием в чертежах.

В нахлесточном соединении допускается оплавление свариваемой кромки детали при катете шва, равном её толщине, на величину не более 10% толщины детали.

Перед наложением подварочного шва корень шва должен зачищаться от протекнов металла и шлака [11].

2.2.5 Требования к контролю

Контроль качества сварных конструкций должен осуществляться систематически в течение всего производственного цикла, на всех этапах изготовления. Порядок контроля указывается в карте технологического процесса. Предъявляемые к окончательной приемке сварные конструкции не должны быть окрашены.

Контроль соблюдения технологических процессов должен производиться в соответствии с требованиями ОСТ 24.001.22-82.

Контроль качества сборки под сварку следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 14771-76 и действующей отраслевой нормативно-технической документации.

При контроле качества сборки под сварку следует проверять:

- правильность сборки и расположения деталей в конструкции;
- величины зазоров между деталями и углы разделки кромок.

Собранные под сварку конструкции, отвечающие указанным требованиям, должны быть приняты ОТК и допущены к сварке.

Визуальному осмотру должны быть подвергнуты все сварные швы до контроля их другими методами.

Перед визуальным осмотром сварные швы должны быть очищены от шлака и загрязнений.

Контроль сварных швов, недоступных для осмотра после окончательной сварки конструкции, должен производиться до установки деталей, закрывающих эти швы.

При контроле швов измерением должно быть установлено соответствие размеров сварных швов требованиям чертежа или другой технической документации [21].

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: ВИК в объеме 100 %.

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:

Расчет технологических режимов, элементов сборочно-сварочных приспособлений, технического и материального нормирования операций. Расчеты производятся в программа *MathCad* 14.

Сконструировано сборочно-сварочное приспособление. Чертеж приспособления выполнялся в программе *Компас-3D V16*.

2.4 Постановка задачи

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

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление крышки люка угольного вагона должно быть технологичным.

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо:

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

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Крышка люка угольного вагона – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и металлических профилей изготовленная из конструкционной стали 09Г2Д ГОСТ 19281-89 «Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия».

Химический состав и механические свойства стали 09Г2Д приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 09Г2Д в % (ГОСТ 19281-89) [22]

<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cr</i>	<i>V</i>	<i>Ni</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
			Не более							
0,17-0,37	0,15-0,3	1,4-1,8	0,12	0,035	0,03	0,3	0,12	0,3	0,08	0,012

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 09Г2Д (ГОСТ 19281-89) [22]

σ_B , Н/мм ²	σ_T , Н/мм ²	δ_5 , %
450	410	210

Применение стали 09Г2Д: металлические конструкции вагоностроения. Сталь обладает повышенной стойкостью против атмосферной коррозии [22].

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких

одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [23].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъемное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объем сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия [24]:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить [24]:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [24]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

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

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [24]:

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

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для 09Г2Д:

$$C_{\text{эКВ}} = 0,12 + (1,4/6) + (0,17/24) + (0,3/10) + 0,3/5 + (0,12/14) = 0,41 \%$$

Сталь 09Г2Д – конструкционная ГОСТ 19281-89 [22]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [22]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

В ходе обзора литературы определились, что регулирование процесса горения сварочной дугой может влиять на стабильность самой дуги [3], поэтому способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

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

Для стали 09Г2Д рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом; механизированная сварка порошковой проволокой, механизированная сварка в углекислом газе порошковой проволокой, смеси углекислого газа с кислородом проволокой диаметром до 2 мм механизированной дуговой сваркой, проволокой до 4 мм при автоматической сварке с удлиненным вылетом (не менее 35 мм), а также в смеси на основе аргона ($Ar + CO_2$) и ($Ar + CO_2 + O_2$) проволокой до 2 мм механизированной дуговой сваркой [20].

Поскольку в изделии нет протяженных швов, а сталь 09Г2Д – конструкционная ГОСТ 19281-89 относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [22], а так же на основании требований нормативно технической документации ОСТ 24.050.34-84 «Проектирование и изготовление стальных сварных конструкций вагонов. Технические требования» [21] металл шва должен обладать пластичностью для несения динамических нагрузок, выбираем механизированную сварку УКП плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO_2 ($Ar - 80\%$, $CO_2 - 20\%$) ISO 14175 – M21 [20].

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем согласно ОСТ 24.050.34-84 сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [25]

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

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [26]

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

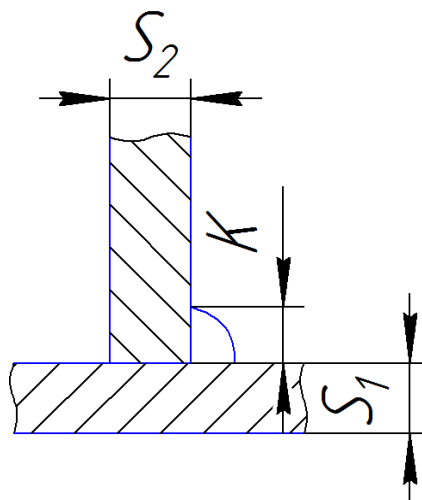
Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175-M21 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

3.2 Расчёт технологических режимов

К параметрам сварки в смеси газов плавящимся электродом относятся [23]:

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

Рассчитаем Сварной шов номер 1 смотри СБ Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.139.00.000 тавровое соединение Т1- 5 которое показано на рисунке 3.1:



S – толщина листа, K – катет

Рисунок 3.1 – Тавровое соединение Т1-5 ГОСТ 14771-76:

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [23]:

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

где K – катет шва.

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

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

Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$ определяем по формуле [23]:

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

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

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{\text{эл}} = 1,14 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [23]:

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

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

e – ширина сварного шва, мм.

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

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

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

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

Силу сварочного тока определяем по формуле [23]:

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

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

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

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

С учетом поправочного коэффициента:

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

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [23]:

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

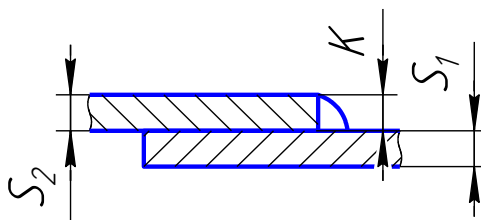
$$U_C = 14 + 0,05 \times (251 \dots 262) = 26,5 \dots 27,1 \text{ В.}$$

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [23]:

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

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

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1- $\nabla 5$ смотри СБ Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.139.00.000 которое показано на рисунке 3.2:



S – толщина листа, K – катет

Рисунок 3.2 – Нахлесточное соединение Н1- $\nabla 5$ ГОСТ 14771-76

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [23]:

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

где K – катет шва.

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

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

Диаметр электродной проволоки $d_{эп}$ определяем по формуле [23]:

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

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

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

Скорость сварки определяем по формуле [23]:

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

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

e – ширина сварного шва, мм.

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

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

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

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

Силу сварочного тока определяем по формуле [23]:

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

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

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

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

С учетом поправочного коэффициента:

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

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [23]:

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

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

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [23]:

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

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

Полученные результаты сведем в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	Напряжение, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход Ar + CO_2 , л/мин.	$n_{пр}$
5	1,2	251...262	26,5...27,1	21,7	12,5...12,9	1
5	1,2	251...262	26,5...27,1	21,7	12,5...12,9	1

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	$n_{пр}$
1	T1- $\nabla 5$	1,2	22	250...260	26...27	10...14	1
2	H1- $\nabla 5$	1,2	22	250...260	26...27	10...14	1
3	T3- $\nabla 5$	1,2	22	250...260	26...27	10...14	1

Поскольку произведенный расчет режимов сварки (таблица 3.6) не совсем совпадает с выбранным способ сварки УКП установленным производителем сварочного оборудования [39], принимаем параметры режимов сварки рекомендованные в РД-08.00-60.30.00-КТН-050-1-05 [53].

Таблица 3.7 – Режимы сварки по РД-08.00-60.30.00-КТН-050-1-05

Наименование слоя	Параметры процесса				
	Скорость подачи проволоки, мм/с	Пиковый ток, А	Базовый ток, А	Скорость колебания электрода, мм/с	Время задержки электрода, с
Корневой	От 45 до 55	От 250 до 270	От 40 до 60	От 12 до 18	0,4-0.5

3.3 Выбор основного оборудования

Основываясь на выборе способа сварки определенного в разделе 3.1.2 «Обоснование и выбор способа сварки» выбираем источник сварочного тока и подающий механизм для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа ISO 14175-M21 плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 250-260$ А, напряжение сварки $U_c = 26-27$ В, обладающий режимом УКП. Согласно требуемым условиям, выбираем: аппарат ДС400.33УКП [27] с подающим механизмом ПМ-4.33 [27].

Профессиональные аппараты нового поколения для полуавтоматической сварки с управляемым каплепереносом в среде защитных, активных газов и их смесей – ДС400.33УКП незаменимы для работы, когда требуется минимальное разбрызгивание, гарантированное проплавление и качество шва. Аппараты ДС400.33УКП надежны и выполнены на высочайшем профессиональном уровне с использованием последних достижений в области электроники и сварочных технологий.

Аппарат ДС400.33УКП – мощный 400-амперный инверторный источник питания для:

- полуавтоматической сварки с управляемым каплепереносом в среде CO₂. Режим УКП.
- традиционной полуавтоматической сварки и наплавки. Режим MIG/MAG.
- использования в составе установок автоматической сварки.

Предназначен для работы с подающим механизмом ПМ-4.33, но может эксплуатироваться и с подающими устройствами других типов [27].

Достоинства:

- резкое снижение уровня разбрызгивания;

- отсутствие деформаций металла за счет четкого управления тепловложением;
- гарантированное проплавление и обратный валик;
- возможность ведения сварки во всех пространственных положениях;
- качество сварки сравнимое с аргонодуговой, при производительности в 3-5 раз выше;
- цифровая индикация тока и напряжения сварки.

Технические характеристики аппарата ДС400.33УКП представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики аппарата ДС400.33УКП [27]

Характеристика	Значение
Напряжение питания, В	380,+10% -10%
Потребляемая мощность, кВА, не более	20
Номинальный режим работы ПН, % (при +20°C)	100
Максимальный ток при ПН=100%, А	400
Диапазон рабочих температур, °С	От - 40 до + 40
Масса, кг	44
Габаритные размеры (ШхВхГ), мм	280х535х610

Внешний вид аппарата ДС400.33УКП показан на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Аппарат ДС400.33УКП

Подающий механизм ПМ-4.33 – предназначен для подачи сплошной стальной, алюминиевой и порошковой проволоки от 0,6 до 2,4 мм при работе с аппаратом ДС400.33М или любым другим источником, имеющим «жесткую» вольтамперную характеристику.

Функциональные возможности [27]:

- цифровое задание всех параметров сварки непосредственно с подающего механизма;
- цифровая индикация скорости подачи проволоки, сварочного тока и напряжения;
- плавная регулировка скорости подачи сварочной проволоки и напряжения на дуге;
- энергонезависимая память режимов сварки;
- плавное зажигание дуги, благодаря установке замедления проволоки вначале сварки;
- установка времени продува в начале сварки и обдува газа после ее окончания;

- плавное гашение дуги, благодаря установке замедления проволоки при окончании сварки;
- четырехроликовый механизм подачи проволоки фирмы cooptim ltd., (профиль ролика зависит от диаметра и вида сварочной проволоки);
- зубчатое зацепление подающих и прижимных роликов;
- регулируемое усилие прижима;
- возможна эксплуатация на удалении до 50м от сварочного источника;
- отсекаТЕЛЬ защитного газа.
- «тест газа» и «тест проволоки».
- подача сварочной проволоки со стандартных 5 и 15кг катушек.
- возможность работы в непрерывном 2-х и 4-х тактном режиме.

Технические характеристики подающего механизма ПМ-4.33 представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики подающего механизма ПМ-4.33 [27]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	~36
Потребляемая мощность, кВА, не более	0,15
Скорость подачи проволоки, м/мин	1-17
Диаметр проволоки, мм	
Сплошная (сталь)	0,6-1,6
Сплошная (алюминий)	1,0-2,4
Порошковая	0,9-2,4
Диапазон рабочих температур, °С	От - 40 до + 40
Масса (без учета массы катушки с проволокой), кг	14
Габаритные размеры, мм	685x250x430

Внешний вид подающего механизма ПМ-4.33 показан на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Подающий механизм ПМ-4.33

3.4 Выбор оснастки

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

При изготовлении крышки люка угольного вагона применяется приспособление сборочно-сварочное. Расчет и описание сборочно-сварочного приспособления выполнены в пункте 4.1, а внешний вид показан на чертеже ФЮРА.000001.139.00.000 СБ. Спецификация сборочно-сварочного приспособления приведена в приложении Б.

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

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

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

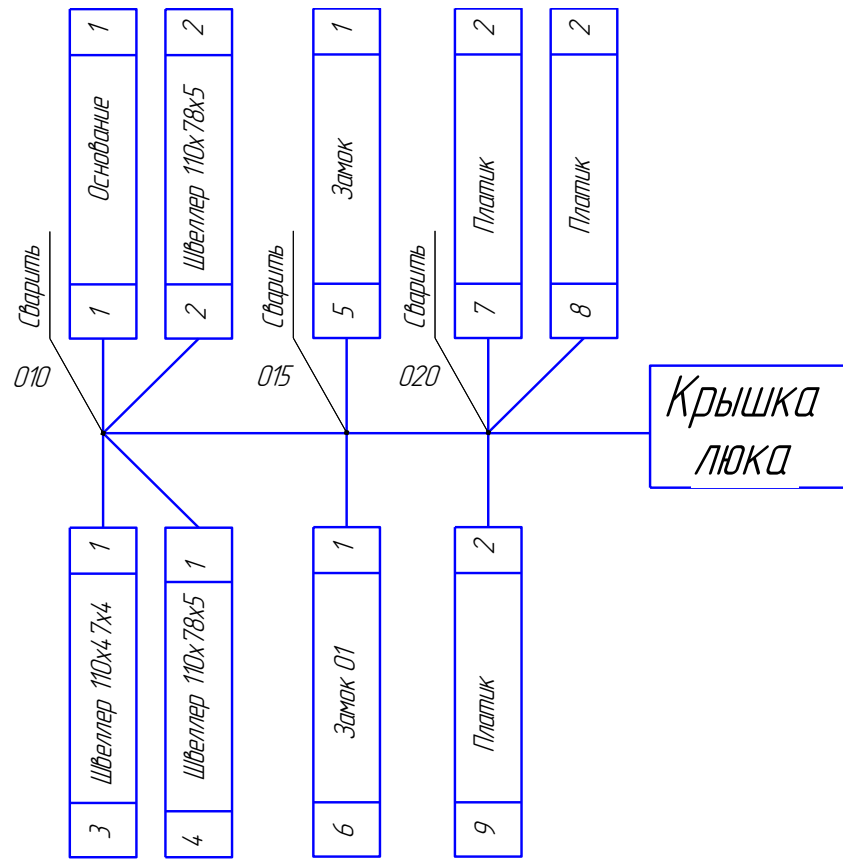
Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

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

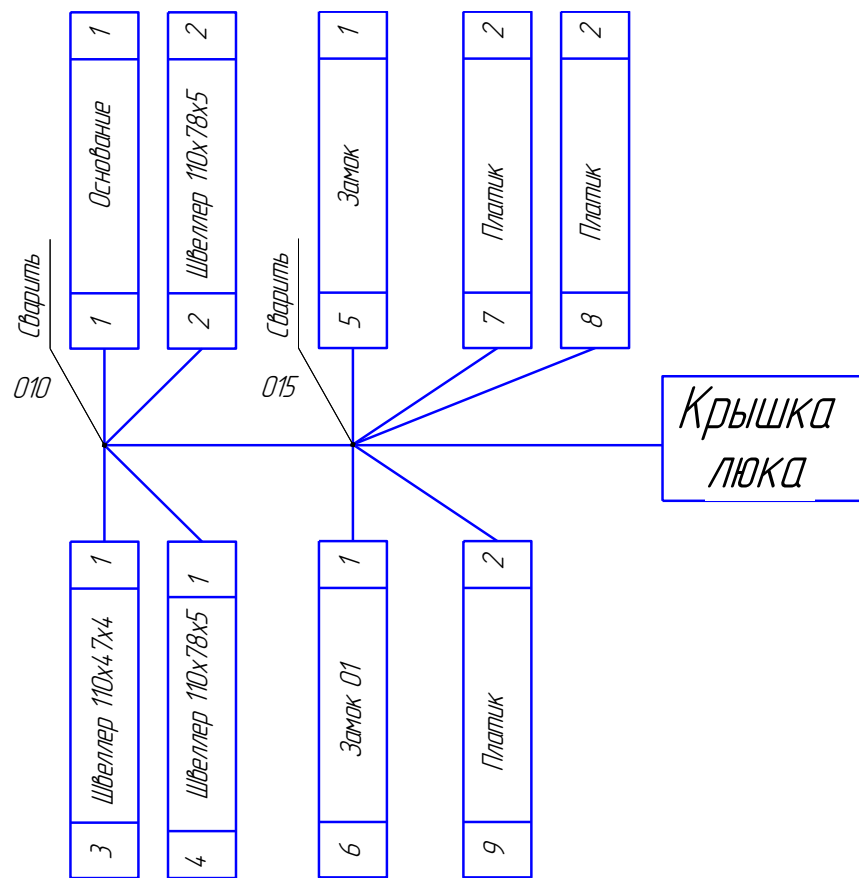
Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки [28].

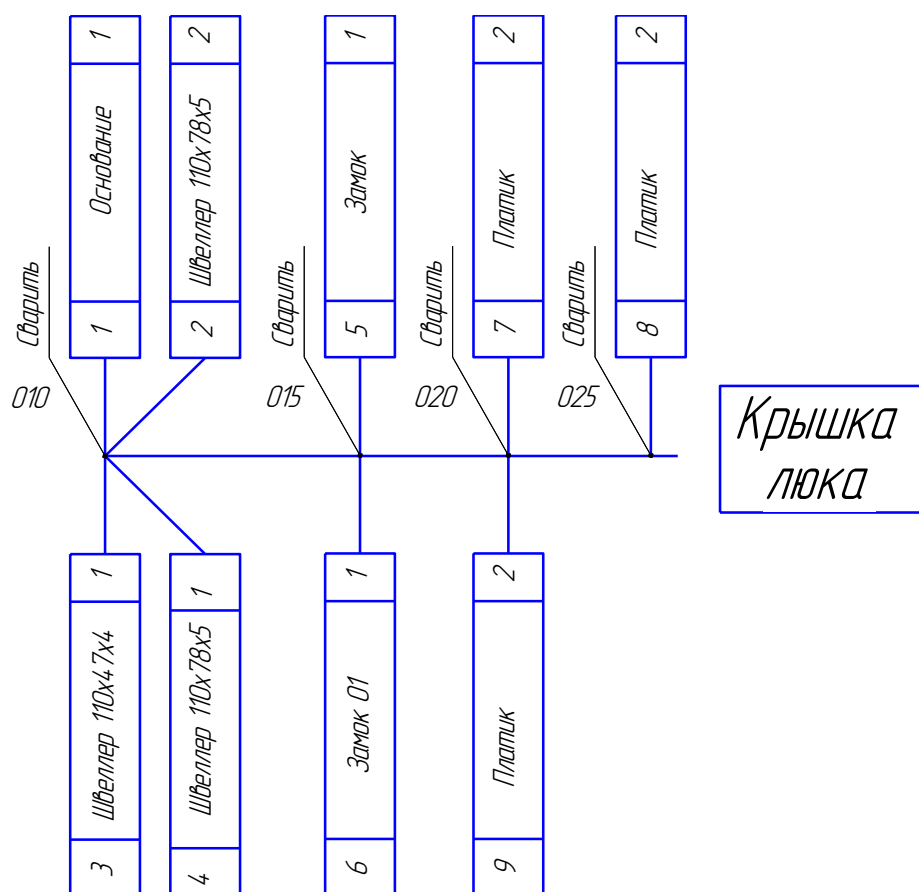
На листе плаката ФЮРА.000003.139 ЛП представлена технологическая схема сборки крышки люка угольного вагона. На рисунке 3.5 показаны варианты технологической схемы изготовления крышки люка угольного вагона.



а.



б.



В.

Рисунок 3.5 – Технологические схемы изготовления крышки люка угольного вагона

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.5а как наиболее технологичный, поскольку он обеспечивает наилучшее расположение комплектующих для последовательной сборки и сварки изделия, а так же исключает возможность создания помех при механосборочных работ отдельных узлов изделия.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [29].

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

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

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: ВИК в объеме 100%.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76) [29].

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

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

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм [29].

При изготовлении крышки люка угольного вагона применяется визуальный и измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают

отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов [29]:

Для ВИК применяются, штангенциркуль ШЦ-2-1600, лупа измерительная 10-х, линейка металлическая, люксметр не менее 500 Лм, образцы шероховатости, угольник и УШС-4.

3.7 Разработка технологической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [30].

Разработка технологических процессов включает [30]:

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 [30]:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;

- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;

- возможный наименьший расход производственной энергии.

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

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [30]:

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

Изготовление крышки люка угольного вагона начинается с установки основания поз. 1 на приспособление сборочно-сварочное. Затем по месту устанавливаются швеллеры поз. 2 (2 шт.), поз. 3 и поз. 4. Выдерживаются размеры Л, К и Ж. Швеллеры поз. 2 (2 шт.) прижимаются струбцинами зажимными (4 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 010). Далее по месту устанавливаются замки поз. 5 и поз. 6.

Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 015). Потом устанавливаются пластики поз. 7 (2 шт.), поз. 8 (2 шт.) и поз. 9 (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 020). Далее выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соед. от брызг сварки, срубаются напльвы) и контроль (операции 025-030).

Технологический процесс производства крышки люка угольного вагона приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [31]:

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

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% [31].

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

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 х ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении крышки люка угольного вагона.

Исходные данные:

- марка стали – 09Г2Д;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70;
- сварные швы тавровый и нахлесточный без разделки;
- положение шва нижнее;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О

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

Время сварки для шва №1 Т1 ∇ 5 ГОСТ 14771-76:

Определим время на операцию 010

Масса дет. поз. 1 $m_1=48$ кг; установка дет. кран-балкой на приспособление $t_1=1,6$ мин., масса дет. поз. 3 $m_2=7,4$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_2=0,56$ мин., масса дет. поз. 4 $m_3=12,7$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_3=0,71$ мин., масса дет. поз. 2 (2 шт.) $m_4=10,3$ кг; установка дет. вручную на приспособление $t_4=1,42$ мин.

Найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 88 = 13,2$ мин.,

2. $t_{в.и} = 1,6 + 0,56 + 0,71 + 1,42 + 13,2 = 17,49$ мин,

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

4. $T_{ш} = 3,36 \times 8,448 + 17,49 = 45,84$ мин.

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления крышки люка угольного вагона приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления крышки люка угольного вагона

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборка-сварка	45,84
015	Сборка-сварка	6,91
020	Сборка-сварка	42,97
025	Слесарная	9,9
030	Контроль	19,9
Итого		125,52

3.9 Материальное нормирование

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [32]:

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

где m – вес одного изделия, кг (масса взята из подзаголовка 2.1);

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [32];

$$m_M = 105 \times 1,3 = 136,5 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [23]:

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

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

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

M_{HO} – масса наплавленного металла;

Масса наплавленного металла $M_{н.о}$ (смотри чертеж ФЮРА.129745.139.00.000 СБ) определяем по формуле:

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

где F_{HO} – площадь сечения наплавленного металла, (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.129745.139.00.000 СБ);

$L_{ш}$ – длина шва, (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.129745.139.00.000 СБ);

ρ – масса наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$ [23];

$$M_{HO1} = 15,7 \times 8,848 \times 7,85 \times 10^{-3} = 1,09 \text{ кг};$$

$$M_{HO2} = 15,7 \times 1,4 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,172 \text{ кг};$$

$$M_{HO3} = 15,7 \times 1,88 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,232 \text{ кг}.$$

$$M_{HO} = 1,09 + 0,172 + 0,232 = 1,495 \text{ кг}.$$

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 1,495 = 1,693 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [23]:

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

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа, $t_c = 80,9$ мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 13 \times 80,9 = 1052 \text{ л}.$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [23]:

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

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

η_U – КПД источника сварочного тока, $\eta_U = 0,85$ [27];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [23];

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

типа производства (K_U можно выбрать по таблице 3.2.2 [23]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.10)$$

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

$Ц_{Э.Э.}$ – цена 1 кВт х ч электроэнергии, $Ц_{Э.Э.} = 5,63$ руб/кВт х ч [33];

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \times 260 \times 1,348}{0,85} + 0,4 \times \left(\frac{1,348}{0,7} - 1,348 \right) = 10724 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 10,724 \times 5,63 = 60,37 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

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

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [34].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении крышки люка угольного вагона необходимо разработать приспособление сборочно-сварочное, оно должно иметь возможность зафиксировать швеллеры поз. 2 крышки люка для обеспечения невозможности горизонтального и вертикального смещения деталей. Так же необходимо обеспечивать установочные размеры К и Л.

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления показана на рисунке 4.1.

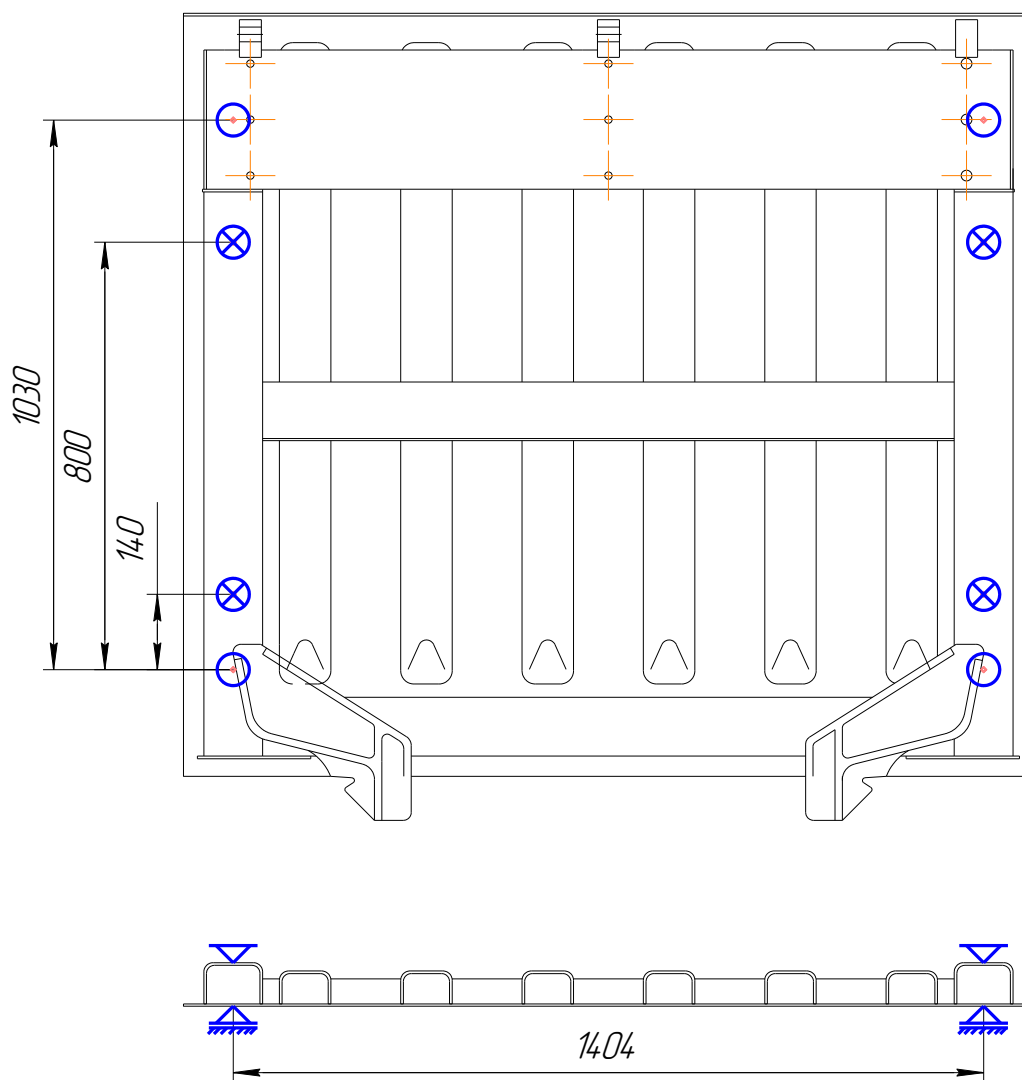


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления

4.2 Расчёт элементов приспособления

Для крепления уголков поз. 15 на приспособлении сборочно-сварочном ФЮРА.000001.139.00.000 СБ применяются рычажные прижимы серии К1437.03600.

Рычажные зажимы обычно применяют в сочетании с другими элементарными зажимами, образуя более сложные зажимные системы. Они позволяют изменять числовое значение и направление передаваемой силы. Всё многообразие расчетных схем рычажных зажимов можно свести к трем

силовым схемам, показанным на рис. 4.2

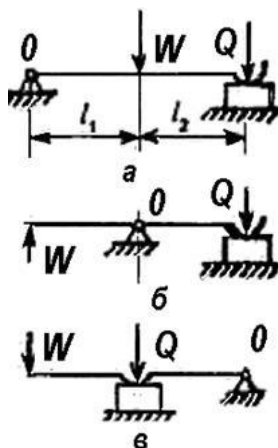


Рисунок 4.2 – Расчетная схема рычажных зажимов

Рассмотрим примеры упрощенного расчета по схемам, представленным на рис.4.1.1.

Для первого варианта (Рис.4.2 а) уравнение равновесия будет:

$$W \times L_1 \times \eta = Q \times (L_1 + L_2)$$

где η – обобщенный коэффициент учитывающий, потери на трение.

$$\text{Тогда } W = \frac{Q \times (L_1 + L_2)}{L_1 \times \eta}$$

Для второго варианта (Рис.4.2 б) уравнение равновесия будет:

$$W \times L_1 \times \eta = Q \times L_2$$

$$\text{Откуда } W = \frac{Q \times L_2}{L_1 \times \eta}$$

Для третьего варианта (Рис.4.2. в) уравнение равновесия будет:

$$W \times (L_1 + L_2) \times \eta = Q \times L_2$$

$$\text{Откуда } W = \frac{Q \times L_2}{(L_1 + L_2) \times \eta}$$

В нашем случае используется схема указанная на рис. 4.2 б.

Исходные данные для расчета усилия W берем из обзора изделия на сайте производителя [54]:

$$Q = 100 \text{ Н}$$

$$L_1 = 93 \text{ мм}$$

$$L_2 = 143 \text{ мм}$$

η – обобщенный коэффициент учитывающий, потери на трение сталь по стали 0,2

$$W = \frac{100 \times 143}{93 \times 0,2} = 768 \text{ Н}$$

4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [28].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [36]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;

– ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных).

– ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению. Перечень таких изделий составляют в установленном порядке);

– сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);

– гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);

– сведения о сертификации (при наличии);

– сведения о приемке;

– юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;

– сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления представлена в приложении Г.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [37].

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

5.2 Расчёт основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [30].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [30]:

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

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

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

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

T – длительность одной операции, мин (смотри пункт 3.8).

Так как операции 010-030 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{125,52}{60} = 1046 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при односменной работе равен 1980 часов (информация получена у нормировщика), найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

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

$$n_p = \frac{1046}{1881} = 0,56,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_z = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,56}{1} = 0,56.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma Tr = 1046 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов (информация получена у нормировщика), найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

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

Определим количество рабочих явочных [29]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{1046}{1976} = 0,53. \quad (5.3)$$

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

Определим количество рабочих списочных [29]:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{1046}{1739} = 0,6. \quad (5.4)$$

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

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

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

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

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

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

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [37].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [37]:

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

- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления изъянов, нанесения покрытий и отделки продукции;

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

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

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

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует

определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

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

На сварочном участке расположены: одно сборочно-сварочное приспособление, Аппарат ДС400.33УКП с устройством подачи проволоки открытого типа ПМ 4.33, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 0,5$ т и краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления крышки люка угольного вагона. Крышка люка угольного вагона – это составная часть его кузова. Выполняется из стали 09Г2Д ГОСТ 19281-89 и предназначается для разгрузки сыпучих грузов, не требующих защиты от осадков. Изготавливается из пятимиллиметрового листа с шестью гофрами, поперечными вагону.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.139.00.000 СБ, которое состоит из стола; струбцин прижимных; призм; винтов; шайб. После установки деталей крышки люка швеллеры поз. 2 прижимаются четырьмя струбцинами прижимными приспособления сборочно-сварочного.

Применим современное сварочное оборудование: аппарат ДС400.33УКП [27], механизм подачи проволоки ПМ-4.33 [27].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления крышки люка угольного вагона приведены в таблице 3.9.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [30]:

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

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

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

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [30]:

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

где $K_{\text{о}}$ – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

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

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [30]:

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

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб. [38,39];

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);

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

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

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [38,39]

Наименование оборудования		Π_{oi}
ДС400.33УКП	1 шт.	236010,5
ПМ-4.33	1 шт.	219700

$$K_{CO1} = 236010,5 \times 1 \times 0,556 = 13125 \text{ руб.}$$

$$K_{CO2} = 219700 \times 1 \times 0,556 = 122177 \text{ руб.}$$

$$K_{CO} = 13125 + 122177 = 135102 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		K_{CO} , руб.
ДС400.33УКП	1 шт.	13125
ПМ-4.33	1 шт.	122177
Итого		135102

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [30]:

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

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

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);

$\mu_{пj}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. пункт 5.2).

$$K_{\text{ГР}}=23500 \times 1 \times 0,556=13069 \text{ руб.},$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$K_{\text{ГР}j}$, руб.	Π_j , шт	$K_{\text{пр}}$, руб.
Приспособление ФЮРА.000001.139.00.000 СБ	23500	1	13069
ИТОГО			13069

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [30]:

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

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

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 35,7 \text{ м}^2$ (см чертеж ФЮРА.000002.139 ЛП),

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

$k_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 [30] (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_{\text{в}}=1$);

$\Pi_{\text{зд}}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2022 составляет, $\Pi_{\text{зд}}=94 \text{ руб}/\text{м}^3$.

$$K_{\text{зд}} = 35,7 \times 1 \times 12 \times 94=40470 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [30]:

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

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

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

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

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

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

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

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

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

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

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

где $N_{\text{М}}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [40].

$\text{Ц}_м$ – средняя оптовая цена стали 09Г2Д, на 01.01.2022, руб./кг:

– для стали 09Г2Д = 200 руб./кг [41], при $N_m = 105 \times 1,3 = 136,5$ кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [32].

N_o – норма возвратных отходов;

$$N_o = N_m \times 0,3 = 105 \times 0,3 = 31,5 \text{ кг/изд};$$

Ц_o – цена возвратных отходов, $\text{Ц}_o = 20$ руб/кг.

$$C_m = 1,04 \times (136,5 \times 200) - 31,5 \times 20 = 27762 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [30]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг: $G_d = 1,693$ кг

– для проволоки Св-08Г2С-О (смотри пункт 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [23], $k_{nd} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [23], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\text{Ц}_{п.с.} = 22,88$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2022 [42];

$$C_{п.с.} = 8,493 \times 1,03 \times 1,1 \times 1,693 = 43,9 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [30]:

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

где $g_{шкi}$ – расход смеси, $g_{шкi} = 13$ л/мин. (смотри пункт 3.2);

$\text{Ц}_{газ}$ – стоимость смеси, л., $\text{Ц}_{газ} = 0,17$ руб./л. [43];

t_c – время сварки в смеси газов, мин., $t_c = 80,9$ мин. (смотри пункт 3.8);

$$C_{\text{газ}} = 13 \times 0,17 \times 80,9 = 178,79 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [30]:

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

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

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (смотри пункт 3.8);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [30];

$K_{\text{сс}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая $K_{\text{сс}} = 1,3$ [30].

$K_{\text{рай}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай}} = 1,3$ [30];

$$C_z = (74,85 \times 125,52 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3)/60 = 317,57 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [23]:

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

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

η_U – КПД источника сварочного тока, $\eta_U = 0,85$ [27];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ [23];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [23]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.10)$$

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

$Ц_{Э.Э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{Э.Э.} = 5,63$ руб/кВт×ч [33];

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \times 260 \times 1,348}{0,85} + 0,4 \times \left(\frac{1,348}{0,7} - 1,348 \right) = 10724 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$Z_{ТЭ} = 10,724 \times 5,63 = 60,37 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [30]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15$ % [30],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [30],

$$C_3 = \frac{(23601,5 + 219700) \times 1 \times 0,556 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 311,66 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		C_3 , руб/изд.
ДС400.33УКП	1 шт.	30,23
ПМ-4.33	1 шт.	281,43

ИТОГО	311,66
-------	--------

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [30]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_\Gamma}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [30];

$$C_u = \frac{23500 \times 2 \times 0,556 \times 0,15}{500} = 3,92 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$\Pi_{пр}$, руб	Π_j , шт.	C_u , руб/изд.
Приспособление ФЮРА.000001.139.00.000 СБ	23500	1	3,92
ИТОГО			3,92

6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [40]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 35,7 \text{ м}^2$ (смотри чертеж ФЮРА.000002.139 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [40],

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

$$C_{\text{п}} = \frac{35,7 \times 0,08 \times 250}{500} = 1,43 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	27762
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	43,9
2.2	Затраты на защитный газ	178,79
3	Заработная плата	317,57
4	Затраты на электроэнергию	60,37
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	311,66
6	Расходы на амортизацию приспособлений	3,92
7	Затраты на содержание помещения	1,43
ИТОГО технологическая себестоимость:		28679,65

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$\begin{aligned} C_{\text{год}} &= 500 \times (27762 + 43,9 + 178,79 + 317,57 + 60,37 + 311,66 + 3,92 + 1,43) = \\ &= 14339823,6 \text{ руб/изд.} \times \text{год}, \end{aligned}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 135102 + 13069 + 40470 = 188640 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 14339823,6 + 0,15 \times 188640 = 14368119,6 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	2,09
3	Количество оборудования, шт.	1
4	Количество производственных рабочих, чел	1
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	136,5
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. × год.	14368119,6
9	Себестоимость одного изделия, руб.	28679,65

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку,

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

- капитальные вложения 188640 руб.;
- себестоимость продукции 14339823,6 руб.
- В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 14368119,6 руб/изд. × год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка крышки люка угольного вагона. При изготовлении крышки люка угольного вагона осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении крышки люка угольного вагона на участке используется следующее оборудование:

- аппарат ДС400.33УКП 1 шт.;
- механизм подачи проволоки ПМ-4.33 1 шт.;
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.

ФЮРА.000001.139.00.000 СБ;

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т и кран-балкой 0,5 т.

Крышка люка полувагона – это составная часть его кузова. Масса крышки люка угольного вагона составляет 105 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки 09Г2Д. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO_2 (20 %) *ISO* 14175 – М21 сварочной проволокой Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

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

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и

вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 35,7 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

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

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

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

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

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

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

К нормативным документам относятся:

- 1) ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
- 2) ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
- 3) ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
- 4) ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

- 5) ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
- 6) Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
- 7) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
- 8) Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- 9) Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
- 10) Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7% (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до 8,0 мг/м^3 ; озона до 0,36 мг/м^3 (ПДК 0,1 мг/м^3); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [44, 45].

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

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [45].

На участке сборки и сварки изготовления крышки люка угольного вагона применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

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

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [47]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [45];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [48]:

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

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

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

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

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

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

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

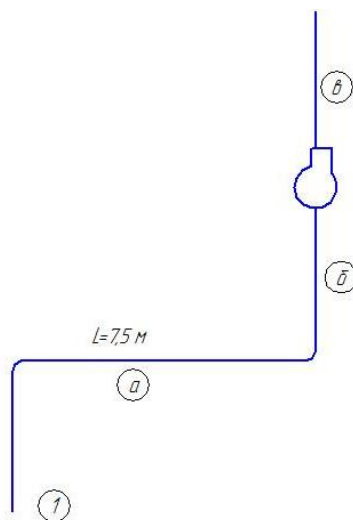


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

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

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [48]:

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

Определим диаметр общего воздуховода для:

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

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- аппарат ДС400.33УКП;
- механизм подачи проволоки ПМ-4.33;

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

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [49].

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

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

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 [49].

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 противозумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энерготратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [45].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [50].

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна

обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 6 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 3 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \times \text{мин}$ [51].

2. Защита от сварочных излучений.

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

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

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

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

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

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

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [52].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же

селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки крышки люка угольного вагона ФЮРА.129745.139.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [52].

3. Охрана водного бассейна.

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

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки крышки люка угольного вагона предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех,

где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [52].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

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

Для сборки-сварки крышки люка угольного вагона применено стационарное сборочно – сварочное приспособление, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

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

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

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 35,7 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 56 %;

Количество приведенных затрат – 14368119,6 руб./изд. × год.

Библиография

1. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / А.П. Азовский, Е.В. Александров, В.В. Кобищанов, В.Н. Котуранов, В.П. Лозбинец, М.Н. Овечников, Б.Н. Покровский, В.И. Светлов, А.А. Юхневский; Под ред. В.Н. Котуранова. – М.: Маршрут, 2005. – 490 с. ISBN 5-89035-256-3
2. Вагоны / И.Ф. Скиба – ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, Москва 1961. – 281 с.
3. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Управление процессом плавления и переноса при сварке в углекислом газе длинной дугой // Монография – 2009 г.
4. Князьков В.Л. Повышение эффективности ручной дуговой сварки модулированным током электродами с покрытием за счет автоматической адаптации параметров режима к технологическому процессу // Диссертация, 2006 г.
5. Шигаев Т.Г. Сварка модулированным током // Итоги науки и техники. Сварка. Том 17 – 1985 г.
6. Князьков А.Ф., Князьков В.Л. Исследование сварочно-технологических свойств покрытых электродов при сварке модулированным током // Сварочное производство - 2011 – №10 – С. 15-18.
7. Сварка пульсирующей(импульсной) дугой. URL: <http://www.se123.ru/tehnologiya/svarka-pulsiruyuschei-dugoi> (дата обращения 19.04.2022).
8. Мозок В.М. Дополнительные особенности технологии дуговой механизированной и автоматической сварки с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2010 – №2 – С. 34-38.
9. Лебедев В.А. Математическая модель формирования капель электродного металла при механизированной дуговой сварке с импульсной подачей сварочной проволоки // Сварочное производство – 2008 – №7 – С.10-14.
10. Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Распределение температурных

полей при сварке в смеси газов с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2011 - №1 – С.35-36.

11. Лебедев В.А. Определение параметров импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке и наплавке // Сварочное производство – 2008 – №8 – С.11-15.

12. Мозок В.М., Лебедев В.А. Ремонт крупногабаритных деталей с использованием управляемой импульсной подачи электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №6 – С. 31-34.

13. Лебедев В.А. Особенности сварки сталей с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №8 – С. 30-35.

14. Лебедев В.А. Некоторые особенности дуговой механизированной сварки алюминия с управляемой импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №11 – С. 26-30.

15. Павлов Н.В., Крюков А.В. Зернин Е.А. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов // Сварочное производство – 2010 – №4 – С.27-28.

16. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка – 2007 – №10

17. Процесс SpeedArc. URL: <http://www.shtorm-lorch.ru/rus/info/tech/speedarc.php> (дата обращения 19.04.2022)

18. Waveform analysis for MIG / GMAW "Lincoln RapidArc" on steel. URL: http://www.weldsmith.co.uk/dropbox/cranu/110523_waveforms_GMAW_steel/waveforms_GMAW-P_RapidArc.html (дата обращения 19.04.2022).

19. Крампит А.Г. Зернин Е.А., Крампит М.А / Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // Технологии и материалы – 2015 – №4 – С. 4-10

20. Процесс сварки сплошной проволокой в активных газах и смесях с управляемым комплексом (УПК) URL: <http://xn--e1aqadalkdy.xn--p1ai/ru/about/stati/process-svarki-sploshnoj-provolokoj/> (дата обращения 22.04.2022)

21. ОСТ 24.050.34-84 Проектирование и изготовление стальных сварных конструкций вагонов. Технические требования.

22. Характеристика материала 09Г2Д URL: http://splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=373 (дата обращения 21.04.2022)

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

24. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.

25. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.

26. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения: 21.04.2022)

27. Аппарат ДС400.33УКП URL: <http://xn--e1aqadalkdy.xn--p1ai/ru/product/ds40033ukp/> (дата обращения 20.04.2022)

28. Крюков А.В. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

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

30. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.

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

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

33. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oaokuzbassenergo/> (дата обращения 20.04.2022)
34. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
35. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
36. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».
37. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
38. Подающий механизм ПМ-4.33 URL: <https://svarshik.by/catalog/svarochnoe-oborudovanie/podayuschie-ustrojstva/podayuschij-mehanizm-pm-4-33/> (дата обращения: 16.05.2022)
39. Сварочный полуавтомат Технотрон ДС400.33УКП URL: <http://tig-svarka.com.ua/svarochnyy-poluavtomat-tehnotron-dc400-33ukp> (дата обращения: 16.05.2022)
40. 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.
41. Лист стальной конструкционный ст.09Г2Д 25 мм. URL: https://ekb.pulscen.ru/products/list_stalnoy_konstruktsionny_st_09g2d_25_mm_207088059 (дата обращения 15.05.2022)
42. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С, 06Х19Н9Т URL: https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677 (дата обращения: 16.05.2022)
43. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO₂) 40 л URL: https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719gazovaya_smes_argon_uglekislota

[75 80 ar 25 20 so2 40 1](#) (дата обращения: 16.05.2022)

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

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

46. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах *URL:* <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 09.05.2022)

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

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

49. 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.

50. 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.

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

52. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL:* <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 09.05.2022)

53. Руководящий документ Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. РД-08.00-60.30.00-ктн-050-1-05. Дата введения - 1.01.2006 г. – 81 с.

54. Устройство прижимное с угловым основанием и цельным держателем серии

K1437.03600

URL: https://alterv.ru/upload/iblock/692/k1437_prizhimy_privarivaemyj_vint.pdf

(дата обращения 02.06.2022 г.)