

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

Институт Электронного образования
Специальность Оборудование и технологии сварочного производства
Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология восстановления рабочей поверхности тормозных шкивов подъемных кранов

УДК 621.83.059.1:621.873

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Клепиков А.Н.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Хайдарова А.А..	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт дистанционного образования
 Направление подготовки (специальность) оборудование и технология сварочного производства
 Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ОТСП
 _____ « » _____ 2017 Киселев А.С.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Клепиков Алексей Николаевич

Тема работы:

Технология восстановления рабочей поверхности тормозных шкивов подъемных кранов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	20.04.2017, №2789/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2017
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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>Образцы с нанесенным восстановленным слоем проволокой Св-08Г2С и 30ХГСА</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Объект и методы исследования 3. Результаты и обсуждение 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение

<i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Титульный лист (название работы) 2. Цель и задачи исследования 3. Материалы и методы исследования 4. Экономическая часть и социальная ответственность 5. Выводы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1 Литературный обзор 2 Материалы, оборудование и методы исследования 3 Экспериментальная часть 4 Выводы	Хайдарова Анна Александровна
5 Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна
6 Социальная ответственность	Сопруненко Элина Евгеньевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2017
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Хайдарова А.А.	к.т.н., доцент		30.01.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1В22	Клепиков А.Н.		30.01.2017

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

Институт Электронного образования
 Направление подготовки 150202 Оборудование и технологии сварочного производства
 Уровень образования Высшее
 Кафедра Оборудование и технологии сварочного производства
 Период выполнения (весенний семестр 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2017
------------------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.04.2017	1 Литературный обзор	25
14.04.2017	2 Материалы, оборудование и методы исследования	5
02.05.2017	3 Экспериментальная часть	35
16.05.2017	4 Выводы	10
	5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	6 Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Хайдарова А.А.	к.т.н.		30.01.2017

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		30.01.2017

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Клепиков Алексей Николаевич

Институт	Электронного образования	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведение НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Планирование этапов работы, трудоемкости работы, расчет бюджета</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Оценка сравнительной эффективности проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>Альтернативы проведения НИ</i> 4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.04.17
-------------------------------------------------------------	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н		01.04.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Клепиков Алексей Николаевич		01.04.17

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Клепиков Алексей Николаевич

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	ОТСП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	<i>Объектом исследования являются образцы наплавленные проволокой Св-08Г2С и 30ХГСА. Оборудование: Автоматический сварочный станок в среде защитных газов. Основное время работы проводилось за ЭВМ</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<i>Физико-химическая природа вредности(недостаточная освещенность, повышенный уровень пульсации освещенности, повышенная яркость светящихся поверхностей, пониженный уровень влажности воздуха, повышенная температура воздуха, повышенный уровень ЭМП, повышенный уровень ЭСП, повышенный уровень шума, нарушение норм аэроионного состава воздуха, напряженность труда, тяжесть труда);</i> – действие фактора на организм человека; – предлагаемые мероприятия по улучшению условий труда – электробезопасность – пожар взрывобезопасность
2. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор и описание рекомендуемых действий при одной из ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	- специальные (характерные для оператора ПК) правовые нормы трудового законодательства; - место оператора ПК в эргономической системе.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.04.17
-------------------------------------------------------------	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			01.04.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Клепиков Алексей Николаевич		01.04.17

Реферат

Выпускная квалификационная работа с.84, рис 24, табл 25, источников 32, листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: микроструктура, микротвердость, видманштеттовая.

Объектом исследования являются образцы с нанесением восстановленного слоя проволокой Св-08Г2С и 30хгса.

Цель работы - исследование технологии восстановления рабочей поверхности тормозных шкивов подъемных кранов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- сделан анализ отечественной литературы по исследуемому вопросу и сделано заключение;
- подготовлены образцы и проведены эксперименты;
- проведен анализ микроструктуры образцов;
- построены графики распределения микротвердости по глубине
- дан анализ изменение микротвердости.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Аустенит – твёрдый раствор углерода в гранцентрированной кубической решётке железа.

Феррит – твёрдый раствор углерода объёмно центрированной кубической решётке железа.

Мартенсит – мелкодисперсная структура пластинчатого строения, получающаяся путём кооперативного перемещения атомов на расстояние меньше межатомного.

Перлит – эвтектоидная смесь двух равновесных при комнатной температуре фаз: феррита и цементита.

В настоящей работе применены следующие обозначения и сокращения:

- ЗТВ – зона термического влияния;

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения;

- ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления;

- СПП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления;

- ГОСТ 12.1.003-83 – Шум. Общие требования безопасности;
- СНиП 23-03-2003 – Защита от шума;

- ОСП-72/87 – Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений;
- НРБ-99/2009 – Нормы радиационной безопасности;
- СН 245-71 – Санитарные нормы проектирования промышленных зданий.

Содержание

	С.
1 Литературный обзор	14
1.1 Виды наплавки	14
1.2 Преимущества и недостатки.....	19
1.3 Методы наплавки	22
1.4 Способы упрочнения	25
1.5 Традиционные упрочнения	26
2 Методика, оборудование и материалы исследования.....	30
3 Экспериментальная часть	31
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	41
4.1 Предпроектный анализ.....	41
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	41
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	41
4.1.3 FAST – анализ	42
4.1.4 Определение значимости функций	45
4.1.5 SWOT-анализ.....	48
4.2 Инициация проекта.....	52
4.3 Планирование управления проектом	54
4.3.1 План проекта	54
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика	55
4.3.3 Бюджет научного исследования. Затраты на материалы и эксперименты.....	60
4.3.4 Расчет фонда заработной платы	60
4.4 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования	64
4.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта.....	64

5. Социальная ответственность	67
5.1 Производственная безопасность	67
5.1.1 Запыленность и загазованность воздуха рабочего места	67
5.1.2 Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение	69
5.1.3 Повышенный уровень шума	70
5.1.4 Повышенный уровень локальной вибрации	71
5.1.5 Электробезопасность	72
5.1.6 Расчёт защитного заземления	73
5.1.7 Противопожарная безопасность	76
5.2 Экологическая безопасность	78
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	80
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	81
6. Заключение	83
Список использованной литературы	84

Введение

При изготовлении новых деталей механизмов и машин и при восстановлении изношенных частей широко используются различные способы наплавки. В настоящее время накоплен огромный опыт восстановления деталей сваркой и наплавкой в ходе ремонтных работ оборудования на предприятиях разных отраслей промышленности. При этом наибольшее распространение по восстановлению деталей машин на предприятиях получил способ механизированной наплавки плавящимся электродом в среде защитных газов.

В АО “Томской судоходной компании” широко применяется наплавка изношенных поверхностей шкивов, валов и т.д. В последнее время задумались о том, чтобы усовершенствовать процесс восстановления шкивов, так как его рабочая поверхность подвергается большим механическим нагрузкам вследствие трения рабочей поверхности с асбестовыми лентами и последующего износа.

Для снижения трудоемкости ремонта по замене и восстановлению шкивов на предприятии целесообразно использовать более износостойкие материалы. К таким материалам из группы низколегированных сталей относится сталь 30ХГСА. Поэтому в данной работе заменили наплавку проволокой Св-08Г2С на 30ХГСА, для того чтобы получить на поверхности изделий слоя с нужными свойствами.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии восстановления и упрочнения поверхности шкивов порталных кранов.

Задачами дипломной работы с указанной целью являются:

1. Провести анализ отечественной и зарубежной литературы по исследуемому вопросу.
2. Подготовить образцы и провести эксперименты по наплавке упрочняющего слоя проволокой Св-08Г2С и 30ХГСА.

3. Провести сравнительный анализ микроструктуры и микротвердости образцов, полученных с помощью наплавки электродной проволокой Св-08Г2С и 30ХГСА.

4. По итогам проведенных сравнительных исследований сделать выводы и рекомендации по восстановлению изношенной поверхности шкивов порталных кранов.

1 Литературный обзор

1.1 Виды наплавки

Наплавка предоставляется разновидностью сварки. Но процессы наплавки отличаются от процессов сварки. При наплавке сварочный процесс применяется для наращивания на главный металл слоя металла или сплава со свойствами, порой различающимися от свойств главного металла [1-2].

Самым распространенным способом восстановить детали предоставляется наплавка деталей. Данный процесс обладает высокими экономическими и техническими параметрами, чем и обусловлена его популярность. При помощи наплавки можно нарастить слой любой толщины, у которого будут разные физико-механические параметры и химический состав. Наплавка бывает нескольких видов.

Рассмотрим некоторые из них.

Для ручной электродуговой и газовой наплавки, как правило, применяют металлические электроды, что можно объяснить относительной простотой процесса наплавки и возможностью обширного регулирования свойств и химического состава наплавленного слоя. Регулирование свойств и химического состава наплавленного слоя производят через электродный стержень или через покрытие, или комбинированным методом.

Для того чтобы предотвратить возникновение трещин и деформаций при наплавке используют предварительный нагрев детали в рамках 200-400°C, предварительный изгиб детали в направлении, которое будет обратно деформации, наложение наплавливаемых валиков в определенной последовательности, погружение детали в воду без смачивания наплавливаемой поверхности, высокий температурный отпуск детали после наплавки.

При ручной газовой наплавке и сварке расплавление присадочного и главного материала производят теплом, которое выделяется в ходе сгорания в среде кислорода горючих газов (рисунок 1). Самым

распространенным горючим газом, используемым на ремонтных предприятиях, предоставляется ацетилен [2-3].

При ручной газовой наплавке и сварке качество наплавленного слоя и шва в существенной мере находятся в зависимости от состава присадочного материала. При сварке необходимо применять присадочные материалы, которые близки по химическому составу к материалу ремонтируемой детали. К примеру, для сварки высоколегированных сталей используют особые проволоки, которые легированы никелем, ванадием, молибденом, титаном, хромом и др.

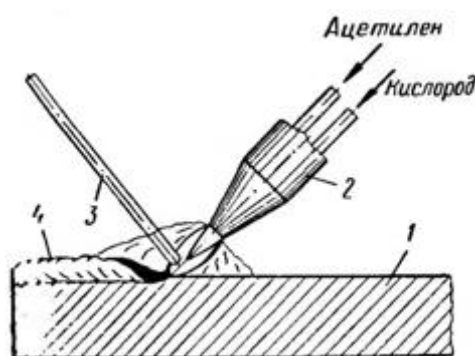


Рисунок 1. Схема газовой наплавки: 1 – наплаваемая деталь; 2 – газовая горелка; 3 – присадочный материал; 4 – наплавленный металл

При электродуговой наплавке и сварке источником тепловой энергии для расплавления металлов предоставляется электрическая сварочная дуга, которая возникает между свариваемым металлом и электродом. Качество выплавленного слоя и сварного шва устанавливается диаметром электрода, маркой и типом электрода, значением сварочного тока, напряжением на дуге, полярностью и родом тока, положением шва в пространстве и скоростью сварки [3-4].

При ручной электродуговой наплавке и сварке зачастую применяются металлические электроды, являющие собой металлический стержень, на поверхность которого нанесен слой покрытия, который предназначен для стабилизации горения дуги, защиты расплавленного металла от азота и кислорода воздуха, легирования наплавленного металла.

В составе электродных покрытий: газообразующие, раскисляющие, стабилизирующие, шлакообразующие, связующие и легирующие.

Электроды производят длиной 225-450мм и диаметром 1, 6-12мм. В зависимости от предназначения стальные электроды делят на типы. Марку и тип электродов подбирают в зависимости от химического состава металла ремонтируемой детали и требований, которые предъявляются к наплавленному слою или сварному шву [4-5].

При автоматической электродуговой наплавке под слоем флюса электрическая дуга горит под слоем флюса, который в зону наплавки подается систематически. В зоне горения дуги оплавляются поверхность детали, прилегающий слой флюса и электрод. По мере оплавления электродная проволока автоматически подается в зону дуги вместе с флюсом. При плавлении флюса выделяется газ и формируется газовая оболочка, которая защищает расплавленный металл от реакции с окружающим воздухом и выгорания легирующих компонентов. Помимо этого, флюсовое покрытие способствует сохранению тепла дуги и мешает разбрызгиванию жидкого металла. На рисунке 2 изображена схема наплавки под слоем флюса тел вращения. Между электродной проволокой 3 и поверхностью детали 5 возбуждена электрическая дуга. Расплавленная капля металла электрода 3, смещаясь в направлении вращения детали, перемешивается с расплавленным главным металлом детали, формируя сварочную ванночку. При остывании формируется наплавленный валик, покрытый шлаковой коркой 7 и частично неизрасходованным флюсом 1 [1-5].

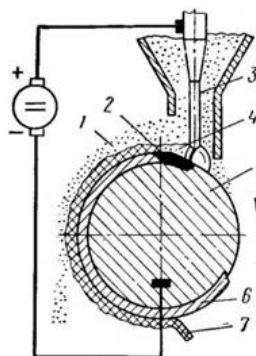


Рисунок 2 – Схема наплавки под слоем флюса: 1 – нерасплавленный флюс; 2 – жидкий металл; 3 – электрод; 4 – расплавленный шлак; 5 – деталь; 6 – наплавленный металл; 7 – шлаковая корка

При наплавке в среде защитных газов, защитный газ, который подается в зону наплавки под избыточным давлением, изолирует плавильное пространство и сварочную дугу от азота и кислорода воздуха (рисунок 3) [5-6].

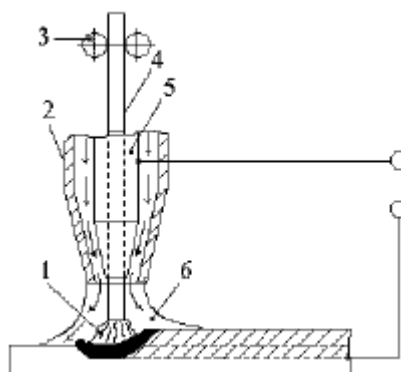


Рисунок 3. Дуговая сварка и наплавка в защитном газе плавящимся электродом: 1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3 – подающие ролики; 4 – электродная проволока; 5 – токопроводящий мундштук; 6 – защитный газ

Наплавку углеродистых, чугуна и легированных сталей осуществляют в среде углекислого газа; для высоколегированных сталей используют аргон. При большой температуре сварочной дуги осуществляется диссоциация углекислого газа. Сформированный атомарный кислород окисляет металл, что приводит к выгоранию железа и прочих примесей стали.

Для того чтобы остановить окисление, а также восполнить выгоревшие примеси при наплавке в углекислом газе используют электродную проволоку, легированную кремнием и марганцем, связывающие кислород и раскисляющие ранее сформированную закись железа. Образованные окислы кремния и марганца переходят в шлак.

В электродной проволоке содержание углерода обязано быть небольшим, иначе могут появиться поры и горячие трещины в металле шва.

Автоматическая вибродуговая наплавка, рисунок 4, базируется на применении тепловой энергии кратковременной электрической дуги, которая возникает в момент разрыва цепи между наплавляемой поверхностью и вибрирующим электродом. Характерной особенностью данного вида наплавки – возможность получения наплавленного слоя малой толщины 0,3-2,5 мм, охлаждение поверхности наплавки в результате прерывистого характера процесса, это дает возможность существенно сократить нагрев детали, сократить в ней остаточные напряжения и предупредить ее деформирование [2-3].

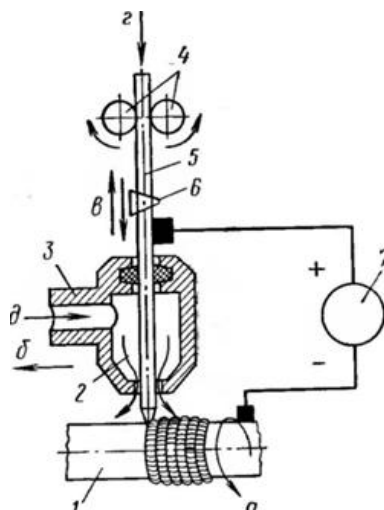


Рисунок 4. Схема вибродуговой установки: а – направление вращения детали; б – направление перемещения головки; в – направление вибрации электрода; г – подача электрода; д – подача охлаждающей жидкости; 1 – деталь; 2 – охлаждающая жидкость; 3 – сопло; 4 – подающие ролики; 5 – электродная проволока; 6 – вибратор; 7 – генератор

Смысл процесса наплавки металлов трением, которое предложено и разработано Б.А. Авербухом и Я.М. Кершенбаумом, состоит в плавлении наносимого металла за счет тепловой энергии трения и соединении его с деталью при увеличенном давлении и температуре. Наносимый сплав или металл в гранулированном состоянии плавится в закрытом пространстве путем трения об специальный инструмент или наплавляемую деталь. Трение будет обеспечено вращением инструмента или наплавляемой детали относительно массы наносимого сплава или металла [6-8].

Существует ряд схем процесса наплавки трением (рисунок 5).

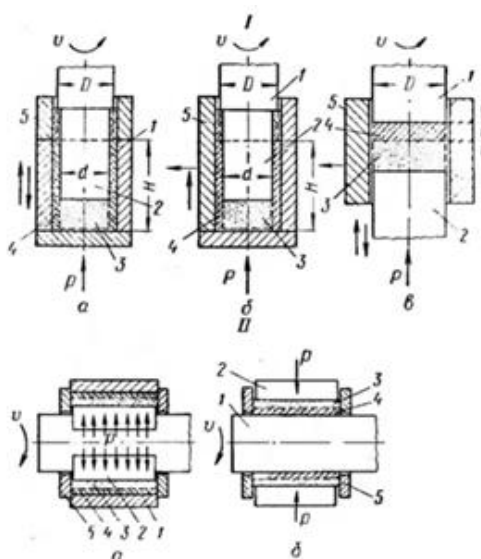


Рисунок 5. Принципиальные схемы процесса наплавки трением на внутреннюю (а), наружную (б) и торцевую (в) поверхности: 1 – деталь; 2 – инструмент; 3 – наплавляемый металл до наплавки; 4 – наплавленный металл; 5 - приспособление

1.2 Преимущества и недостатки

Преимуществами газовой наплавки и сварки:

- не нужен источник сварочного тока, оборудование для газовой сварки относительно простое;
- простота технологии газовой сварки.

Недостатки:

- малая производительность, особенно, при сварке металлов толщиной более 5мм. Из-за этого газовую сварку не используют на промышленных предприятиях при производстве серийной продукции, а применяют более производительные виды сварки;

- относительная большая зона нагрева свариваемого металла;
- использовать сварку можно лишь вручную, т. к. появляется сложность с её механизацией;

- механические свойства и качество сварки сварных изделий получаются ниже, чем при применении дуговой сварки.

Преимущества наплавки под слоем флюса.

Дуговая наплавка под флюсом лидирует среди всех видов наплавки металла, из-за преимуществ, которыми она обладает.

Достоинства наплавки под слоем флюса:

- высокую производительность труда;
- невысокую сложность процесса;
- высокое качество работы. При использовании наплавки под слоем флюса внешний вид валика из наплавленного металла обладает хорошими эстетическими характеристиками;

- высокую безопасность работы сварщика. Скрытие сварочной дуги под слоем флюса дает возможность уйти от разбрызгивания расплавленного металла, что существенно увеличивает безопасность рабочего, предотвращая возможность получения ожогов.

Недостатки:

- высокая стоимость оборудования. Зачастую, оборудование, используемое в процессе наплавки под слоем флюса, стоит дороже, чем оборудование для ручной дуговой наплавки с использованием стержневых электродов с покрытием;

- большую зону нагрева, из-за чего этот вид наплавки не может быть использован, когда нужна наплавка металла на маленькие изделия, особенно, если данные изделия обладают весьма сложной формой;

- помимо этого, зачастую к минусам данного вида наплавки относят и тот факт, что он понижает усталостную прочность металлической детали, причем, показатель понижения прочности металла может иногда достигать 40%.

И все же, если не смотреть на все минусы, наплавка металла под слоем флюса продолжает быть распространённым способом наплавки, так как дает возможность значительно сэкономить ресурсы – и не только сам металл, но и энергетические ресурсы, что, приведет к понижению стоимости получаемых в результате использования данного способа наплавки изделий [7-8].

Преимущества наплавки в защитном газе:

- наименьшая зона структурных изменений металла при высокой плотности тока и степени концентрации дуги;
- возможность сваривать металл разной толщины, осуществлять сварку в разных пространственных положениях, автоматизировать, механизировать технологический процесс;
- возможность наблюдения за образование шва;
- значительная производительность;
- большая степень защиты сварочной ванны от действия внешней среды;
- малая чувствительность к ржавчине и прочим загрязнителям главного металла.

Минусы:

- сильное разбрызгивание металла при токе свыше 500А, что вызывают потребность в постоянной защите и очистке сопла горелки;
- процессы происходят почти только на постоянном токе;
- потребность охлаждения горелки при существенных токах;
- интенсивное излучение открытой мощной дуги, которая требует защиты сварщика;
- наличие особой проволоки.

Преимущества вибродуговой наплавки: малые деформации наплавляемых деталей, получение наплавленных слоев повышенной твердости без вспомогательной термической обработки, возможность наплавки тонких слоев, небольшая глубина зоны термического воздействия [8-10].

Данные преимущества обусловили обширное использование описываемого способа для восстановления изношенных деталей, например для восстановления тракторных и автомобильных деталей, деталей сельхозмашин, электродвигателей, разного горнорудного и промышленного оборудования, деталей судовых машин и механизмов.

Минусами вибродуговой наплавки предоставляются малая производительность наплавки и относительно низкий коэффициент наплавки.

Преимущества сварки трением – высокая производительность, стабильное качество соединения, отсутствие вредных выделений, возможность получения соединений из неоднородных металлов, высокие энергетические показатели, высокая степень автоматизации и механизации, возможность использования в роли главного оборудования универсальные сверлильные и токарные станки [3-9].

Минусы – потребность создания технологического процесса для каждого вида металла и конфигурации детали, потребность контроля момента сварки для своевременной остановки сварочного процесса, потребность разработки осевого давления при помощи особого механизма.

1.3 Методы наплавки

Наплавка может осуществляться на плоские, сферические, конические, цилиндрические и иные формы поверхности в один или несколько слоев. Толщина слоя наплавки может меняться в больших пределах – от долей миллиметра до сантиметров.

При наплавке поверхностных слоев с установленными свойствами зачастую, химический состав наплавленного металла значительно отличается от химического состава главного металла. Значит, при наплавке обязан исполняться ряд технологических требований. Это наименьшее разбавление наплавленного слоя главным металлом, расплавляемым при наложении валиков.

Следовательно, в процессе наплавки нужно получение наплавленного слоя с наименьшим проплавлением главного металла, иначе увеличится доля главного металла в образовании наплавленного слоя. Что приводит к ненужному разбавлению наплавленного металла расплавляемым главным.

При наплавке нужно обеспечить наименьшую зону термического воздействия и наименьших деформаций и напряжений. Данное требование обеспечивается при помощи сокращения глубины проплавления регулированием параметров режима, погонной энергии, повышением вылета электрода, использованием обширной электродной ленты и иными технологическими приемами [10-15].

Технология наплавки разных поверхностей предусматривает ряд приемов нанесения наплавленного слоя: ниточными валиками с перекрытием один другого на 0, 3-0, 4 их ширины, широкими валиками, которые получены при помощи поперечных к направлению оси валика колебаний электрода, электродными лентами и др.

С учетом взаимного перекрытия расположение валиков характеризуется шагом наплавки (рисунок 6).

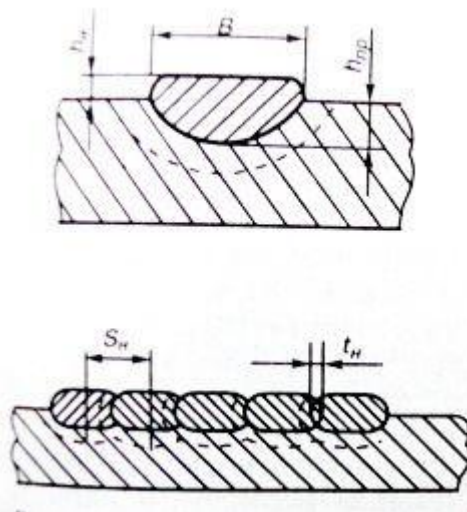


Рисунок 6. Схема наплавки слоев

Наплавку криволинейных поверхностей тел вращения исполняют тремя способами (рисунок 7): наплавкой валиков вдоль образующей тела вращения, по винтовой линии и по окружностям. Наплавку по образующей исполняют отдельными валиками так же, как при наплавке плоских поверхностей.

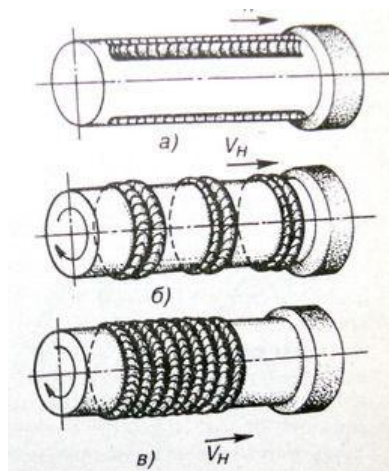


Рисунок 7. Наплавка тел вращения

Наплавка по окружностям также выполняется отдельными валиками до полного замыкания конечного и начального участков их со смещением на определенный шаг вдоль образующей. При винтовой наплавке деталь постоянно вращается, при этом источник нагрева перемещается вдоль оси тела со скоростью, при которой одному обороту детали соответствует смещение источника нагрева, равное шагу наплавки [1-15].

При наплавке тел вращения нужно учитывать возможность стекания расплавленного металла в направлении вращения детали. В данном случае разумно источник нагрева смещать в сторону, противоположную направлению вращения, при этом учитывая диаметр изделия и длину сварочной ванны (рисунок 8).

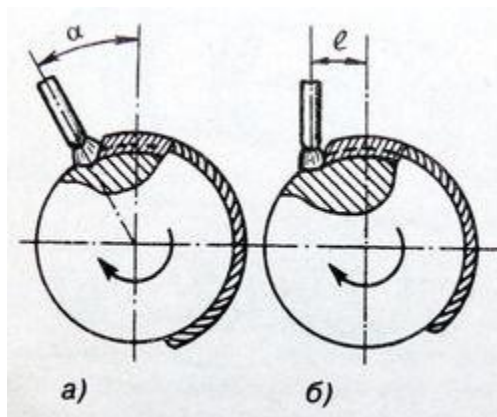


Рисунок 8. Смещение электрода при наплавке тел вращения

Подбор технологических условий наплавки осуществляют, исходя из специфик материала наплавляемой детали. Наплавку деталей из низколегированных низкоуглеродистых и сталей обычно производят в условиях без нагрева изделий. Наплавка средне- и высокоуглеродистых, легированных и высоколегированных сталей часто выполняется с предварительным нагревом, а также с проведением последующей термообработки с целью снятия внутренних напряжений.

Нередко такую термообработку (отжиг) выполняют после наплавки для снижения твердости перед последующей механической обработкой слоя. Для выполнения наплавки в основном применяют способы дуговой и электрошлаковой сварки. При выборе наиболее рационального способа и технологии наплавки следует учитывать условия эксплуатации наплавленного слоя и экономическую эффективность процесса [7-11].

1.4 Способы упрочнения

В целях повышения прочности поверхностей деталей применяют следующие способы.

Упрочнение созданием пленки на поверхности:

- Осаждение химической реакцией (фосфатирование, оксидирование, сульфидирование);
- Электролитическое осаждение (борирование, хромирование, никелирование);
- Осаждение твердых осадков из паров (электроискровое, легирование, электрохимическое испарение);

Упрочнение изменением химического состава поверхностного слоя металла:

- Диффузионное насыщение (цементация, цианирование, азотирование).

Упрочнение изменением структуры поверхностного слоя:

- Электрофизическая обработка (импульсная, ультразвуковая);
- Физикотермическая обработка (лазерная, электронно-лучевая; плазменная);
- Механическая обработка (упрочнение вибрацией, дробе-струйная обработка, обработка взрывом, прокатка, волочение).

Обработка изменением энергетического запаса поверхностного слоя:

- Обработка в магнитном поле.

Упрочнение изменением шероховатости поверхности:

- Электрохимическое полирование;
- Обработка резанием (шлифование, хонингование, суперфиниширование);

- Пластическое деформирование (накатка, раскатка).

Упрочнение изменением структуры всего объема металла:

- Термообработка (закалка, отпуск);
- Криогенная обработка (обработка холодом).

1.5 Традиционные упрочнения

Рассмотрим некоторые традиционные способы упрочнения.

Закалка – вид термической обработки материалов (металлы, их сплавы, стекло), заключающийся в их нагреве выше критической температуры (температуры изменения типа кристаллической решетки, т. е. полиморфного превращения, либо температуры, при которой в матрице растворяются фазы, существующие при низкой температуре), с последующим быстрым охлаждением [11-15].

Закалку металла для получения избытка вакансий не следует смешивать с обычной закалкой, для проведения которой необходимо, чтобы были возможные фазовые превращения в сплаве.

Чаще всего охлаждение осуществляется в воде или масле, но существуют и другие способы охлаждения: в псевдокипящем слое твёрдого теплоносителя, струёй сжатого воздуха, водяным туманом, в жидкую полимерную закалочную среду.

Различают закалку с полиморфным превращением, для сталей, и закалку без полиморфного превращения, для большинства цветных металлов.

Материал, подвергшийся закалке, приобретает большую твердость, но становится хрупким, менее пластичным и менее вязким, если сделать большее количество повторов нагревание-охлаждение. Для снижения хрупкости и увеличения пластичности и вязкости, после закалки с полиморфным превращением применяют отпуск. После закалки без полиморфного превращения применяют старение. При отпуске имеет место некоторое снижение твердости и прочности материала.

Обкатывание – вид механической обработки, целью которого является упрочнение поверхностного слоя детали, повышение его износостойкости и достижения 8-10 квалитета точности поверхности. Пластическим деформированием роликовыми или шариковыми обкатками и раскатками обрабатывают детали из различных пластичных материалов и сталей твердостью не более HRC 35-40. Процесс протекает без снятия

стружки за счет разглаживания шероховатости, полученной после точения. Обкатывание поверхности сопровождается уменьшением её размера на величину остаточной деформации. Раскатанное отверстие имеет соответственно больший размер.

Цементация стали – поверхностное диффузионное насыщение малоуглеродистой стали углеродом с целью повышения твёрдости, износостойчивости.

Цементации подвергают низкоуглеродистые (обычно до 0,25% С) и легированные стали, процесс в случае использования твёрдого карбюризатора проводится при температурах 900-950°C, при газовой цементации (газообразный карбюризатор) – при 850-900°C.

После цементации изделия подвергают термообработке, приводящей к образованию мартенситной фазы в поверхностном слое изделия (закалка на мартенсит) с последующим отпуском для снятия внутренних напряжений [1-15].

В данной работе будет применена автоматическая наплавка под углекислотой.

Востребованность описываемой технологии наплавки обусловлена следующими факторами:

- малая чувствительность основного металла к любым видам загрязнений, в том числе и к тем, которые вызываются коррозионными явлениями;
- малая область структурных модификаций металла при сохранении высокой плотности тока и уровня концентрации электродуги;
- возможность автоматизации и качественной механизации наплавочной операции;
- высокий уровень производительности процесса;
- практически полная защищенность ванны от негативных влияний окружающей среды;

- возможность выполнения наплавки в разных положениях электрода в пространстве.

2 Методика, оборудование и материалы исследования

В данной работе упрочняющие покрытия наносили способом автоматической наплавки в среде защитных газов плавящимся электродом. В качестве защитного газа использовалась углекислота (сорт высший) по ГОСТ 8550-85.

Для нанесения покрытий использовалась проволока Св-08Г2С и 30ХГСА. Наплавку выполняли в два слоя на пластины из стали Ст3кп толщиной 20 мм. Сила тока и скорость наплавки были отработаны во время проведения самой наплавки материала на пластину, поэтому в данной работе наплавку производили при силе тока (I) 120А со скоростью (V_{CB}) – 10 м/ч.

Для изучения структуры и твердости наплавленного металла вырезали образцы из центральной части наплавленных валиков и готовили шлифы. Образцы шлифовали на шлифовальной шкурке тканевой водостойкой, поставляемой по ГОСТ 13344-79, далее использовали алмазные пасты по ГОСТ 25593-83. Завершающим этапом подготовки шлифов было полирование на полировальном станке на сукне с водным раствором оксида хрома (III).

Исследования макро - и микроструктуры производили с использованием оптического микроскопа OLYMPUS GX51, снабженного анализатором изображений SIAMS 700. Для выявления микроструктуры травление осуществляли в 4% спиртовом растворе HNO_3 (азотная кислота).

Микротвёрдость наплавленного металла измеряли на приборе ПМТ-3 (ГОСТ 9450-76) с шагом по глубине 150 мкм при нагрузке 100 г в течение 10 сек. Размер структурных составляющих оценивали линейным методом А. Розиваля.

3 Экспериментальная часть

При наплавке поочередным наложением валиков на горизонтальную пластину, высота и ширина наплавляемого материала отличается. Это связано с тем, что расстояние между валиками при наплавке 30ХГСА меньше, чем при наплавке проволокой Св-08Г2С (рис.9). Температура плавления стали 30ХГСА находится в пределах 1400°C , а для стали 08Г2С эта характеристика составляет 1520°C . Так как сталь 30ХГСА плавится при меньшей температуре, чем сталь 08Г2С, одинаковые режимы сварки, в частности плотность тока, приводят к ее перегреву и повышенному разбрызгиванию, что показано на рис. 9.



Рисунок 9. Слева наплавка проволокой Св-08Г2С, справа 30ХГСА.

Основной металл после полировки до травления имеет мелкие (до 10 мкм) включения неправильной формы разной дисперсности (Рис. 10). После травления структура стали – доэвтектоидная, состоящая из перлита и феррита, причем площадь, занимаемая перлитом, составляет 30-35%. Такая структура характерна для малоуглеродистых сталей, типа 20, 25, или стали Ст3. В структуре наблюдается слабая текстура деформации, направление деформации – вдоль изделия (листа). Неметаллические включения, по всей

видимости, окислы или микропоры. Такая структура характерна для кипящих сталей. Кипящая сталь в процессе металлургического производства слабо раскисляется, в связи с чем, при твердении слитка процесс окисления углерода продолжается, что отражается в виде выделения пузырьков газа. По всем признакам, это сталь обыкновенного качества СтЗКП, содержащая до 0,22% углерода, горячекатаная, листовая. (Рис. 11).



Рисунок 10. Основной металл (подложка) до травления.

То, что сталь горячекатаная, свидетельствует ориентировка структуры (слабая текстура). Деформация вдоль листа при его прокатке привела к образованию ориентированной текстуры, а т. к. температура прокатки листа была выше температуры рекристаллизации (горячая прокатка), то, одновременно с деформацией, прошла рекристаллизация стали, но слабая текстура сохранилась (рис.11).

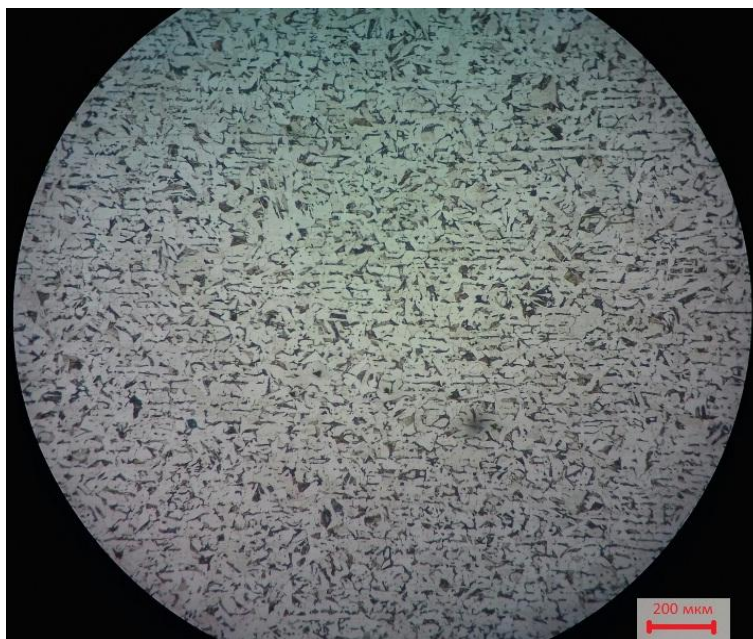


Рисунок 11. Основной металл после травления

На рис. 12. представлена макроструктура образца с наплавкой проволокой 30ХГСА. Зона термического влияния составляет 2 мм, переход от основного металла в металл шва хорошо просматривается. Граница между соседними валиками также отчетливо видна.

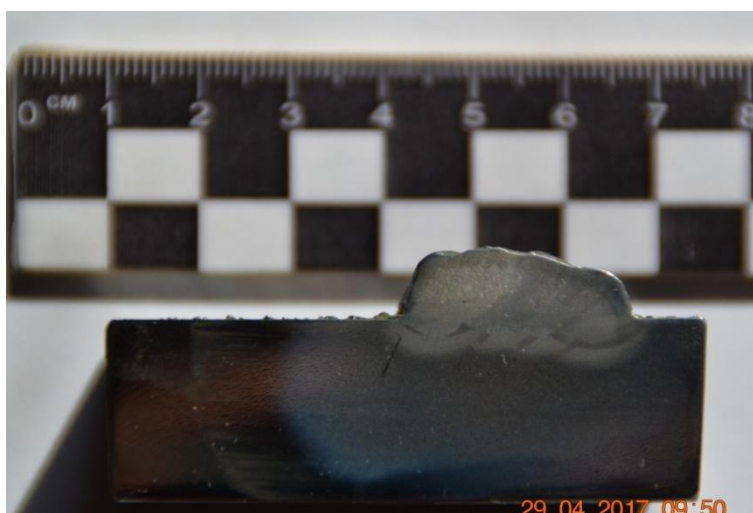


Рисунок 12. Макроструктура образца с наплавкой 30ХГСА

На рис 13. представлена микроструктура образца с наплавкой сталью 30ХГСА. Зона термического влияния вытравливается плохо, но отчетливо наблюдается переход от основного металла к ЗТВ и укрупнение структуры.

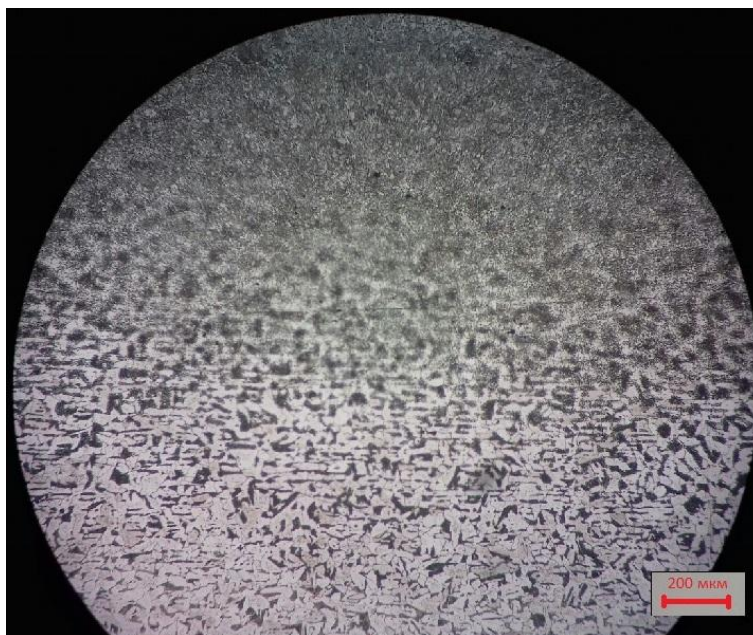


Рисунок 13. Переход из основного металла в ЗТВ. Наплавка 30ХГСА.

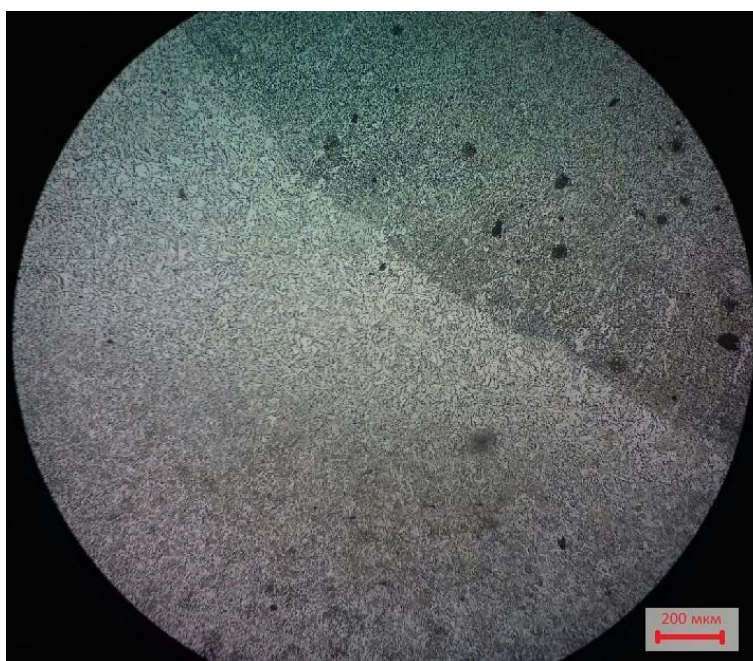


Рисунок 14. Переход от ЗТВ в металл шва. Наплавка 30ХГСА.

На рис 14. виден участок перегрева, переходящий в металл шва. Около границы основного металла с металлом шва заметен более светлый участок основного металла, со структурой, напоминающей видманштеттовую. В металле шва просматриваются столбчатые кристаллы, ориентированные перпендикулярно границе «переходная зона-металл шва».

На рис 15. представлен металл шва. Микроструктура литого металла со столбчатыми кристаллами (дендритами). Кристаллизация шла снизу вверх, от массивной подложки к вершине шва, о чем свидетельствует направление дендритов. Наблюдается ускоренный процесс кристаллизации, дендриты имеют протяженную длину, но малы в поперечном сечении. Ускоренный теплоотвод обеспечивался массивной подложкой из стали СтЗкп. Такие условия могут способствовать образованию закалочных структур в стали 30ХГСА.



Рисунок 15. Металл шва. Наплавка проволокой 30ХГСА.

На рис 16. представлен участок перегрева. Структура схожая с видманштеттовой, игольчатая, и также похожа на сорбит либо тростит закалки. В наплавленном металле, возможно образование закалочных структур, т. к. содержание углерода в стали 30ХГСА составляет 0,28...0,34 % (ГОСТ 4543-71) [16].

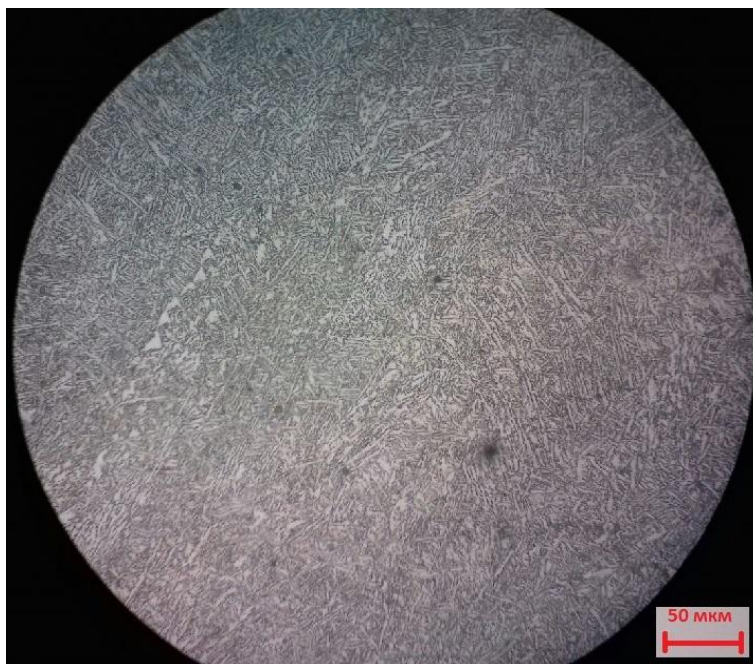


Рисунок 16. Металл шва. Наплавка проволокой 30ХГСА.

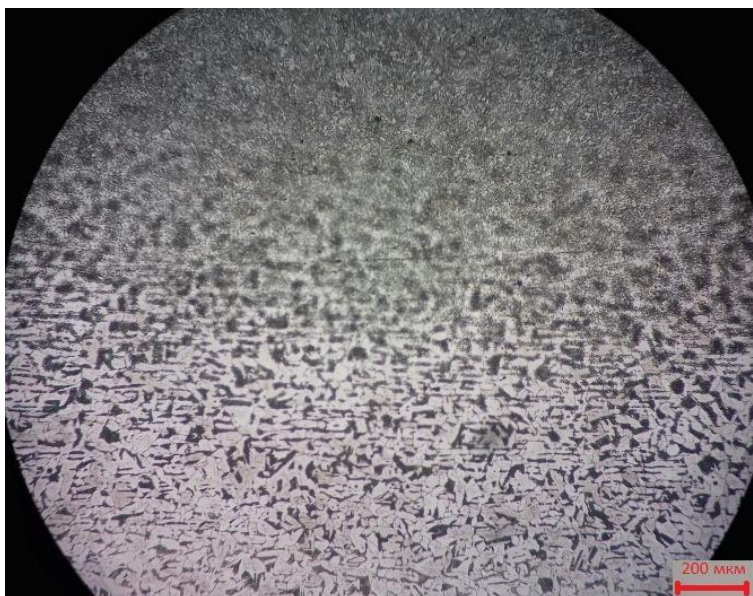


Рисунок 17. Переход от основного металла в ЗТВ, наплавка проволокой Св-08Г2С

На рисунках 17-20 представлена микроструктура образца с наплавкой проволокой Св-08Г2С. Структура основного металла та же сталь СтЗкп. Зона термического влияния размытая, структура укрупненная, неотчетливая. Зона перегрева более отчетливо вытравлена (Рис 18).

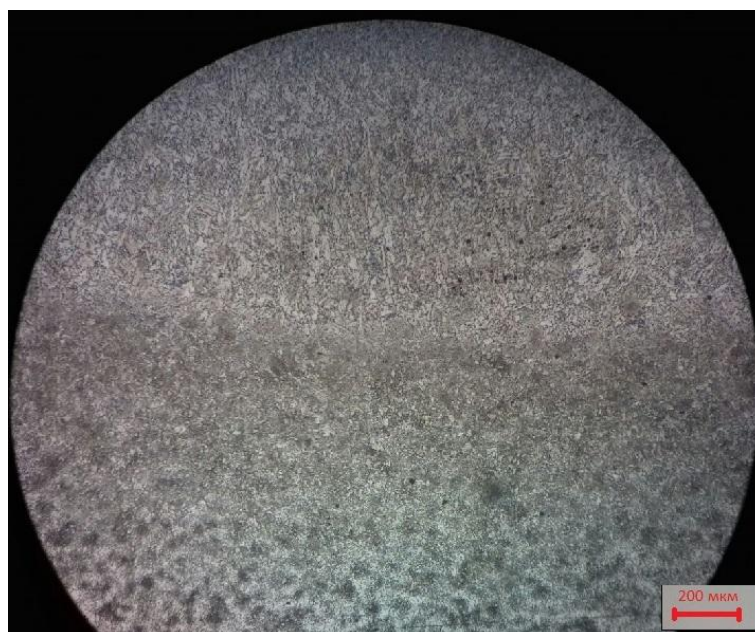


Рисунок 18. ЗТВ, наплавка проволокой 08Г2С

Металл шва имеет мелкозернистую структуру в нижней (корневой) части, и столбчатые кристаллы, растущие перпендикулярно границе «основной металл-металл шва». Мелкозернистая структура в нижней части шва образовалась из-за ускоренного теплоотвода, затем перешла в зону столбчатых кристаллов, которые теряют ориентировку по мере отдаления от корня шва и приобретают вид равноосных кристаллов, растущих, одновременно, в нескольких направлениях. Это связано с уменьшением степени переохлаждения за счет уменьшения теплоотвода и усилением прогрева шва по мере удаления от массивной подложки, ускоряющей процесс кристаллизации шва. (Рис. 19). Такая структура характерна для стальных слитков, имеющих четкие области: мелкозернистую корку, зону столбчатых кристаллов и зону крупных равноосных кристаллов [17-19].



Рисунок 19

При большем увеличении (рис. 20) микроструктура сварного шва приобретает вид доэвтектоидной стали с низким содержанием углерода, состоящей в основном из феррита, что соответствует действительности, так как сталь 08Г2С малоуглеродистая и содержит 0,08% углерода [18].

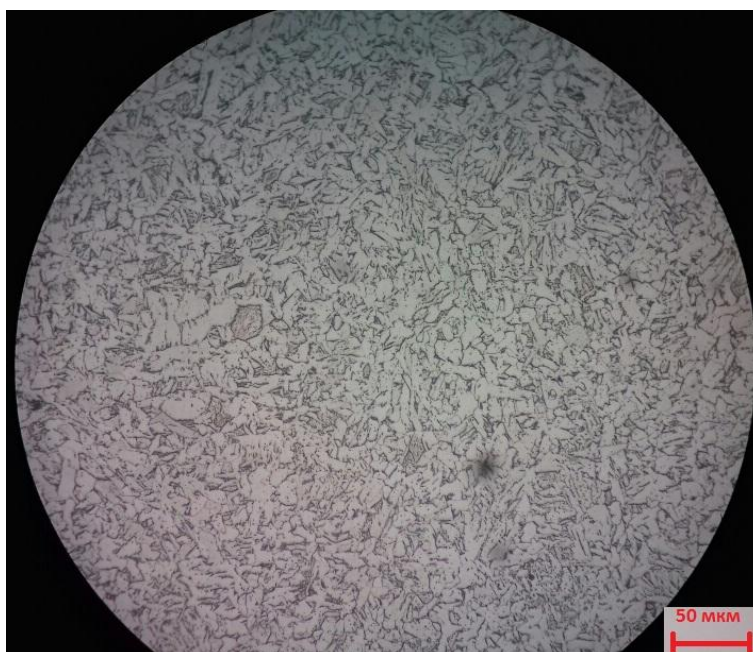


Рисунок 20. Металл шва. Наплавка проволокой 08Г2С.

Макроструктура образца с наплавкой проволокой Св-08Г2С представлена на рис. 21. Высота наплавленного металла составляет 7мм, зона термического влияния шириной около 2 мм хорошо просматривается. Различается граница между первыми и последующим валиками.

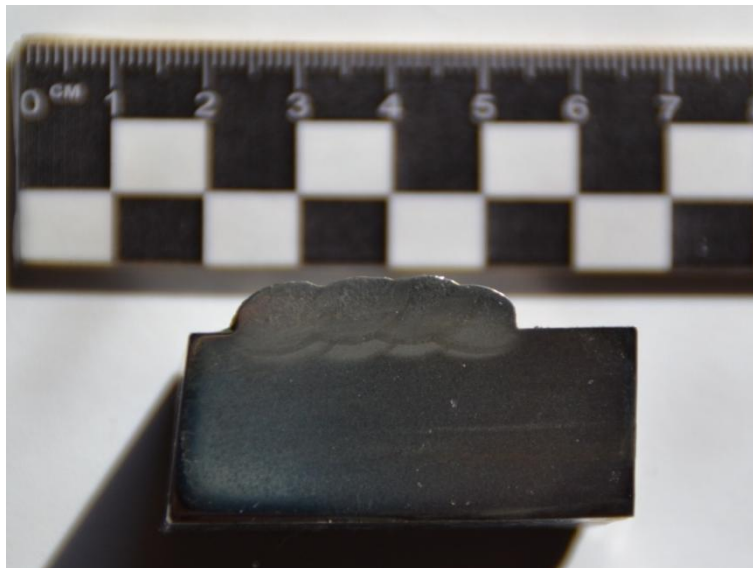


Рисунок 21. Наплавка проволокой Св 08Г2С.

По графикам зависимости распределения микротвердости по тощине наплавленного металла (рис. 22) видно, что при наплавке проволокой 30ХГСА (рис. 22, а) твердость наплавленного металла составляет 250...300 МПа, что выше твердости основного металла в 1,5 раза. Это объясняется тем, что в стали 30ХГСА содержится большее количество углерода (0,28...0,34%), чем в стали Ст3 КП (до 0,22%), а также более мелким зерном.

Содержание 1% хрома, незначительно, но повышает твердость. На участке ЗТВ (800...1000 мкм) наблюдается незначительное падение микротвердости до 160...200 МПа, что связано с укрупнением микроструктуры.

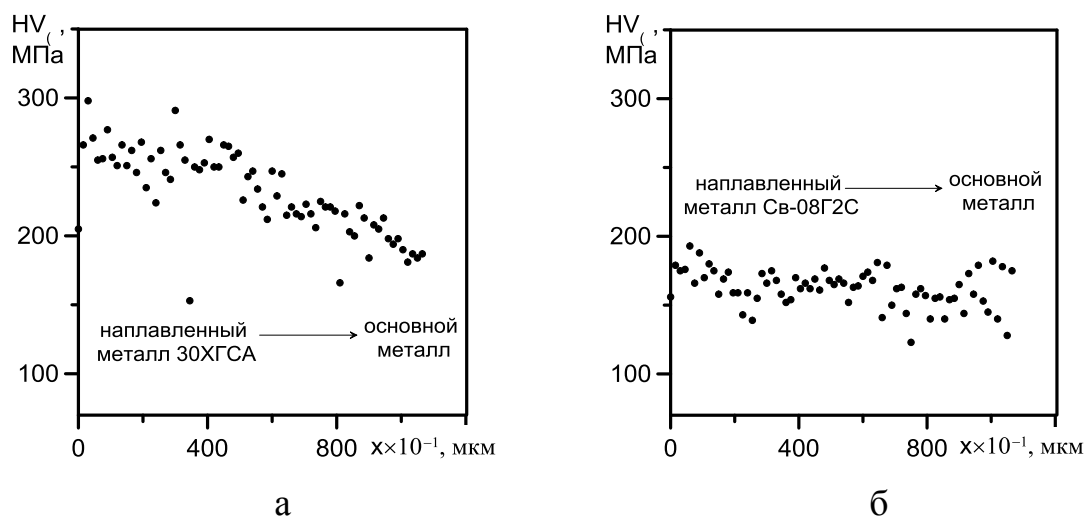


Рисунок 22. Распределение микротвердости по толщине металла, наплавленного проволокой марки 30ХГСА (а) и проволокой Св-08Г2С

По графику изменения микротвёрдости при наплавке проволокой Св08Г2С (рис. 22, б), изменений микротвердости практически не наблюдается. Микротвердость металла шва примерно равна микротвердости основного металла и в среднем составляет 180 МПа. На участке ЗТВ (700...900 мкм) наблюдается снижение микротвердости до 140...160 МПа, что связано с укрупнением микроструктуры.

Опыт применения наплавки на производстве был реализован. Ранее восстановление изношенных поверхностей шкивов, производили проволокой Св-08Г2С. Но срок службы такой поверхности не большой, через год на следующем капитальном обслуживании приходилось снова производить восстановление. А это очень трудоёмкий и затратный процесс. В настоящее время на кранах в АО "Томской судоходной компании", эксплуатируются шкивы, восстановленные проволокой 30ХГСА и можно отметить, что характеристики износа гораздо лучше. Примерно в два раза дольше, стоят шкивы, восстановленные сталью 30ХГСА по сравнению с Св-08Г2С.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Предпроектный анализ

Для того чтобы разработать новый технологический процесс приходится учитывать множество факторов. Целью экономической части диплома является анализ процесса с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проекта, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения процесса сварки, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результаты исследования могут быть применены для восстановления поверхности шкивов крановых агрегатов.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной работы и определим направления для ее будущего повышения.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 2.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0, 1	5	3	5	0, 5	0, 3	0, 2
2. Удобство в применении	0, 2	5	4	4	1	0, 8	0, 4
3. Возможности проекта	0, 15	3	4	5	0, 45	0, 6	0, 75
4. Универсальность	0, 1	4	4	2	0, 4	0, 4	0, 2
5. Эффективность применения	0, 1	5	4	4	0, 5	0, 4	0, 4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0, 1	2	5	3	0, 3	0,	0,
2. Уровень проникновения на	0, 1	5	4	4	0, 5	0, 4	0, 4
3. Цена	0, 1	4	3	3	0, 4	0, 3	0, 3
4. Квалифицированные кадры	0, 05	5	5	5	0, 3	0, 3	0, 3
Итого	1	38	36	35	4, 35	4,	3, 4
<p><i>Примечание:</i> <i>B_ф</i> – оценка профессиональных рисков при проведении работ; <i>B_{к1}</i> – прогнозная оценка профессиональных рисков;</p>							

Опираясь на полученные данные, можно сказать, что модернизирована технология, рассмотренная в дипломной работе, эффективнее, чем методы применяемые конкурентами.

4.1.3 FAST – анализ

FAST – анализ состоит из шести стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;

4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;

5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;

6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

В качестве предмета исследования выбран комплекс механизированной наплавке, так как с помощью него производились основная часть экспериментальных работ.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;

Таблица 2 – Классификация функций, выполняемых объектом

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
1. Каркас установки	1	Установка элементов комплекса		X	
2. Плазменный излучатель	1	Образует плазму	X		
3. Пульт управления	1	Управление процессом	X		
4. Монитор	1	Настройка параметров		X	
5. Пневмосистема	1	Подача газа		X	
6. Стойка питания и охлаждения	1	Охлаждение			X
7. Блок коммутации и управления	1	Электропитание систем комплекса		X	
8. Блок управления двигателями	1	Электропитание приводов		X	
9. Блок питания	1	Электропитание	X		
10. Система	1	Охлаждение	X		

охлаждения					
11. Линейный привод	1	Линейное перемещение детали		X	
12. Вращательный привод	1	Вращение детали		X	

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом

Таблица 3 – Матрица смежности

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.Каркас установки	=	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
2. Плазменный излучатель	>	=	<	>	>	>	>	>	=	>	>	>
3.Пульт управления	>	>	=	>	>	>	>	>	>	>	>	>
4.Монитор	>	<	<	=	>	=	=	=	=	=	=	=
5.Пневмосистема	>	<	<	=	=	=	<	<	<	<	<	<
6.Стойка питания и охлаждения	>	<	<	=	=	=	=	=	=	=	=	=
7.Блок коммутации и управления	>	<	<	=	>	=	=	=	=	=	=	=
8.Блок управления двигателями	>	<	<	=	>	=	=	=	<	=	=	=
9. Блок питания	>	<	<	=	>	=	=	>	=	=	=	=
10. Система охлаждения	>	<	<	=	>	=	=	=	=	=	=	=
11. Линейный привод	>	<	<	=	>	=	=	=	=	=	=	=
12. Вращательный привод	>	<	<	=	>	=	=	=	=	=	=	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая

Преобразовываем матрицы смежности в матрицы количественных соотношений функций.

Таблица 6 – Матрица количественных соотношений функций

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Итого	Вес
1.Каркас установки	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,5	0,042
2. Плазменный	1,5	1	0,5	1,	1,	1,	1,	1,	1	1,	1,	1,	16	0,1

излучатель				5	5	5	5	5		5	5	5		
3.Пульт управления	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	17,5	0,11
4.Монитор	1,5	0,5	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	12	0,077
5.Пневмосистема	1,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	8,5	0,054
6.Стойка питания и охлаждения	1,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11,5	0,074
7.Блок коммутации и управления	1,5	0,5	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	12	0,077
8.Блок управления двигателями	1,5	0,5	0,5	1	1,5	1	1	1	0,5	1	1	1	11,5	0,074
9. Блок питания	1,5	0,5	0,5	1	1,5	1	1	1,5	1	1	1	1	12,5	0,08
10. Система охлаждения	1,5	0,5	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	12	0,077
11. Линейный привод	1,5	0,5	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	12	0,077
12. Вращательный привод	1,5	0,5	0,5	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	12	0,077
												Σ	156	1

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»

4.1.4 Определение значимости функций

Определяем значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Каркас установки $6,5/156=0,042$; Плазменный излучатель $16/156=0,1$; $5/50=0,1$; Пульт управления $17,5/156=0,11$; Монитор $12/156=0,077$; Пневмосистема $8,5/156=0,054$; Стойка питания и охлаждения $11,5/156=0,074$; Блок коммутации и управления $12/156=0,077$ Блок управления двигателями $11,5/156=0,074$; Блок питания $12,5/156=0,08$; Система охлаждения $12/156=0,077$; Линейный привод $12/156=0,077$; Вращательный привод $12/156=0,077$.

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Таблица 4 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, кг	Трудоемкость детали, нормо-часов	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.	Итого, руб	Вес
1.Каркас установки	1	Установка элемента комплекса	20	5	6 000	1 000	3 000	10 000	0,075
2. Излучатель	1	Образует плазму	1	2	9 000	2 000	4 000	15 000	0,112
3.Пульт управления	1	Управление процессом	30	5	10 000	2 000	4 000	16 000	0,119
4.Монитор	1	Настройка параметров	2	3	2 000	500	1 000	3 500	0,026
5.Пневмосистема	1	Подача газа	5	4	5 000	1 000	2 000	8 000	0,06
6.Стойка питания и охлаждения	1	Охлаждение	5	2	3 000	800	1 500	5 300	0,04
7.Блок коммутации и управления	1	Электропитание систем комплекс	5	3	6 000	1 500	2 500	10 000	0,075

ия		са								
8.Блок управлен ия двигател ями	1	Электро питание приводо в	5	3	6 000	1 200	2 000	9 200	0, 06 9	
9. Блок питания	1	Электро питание	5	4	7 000	1 800	3 000	11 800	0, 08 8	
10. Система охлажден ия	1	Охлажде ние	8	5	12 000	3 000	4 000	19 000	0, 14 2	
11. Линейны й привод	1	Линейно е перемещ ение детали	5	5	8 000	2 000	3 000	13 000	0, 09 7	
12. Вращате льный привод	1	Вращен ие детали	5	5	7 000	2 000	4 000	13 000	0, 09 7	
								Σ	133 800	1

Стадия 5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

Информация об объекте исследования, собранная в рамках предыдущих стадий, на данном этапе обобщается в виде функционально – стоимостной диаграммы (ФСД), рисунок 23.

Функционально-стоимостная диаграмма объекта

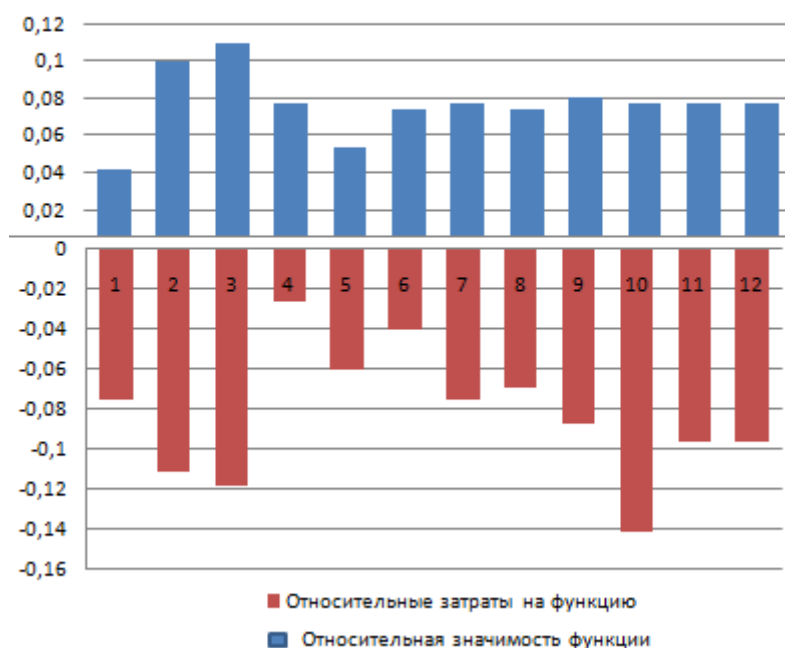


Рисунок 23. Функционально-стоимостная диаграмма.

Анализ, приведенный выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функции 1, 4, 10 к которым относятся каркас установки, монитор и система охлаждения. Необходимо провести работы по ликвидации данных диспропорций.

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

В качестве оптимизации данных функций можно выделить следующее:

- 1) применения принципиально новых конструкторских решений;
- 2) унификации сборочных единиц и деталей;
- 3) использование новых заготовок и материалов;

4.1.5 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

Первый этап – опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 5).

Таблица 5 – SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством</p>		

Второй этап – выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды (таблицы 6–9).

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

Сильные стороны проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	0	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	+	–	–	0

Вывод по таблице 6: коррелирующие сильных сторон и возможностей проекта – B1C1C3C4, B2C1C2C3C4, B3C1.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта (возможности и слабые стороны проекта)

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	0	–	–
	B2	+	–	–
	B3	0	0	0

Вывод по таблице 7: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта – B2Сл1.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и сильные стороны проекта)

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	–	0	+	+
	У2	+	–	0	+
	У3	0	+	–	0

Вывод по таблице 8: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У2С1С4, У3С2.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и слабые стороны проекта)

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	0	–	–
	У2	+	0	+
	У3	+	0	+

Вывод по таблице 9: коррелирующие слабых сторон и угроз проекта – У2Сл1Сл3, У3Сл1Сл3

Выявив соответствия сильных и слабых сторон научно исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды, можно определить потребность в проведении стратегических изменений.

Третий этап – составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 10).

Таблица 10 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.	-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.	- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством</p>	<p>- Повышение квалификации персонала т. к . тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, реальных угроз выявлено не было, а возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

4.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта [21].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [21].

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже [21].

Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 11.

Таблица 11 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Строительная отрасль	Технология механизированной наплавки поверхностей для восстановления изношенных деталей
Нефтяная отрасль	
Машиностроение	

В таблице 12 представлена информация о целях проекта и критериях достижения целей.

Таблица 12 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка технологии восстановления поверхностей шкивов крановых агрегатов
Ожидаемые результаты проекта:	Технологическая карта по механизированной наплавки шкивов крановых агрегатов
Требования к результату проекта:	Требование:
	Выполнение поставленных задач
	Научное объяснение результатов экспериментов
	Заключение о результатах исследования

Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 13).

Таблица 13 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Хайдарова А.А., к.т.н., доцент кафедры ОТСП ИНК	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Клепиков А.Н, бакалавр кафедры ОТСП	Исполнитель	Выполнение экспериментальной части

Таблица 14 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1.Источник финансирования	Финансовой поддержке государственного задания Министерства образования и науки РФ на проведение научно-исследовательских работ ТПУ № 862

3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	—
3.2.2. Дата завершения проекта	01.06.2017 г.
3.3. Прочие ограничения и допущения	Недостаток финансирования

Ограничения и допущения проекта. Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

4.3 Планирование управления проектом

4.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить линейный график выполнения проекта.

Линейный график представляется в виде таблицы (таблица 15).

Таблица 15 - Календарный план проекта

Код	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО исполнителей)
1	Литературный обзор	2 месяца 60 дней	30.01.17	10.02.17	Клепиков Хайдарова
2	Экспериментальная часть	1 месяца 30 дней	10.02.17	20.04.17	Клепиков Хайдарова
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	1, 5 месяца 40 дней	01.04.17	30.05.17	Клепиков
4	Социальная ответственность	1, 5 месяца 40 дней	01.04.17	30.05.17	Клепиков
	Итого	170 дней			

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Чтобы составить ленточный график проведения проектных работ (на основе диаграммы Ганта), сначала следует составить таблицу временных показателей проведения проектной работы.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т. к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных

работ. График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей (студент или руководитель).

Для удобства построения такого графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2017 год:

– количество календарных дней – 365;

– количество рабочих дней – 247;

– количество выходных и праздничных дней – 118.

Далее определим коэффициент календарности: $k_{\text{кал}} = \frac{365}{247 - 118} = 1,47$.

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 16).















Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ожл}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	4	2, 8	Руководитель	2, 8	4
Выдача задания на тему	1	3	1, 8	Руководитель	1, 8	3
Постановка задачи	1	2	2, 2	Руководитель	2, 2	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки	2	5	3, 2	Руководитель, Студент	1, 6	2
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	21	Студент	21	31
Анализ существующего опыта	5	8	6, 2	Студент	6, 2	9
Подбор нормативных документов	4	7	5, 2	Студент	5, 2	8
Согласование полученных данных с руководителем	1	3	1, 8	Руководитель, Студент	0, 9	1
Разработка системы	20	30	21	Студент	21	36
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2, 4	Студент	2, 4	4
Работа над выводом	1	2	1, 4	Студент	1, 4	2
Составление пояснительной записки	3	7	4, 6	Студент	4, 6	7

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 10 дн., студента – 97 дн., совместной работы – 3 дн.) равна 110 дн.

На основании таблицы 16 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 17).

Таблица 17 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4											
2	Выдача задания на тему	Руководитель	3											
3	Постановка задачи	Руководитель	3											
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	2											
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	31											
6	Анализ существующего опыта	Студент	9											
7	Подбор нормативных документов	Студент	8											
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	1											
9	Разработка системы	Студент	36											
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4											
12	Работа над выводом	Студент	2											
13	Составление пояснительной записки	Студент	7											
				 – студент;  – руководитель.										

4.3.3 Бюджет научного исследования. Затраты на материалы и эксперименты

Перечень стоимости сварочного оборудования, материалов и программного обеспечения (ПО), необходимых для данной разработки приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Основные материалы

Наименование	Затраты, руб.	Примечание
Материалы	5000	В качестве материалов были использованы образцы из стали Ст3кп Сварочная проволока Св-08Г2С Сварочная проволока 30ХГСА
Аппарат для механизированной сварки в защитном газе	30000	
Защитный газ (углекислый газ)	1000	
Итого	36000	

4.3.4 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [21].

Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $Z_{от}=6595$ руб/мес, для руководителя (доцента с ПКГ ППС 4) - $Z_{от}=26300$ руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 1 [21]:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле 2 [54]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле 3, [21]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

T – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит $T=26$ дней.

Месячный должностной оклад работника [21]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (9)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{мт}} = 6595 \cdot 1.3 = 8573.5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{мп}} = 26300 \cdot 1.3 = 34190 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн.т}} = \frac{8573.5}{26} = 329.75 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн.п}} = \frac{34190}{26} = 1315 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 100 полных рабочих дней (8 часов в день):

$$Z_{\text{осн.т}} = 329.75 \cdot 170 = 56058 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн.п}} = 1315 \cdot 170 = 223550 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [21]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (10)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0, 1 и получаем:

$$Z_{\text{доп.т}} = 0.1 \cdot 56058 = 5606 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп.п}} = 0.1 \cdot 223550 = 22355 \text{ руб.}$$

Итак, определяем полную зарплату работников:

$$C_{\text{зпт}} = 56058 + 5606 = 61664 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{зпп}} = 223550 + 22355 = 245905 \text{ руб.}$$

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле 6 [21]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (11)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Принимаем $k_{\text{внеб}} = 0.302$.

$$C_{\text{внеб.т}} = 0.302 \cdot 61664 = 18622 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{внеб.п}} = 0.302 \cdot 245905 = 74263.31 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 7 [21]:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов. Принимаем $k_{\text{накл}} = 0.8$.

$$C_{\text{накл.т}} = 0.8 \cdot 245905 = 196742 \text{ руб.}$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице

19.

Таблица 19 - Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоемкость выполнения работы Тисп, д	Зарботная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная зарботная плата, руб	Основная зарботная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник (техник)	1	170	6595	329.75	56058	8573.5
Руководитель (к .т.н доцент)	1	170	26300	1315	223550	34190
Итого:	2	340			279608	

Из таблицы 19 видно, что для реализации проекта необходимо что бы фонд заработной платы составлял 279608 руб.

Таким образом, на основании полученных данных по отдельным статьям затрат составим калькуляцию плановой себестоимости НТИ (таблица 20).

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	36000
Затраты по основной заработной плате исполнителей	279608
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	27961
Отчисления во внебюджетные фонды	92885.31
Накладные расходы	196742
Итого	633196.31

Из таблицы 11 видно, что для реализации проекта необходимо что бы бюджет НТИ составлял 633196.31 руб.

4.4 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования

4.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. В нашем исследовании мы можем рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [21]:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (13)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже. В текущем исследовании применялась механизированная наплавка в защитном газе. В качестве аналогов рассмотрим плазменную наплавку (аналог 1), ручную дуговую наплавку (аналог 2) и электронно-лучевую наплавку (аналог 3).

Таблица 21 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2	Аналог 3
1. Сложность постановки эксперимента	0.4	4	3	4	2
2. Удобство в эксплуатации	0.1	4	3	2	4
3. Энергосбережение	0.15	5	4	2	1
4. Безопасность	0.15	5	4	2	5
5. Стоимость эксперимента	0.2	3	3	5	1
Итого	1				

По формуле 20 и данным таблицы 11 рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности.

$$I_m^p = 0.4 \cdot 4 + 0.1 \cdot 4 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.2 \cdot 3 = 4, 1;$$

$$I_m^{a1} = 0.4 \cdot 3 + 0.1 \cdot 3 + 0.15 \cdot 4 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 = 3, 3;$$

$$I_m^{a2} = 0.4 \cdot 4 + 0.1 \cdot 2 + 0.15 \cdot 2 + 0.15 \cdot 2 + 0.2 \cdot 5 = 3, 4;$$

$$I_m^{a3} = 0.4 \cdot 2 + 0.1 \cdot 4 + 0.15 \cdot 1 + 0.15 \cdot 5 + 0.2 \cdot 1 = 2, 3.$$

Из расчётов наглядно видна ресурсоэффективность технологического процесса механизированной наплавки в защитном газе, по сравнению с другими способами сварки.

Выводы

Проведен технико–экономический анализ исследования разработки нового технологического процесса наплавки восстановления поверхности шкивов крановых агрегатов.

В результате проведенного FAST-анализа были выявлены слабые стороны аппарата для наплавки, оптимизация которых приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности. Такими функциями можно назвать следующее:

- 1) применения принципиально новых конструкторских решений;
- 2) унификации сборочных единиц и деталей;
- 3) использование новых заготовок и материалов;
- 4) оптимизация параметров надежности.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

Так же был составлен план исследования, в котором распределялись основные функции проекта между руководителем и дипломником и сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также заработные платы участников проекта, он составил 633196.31 руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса механизированной наплавке в защитном газе, по сравнению с другими способами сварки.

Результаты исследования могут найти практическое применение на объектах АО «Томская судоходная компания».

5. Социальная ответственность

5.1 Производственная безопасность

Выпускная квалификационная работа по теме «Наплавка» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации АО «Томская судоходная компания», г. Томск. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники кафедры ОТСП ИНК ТПУ. Также потенциальными потребителями результатов разработок будут небольшие мастерские и индивидуальные потребители, применяющие механизированную сварку в домашних условиях. Основная задача данной работы состоит в том, чтобы предложить восстановление поверхности шкивов крановых агрегатов при помощи механизированной наплавке в защитном газе проволокой сплошного сечения.

При наплавке на работающих действуют следующие опасные и вредные факторы:

- чрезмерная запыленность и загазованность воздуха в результате конденсации паров расплавленного металла при наплавке;
- ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень локальной вибрации;
- напряженность трудового процесса.

5.1.1 Запыленность и загазованность воздуха рабочего места

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 22.

Таблица 22 – Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Оксиды марганца (MnO ₂)	0,3	1	аэрозоли
Оксиды хрома (CrO ₃)	0,01	1	аэрозоли
Фториды кремния (SiF ₄)	0,01	1	аэрозоли
Оксид углерода (CO)	20	3	пары или газы

ПДК – предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м³, это концентрация, которая при работе не более 41 часа в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболевания у работающих и их потомства.

В зависимости от типа сварочных работ и места их проведения, человек должен быть экипирован средствами индивидуальной защиты. Особое внимание надо обращать на защиту глаз, т.к. сварка – это мощный световой источник, наносящий вред глазам.

При неэффективности коллективных средств защиты применяют средства индивидуальной защиты (защита дыхания, кожи, отдельных органов). В зависимости от назначения средства индивидуальной и коллективной защиты подразделяют на:

- специальная одежда (комбинезоны, полуккомбинезоны, куртки, брюки, костюмы, полущубки, тулупы, фартуки, жилеты, нарукавники);
- специальная обувь (сапоги, ботинки, галоши, боты);
- средства защиты головы (каска, подшлемники, шапки, береты);
- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы);
- средства защиты лица (защитные щитки и маски);
- средства защиты глаз (защитные очки);
- средства защиты органов слуха (наушники, вкладыши);
- предохранительные приспособления (диэлектрические коврики, ручные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники, предохранительные пояса); Средства защиты рук (рукавицы, перчатки);
- защитные дерматологические средства (пасты, кремы, мази, моющие средства).

В качестве средств коллективной защиты (СКЗ) применяем:

- вентиляционное оборудование;
- фильтровентиляционное оборудование.

Коллективный защитный характер носят мокрота переработки, герметизация, отделка помещений особыми материалами, медосмотры, профпитание.

5.1.2 Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение

Излучения сварочной дуги оказывают вредное воздействие на электросварщика и окружающих людей. Горение дуги сопровождается ярким световым и невидимым ультрафиолетовым и инфракрасным излучениями. Видимые световые лучи ослепляюще действуют на глаза, поражая сосудистую и сетчатую оболочку глаза, при длительном воздействии ослабляют зрение.

Невидимые ультрафиолетовые лучи оказывают вредное влияние на глаза, поражая сетчатку и роговую оболочку их, и кожу человека. Длительное воздействие этих лучей вызывает слезотечение, боли и рези в глазах, светобоязнь, открытые участки кожи получают ожоги, аналогичные солнечным.

Невидимые инфракрасные (тепловые) лучи при длительном воздействии вызывают ожоги кожи и заболевание глаз человека. Даже кратковременное (10—20 с) на расстоянии до 1 м действие сварочной дуги на незащищенные глаза является опасным для зрения. Длительное воздействие дуги в течение нескольких часов может привести к более тяжелым последствиям (электроофтальмия, катаракта).

Опасное действие лучей сварочной дуги на незащищенные глаза и кожу человека проявляется на расстоянии до 10 м. Опасность может представлять даже отражение дуги от стен и поверхностей, освещение лица человека в профиль.

Основными способами защиты от воздействия УФ излучения являются:

- защита расстоянием - это удаление обслуживающего персонала от источников УФ-излучения на безопасную величину;
- экранирование рабочих мест - (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений (используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны»);
- рациональное размещение рабочих мест;
 - использование индивидуальных средств (спецодежды (куртка, брюки), рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения).

5.1.3 Повышенный уровень шума

При наплавке и сборке в данной работе использовались инструменты: шлифовальная машина, которая создает лишний шум, вредно действующий на организм.

Допустимый уровень шума ограничен и СанПиН 3359-16. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА.

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьбу с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции,

звукопоглощения и установку глушителей шума, акустическую обработку поверхностей помещения.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно-акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87 (СТ СЭВ 5803-86) «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Система индивидуальной защиты органа слуха».

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски; противошумные костюмы ГОСТ 12.1.029-80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты. Классификация».

5.1.4 Повышенный уровень локальной вибрации

На данном рабочем месте осуществляются работы шлифовальной машиной, которая является источником не только шума, но и локальной вибрации.

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно - сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Увеличение интенсивности и длительности вибрации, в ряде случаев, приводит к развитию вибрационной болезни.

Снижение уровня вибраций может быть достигнуто виброгашением, которое чаще реализуется путем установки вибрирующих агрегатов на самостоятельные виброгасящие основания.

Для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется организовывать 10-15 минутные перерывы после каждого часа работы и проводить комплекс физиопрофилактических мероприятий.

5.1.5 Электробезопасность

Все оборудование сварочных цехов и участков должно соответствовать , Правилам устройства электроустановок" (ПУЭ) и действующим ГОСТам. Это ГОСТ 12.1.007.0 - 75 "Система стандартов безопасности труда. Оборудование электротехническое. Общие требования безопасности." и ГОСТ 12.2.007.8 - 75 "Система стандартов безопасности труда. Оборудование электросварочное и для плазменной обработки. Требования безопасности." Эксплуатация оборудования должна соответствовать "Межотраслевым правилам труда при эксплуатации электрооборудования". Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок, имеющих в инструкциях заводов изготовителей[28].

Рассмотрим случай проведения сварочных работ в цехе. Класс опасности помещения 1 группы: Помещение без повышенной опасности, сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18—20°, с влажностью 40—50%.

В соответствии с этим минимально допустимая степень защиты источника питания IP 11.

Во избежание поражения электрическим током необходимо, чтобы изоляция, подводящих линий электрододержателей была неповрежденной, выдерживала необходимое испытательное напряжение и подвергалась периодическим проверкам. Изоляция проводов должна быть защищена от повреждений применение электросварочных проводов с поврежденной

оплеткой и изоляцией запрещается. При повреждении оплетки провода его следует заключать в резиновый шланг.

Корпус источника питания и корпус сварочной машины или установки необходимо заземлять. Для присоединения заземляющего провода на электросварочном оборудовании должен быть предусмотрен болт диаметром 5÷8 мм, расположенный в доступном месте с надписью “Земля” (или условным обозначением “Земля”). Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких заземляемых аппаратов запрещается.

Помимо заземления основного сварочного оборудования, согласно ПУЭ, в установках для дуговой сварки необходимо непосредственно заземлять тот зажим вторичной обмотки сварочного трансформатора, к которому присоединяется проводник, идущий к изделию.

Сопротивление человеческого организма в зависимости от его состояния (утомленность, влажность кожи, состояние здоровья) меняется в широких пределах от 1000 до 20 000 Ом. Напряжение холостого хода источников питания дуги достигает 90В, а сжатой дуги 200В. В соответствии с законом Ома при неблагоприятном состоянии сварщика через него может пройти ток, близкий к предельному:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{90}{1000} = 0,09A$$

Таблица 23 – Примерные времена допустимого воздействия электрического тока в зависимости от напряжения на человека по ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ

Допустимое время действия, сек	длительность	До 30	1	0,5	0,2	0,1
Величина тока, мА.	1	6	50	100	250	500
Величина напряжения, В.	6	36	50	100	250	500

5.1.6 Расчёт защитного заземления

Расчет защитного заземления, как пример применения указанных выше мер безопасности, проведем для сварочного участка Томской судоходной компании. Искусственное заземляющее устройство состоит из

вертикальных электродов (заземлителей) и горизонтально расположенной соединительной полосы. В качестве заземлителей применяем уголок сечением $60 \times 60 \text{ мм}^2$ верхние контуры заземлителей соединены между собой с помощью полосовой стали. Полосовую сталь применяем сечением $5 \times 12 \text{ мм}^2$.

Для того чтобы уменьшить колебание удельного сопротивления грунта заземлители забивают в землю так, чтобы их верх находился на расстоянии $h_n = 0,8 \text{ м}$ от уровня поверхности земли, тем самым достигается более влажные и непромерзающие слои грунта (рисунок 9).

Оборудование работает под напряжением 380 В определяем, что по нормам для нашего случая допустимое сопротивление заземлителей r_z должно быть не более 4 Ом , удельное сопротивление грунта (суглинок) составляет $\rho_z = 1 \cdot 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см}$.

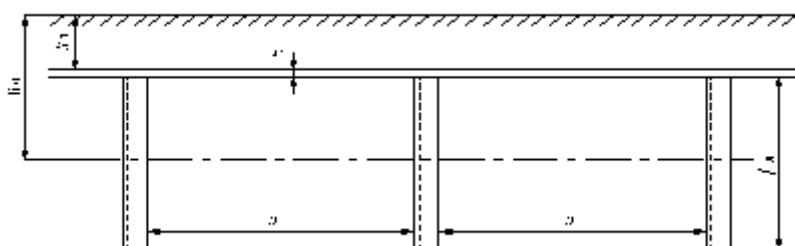


Рисунок 24. Схема устройства искусственного заземления.

Учитывая возможное промерзание грунта зимой и просыхания летом, определяем расчетные значения удельного сопротивления грунта для полосы ρ_n и для электродов ρ_z по формулам [28]:

$$\rho_n = \rho \cdot K_n, \quad (6)$$

$$\rho_z = \rho \cdot K_z, \quad (7)$$

где K_n и K_z – повышающие коэффициенты для соответствующей климатической зоны.

Для города Томска $K_n = 1,9$ и $K_z = 4,5$.

$$\rho_n = 1 \cdot 10^4 \cdot 1,9 = 1,9 \cdot 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см},$$

$$\rho_z = 1 \cdot 10^4 \cdot 4,5 = 4,5 \cdot 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см}.$$

Сопротивление одного электрода определяем по формуле [15]:

$$R_э = \frac{\rho_э}{2\pi \cdot l_э} \left(\ln \cdot \frac{2 \cdot l_э}{d} + 0,5 \cdot \ln \cdot \frac{4 \cdot h_э + l_э}{4 \cdot h_э - l_э} \right), \quad (8)$$

где $l_э$ – длина электрода, см; $l_э = 300$ см;

d – диаметр электрода, см²;

$h_э$ – глубина заложения электрода, см; $h_э = 230$ см.

При использовании электрода из уголковой стали диаметр электрода определяют по формуле [28]:

$$d = 0,95 \cdot в, \quad (9)$$

где $в$ – ширина полки уголка, см;

$$d = 0,95 \cdot 6 = 5,7 \text{ см}^2,$$

$$R_э = \frac{1,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \left(\ln \cdot \frac{2 \cdot 300}{5,7} + 0,5 \cdot \ln \cdot \frac{4 \cdot 230 + 300}{4 \cdot 230 - 300} \right) = 50,35 \text{ Ом}$$

Потребное число заземлителей определяем по формуле:

$$n = \frac{R_э}{r_э}, \quad (10)$$

$$n = \frac{50,35}{4} = 12,58 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=12$ шт.

При расположении электродов в ряд длина соединительной полосы определяется по формуле [28]:

$$l_n = a \cdot n, \quad (11)$$

где a – расстояние между электродами, см; $a = 900$ см.

$$l_n = 900 \cdot 12 = 10800 \text{ см.}$$

Сопротивление соединительной полосы вычисляют по формуле [28]:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}, \quad (12)$$

$$R_n = \frac{4,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 10800} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10800^2}{80 \cdot 1,2} = 9,75 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление системы заземления вычисляют по формуле:

$$R_c = \frac{R_\varepsilon \cdot R_n}{R_\varepsilon \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_\varepsilon \cdot n}, \quad (13)$$

где η_n – коэффициент использования полосы; $\eta_n = 0,76$;

η_ε – коэффициент использования электродов; $\eta_\varepsilon = 0,81$.

$$R_c = \frac{50,35 \cdot 9,75}{50,35 \cdot 0,76 + 9,75 \cdot 0,81 \cdot 12} = 3,62$$

Таким образом, общее сопротивление защитного заземления не превышает допустимого по нормам. Следовательно, заземлитель уголок сечением $60 \times 60 \text{ мм}^2$ при числе заземлителей $n = 12$ штук на расстоянии 9 метров друг от друга. Длина соединительной полосы 3 метра, сопротивление соединительной полосы $R_{\text{п}} = 9,75 \text{ Ом}$ при глубине заложения $h_{\text{п}} = 0,8 \text{ м}$ является достаточным для обеспечения защиты при данной схеме расположения заземлителей.

5.1.7 Противопожарная безопасность

Цех, в котором находится сварочный участок, по пожарной опасности строительных конструкций относится к категории А (Взрывоопасные), что согласно своду правил СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1)», поскольку здесь присутствуют горючие вещества (газы: ацетилен, пропан - бутан) и взрывоопасные вещества (газовые баллоны), которые при взаимодействии с огнем или пылью взрываются.

Таблица 24 - Классификация пожаров и рекомендуемые огнетушащие вещества ГОСТ 27331-87«Пожарная техника. Классификация пожаров» [31]

класс пожара	Характеристика горючего среды или горящего объекта	Рекомендуемые огнетушащие вещества
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составляющие: инертные разбавители (азот, углекислый газ), галоген – углеводородные, порошки, вода (для охлаждения)

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения. В сварочном цехе используем следующие огнетушители:

- Огнетушитель порошковый ОП-3(з): предназначен для укомплектования легковых автомобилей, а также применения в бытовых условиях в качестве первичного средства тушения пожаров класса А (твердых веществ), С (горючих газов), В (горючих жидкостей или плавящихся твердых тел) и электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В (в зависимости от марки применяемого огнетушащего порошка)

Огнетушитель углекислотный ОУ-1: углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000 В, жидких и газообразных веществ (класс В, С).

Углекислотными огнетушителями предпочтительно оборудовать противопожарные щиты в лакокрасочных цехах, на складах, АЗС и на территории промышленных предприятий, в электроустановках, находящихся под напряжением до 1000 В.

Огнетушители не предназначены для тушения загораний веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий, калий), такими огнетушителями нельзя тушить дерево.

Сварочный цех, рассматриваемый в данной работе, относится к категории «А» - повышенная взрывопожароопасность.

Таблица 25 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа

В нашем участке должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители расположены на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

5.2 Экологическая безопасность

Для каждого источника загрязнения атмосферы должна быть установлена предельно допустимая норма выброса в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-2014 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями». Степень очистки сточных производственных вод должна устанавливаться согласно СНиП 2.04.02 «Водоснабжение наружные сети и сооружения» и должна отвечать требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

Отходы производства должны подвергаться утилизации и обезвреживанию, организованному хранению в отвалах или захоронению. Особо опасные отходы должны подвергаться захоронению в специальных

могильниках.

Сварочное производство не без оснований относится к довольно вредным производствам, влияющим на здоровье рабочего персонала и на окружающую среду. Ученые и разработчики сварочных технологий и присадочных материалов в качестве приоритета ставят их экологическую безопасность и минимальное воздействие на рабочее пространство и персонал. Не менее актуальны в сварочном производстве проблемы сокращения и утилизации отходов, повышения объема рециклинга (возвращение отходов в круговорот " производство - потребление") сварных конструкций и изделий после завершения срока их эксплуатации.

Отходами в сварочном производстве газовой сварки являются: металлолом черных и цветных металлов и сплавов, отработанные абразивные круги, мусор от уборки территории, сварочный шлак, промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится: в специальные контейнеры, на специальные площадки для крупногабаритных отходов (металлолом), на территориях цехов, в иные места (помещения) для временного хранения отходов.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

Перемещение отходов на территории промышленного предприятия должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к территориям и помещениям промышленных предприятий. При перемещении отходов в закрытых помещениях следует использовать автопогрузчики.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На сварочном участке во время работ могут возникать следующие чрезвычайные ситуации:

Вследствии повышенной пожароопасности работ, так как дело приходится иметь с высочайшими температурами, искрами и брызгами расплавленного металла

Риск возникновения взрыва баллонов с газовыми смесями. Часто сварочные работы проводятся при использовании газовых смесей, которые легко воспламеняются.

В качестве чрезвычайных ситуаций можно рассмотреть вероятность возникновения пожара на рабочем месте сварщика.

Причинами пожара при сварочных работах могут быть искры и капли расплавленного металла и шлака, неосторожное обращение с пламенем горелки при наличии горючих материалов вблизи рабочего места сварщика. Опасность пожара особенно следует учитывать на строительномонтажных площадках и при ремонтных работах и не приспособленных для сварки помещениях.

Для предупреждения пожаров необходимо соблюдать следующие противопожарные меры:

- нельзя хранить вблизи от места сварки огнеопасные или легковоспламеняющиеся материалы, а также производить сварочные работы в помещениях, загрязненных промасленной ветошью, бумагой, отходами дерева и т.п.;
- запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей;
- нельзя выполнять сварку и резку свежеевыкрашенных масляными красками конструкций до полного их высыхания;
- запрещается выполнять сварку аппаратов, находящихся под электрическим напряжением, и сосудов, находящихся под давлением;

- нельзя проводить без специальной подготовки сварку и резку емкостей из-под жидкого топлива;
- при выполнении в помещениях временных сварочных работ деревянные полы, настилы и помосты должны быть защищены от воспламенения листами асбеста или железа;
- нужно постоянно иметь и следить за исправным состоянием противопожарных средств — огнетушителей, ящиков с песком, лопат, ведер, пожарных рукавов и т.п., а также содержать в исправности пожарную сигнализацию;
- после окончания сварочных работ необходимо выключить сварочный аппарат, а также убедиться в отсутствии горящих или тлеющих предметов. Средствами пожаротушения являются вода, пена, газы, пар, порошковые составы и др.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В качестве основных нормативных документов использовались следующие:

1 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

2 Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015 "Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст)

3 Государственный стандарт СССР ГОСТ 12.1.005-88 "Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388) (с изменениями и дополнениями)

4 Государственный стандарт СССР ГОСТ 22269-76 "Система "человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего

места. Общие эргономические требования" (введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 22 декабря 1976 г. N 2798)

5 Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.019-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 681-ст)

6 Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 682-ст)

7 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (зарегистрированы в Минюсте России 10.06.2003, регистрационный N 4673.).

8 Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2014 г. N 2146-ст)

6. Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были проведены исследования макро- и микроструктуры, а также микротвердости образцов листовой горячекатаной стали СтЗкп с наплавкой проволокой 30ХГСА и СВ 08Г2С. Данная технология используется при восстановлении изношенной поверхности шкивов крановых агрегатов на АО «Томская судоходная компания», г. Томск.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

1) При анализе микроструктуры наплавленного металла выявлено, что зона термического влияния в обоих случаях равна 2мм, сварка выполнялась в два слоя. При одинаковых режимах, наплавка проволокой 30ХГСА сопровождается большим разбрызгиванием, чем наплавка проволокой Св-08Г2С.

2) Микроструктура металла шва 30ХГСА имеет вид литого металла с протяженными столбчатыми кристаллами (дендритами), в зоне перегрева формируется структура, схожая с видманштеттовой.

3) Металл шва, наплавленного проволокой Св-08Г2С состоит из мелких, столбчатых и равноосных кристаллов.

4) Наплавка поверхности с помощью стали 30ХГСА позволяет повысить уровень твердости упрочненного слоя в 1,5 раза по сравнению с наплавкой проволокой Св-08Г2С.

Применение проволоки 30ХГСА в качестве упрочняющего материала позволяет повысить износостойкость шкивов практически в два раза, что подтверждается опытом реализации данной технологии на АО «Томская судоходная компания».

Список использованной литературы

1. Александр Герасименко Основы сварки. Самоучитель. – М.: Феникс, 2014, – 320с.
2. Александр Черепяхин Материаловедение. – М.: Academia, 2013, – 272с.
3. Анатолий Адашкин, Виктор Зуев Материаловедение и технология материалов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013, – 336с.
4. Анатолий Адашкин, Виктор Зуев Металловедение (металлообработка). – М.: Academia, 2007, – 80с.
5. Вадим Фролов, Владимир Пешков, Александр Коломенский, Валентин Казаков Сварка. Введение в специальность. Учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2013, – 384.
6. Валентин Заплатин, Юрий Сапожников Основы материаловедения (металлообработка). – М.: Academia, 2012, – 272с.
7. Валерий Чебан Сварочные работы. – М.: Феникс, 2012, – 416с.
8. Валерий Чебан Сварочные работы. Учебное пособие. – М.: Феникс, 2014, – 416с.
9. Василий Виноградов Электрическая дуговая сварка. – М.: Academia, 2013, – 320с.
10. Виктор Овчинников Основы теории сварки и резки металлов. – М.: КноРус, 2013, – 248с.
11. Всеволод Плошкин Материаловедение. – М.: Юрайт, 2013, – 464с.
12. Георгий Чернышов Сварочное дело. Сварка и резка металлов. – М.: Academia, 2013, – 496с.
13. Георгий Чернышов Технология электрической сварки плавлением. – М.: Academia, 2010, – 496с.
14. Сергей Федосов, Игорь Оськин Основы технологии сварки. – М.: Машиностроение, 2011, – 128с.

15. Юрий Казаков Сварка и резка материалов. – М.: Academia, 2011, – 400с.
16. Алаи С.И., Григорьев П.М., Ростовцев А.Н. Технология конструкционных материалов. Под ред. Ростовцева А.Н. М.: Просвещение. 1986, 304 с .
17. Технология металлов и материаловедение. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др. Под ред. Усовой Л.Ф. М.: Metallurgy. 1987, 800 с .
18. Материаловедение и технология металлов. Учебн. для студентов машиностроительных спец. вузов. Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. Под ред. Г.П. Фетисова. М.: Высш. шк., 2000, 638 с .
19. Материаловедение. Учебник для вузов. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. и др. Под общей ред. Арзамасова Б.Н. 3-е изд., стереотип., М.: Изд-во МГПУ им. Н.Э. Баумана, 2002, 648 с .
20. Экономические расчеты в дипломных проектах по техническим специальностям: Метод. указания для студентов / Сост.: Л.И. Горчакова, М.В. Лопатин. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. - 28 с .
21. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Се-рикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с .
22. Политика доходов и заработной платы. Под ред. П. В. Савченко и Ю. П. Кокина. М.: Юристъ, 2000. 456 с .
23. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
24. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
25. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

26. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
27. ПБ 09-596-03. Правила безопасности при использовании неорганических жидких кислот и щелочей.
28. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
29. Кукин П. П., Лапин В. Л., Пономарев Н. Л. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств: Учеб. пособие для вузов // 5-е изд. – М.: Высш. шк., 2009. – 335 с .
30. Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. – 376 с .
31. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
32. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.